

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

КРБ.СІ-10.00.00.000 ПЗ

Група СІ-21-1

Лариса ЧЕХОНАДСЬКА

2025

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій і систем

Чехонадська Лариса Денисівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.311

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Розроблення автоматизованої системи освітлення торгівельних вітрин

(назва роботи)

Системна інженерія – Інтернет речей

(назва освітньої програми)

151-Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва спеціальності)

Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач освітнього ступеня _____ Л.Д. Чехонадська

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник _____ к.т.н. доц. Белей О.І.

(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

проф. _____ Л. М. Заміховський

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2025

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Белей О.І., доцент		
2	Белей О.І., доцент		
3	Белей О.І., доцент		

6. Дата видачі завдання: 10.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалів за темою роботи	07.04.2025	Виконано
2	Загальні відомості про торгові вітрини	07.04.2025	Виконано
3	Аналіз існуючих систем	17.04.2025	Виконано
4	Проектування структурної схеми автоматизованої системи	03.05.2025	Виконано
5	Розроблення автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин	05.06.2025	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Чехонадська Л. Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис)

Белей О. І.
(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2025р

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота: 53 сторінки, 25 рисунків, 2 таблиці, 19 посилань на джерела, 1 додаток.

У даній бакалаврській роботі розроблена автоматизована система керування освітленням для торговельних вітрин. Метою проекту є створення програмного комплексу на базі програмованих логічних контролерів (ПЛК) та середовища розробки Simatic Step 7, що реалізує основні функції гнучкого та енергоефективного управління освітлювальними приладами.

У роботі проведено аналіз предметної області, визначено ключові вимоги до освітлення вітрин та їхні взаємозв'язки. На основі принципів програмування логічних контролерів розроблено структуру керуючої програми, що включає функціональні блоки для реалізації різних сценаріїв освітлення (денний, нічний, акційний). Система забезпечує обробку сигналів від датчиків та таймерів для автоматичної зміни режимів, що дозволяє оптимізувати споживання електроенергії та підвищити візуальну привабливість вітрини.

Розроблена система демонструє практичне застосування технологій ПЛК для вирішення задач автоматизації в комерційній сфері та може слугувати основою для подальшого розширення функціоналу, наприклад, інтеграції з системами "розумного будинку".

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ, ТОРГОВА ВІТРИНА, ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, SIMATIC STEP 7, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ.

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 53 pages, 25 figures, 2 tables, 19 references, 1 appendice

In this bachelor's thesis, an automated lighting control system for shop windows is being developed. The aim of the project is to create a software system based on programmable logic controllers (PLCs) and the Simatic Step 7 development environment that implements the basic functions of flexible and energy-efficient lighting control.

The paper analyzes the subject area, identifies the key requirements for shop window lighting and their interrelationships. Based on the principles of programming logic controllers, the structure of the control program is developed, which includes functional blocks for the implementation of various lighting scenarios (day, night, promotional). The system processes signals from sensors and timers to automatically change modes, which optimizes energy consumption and increases the visual appeal of the showcase.

The developed system demonstrates the practical application of PLC technologies for solving automation problems in the commercial sphere and can serve as the basis for further expansion of functionality, for example, integration with "smart home" systems.

Keywords: AUTOMATED LIGHTING SYSTEM, SHOP WINDOW, PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER, SIMATIC STEP 7, AUTOMATION, ENERGY EFFICIENCY, LIGHTING CONTROL.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ОГЛЯД ТЕОРЕТИЧНИХ АСПЕКТІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ТОРГІВЕЛЬНИХ ВІТРИН	12
1.1 Загальні відомості про торговельні вітрини	12
1.2 Доцільність використання автоматизованих систем освітлення торговельних вітрин.....	17
1.3 Огляд та порівняльний аналіз існуючих автоматизованих систем освітлення	19
1.4 Висновки до першого розділу	23
2 ОСНОВИ РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ТОРГІВЕЛЬНИХ ВІТРИН	24
2.1 Теоретичні основи розроблення автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин. Конфігурація апаратних засобів та налагодження інтерфейсу зв'язку.....	24
2.2 Проектування структурної схеми автоматизованої системи	33
3 РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ТОРГІВЕЛЬНИХ ВІТРИН.....	35
3.1 Головні робочі вікна розробленої автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин.....	35
3.2 Доцільність використання автоматизованої системи. Подальші перспективи	44
ВИСНОВКИ	48
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТОК А. Сертифікат.....	53

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чехонадська			Розроблення автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Белей				7		
Реценз.						ІФНТУНГ СІ-21-1		
Н. Контр.		Возний						
Затверд.		Заміховський						

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ПЛК – програмований логічний контролер

LAD – Ladder Diagram – це мова релейної контактної логіки

PG/PC – Programmer/Programming Computer – програмований пристрій/персональний комп'ютер

TCP – Transmission Control Protocol – стек (набір) протоколу

WIFI – Wireless Fidelity – технологія бездротової локальної мережі

FBD – Function Block Diagram – графічна мова,

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		9Арк

ВСТУП

Торгівельна вітрина – це візитна картка у торговельній галузі, основним призначенням, якої є привернення уваги покупців чи споживачів, створення приємного враження, а також сподобатися потенційному покупцю. За допомогою вітрини здійснюється залучення потенційного клієнта з метою зайти всередину магазину і придбати товар. Світло є також важливою складовою даного процесу, невербальне засіб комунікації. Колір вітрин магазину може багато чого розповісти про компанію. Жовтий і червоний кольори створюють теплу атмосферу; блакитний і зелений – прохолодну атмосферу. Колір і передача кольору вітрин (як на підсвідомому, так і на свідомому рівні) відіграють важливу роль у прийнятті людиною рішення про відвідування магазину [1-3].

Керування освітленням традиційним способом з допомогою звичайних вимикачі веде до великих затрат при встановленні, нагромадження обладнання та дуже незручне в керуванні.

Встановлення системи автоматизації для керування освітленням зумовлена кількома факторами:

- простота керування: освітленням можна керувати як локально, так і з диспетчерського пульта, ручним способом або в автоматичному режимі;
- економія матеріалів проводки: завдяки встановленій системі „Інтелектуальної Вітрини” всі електроспоживачі пов’язані між собою єдиною системою керування. Тому з одного місця можна керувати абсолютно всім електрообладнанням всіх вітрин;
- економія енергоресурсів: легкість у керуванні та можливість “прив’язати” функцію освітлення до різноманітних датчиків (освітленості, руху і т.д.) дозволяє суттєво економити електроенергію.

Враховуючи вище написаний матеріал та актуальність автоматизованих систем, метою бакалаврської роботи є розроблення автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин з метою привернення уваги до товарів, які виставлені.

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

Для досягнення мети бакалаврської роботи необхідно вирішити такі завдання:

- опрацювання та порівняльний аналіз автоматизованих систем освітлення торговельних вітрин;
- розроблення структурної схеми;
- розроблення автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин.

Об'єктом дослідження даної роботи є автоматизована система освітлення торговельних вітрин, яка сприятиме активному залученню покупців у торгівельні заклади.

Предмет дослідження: процес розроблення та режими роботи автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин.

Методи дослідження: пакет STEP 7 концерну Siemens.

Наукова новизна даної бакалаврської роботи полягає у розробленні автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин, яка зменшить витрати на електроенергію та матеріали для освітлення, а також створюватиме перше враження про торговельні заклади і їх товари, спонукаючи людей зупинитися і розглянути їх ближче.

Практична цінність автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин – це ефективний інструмент маркетингу, який може суттєво вплинути на розвиток та успіх торгівельних закладів та значно зменшити витрати на електропостачання.

Галузь застосування: роздрібна торгівля, виставкові центри та інші об'єкти, де візуальна презентація продукції відіграє ключову роль.

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТЕОРЕТИЧНИХ АСПЕКТІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ТОРГІВЕЛЬНИХ ВІТРИН

1.1 Загальні відомості про торговельні вітрини

Торговельна вітрина – це не просто застеклена частина фасаду, а її блискуча обкладинка, яка здатна створити у покупця перше, і нерідко вирішальне, враження. Продумана концепція оформлення як внутрішнього, так і зовнішнього простору крамниці є необхідною для підтримки цілісного образу бренду та відображення його єдиної ідеології. У цьому контексті, вітрина розцінюється як мистецтво та технологія, що пов'язана з ефектною та цікавою презентацією товарів, яка поєднує творчий підхід із глибоким розумінням маркетингових засад організації вітрин як важливого інструменту просування [1,2].

Іншими словами, вітрина – це ніби візуальне резюме, яке містить приховане послання до споживача для виконання конкретних рекламних і маркетингових завдань. Оскільки перший зоровий контакт споживача з вітриною є надзвичайно короткочасним і часто обмежений лише кількома секундами, цей невеликий відтинок часу, коли потенційні клієнти проходять мимо, має бути використаний що найефективніше для привернення їхньої уваги та спонукання відвідати магазин.

Дослідження довели, що у сучасних торговельних центрах, де панує висока конкуренція серед брендів крамниць, єдиний ефективний спосіб заволодіти увагою споживача – це зацікавити його за допомогою оригінальної вітрини. Саме через це провідні бренди ніколи не шкодують коштів на створення фантастичних вітрин, адже їхня унікальна атмосфера задає потрібний емоційний настрій споживачеві та стимулює його до здійснення покупки. Необхідно зазначити, що вітрина виконує й інформаційну функцію, повідомляючи клієнтам про актуальні акції та спеціальні пропозиції магазину [1,2].

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		12А

Отже, вітрини мають синергетичний ефект, оскільки виступають потужним рекламним та комунікаційним інструментом, який, на відміну від інших каналів, не дратує споживача.

Значна роль в організації експозицій у вітрині належить забезпеченню оптимальних умов для сприйняття товарів у ланцюгу «річ – експозиція – споживач». Це пов'язано з тим, що поведінка споживачів часто є імпульсивною: переважна більшість відвідувачів торговельних закладів не планує покупку заздалегідь, а приймає рішення безпосередньо в магазині. Аналіз ринкових кейсів показує, що інвестиції у професійний дизайн, особливо у святкові періоди, можуть призводити до багаторазового збільшення потоку клієнтів. Наявність художньо оформленої вітрини значною мірою визначає статус крамниці [2,3].

З погляду психології, бажання зайти у конкретний магазин у підсвідомості людини виникає миттєво на підставі побаченого візуального образу, створеного завдяки оформленню вітрини. До того ж, дослідження підтверджують, що візуальна презентація товару є потужним стимулом: більше половини споживачів значно частіше схильні до покупки, побачивши річ в ефектно оформленій експозиції.

Вважається, що професійно зроблені сучасні вітрини здатні не тільки рекламувати та продавати товари, а й розвивати естетичний смак споживача, оздоблювати вулиці міст та пропагувати певні культурні цінності, естетичні смаки й соціальні норми.

У сучасних фахівців існує загальна класифікація принципів та варіантів оформлення, яка виділяє три основні типи вітрин за їх конструктивним рішенням: закритий, відкритий і відкрито-закритий (комбінований).

За характером композиції вітрини також поділяють на сюжетні, товарні та товарно-сюжетні [3]. Зрозуміло, що сюжетні вітрини зосереджують увагу не на самих виробках, а на продуманому дизайнером сюжеті, котрий у вітрині продемонстровано: це можуть бути стилізовані сцени подій, явищ тощо. Сюжет таких вітрин вибудовується зазвичай за участі «героя», у ролі якого виступає манекен або група манекенів. На асоціативному рівні такі вітрини можуть легко

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

пов'язуватися з асортиментом крамниці, коли вітрина виступає рекламою бренду та його єдиної ідеології.

Особливо оригінальними є сюжетні вітрини, які дизайнери розробляють на час Різдва. Їхня загальна тематика зазвичай змінюється щороку. Краса сюжетних вітрин заворожує та збуджує уяву. Утім, такі вітрини, перетворюючись на самостійні арт-об'єкти, можуть втрачати здатність реалізовувати своє першочергове завдання: рекламувати, збільшувати продажі конкретних товарів. Вони швидше додають магазинам образності й статусності, стаючи частиною міської культури загалом [3,4].

Аналіз сучасних підходів до дизайну вітрин дозволяє виокремити певні тренди. Зокрема, для привернення уваги дизайнери часто використовують нестандартні композиційні прийоми, як-от підвішування товарів, створення ритмічних патернів з гіперболізованих елементів або застосування напівпрозорих фонових зображень замість суцільних декорацій.

Принципи дизайну: Дизайнери та мерчендайзери, які вміло застосовують фундаментальні принципи дизайну до вітрин, можуть перетворити статичну товарну експозицію на незабутній купівельний досвід. Розглянемо деякі з цих ключових принципів:

Гармонія досягається шляхом використання подібних або сумісних елементів для створення приємної та цілісної композиції.

Колір є одним із ключових інструментів психологічного впливу в дизайні вітрин. Вибір колірної палітри безпосередньо залежить від маркетингових цілей: теплі, насичені відтінки (наприклад, червоний) можуть використовуватися для створення відчуття терміновості та привернення уваги, тоді як холодні та нейтральні тони (наприклад, синій, білий) допомагають підкреслити статусність, надійність бренду чи лаконічність продукту [4].

Рух або динамізм: статичні елементи можна розташувати таким чином, щоб натякати на рух або ритм. Це додає позитивне відчуття динамічності експозиції та оживляє її.

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		14А

Симетричні композиції є збалансованими та створюють відчуття порядку й спокою. Асиметрію можна використовувати для створення більш еkleктичного або незвичайного враження.

Контраст між різними елементами допомагає виділити кожен із них. Дизайнери використовують цей прийом, щоб спрямовувати погляд глядача.

Ієрархічне розташування елементів вітрини привертає увагу до фокусної точки (ключового об'єкта експозиції).

Простір надає відчуття легкості або лаконічності та посилює вплив основних елементів експозиції [1,2].

Торговельна вітрина умовно поділяється на такі секції: цоколь, накопичувач, власне вітрина (основна частина) та верхівка.

Цоколь – це нижня опорна частина конструкції вітрини, яка виконує дві основні функції: конструктивну (рівномірний розподіл навантаження) та захисну (запобігання механічним пошкодженням нижньої частини). Висота цоколя, що зазвичай варіюється в межах 50–150 мм, визначається вимогами ергономіки для забезпечення оптимального візуального контакту з товаром та функціональними особливостями торговельного приміщення.

Накопичувач - це закрита нижня частина корисного простору, яка по суті є складом для товару. Ця секція завжди закривається на замок.

Вітрина (основна частина): Презентаційна секція конструкції, що складається (умовно) з полиць, задньої стінки, бічних стінок та дверцят.

Полиці: Можуть бути виготовлені з прозорого або непрозорого матеріалу. Як правило, у вітринах використовуються скляні (прозорі) полиці. Вибір матеріалу для полиць залежить від дизайнерської концепції та вимог до освітлення. Скляні полиці забезпечують максимальне проникнення світла до нижніх ярусів експозиції, створюючи відчуття легкості. Непрозорі полиці (наприклад, з ЛДСП або МДФ) можуть слугувати додатковим кольоровим акцентом або елементом, що візуально розмежовує товарні групи [2].

Задня стінка: Зазвичай виготовляється білою, оскільки цей колір слугує нейтральним фоном для товару. У вузьких приміщеннях або для вузьких вітрин

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		15А

рекомендується використовувати дзеркало як задню стінку, оскільки воно візуально збільшує простір.

Бічні стінки: Найчастіше вони непрозорі і є частиною несучої конструкції вітрини. Скляні бічні стінки використовуються для збільшення оглядовості та є незамінними для окремо розташованих острівних меблів.

Дверцята: Виготовляються зі скла; можуть бути розпашними або розсувними. Тип розкривання дверцят обирається залежно від умов експлуатації. Наприклад, вибір між розпашною та розсувною системою відкривання залежить від умов експлуатації [4].

Верхівка: Завершальний елемент вітрини. Найпростіший варіант – з ЛДСП. Можна зробити верх скляним, щоб на товар потрапляло більше світла. Якщо збільшити висоту верхівки, на ній можна розмістити логотип або рекламний напис, зокрема з внутрішнім підсвічуванням.

Матеріали: Для виробництва торговельного обладнання застосовуються різноманітні матеріали. Однак найзатребуванішим є ламіноване ДСП (ЛДСП). Завдяки невисокій ціні воно стало основним матеріалом для виготовлення корпусів. Наступний матеріал – це МДФ, плівковий або фарбований. Серед усіх декорів МДФ особливо вирізняються глянцеві поверхні. Скло – чудовий матеріал, що використовується повсюдно: для полиць, дверцят, а іноді й для бічних стінок та верху. Його основна функція – захист від крадіжок, а скляні полиці сприяють кращій оглядовості та освітленню товару.

Фурнітура: Все починається з підлоги: для нормального функціонування дверцят меблі потрібно виставити "за рівнем", для чого використовуються регульовані ніжки [3].

Петлі для торговельного обладнання використовуються якісні, але зазвичай без доводчиків. Петлі для скла бувають штирові, врізні, шарнірні, п'яткові. Замки для скла бувають врізні та накладні, можуть бути під один ключ. Найпоширеніші ручки для дверей – це ручка-кнопка та ручка-скоба.

Освітлення є критично важливим елементом, якому часто не приділяють належної уваги в дизайні. Лампи не лише освітлюють товари, але й створюють

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		16А

атмосферу в крамниці. Яскраве, сфокусоване світло акцентує увагу на товарі, тоді як м'яке, розсіяне освітлення створює приємну та затишну атмосферу. Освітлення може значно покращити привабливість крамниці та зробити процес покупок приємнішим.

Скляну вітрину без підсвічування сьогодні важко уявити. Підсвічування може бути основним, додатковим та декоративним. Сучасні системи освітлення вітрин переважно базуються на LED-технологіях, що зумовлено їхньою енергоефективністю та компактністю. Залежно від дизайнерських завдань, освітлювальні прилади можна класифікувати за функцією [4,5]:

- загальне (залівне) освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних стрічок або панелей для рівномірного освітлення експозиції;
- акцентне освітлення, яке реалізується за допомогою точкових світильників (трекових, врізних), для виділення ключових товарів;
- декоративне підсвічування з використанням кольорових або динамічних LED-елементів для створення унікальної атмосфери.

1.2 Доцільність використання автоматизованих систем освітлення торговельних вітрин

Зростаючий запит на енергоощадне та стале середовище всередині приміщень призвів до розробки різноманітних інтелектуальних систем освітлення та керування споживання енергією. Основна причина – значний вплив електричного освітлення на енергоспоживання офісних будівель.

Технологічний прогрес посприяв виникненню інтелектуальних систем освітлення, метою яких є зосередження на енергоефективності з урахуванням індивідуального комфорту освітлення для кожного користувача. Інтелектуальні світлодіодні системи (LED) дають можливість досягти оптимальної енергоефективності, водночас ефективно задовольняючи потреби користувачів в освітленні в типових офісних умовах [4,5].

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

У поєднанні зі штучним освітленням, забезпеченим світлодіодним джерелом світла з регульованою яскравістю, максимальна інтеграція природного денного світла з зовнішніх джерел, таких як вікна, визнається високим фактором загального освітлення всередині приміщень.

Раніше здійснені дослідження засвідчили, що використання розумного освітлення зменшує споживання енергії у приміщеннях вдвічі. Застосування розумного освітлення дозволяє використовувати великі масиви даних для безпосереднього підвищення ефективності споживання енергії на освітлення.

Наприклад, відомості про атмосферні зміни застосовувалися для глибшого вивчення, щоб зрозуміти спосіб споживання енергії домогосподарствами, заснований на їхній поведінці.

Також інформація про погодні умови, особливо за тривалість одного світлового дня, використовувалася саме для покращення систем керування інтелектуальним освітленням, що сприяло підвищенню правильного розподілення енергії [3,4,5].

Переважаючим способом опрацювання великих обсягів даних є застосування сенсорних пристроїв Інтернету речей (IoT). Йдеться про датчики світла, руху, реле, РК-дисплеї, люксметри, датчики присутності та фотоелементи. Такі датчики ретельно інтегруються з двома платами Arduino або NodeMCU. Надалі датчики використовуються для регулювання світлового потоку джерел світла всередині приміщень, що реалізується через схеми керування яскравості.

Ця оптимізація зменшує все марне споживання енергії та продовжує час роботи світильників. Система також бере до уваги уподобання користувачів, налаштовуючи освітлення під певні заняття, потреби та час доби, підвищуючи цим візуальний комфорт та призводячи до суттєвої економії енергії.

Додатково, система оснащена компонентом моніторингу енергоспоживання в режимі реального часу, який одразу надає користувачам сукупність даних про використання світла. Ця функція дозволяє користувачам

виявляти місця неефективного споживання та приймати обґрунтовані рішення щодо заощадження енергії.

Система пропонує надсилати користувачам сповіщення з рекомендаціями, надаючи корисний зворотний зв'язок, поради та масив інформації щодо споживання електроенергії та загальних витрат. Ця функція на пряму спонукає користувачів до екологічно безпечної поведінки.

Система збиратиме інформацію з датчиків та пристроїв управління освітленням, що генеруватиме дані, які можна буде записувати. Це надасть системі більшої автономності в адаптації до змін у навколишньому середовищі, яке вона відстежує.

Головна мета цього підходу – це оптимізувати споживання електроенергії, спираючись на дані в реальному часі. Це передбачає визначення найоптимальнішого сценарію, надання порад користувачам і, як результат, сприяння розробці енергоефективних та комфортних у використанні систем інтелектуального освітлення.

Згідно з дослідженням Лі, Чуна та їх колег, було розроблено інтелектуальну систему освітлення для практичних застосувань. Метою розробки стало задоволення потреб різних користувачів в рівні освітлення та зменшення споживання електроенергії. У дослідженні були окреслені проблеми, з якими стикаються під час створення інтелектуальних систем освітлення, включаючи необхідність індивідуального динамічного планування мережевого освітлення для досягнення енергоефективності в офісах відкритого планування [3-5].

Алжеварі створив інтелектуальну систему контролю освітлення, яка працює на базі Bluetooth та Android. Система має здатність визначати рух людей поблизу, що дозволяє їй автоматично керувати увімкненням та вимкненням LED-світильників. Крім того, користувачі мають можливість контролювати LED-джерела світла через Android-додаток за допомогою Bluetooth, якщо система запущена в ручному режимі. Результати випробувань засвідчили, що

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		19А

система є енергоощадною, ефективною та комфортною у використанні, що дозволяє використовувати її в різноманітних умовах освітлення.

Амарілло й інші продемонстрували розумну систему, розроблену для управління освітленням у кімнатах на базі Інтернету речей (IoT), використовуючи лабораторію університету як приклад. Система застосовує широтно-імпульсну модуляцію (ШІМ) для зміни обсягу електричної енергії, що надходить до лампи, що визначає яскравість у кожному секторі. Ця величина залежить від кількості людей, наявних за кожним столом, та налаштування мінімального значення, запрограмованого користувачем [6].

Незважаючи на те, що ШІМ дозволяє ефективно та точно налаштувати яскравість світлодіодних джерел освітлення, існує певне застереження, котре може спричинити деякі проблеми. Наприклад, пульсація світлового потоку може викликати дискомфорт і потенційно впливати на зорове сприйняття, а також може з'являтися мерехтіння світла, яке може бути непомітним для людей та мати негативний вплив на здоров'я людини.

Сучасний ландшафт роздрібної торгівлі зазнає трансформацію, і в її основі знаходиться новий наголос на сталому розвитку та енергоефективності. Рішення для розумного освітлення стають важливими змінами, поєднуючи передові технології з екологічними ініціативами для створення привабливого та екологічно чистого середовища магазинів.

Оскільки роздрібні продавці по всьому світу шукають шляхи зменшити свій вуглецевий слід, ці передові системи освітлення обіцяють відчутну економію енергії без шкоди для естетики чи атмосфери [1-6].

1.3 Огляд та порівняльний аналіз існуючих автоматизованих систем освітлення

Ринок автоматизованих систем освітлення є висококонкурентним і представлений як великими корпораціями, так і вузькоспеціалізованими виробниками. Для аналізу доцільно розглянути ключових гравців, що

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		20А

представляють різні сегменти: професійні комерційні рішення та масові споживчі системи.

Helvar IMAGINE – це комплексна система керування освітленням, розроблена для великих комерційних об'єктів, таких як торгові центри, офіси та медичні заклади. Вона базується на відкритому міжнародному стандарті DALI (Digital Addressable Lighting Interface), що забезпечує гнучкість, масштабованість та легку інтеграцію з іншими інженерними системами будівлі [7], а також надає:

- людиноцентричне освітлення (HCL): Система автоматично регулює колірну температуру та інтенсивність освітлення протягом дня, імітуючи природні циркадні ритми. Для торговельної вітрини це дозволяє створювати різну атмосферу: від яскравої та динамічної вдень до теплої та затишної ввечері;

- енергоефективність та аналітика: Завдяки датчикам присутності та використанню денного світла система значно зменшує енергоспоживання. Інтегрована платформа Helvar Insights аналізує дані про завантаженість приміщень, що дозволяє ритейлерам виявляти найпопулярніші зони та оптимізувати експозицію товарів;

- надійність та безпека: система забезпечує безперебійну роботу та автоматичне освітлення шляхів евакуації, що є критично важливим для комерційних об'єктів.

На ринку "розумного дому" домінують дві конкуруючі екосистеми, які, завдяки своїй гнучкості, можуть застосовуватися і для автоматизації невеликих комерційних об'єктів, зокрема вітрин:

1. система LIFX [8] орієнтована на максимальну простоту встановлення. Її пристрої підключаються до мережі напряму через Wi-Fi, що усуває потребу в додатковому центральному контролері (хабі). Для обміну даними між пристроями використовується власний протокол на базі UDP. Основні переваги системи – це висока яскравість та насичені RGB-кольори, що ідеально підходить для створення акцентного, привабливого освітлення у вітрині. Компанія також надає відкриту документацію (API) для розробників, що дозволяє створювати власні інтеграції та сценарії [8,9].

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		21А

2. Philips Hue є найпоширенішою у світі екосистемою розумного освітлення. Її архітектура побудована на основі центрального контролера Hue Bridge, який підключається до роутера, а лампи та аксесуари взаємодіють з ним через енергоефективний протокол Zigbee. Створення окремої Zigbee-мережі не перевантажує Wi-Fi і забезпечує стабільну роботу. Ключовою перевагою є найширший асортимент пристроїв: лампи, стрічки, а також датчики руху, які є особливо корисними для вітрин, оскільки дозволяють запускати динамічні сценарії, коли повз проходить людина [10].

Таблиця 1.1– Порівняльний аналіз автоматизованих систем освітлення

Характеристика	Philips HUE	Helvar	LIFX	Розроблена система
AI-адаптація до зовнішнього освітлення	✓	✗	✗	✗
Підтримка автономної роботи	✗	✓	✗	✗
Можливості розширення апаратним забезпеченням	✗	✓	✗	✓
Сенсорне керування з фідбеком	✗	✗	✗	✓
Аналітика енергії	✓	✗	✗	✓

Аналіз розглянутих систем [6-10] демонструє чітке сегментування ринку. Helvar представляє професійний інженерний підхід, де пріоритетом є надійність

та стандартизація. Натомість LIFX та Philips Hue конкурують на масовому ринку, пропонуючи різні підходи: LIFX робить ставку на простоту підключення, тоді як Philips Hue – на стабільність та широту екосистеми.

Аналіз наявних автоматизованих систем освітлення (табл. 1.1) засвідчив, мають багато унікальних функцій, але водночас й обмежені своїми здібностями, а розроблена система об'єднує їх сукупність, що робить її досить продуктивною та доступною у використанні.

1.4 Висновки до першого розділу

У цьому розділі здійснено аналіз теоретичних аспектів автоматизованих систем управління освітленням. Розглянуто їхню класифікацію, функції та ключову роль у візуальному маркетингу для торговельних вітрин.

Здійснений огляд та порівняльний аналіз провідних ринкових рішень (таких як Helvar, LIFX, Philips Hue) дозволив виявити їхні сильні риси та обмеження [6-10]. Було визначено, що професійні системи є надто складними та коштовними для малого та середнього бізнесу, тоді як споживчі рішення не завжди забезпечують необхідну гнучкість та функціонал для вирішення специфічних маркетингових задач .

Таким чином, аналіз підтвердив слушність розроблення спеціалізованої автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин, яка б поєднувала надійність, гнучкість та економічну ефективність. Результати цього теоретичного дослідження є підґрунтям для розробки структурної схеми та алгоритмів роботи системи, що буде реалізовано у наступному розділі.

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

2 ОСНОВИ РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ТОРГІВЕЛЬНИХ ВІТРИН

2.1 Теоретичні основи розроблення автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин. Конфігурація апаратних засобів та налагодження інтерфейсу зв'язку

Для реалізації цієї роботи обрано SIMATIC STEP 7 – інтегроване середовище розробки від Siemens. Воно застосовується для програмування, конфігурації та тестування систем автоматизації, що базуються на основі програмованих логічних контролерів (ПЛК) [11, 12].

Цей програмний пакет насамперед відрізняється високою гнучкістю та підтримується більшістю контролерів, такими як S7-1200 або S7-400H/F. Він підтримує більшу частину базових мов програмування, дозволяючи користувачам мати можливість обирати найзручніший інструмент для виконання поставленого завдання.

Вся робота з розробкою була зосереджена навколо SIMATIC Manager. Це інтерфейс, через який користувач взаємодіє із системою для поставленої задачі. SIMATIC Manager є центральною оболонкою та інтерфейсом в середовищі SIMATIC STEP 7. Його основною функцією є керування проектами автоматизації та інтегрування всіх необхідних інструментів для якісної роботи з контролерами.

Ключовими компонентами середовища STEP 7, були:

- Hardware Configuration – графічний компонент, за допомогою якого інженер, використовуючи спеціальний каталог обладнання, віртуально збирає систему. Для цього обирається модель центрального процесора, блок живлення та інші необхідні модулі введення-виведення сигналів. Головним завданням цього етапу є надання унікальних логічних адрес для потрібного модуля та його каналу [11];
- редактор програм.

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

Редактор програм – STEP 7 підтримує основні мови програмування, що стандартизовані в IEC 61131-3, забезпечуючи інженеру повну свободу у виборі методу розробки [11,12]:

- LAD – Ladder Diagram. Графічна мова, яка добре описує роботу послідовної логіки;
- FBD – Function Block Diagram. Також графічна мова, що уже використовує логічні блоки, а також містить різного виду лічильники.

Оскільки кожен ПЛК працює з абсолютними адресами, які є прямими вказівниками на його пам'ять (наприклад, I 0.0 для входу або Q 4.1 для виходу), писати програму, використовуючи лише ці адреси, досить незручно. У такому випадку код перетворюється на набір незрозумілих позначень, в яких легко заплутатись та припуститися помилки. Щоб вирішити цю проблему, варто використовувати символну таблицю. Це спеціальний інструмент, що надає можливість замість абстрактної адреси використовувати зрозуміле та логічне ім'я, таке як "Кнопка Старт". Саме такий підхід робить програму значно легшою для читання та сприйняття, що допомагає уникнути помилок та значно полегшує її подальше обслуговування.

Символьна таблиця є важливим інструментом у SIMATIC Manager і це є також спеціальний редактор, у якому створюється певний "словник", що пов'язує складні машинні адреси, такі як I 0.0, з простими іменами. Головною перевагою є читабельність коду. Коли в самій програмі замість абстрактного A I 0.0 написано A "Давач Руху – Вхід", інженер відразу розуміє, за що відповідає цей рядок логіки, що робить процес розробки та налагодження значно швидшим та простішим.

До того ж, корисними функціями є уникнення помилок та ефективне відлагодження. Набагато простіше ввести коректну назву, аніж абстрактну адресу. STEP 7 автоматично відстежує, щоб імена не дублювалися, що додатково мінімізує ризик помилитися. Під час тестування програми в режимі онлайн середовище показує стан змінних разом з їхніми символічними назвами, що значно пришвидшує виявлення несправностей. Окрім цього, коректно заповнена

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		25А

символьна таблиця слугує самодокументацією проекту: будь-який інший фахівець зможе оперативнo та без особливих зусиль розібратися у логіці системи, просто переглядаючи імена сигналів, що є важливим аспектом для подальшої модернізації.

Отже, використання символної таблиці є не просто рекомендацією, а необхідною вимогою та показником якісно розробленого, надійного та легкого в підтримці програмного забезпечення для систем автоматизації .

Проектування автоматизованої системи освітлення торгівельних вітрин здійснювалось у базовому пакеті STEP 7 концерну Siemens передбачає спочатку створення конфігурації апаратних засобів системи.

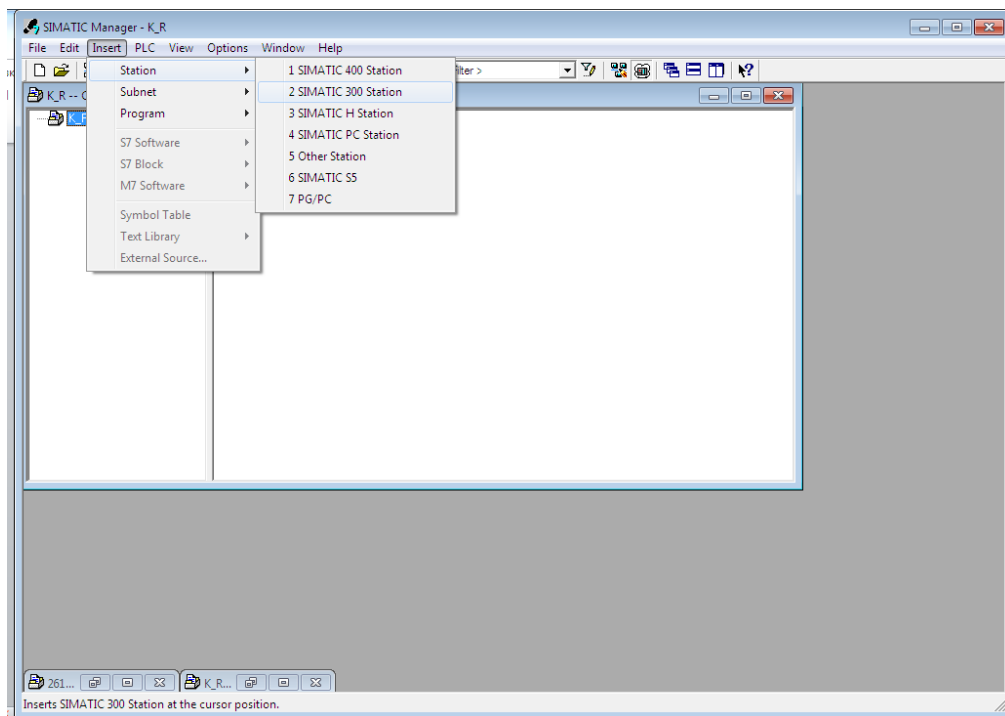


Рисунок 2.1 – Вибір станції та її встановлення [13]

Порядок налагодження конфігурації наступний:

- спочатку вставляється робоча станція (рис 2.1);
- запуск конфігурації Hardware;
- встановлення шини (рис. 2.2) ;
- монтаж модулів.

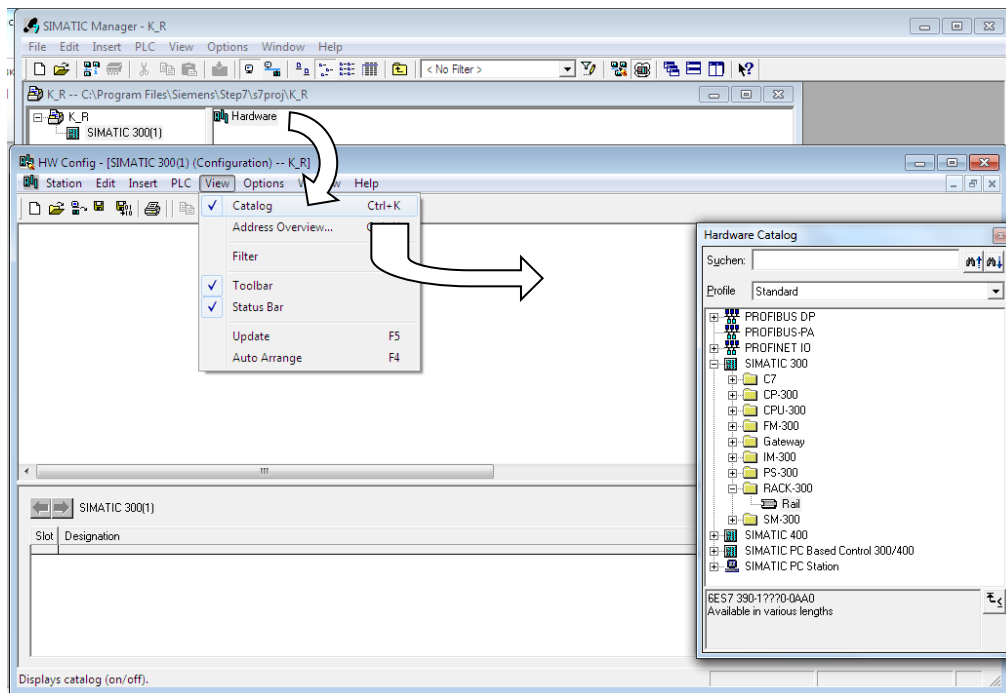


Рисунок 2.2 – Встановлення шини [13]

Порядок монтажу модулів наступний: у перший слот вставляється блок живлення, структура S7-300 може житися безпосередньо від напруги 24В. У другий слот встановлюється центральний процесор [14], характеристик якого наведено у таблиці 2.1, у третій слот монтується інтерфейсний модуль.

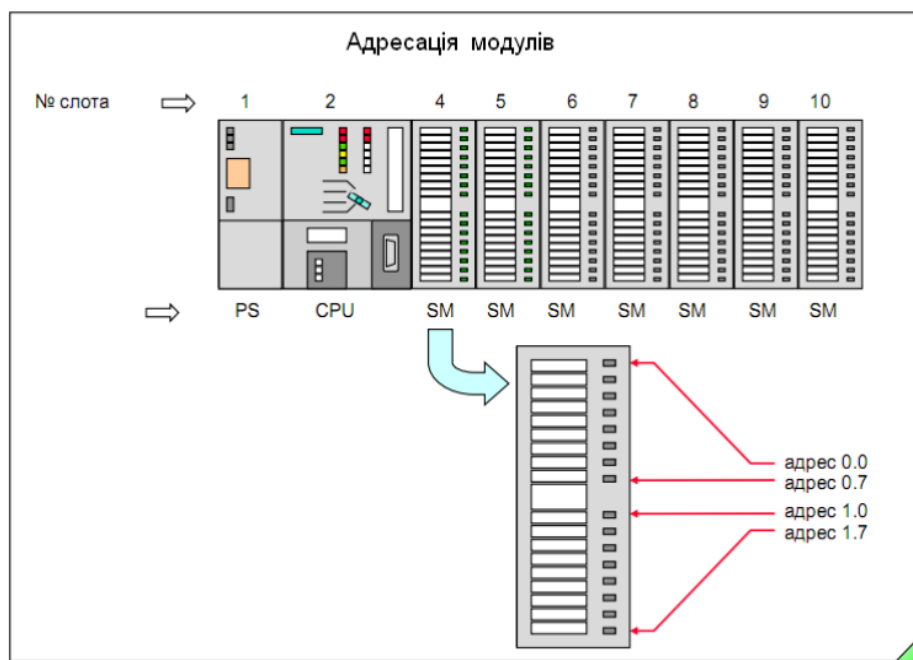


Рисунок 2.3 – Принцип байтової адресації дискретних сигналів [13]

Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата

У слоти з 4 по 11 монтується сигнальні модулі аналогових і цифрових входів і виходів, крім того можуть застосовуватися функціональні(FM) і комунікаційні(CP).

Адресація модулів здійснюється відповідно до призначення створеної конфігурації (рис 2.4):

- I – вхід;
- M – це резервування пам'яті;
- Q – вихід.

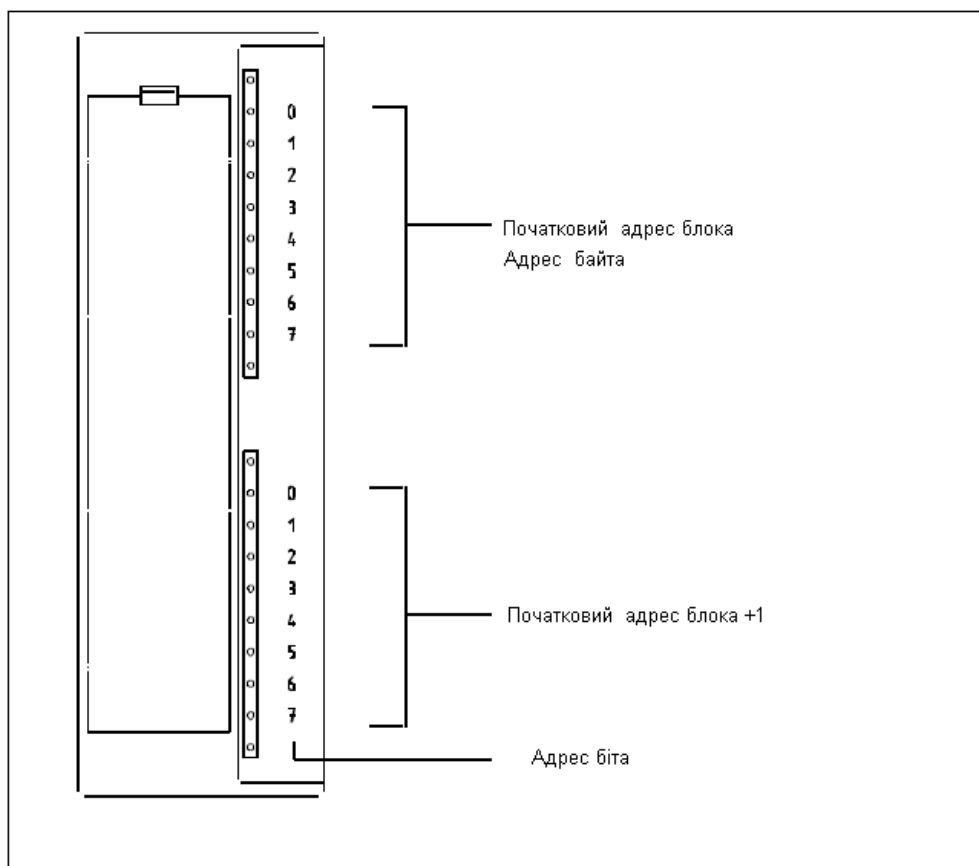


Рисунок 2.4 – Схема розміщення модулів ПЛК та приклад адресації [13]

У таблиці 2.1 наведені основні характеристики центрального процесора (контролера) CPU 313C-2 DP.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики CPU 313С-2 DP [14]

Назва характеристики	Особливості
CPU і версія	CPU 313С 2 DP
Номер для заказу	6ES7313-6CF03-0AB0
Версія апаратних засобів	01
Версія програмних ПЗП	V2.0.0
Базовий пакет для програмування	STEP 7, починаючи з V 5.2 + SP 1
Пам'ять	-
Робоча пам'ять	
вбудована	64 Кбайт
розширена	Ні
Загрузочна пам'ять	Змінна на MMC (макс. 8 Мбайт)
Час збереження даних на MMC (після останнього програмування)	Не менше 10 років
Буферизація	Забезпечується MMC (не вимагає обслуговування)
Час обробки:	
бітових операцій	мін. 0,1 мкс
операцій зі словами	мін. 0,2 мкс
арифметики з фіксованою точкою	мін. 2 мкс
арифметики з плаваючою точкою	мін. 2 мкс
Таймери і лічильники	Лічильник S7
	256
Збереженість по замовчуванню	Від C0 до C7
діапазон рахунку	Від 0 до 999

Нижче наведена конфігурація апаратних засобів, яка була проведена у даній роботі.

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

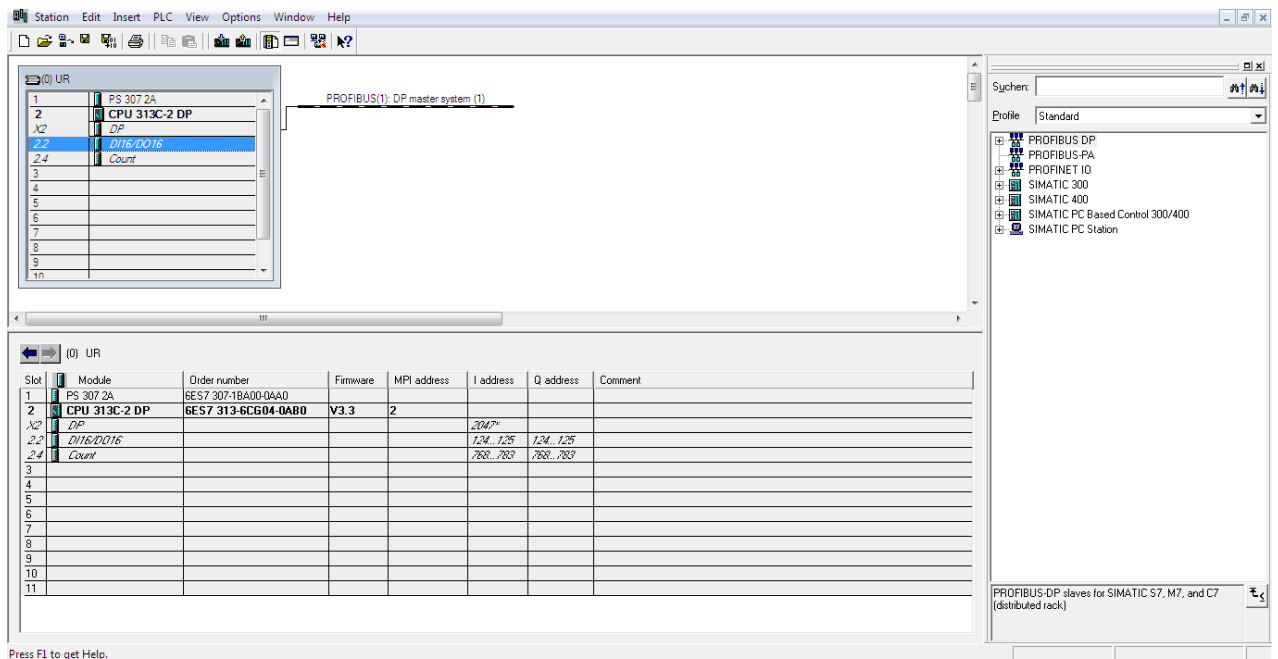


Рисунок 2.5 – Конфігурація апаратних засобів

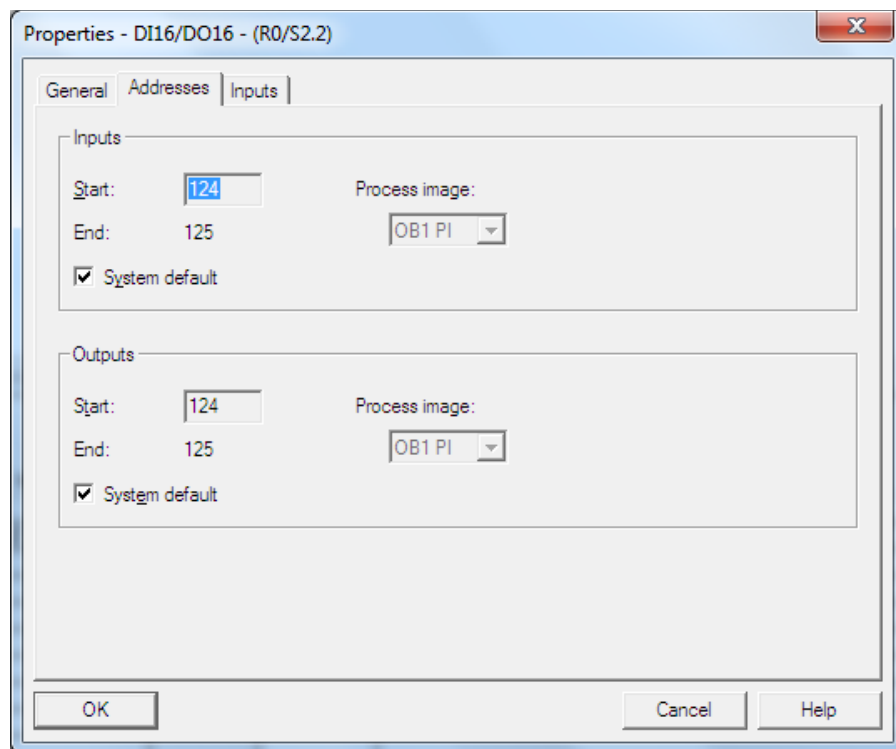


Рисунок 2.6 – Налаштування адресації модуля

За допомогою модулів можна працювати з різними видами величин. Для того, щоб працювати з потрібними величинами потрібно налагодити модуль на

потрібні параметри. Налагодження адресації та входів зображено на рисунку 2.6 та 2.7 відповідно.

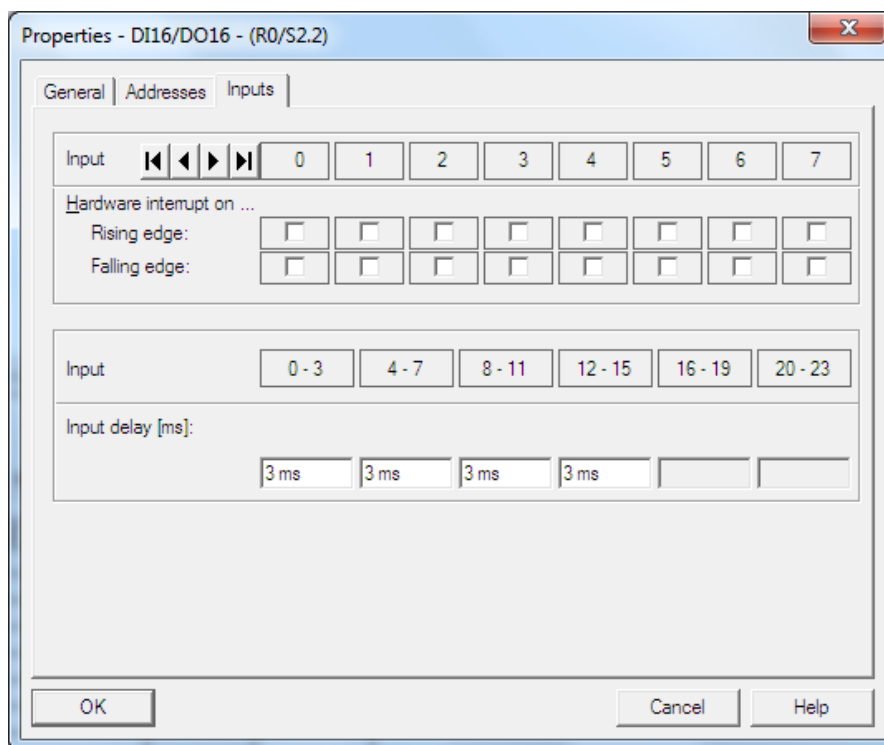


Рисунок 2.7 – Налагодження дискретного виходу

У роботі досліджено та використано тип інтерфейсу PROFIBUS-DP (Decentralized Peripherals). Це високошвидкісний протокол, який максимально пристосований для якісної взаємодії та комунікації між системами автоматизації (DP-Master) і децентралізованою периферією (DP-Slave). Передача даних здійснюється зі швидкістю до 12 Мбіт/с, тоді як у звичайному режимі передачі даних вона становить лише 1.5 Мбіт/с.

Інтерфейс PROFIBUS розрізняє активні (Master) і пасивні (Slave) установки. PROFIBUS-Master відповідає за обмін даних в шині. Master має можливість відправляти повідомлення за власною ініціативою без потреби зовнішнього запиту, за умови наявності права доступу до шини (Token). Master визначається як активний учасник у протоколі PROFIBUS [12].

На противагу йому, PROFIBUS-Slave – це периферійні обладнання, таке як давачі, виконавчі механізми, вимірювальні перетворювачі. Вони не мають права

доступу до шини та визначаються визначається як пасивні учасники протоколу PROFIBUS.

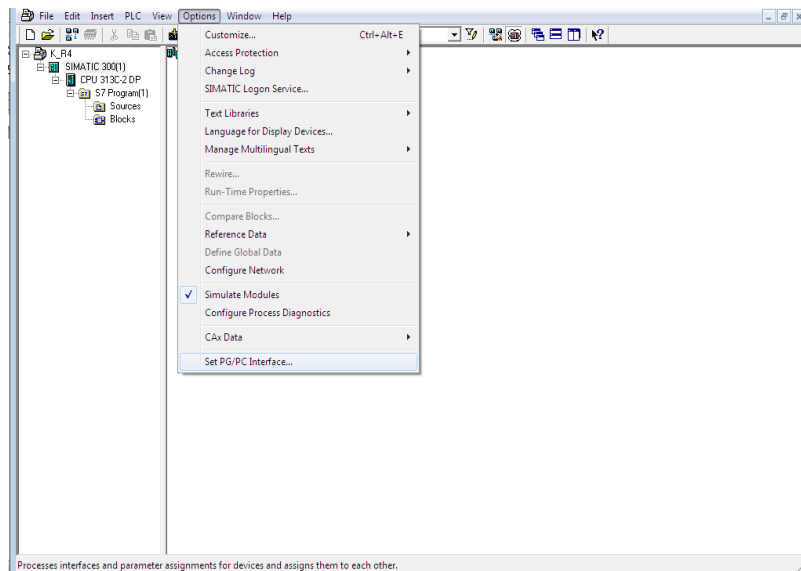


Рисунок 2.8 – Вікно вибору налагодження

Інтерфейс PROFIBUS розрізняє активні (Master) і пасивні (Slave) установки. PROFIBUS-Master відповідає за обмін даних в шині. Master має можливість відправляти повідомлення за власною ініціативою без потреби зовнішнього запиту, за умови наявності права доступу до шини (Token). Master визначається як активний учасник у протоколі PROFIBUS [13].

Щоб розпочати роботу з шиною PROFIBUS-DP, її спершу варто налагодити. Для цього потрібно скористатися опцією Set PG/PC Interface, як це показано на рис. 2.8-2.9.

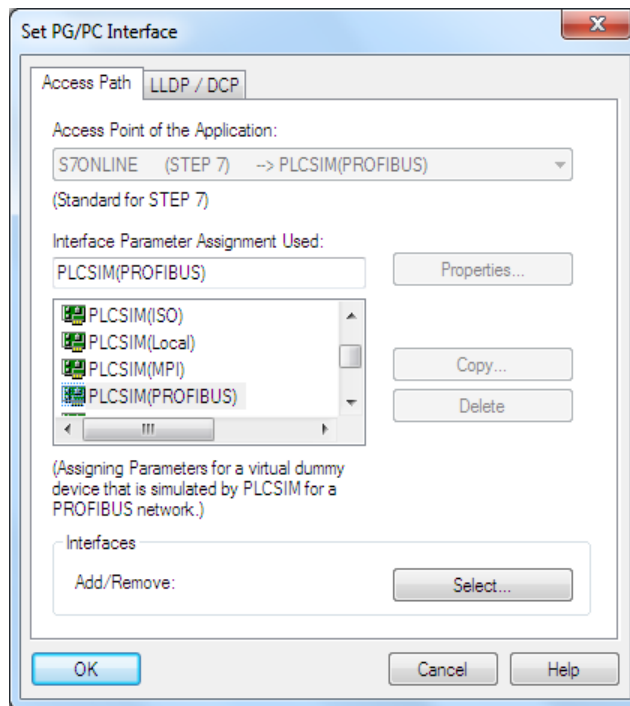


Рисунок 2.9 – Налаштування зв'язку PROFIBUS-DP

Після вибору цієї опції з'являється діалогове вікно, через яке встановлюється зв'язок з PROFIBUS-DP (рис. 2.9). За допомогою цього вікна проводиться настройка швидкості шини PROFIBUS-DP та перевірка зв'язку через шину PROFIBUS-DP .

2.2 Проектування структурної схеми автоматизованої системи

Для того, щоб супермаркети чи дрібні магазини користувалися ще більшою популярністю рекомендовано їм якомога ретельніше ставитися до вибору світлового оформлення простору приміщення. Крім того, такі організації часто витрачають величезні кошти на обробку інтер'єру дизайнерами вищого рівня, однак, не завжди враховують, що декоративність не завжди позитивно діє на атмосферу. Світло само по собі виконує відразу дві функції, така його особливість. Воно здатне створити правильну атмосферу і впливати заспокійливо, що і буде відбуватися, якщо правильно вивчити його практичні

якості. І, так само може служити елементом дизайнерського декору, знову ж якщо углядіти в ньому ці можливості.

У вітрині магазину може майже нічого не стояти, але якщо вона гарно освітлена, повз неї не пройдуть. А чи буде вітрина підсвічуватись усю ніч або ні, залежить від місця розташування магазину та бажання господаря, тому можуть використовуватись як реле [15] LU 126 star або LU 110, так і LU 129 або SEL 170 чи сутінкове реле [15] AC-122гз уні (AZ-B UNI) (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Сутінкове реле AC-122 (AZ-B UNI) [15]

Повинні автоматично освітлюватися товари, виставлені у вітрині. При цьому розрізняють 4 групи джерел світла. Одна для освітлення вдень, одна для додаткового освітлення увечері, одна для мінімального освітлення вночі і одна для створення світлових плям, які повинні окремо освітлювати розміщені предмети.

Вітрина повинна освітлюватися з понеділка по п'ятницю з 8:00 до 22:00, в суботу з 8:00 до 24:00 і в неділю з 12:00 до 20:00. Протягом цих інтервалів через реле часу включається група джерел світла 1 на Q1. Крім того, вечорами підключається група джерел світла 2, коли спрацьовує сутінкове реле на вході І. Від вищеназваних інтервалів часу група джерел світла 3 на Q3 бере на себе мінімальне освітлення після деблокування смеркового реле. Через сигналізатор переміщень на І4 протягом всього часу включаються або вимикаються світлові плями (група джерел світла 4 на Q4). За допомогою тестової кнопки на І3 можна

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

на 1 хвилину включити всі групи джерел світла, щоб, наприклад, перевірити їх функціонування або їх поправити.

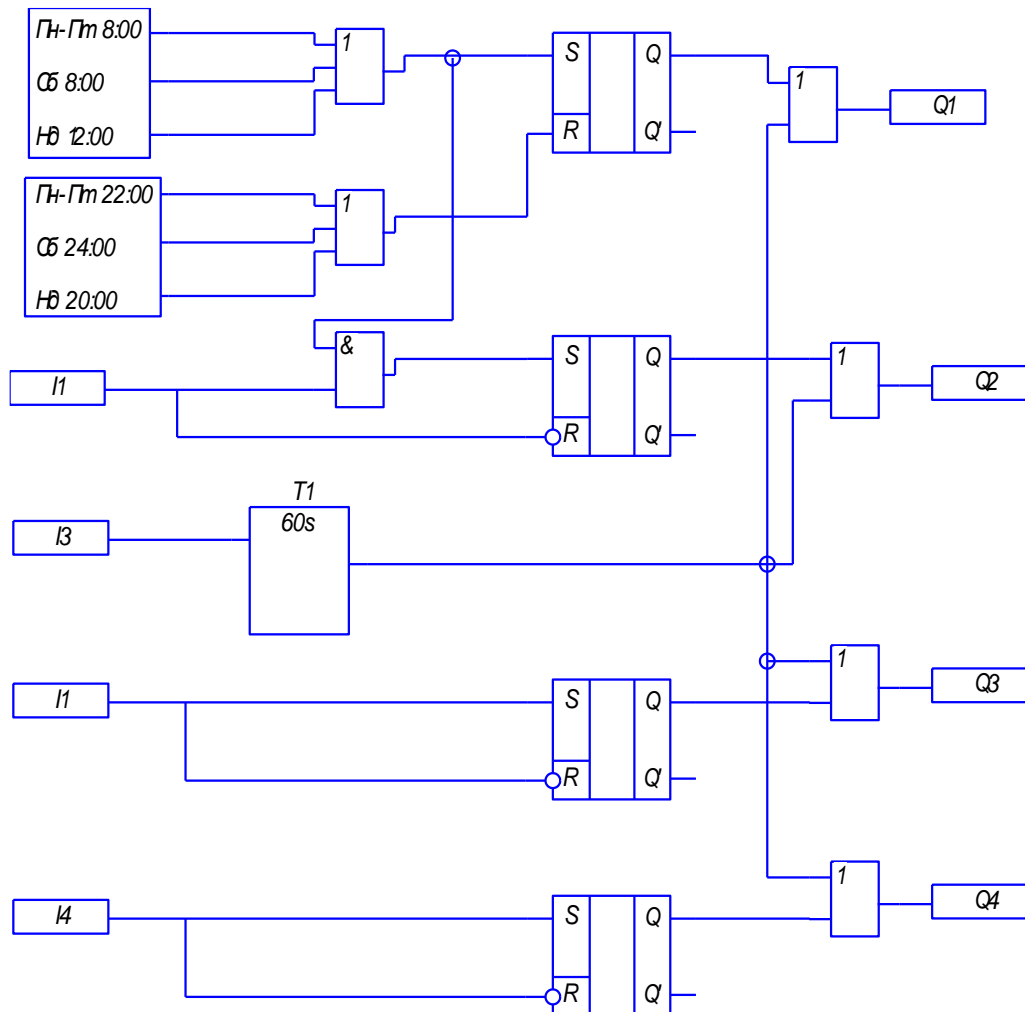


Рисунок 2.11 – Структурна схема [16]

Розшифрування елементів структурної схеми [16]:

- I1 – сутінкове реле;
- I3 – тестовий вимикач;
- I4 – сигналізатор переміщень;
- Q1 – група джерел світла 1;
- Q2 – група джерел світла 2;
- Q3 – група джерел світла 3(мінімальне освітлення);
- Q4 – група джерел світла 4 (світлові плями).

Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата
------	-------	-----------	--------	------

3 РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ТОРГІВЕЛЬНИХ ВІТРИН

3.1 Головні робочі вікна розробленої автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин

У програмі використовуються адреси: входи, виходи, таймери, блоки, а також встановлюємо абсолютні адреси або символічні адреси (наприклад, Start signal). Символічна адресація використовує замість абсолютної адреси імена. Застосовуючи осмислені імена, де можна зробити програму більш читаною [12-14].

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	H12	M 1.5	BOOL	12-та година
	H20	M 1.4	BOOL	20-та година
	H22	M 1.7	BOOL	22-га година
	H24	M 1.6	BOOL	24-та година
	H8	M 1.3	BOOL	8-ма година
	I1	I 124.0	BOOL	Сутінкове реле
	I3	I 124.2	BOOL	Тестовий вимикач
	I4	I 124.3	BOOL	Сигналізатор переміщень
	Mo_Fr	M 1.0	BOOL	Понеділок-П'ятниця
	Q1	Q 124.0	BOOL	Група джерел світла 1
	Q2	Q 124.1	BOOL	Група джерел світла 2
	Q3	Q 124.2	BOOL	Група джерел світла 3
	Q4	Q 124.3	BOOL	Група джерел світла 4
	Sat	M 1.1	BOOL	Субота
	Sun	M 1.2	BOOL	Неділя
	Timer	M 2.2	BOOL	

Рисунок 3.1 – Таблиця символів для розробленої програми

При створенні програми S7 SIMATIC-менеджер створює також порожню таблицю символів Symbols (Символи). Ми можемо її відкрити, визначити глобальні символи і призначити їх абсолютним адресам (рис. 3.1).

У програмі S7 може бути тільки одна таблиця символів.

Тип даних є частиною визначення символу. Він визначає специфічні властивості даних за символом, по суті представлення вмісту даних. Наприклад, тип даних BOOL (логічний) ідентифікує двійкову змінну, а тип даних INT (цілий) позначає цифрову змінну, чий вміст представляє 16-бітове ціле [12-14].

Використовуючи покрокове програмування, створюємо таблицю символів перед створенням програми, а також можемо додати або внести поправки в окремі символи під час створення програми. У разі орієнтованого на джерело програмування завершена таблиця символів повинна бути доступна, коли компілюється початкова програма.

Програмування блоку починається з його відкриття. Відкрити блок можна або подвійним клацанням на ньому у вікні проекту SIMATIC-менеджера, або в редакторі по команді меню File → Open (Файл → Відкрити). Якщо блок ще не створений, то згенерувати його можна наступними засобами [12-14]:

- у SIMATIC-менеджері в лівій половині вікна проекту вибирається об'єкт Blocks (Блоки), і за допомогою команди Insert → S7 Block → ... (Вставка → Блок S7 →...) генерується новий блок;

- у редакторі вибирається команда меню File → New (Файл → Новий), яка відобразить діалогове вікно з переліком параметрів заголовка блоку (номер блоку, мова, атрибути блоку). Після закриття діалогового вікна ви можете вводити програму цього блоку.

Редактор програм використовує мову, встановлену на вкладці «Create Block» («Створення блоку»), доступній по команді меню Options → Customize (Опції > Побудувати).

Після відкриття блоку на екран буде виведено вікно, що складається з трьох областей (рис. 2.12). До них відносяться [12-14]:

- зверху розташована таблиця опису (оголошення) змінних (variable declaration table). Тут визначаються локальні змінні блоку;

- нижче розташовано вікно програми (program window). Тут здійснюється введення програми блоку;

- каталог програмних елементів (program element catalog).

Змн.	Арк. А	№ докум. №	Підпис	Дата

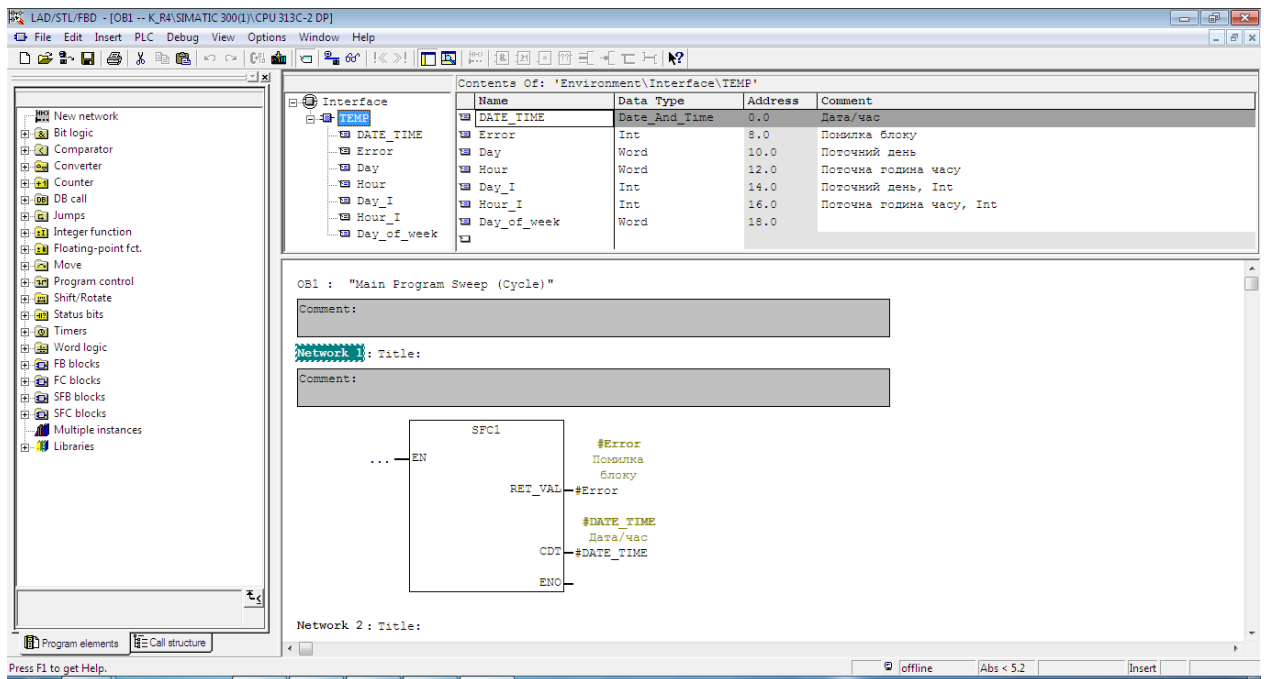


Рисунок 3.3 – Вікно блоку

Далі складаємо програму роботи системи: програмування нового сегменту можна за допомогою команди меню Insert → Network (Вставка ⇒ Сегмент). При цьому редактор вставить порожній сегмент після наголошеному в даний момент сегменті.

У сегменті вставляємо потрібні елементи, при цьому відповідні входи і виходи прив'язуємо до таблиці символів. Також є можливість для кожного сегменту додавати коментарі.

Програма, що керуватиме освітленням вітрини, описана у блоці OB1. У першому сегменті програми ми використано функцію SFC1. За допомогою SFC1 "READ_CLK" (read system clock (зчитати системний час)), зчитується поточна дата та час з системного часу CPU та записується у пам'ять під назвою DATE_TIME (рис. 3.3).

У другому сегменті за допомогою блоку Move пересилається окремий байт DATE_TIME, в якому знаходиться інформація про поточну годину часу та конвертується за допомогою блока BCD_I в тип даних Int. Блок WAND_W у програмі використовується для маскуванню сьомого байту DATE_TIME щоб отримати поточний день тижня (рис. 3.4).

Network 2 : Title:

Comment:

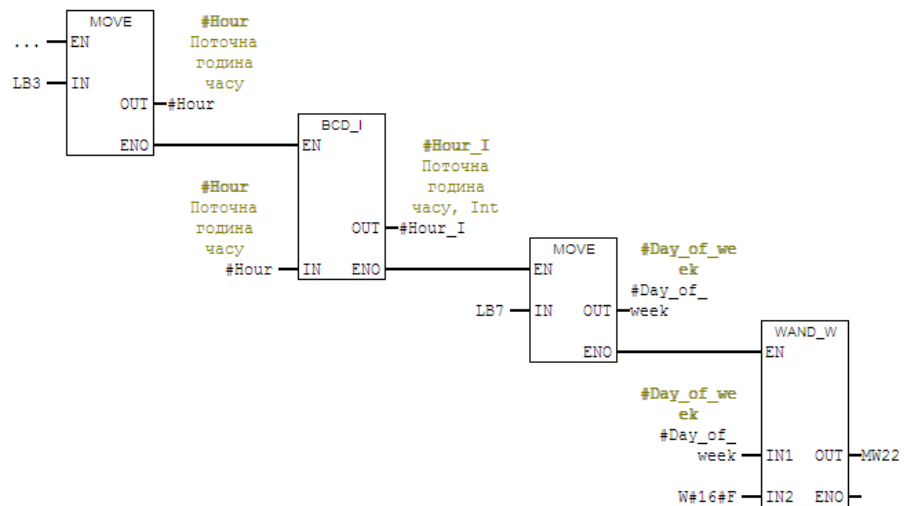


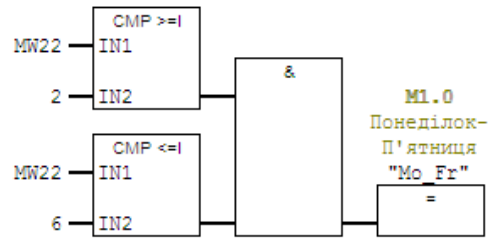
Рисунок 3.4 – Отримання інформації про поточний час та день тижня

Сегменти програми з третього по п'ятий призначені для порівняння певного дня тижня із поточним, так як вітрина повинна освітлюватись по-різному у певні дні (рис. 3.5).

Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата

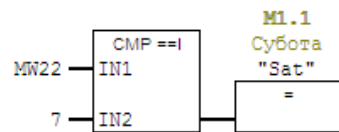
Network 3 : Понеділок-П'ятниця

Comment:



Network 4 : Субота

Comment:



Network 5 : Неділя

Comment:

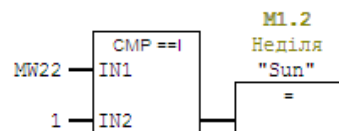


Рисунок 3.5 – Порівняння поточного дня тижня із потрібним

Сегменти програми з шостого по десятий призначенні для порівняння поточної години із годиною під час якої повинні виконуватись дії (ввімкнення чи вимкнення освітлення) і результат записується у пам'ять для подальшого використання у програмі (рис. 3.6).

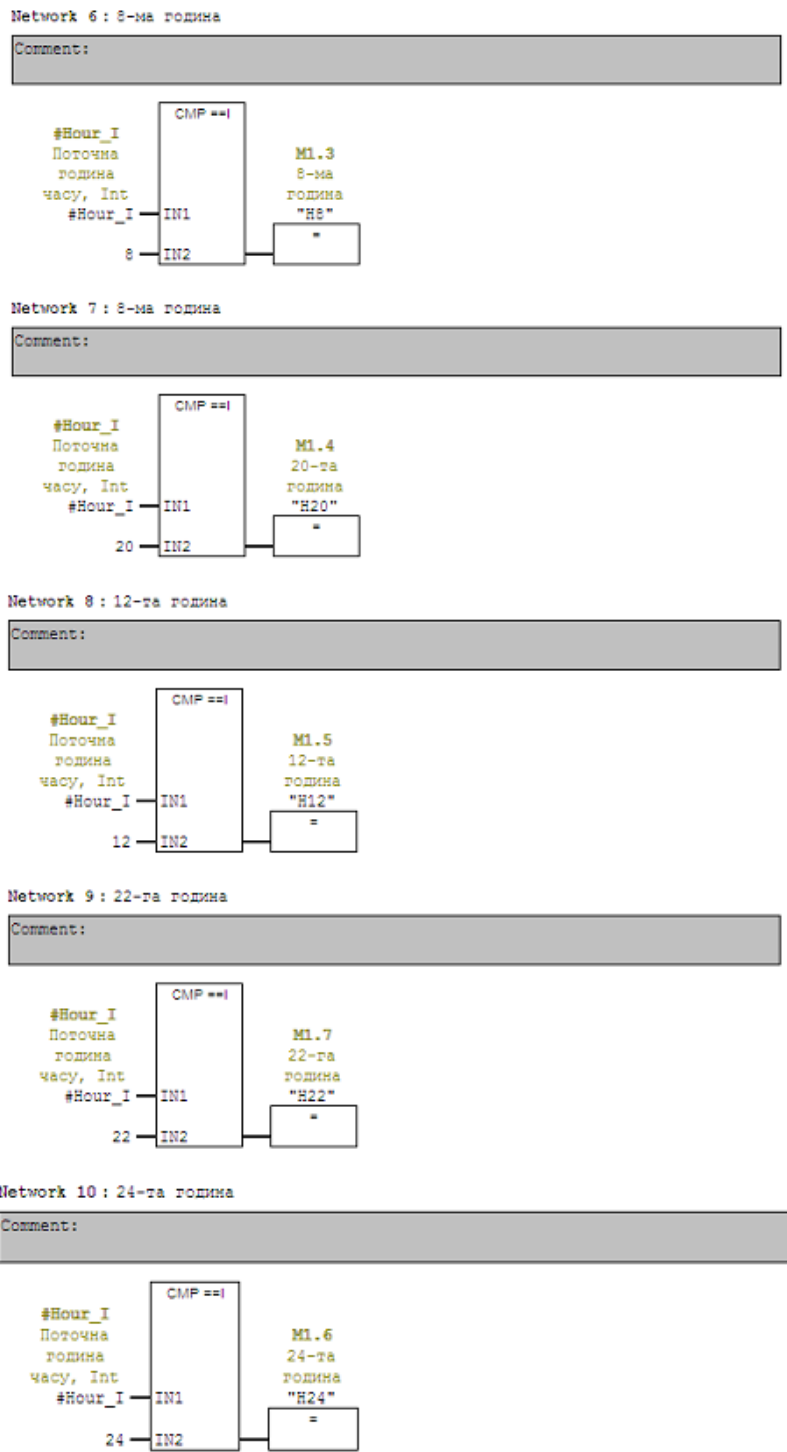


Рисунок 3.6 – Порівняння поточної години із годиною під час якої повинні виконуватись певні дії

У одинадцятому сегменті програми тригер із бітом пам'яті M2.0 встановлюється в активний стан (на виході логічна одиниця) коли поточний день неділя і 12-та година, або поточний день є днем з понеділка по п'ятницю і поточною є 8-ма година, або поточний день субота і 8-ма година. Скидається біт

M2.0 з понеділка по п'ятницю у 22-гій годині, або у неділю в 20-тій годині, або у суботу в 24-тій годині (рис. 3.6).

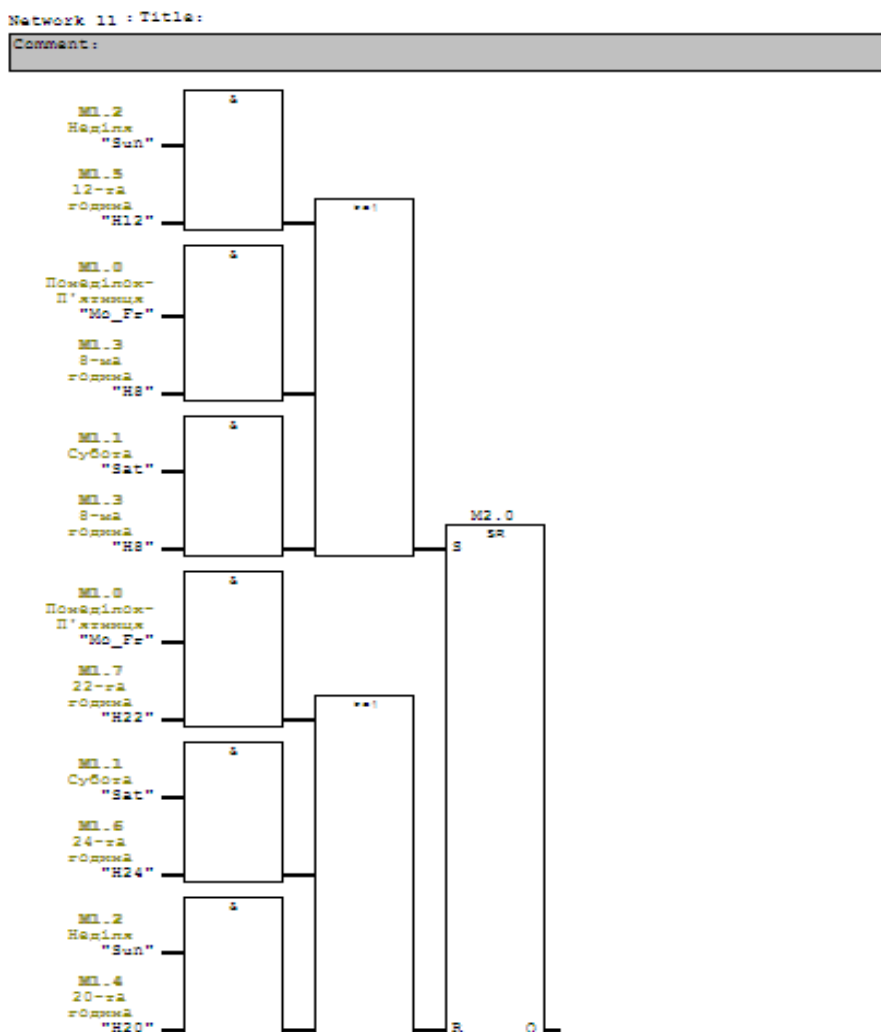


Рисунок 3.7 – Встановлення та скидання біта пам'яті в залежності від дня і години тижня

У дванадцятому сегменті реалізований таймер для тестової кнопки на I3. При натисканні на кнопку спрацьовує таймер і протягом однієї хвилини біт M2.2 перебуватиме в активному стані (у стані логічної одиниці) (рис 3.8).

Network 12 : Title:

Comment:

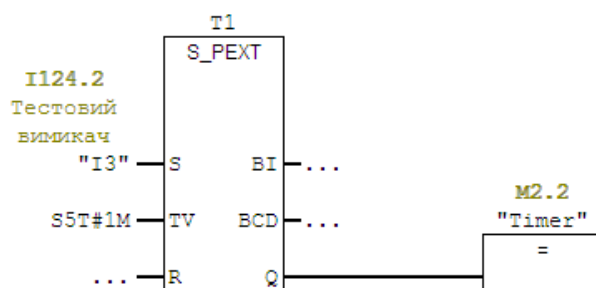


Рисунок 3.8 – Встановлення біта M2.2 в стан логічної одиниці тривалістю одна хвилина

Група джерел світла 1 керується бітом M2.0 або тестовою кнопкою, що переводить у стан логічної одиниці на одну хвилину біт M2.2. Це реалізовано у тринадцятому сегменті програми (рис. 3.9).

Network 13 : Title:

Comment:

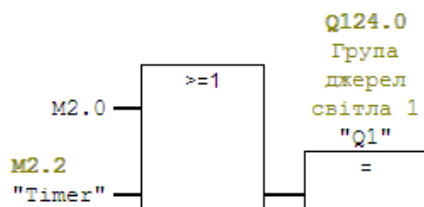


Рисунок 3.9 – Керування групою джерел світла 1

Крім заданих інтервалів часу (рис. 3.6), коли спрацьовує сутінкове реле включається група джерел світла 2, що реалізовано у чотирнадцятому сегменті програми (рис. 3.10).

Network 14 : Група джерел світла 2

Comment:

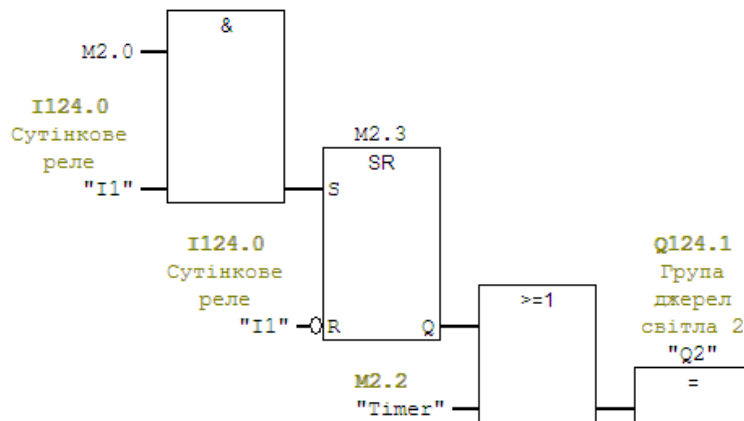


Рисунок 3.11 – Управління групою джерел світла 3

У вище названих інтервалів часу група джерел світла 3 бере на себе мінімальне освітлення після деблокування смеркового реле (рис. 3.11).

Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата

КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ

Арк.

44А

Network 16 : Група джерел світла 4

Comment:

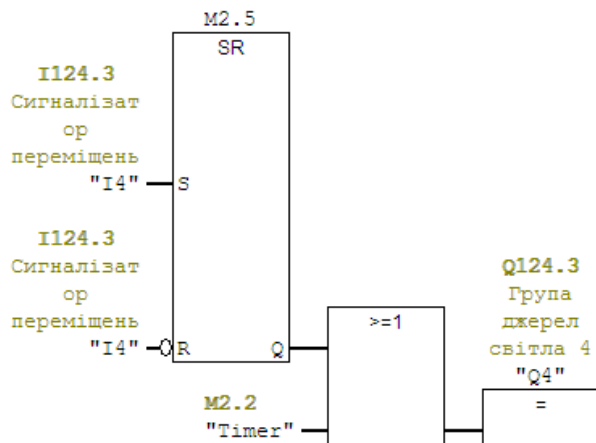


Рисунок 3.12 – Управління групою джерел світла 4

Через сигналізатор переміщень на I4 протягом всього часу включаються або вимикаються світлові плями (група джерел світла 4). Це реалізовано у шістнадцятому сегменті програми (рис. 3.13).

3.2 Доцільність використання автоматизованої системи. Подальші перспективи

Для того, щоб краще продемонструвати та пояснити доцільність використання автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин та її подальші перспективи побудовано дерево рішень у вигляді SWOT аналізу (рис. 3.13-3.14).

SWOT аналіз (рис. 3.13) являє собою матрицю з чотирьох квадратів, де в кожному квадранті перелічуються відповідні фактори. Це інформаційний у використанні аналіз, який може бути застосований до різних сфер діяльності [17]:

- сильні сторони (strengths) – це внутрішні позитивні чинники, фактори та ресурси, які дають організації перевагу над конкурентами;
- слабкі сторони (weaknesses) – зовнішні негативні чинники, фактори

та ресурси, які можуть перешкоджати досягненню цілей;

– можливості (Opportunities) – це внутрішні позитивні чинники, фактори та ресурси які організація може використати для свого розвитку та досягнення цілей;

– загрози (threats) – це зовнішні фактори, ресурси та чинники, які можуть негативно вплинути на організацію та її цілі.

Основна мета SWOT аналізу [17,19]:

– правильне та точне розуміння поточної ситуації про внутрішні сильні та слабкі сторони, а також про зовнішні можливості та загрози, тобто це комплексний аналіз стану будь -якої діяльності;

– прийняття обґрунтованих рішень;

– визначення пріоритетів, що дає змогу визначитись і зосередитись з сильними сторонами та можливостями, зменшити негативний вплив слабких сторін та загроз;

– покращення комунікації: забезпечує спільне розуміння ключових факторів, що впливають на організацію.

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		



Рисунок 3.13 – Чотири компоненти SWOT-аналізу [17]

На рис. 3.14 показано інформаційну модель, у вигляді SWOT аналізу, автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин. Розроблення рис. 3.14 здійснювалось у безкоштовному графічному онлайн додатку Canva, де обиралось побудова дерева рішень на основі дизайну SWOT аналіз.

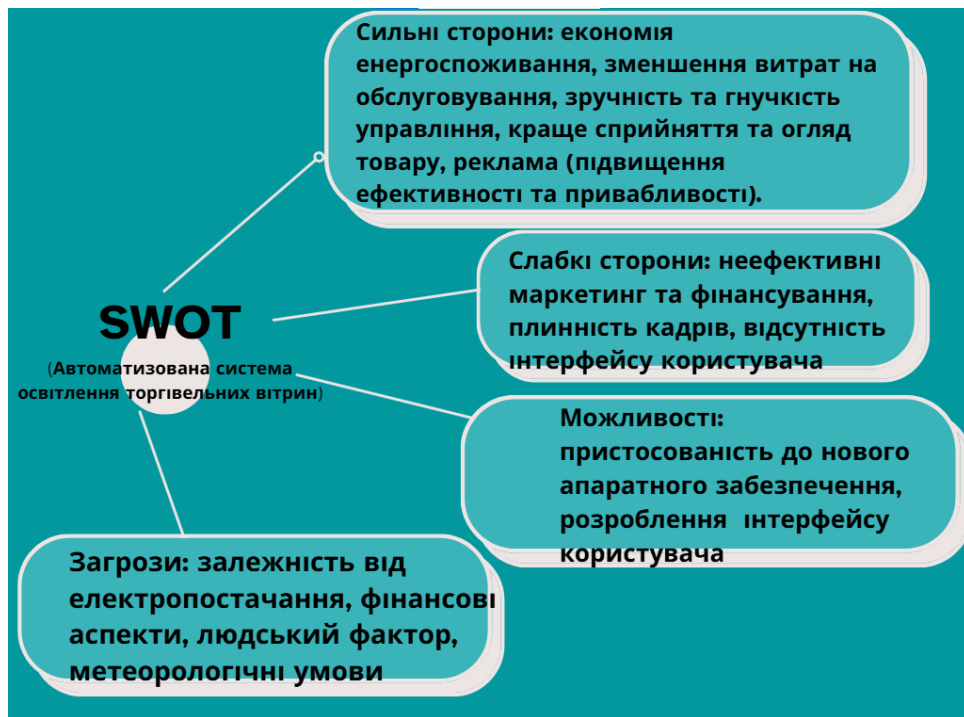


Рисунок 3.14 – Дерево рішень у вигляді SWOT аналізу (Автоматизована система освітлення торговельних вітрин) [18]

Згідно рис. 3.14:

- сильні сторони розробленої автоматизованої системи освітлення торговельних вітрин: економія енергоспоживання, зменшення витрат на обслуговування, зручність та гнучкість управління, краще сприйняття та огляд товару, реклама (підвищення ефективності та привабливості);
- слабкі сторони: неефективні маркетинг та фінансування, плинність кадрів, відсутність інтерфейсу користувача;
- можливості та подальші перспективи: пристосованість до нового апаратного забезпечення, розроблення інтерфейсу користувача;
- загрози: залежність від електропостачання, фінансові аспекти, людський фактор, метеорологічні умови.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі наведено існуючі підходи до проектування систем освітлення, проаналізовано сучасні платформи автоматизації комерційних просторів, розкрито комплекс сценаріїв, що підтримуватимуть маркетингову ефективність вітрини, розроблено адаптивні логічні схеми керування світлом, що дозволить при проектуванні детальніше враховувати фотометричні та енергетичні характеристики приладів.

Розроблена система автоматизації на базі ПЛК Simatic дозволяє обґрунтувати вплив параметрів світлового потоку (інтенсивності, колірної температури) на візуальну привабливість об'єкта та рівень енергоспоживання залежно від часу доби та маркетингових завдань, з метою запобігання неефективним витратам ресурсів та створення максимального візуального імпульсу для залучення клієнтів, і формулювання відповідних рекомендацій з проектування інтелектуальних систем освітлення для сучасних торгових об'єктів.

У результаті виконання випускної бакалаврської роботи виконано наступні задачі:

- опрацьовано літературні джерела з систем автоматизації та здійснено порівняльний аналіз автоматизованих систем освітлення торговельних вітрин;
- розроблено структурну схему програми;
- розроблено автоматизовану систему освітлення торговельних вітрин.

Частина матеріалів даної роботи була використана для написання наукової публікації “ Чехонадська, Л. Д., Белей, О. І., Штаєр, Л. О., & Безгачнюк, Ю. В. (2025). Теоретичні основи розроблення структурної схеми освітлення торговельних вітрин. Концептуальні шляхи розвитку науки та освіти: матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції (с. 56-58). Львівський науковий форум" (ДОДАТОК А).

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вільний доступ до документу. *dspace.nuft.edu.ua*. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6fe6f27b-17fd-405a-b3b4-8a614f1c782a/content> (дата звернення: 07.04.2025).
2. Вільний доступ до документу. *eprints.kname.edu.ua*. URL: https://eprints.kname.edu.ua/50636/1/ilovepdf_com-59-60.pdf (дата звернення: 07.04.2025).
3. Торгове обладнання для магазинів. Торг Експрес. URL: <https://torgexpress.com.ua/ua/a402653-chego-sostoit-torgovaya.html?srsltid=AfmBOooSMNOs6E25M1HP3Hug5n9NGo5m7oCIxjv95puNGKA2-NzdVex> (дата звернення: 07.04.2025).
4. The Psychology of Retail Design: How Architecture Influences Consumer Behavior. *Amazing Architecture*. URL: <https://amazingarchitecture.com/articles/the-psychology-of-retail-design-how-architecture-influences-consumer-behavior> (дата звернення: 07.04.2025).
5. Вільний доступ до документу. *aphn-journal.in.ua*. URL: https://www.aphn-journal.in.ua/archive/35_2021/part_2/13.pdf (дата звернення: 07.04.2025).
6. Janßen, M., et al. (2025). Wireless IoT Communication and Its Application. *Journal of Low Power Electronics and Applications*, 14(1), URL: https://www.mdpi.com/2079-9268/14/1/6?utm_source=chatgpt.com#B2-jlpea-14-00006 (дата звернення: 03.05.2025).
7. Helvar IMAGINE. URL: <https://helvar.com/ imagine/> (дата звернення: 14.04.2025).
8. About Us. *LIFX*. URL: <https://www.lifx.com/pages/about-us> (дата звернення: 14.04.2025).
9. Keeping Your Devices and Yourself Secure. *LIFX*. URL: <https://www.lifx.com/pages/keeping-your-devices-and-yourself-secure> (дата звернення: 14.04.2025).

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		50А

10. Philips Hue: розумна система освітлення з дистанційним керуванням. Svit-Lamp.ua. URL: <https://www.svit-lamp.ua/stati/philips-hue-rozumna-sistema-osvitlennja-z-distancijnim-keruvannjam/?srsltid=AfmBOopUPGZQnSD2DH7KRG-9rPRDZylb0KAVO2I83QBeu93ev3jmnP> (дата звернення: 14.04.2025).

11. Working with STEP 7 V5.7. Siemens Industry Online Support (SIOS). URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109784441/working-with-step-7-v5-7> (дата звернення: 17.04.2025).

12. Програмне забезпечення Step 7. URL: <https://topcity.com.ua/shop/programne-zabezpechennja-step-7?page=4>

13. Training Document for Comprehensive Automation Solutions Totally Integrated Automation (T I A)/ URL: <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/classic/field-bus-systems/d16-cpu314c-et200s-en.pdf> (дата звернення: 17.04.2025)

14. SIMATIC S7-300 промислові контролери Siemens. URL: [https://simat.com.ua/article-promyslovi-kontrollery-siemens-simatic-s7-300-ziskladu?srsltid=AfmBOorisktSg5XCsbpV5eNCaALria32KKaAdKsgbldAZaN4pxJbмРоq](https://simat.com.ua/article-promyslovi-kontrollery-siemens-simatic-s7-300-zi-skladu?srsltid=AfmBOorisktSg5XCsbpV5eNCaALria32KKaAdKsgbldAZaN4pxJbмРоq) (дата звернення: 17.04.2025)

15. Сутінкове Реле AZ-B. URL: surl.li/ioluta (дата звернення: 03.05.2025)

16. Чехонадська, Л. Д., Белей, О. І., Штаєр, Л. О., & Безгачнюк, Ю. В. (2025). Теоретичні основи розроблення структурної схеми освітлення торговельних вітрин. Концептуальні шляхи розвитку науки та освіти: матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції (с. 56-58). Львівський науковий форум. URL: <http://lviv-forum.inf.ua/material.html> (дата звернення: 05.06.2025).

17. SWOT-аналіз. Wikipedia. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/SWOT-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7> (дата звернення: 07.04.2025).

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

18. SWOT (Автоматизована система освітлення торговельних вітрин).
Canva. URL: https://www.canva.com/design/DAGmq8U7-40/V1eujaYTwPOUfaM_1n9x3g/edit (дата звернення: 03.05.2025).

19. SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічного стану підприємств :
конспект лекцій / укладач І. Ю. Аблєєва. – Суми : Сумський державний
університет, 2020. – 233 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/79000/1/Ablicieva_SWOT_analiz.pdf;jsessionid=7C492A103FC49B3E68C477499561F3B7

					КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		52А

ДОДАТОК А

Сертифікат

	ЛВІВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ФОРУМ
СЕРТИФІКАТ	
№ 25-0918	
Даний сертифікат підтверджує, що	
<u>Чехонадська Л.Д., Белей О.І., Штаєр Л.О. та Безгачнюк Ю.В.</u>	
взяв(ла) участь у роботі	
XIV Міжнародній науково-практичній конференції	
«Концептуальні шляхи розвитку науки та освіти»	
тривалістю 15 годин / 0,5 кредиту ЄКТС	
	29-30 березня 2025 року
	Голова оргкомітету конференції
	
	В. Бондар

Змн.	Арк. А	№ докум. №	Підпис	Дата

КРБ.СІ - 10.00.00.000 ПЗ

Арк.

53А