

Сасовець Олександр Валерійович, Хом'як Максим Олегович – Розробка та дослідження автоматизованої системи керування витратами електро- енергії комплексу споруд (комплексна тема) Development and study of the automated power consumption control system of a complex of buildings (complex topic)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра складається з пояснювальної записки та графічної частини (ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини роботи становить ___ слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає ___ друкованих сторінок формату А4 (210×297), об'єм додатків – ___ друкованих сторінок формату А4.

Робота складається з шести розділів, в яких нараховується ___ рисунків та ___ таблиць з даними.

В роботі використано ___ літературних джерел.

У роботі було представлено та доведено, що в університетах існує великий потенціал для енергозбереження шляхом впровадження заходів з енергозбереження без великих затрат та великих інвестицій.

Впровадження розробленої системи дозволяє досягти відсотку енергозбереження 24% у системі освітлення (низька вартість), 7% у системі охолодження (безкоштовно) та 5% у системі опалення (безкоштовно).

Автоматична система керування освітленням і керуванням забезпечує додаткову економію на 45% з низькими капітальними інвестиціями, незалежно від того, встановлено до чи після заходів з енергозбереження, оскільки наша система залежить від поведінки людей, а не від споживання освітлення.

В результаті проведених досліджень було розроблено систему керування освітленням та енергоспоживанням будівель університету. Було розроблено веб-інтерфейс для ефективного управління та збору статистики про енергоспоживання.

Ключові слова: КЕРУВАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, КОНТРОЛЕР, ОСВІТЛЕННЯ, ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1. <i>Необхідність управління енергією</i>	9
1.2. <i>Управління освітленням</i>	11
1.3. <i>Потреби працівників та мешканців</i>	13
1.4. <i>Експлуатація будівлі</i>	13
1.5. <i>Рекомендації щодо вибору контролю</i>	14
1.6. <i>Контрольні пристрої</i>	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	24
2.1 <i>Розробка системи керування</i>	24
2.2 <i>Методика роботи системи</i>	25
2.3. <i>Загальний потенціал енергозбереження</i>	27
2.4. <i>Вплив часу доби/тижня на енергозбереження</i>	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	30
3.1. <i>Планування за допомогою EMS</i>	30
3.2 <i>Реалізація</i>	31
3.3 <i>Принципова схема системи та її основні компоненти</i>	33
3.4. <i>Переваги мережевого керування</i>	41
3.5. <i>Контроль і управління освітленням</i>	43
3.6. <i>Програмні компоненти</i>	43
3.7. <i>Розробка програмного забезпечення</i>	47

<i>3.8. Принцип роботи програмного забезпечення.....</i>	<i>50</i>
<i>4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....</i>	<i>52</i>
<i>4.1. Результати досліджень автоматизованої системи та їх аналіз.</i>	<i>52</i>
<i>5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</i>	<i>60</i>
<i>5.1. Розробка програмного забезпечення для енергозбереження</i>	<i>60</i>
<i>5.1 Програмні компоненти.....</i>	<i>61</i>
<i>5.2. Мова програмного забезпечення.....</i>	<i>62</i>
<i>5.3 Блок-схеми заходів з енергозбереження.....</i>	<i>63</i>
<i>6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ... </i>	<i>73</i>
<i>6.1 Організація охорони праці при експлуатації системи.....</i>	<i>73</i>
<i>6.2 Розрахунок заземлення.....</i>	<i>75</i>
<i>6.3. Розрахунок стійкості об'єкта до вибуху газо-повітряної суміші.....</i>	<i>78</i>
<i>ОСНОВНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ</i>	<i>80</i>
<i>БІБЛІОГРАФІЯ.....</i>	<i>81</i>

ВСТУП

Програма енергоменеджменту — це систематична постійна стратегія контролю за структурою енергоспоживання будівлі. Її мета це зменшення витрати енергії та витрат до мінімуму, дозволеного кліматом, де розташована будівля, її функціями, графіком заповнення та іншими факторами. Вона встановлює та підтримує ефективний баланс між річними потребами будівлі в функціональній енергії та річним фактичним споживанням енергії.

Для забезпечення того, що багато важливих видів діяльності будуть досліджені та оптимізовані, необхідна ціла системна точка зору на управління енергією. Зараз багато підприємств і галузей використовують стратегію тотального управління якістю для покращення своєї діяльності. Будь-який підхід такого управління повинен включати компонент енергоменеджменту для зменшення витрат на енергію.

Основною метою управління енергією є максимізація прибутку або мінімізація витрат. Деякі бажані підцілі програм енергоменеджменту включають:

1. Підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергії, тим самим зменшуючи витрати.
2. Культивування гарної комунікації з питань енергетики.
3. Розробка та підтримка ефективних стратегій моніторингу, звітності та управління для розумного використання енергії.
4. Пошук нових і кращих способів збільшення віддачі від інвестицій в енергетику за допомогою досліджень і розробок.
5. Розвиток інтересу до програми енергоменеджменту з боку всіх працівників.
6. Зменшення наслідків скорочень, перебоїв або будь-яких перебоїв у постачанні енергії.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Необхідність управління енергією

Протягом останніх кількох років бізнес, промисловість і урядові організації зазнали величезного економічного та екологічного тиску. Економічна конкурентоспроможність на світовому ринку та відповідність зростаючим екологічним стандартам для зменшення забруднення повітря та води були головним рушійним фактором у більшості останніх операційних і капітальних інвестиційних рішень для всіх організацій. Управління енергією є важливим інструментом, який допомагає організаціям досягти цих критичних цілей для їх короткострокового виживання та довгострокового успіху.

Енергетичний менеджмент необхідний, оскільки:

1. Управління електроенергією корисно для економіки, оскільки платіжний баланс стає більш сприятливим.
2. Управління електроенергією робить нас менш вразливими до відключень або скорочень електроенергії через різного роду заворушення.
3. Управління енергією є дружнім до нашого навколишнього середовища, оскільки воно дещо зменшує навантаження на наші природні ресурси та може залишити кращий світ для майбутніх поколінь.

Використання енергії можна контролювати, щоб зменшити витрати та збільшити прибуток. Елементи керування можуть бути такими ж простими, як вимикання вимикача вручну, але часто потрібне автоматизоване керування, починаючи від простих годинників і закінчуючи складними комп'ютерами. На нашу думку, контроль має бути максимально простим і надійним.

Під час просування цією ієрархією засобів контролю кожен рівень автоматизації та складності вимагає додаткових капітальних витрат. Тобто

автомати дорожчі, але роблять більше. Оскільки вибір відповідного типу контролю часто є складним завданням, ми дослідимо цей процес прийняття рішення.

Комп'ютери також можуть допомогти енергоменеджеру в аналізі пропонуваніх і існуючих енергетичних систем. Було написано кілька чудових великомасштабних програм комп'ютерного моделювання, які дозволяють енергетичному аналітику спробувати альтернативні сценарії енергетичного обладнання та засобів керування, такі як BLAST 3.0 і DOE-2.1D [7].

Кожна частина енергоспоживаючого обладнання має певну форму системи керування, пов'язаної з нею. Світильники мають настінні вимикачі або вимикачі на панелі, а деякі мають таймери та регулятори яскравості. Двигуни мають вимикачі, а деякі мають регулятори швидкості. Кондиціонери мають термостати та перемикачі вентиляторів. Великі системи кондиціонування повітря мають широкі засоби керування, що складаються з кількох термостатів, елементів керування клапанами та насосами, регуляторів швидкості двигуна та, можливо, елементів керування розкладом для оптимізації роботи всіх компонентів. Великі опалювальні системи мають модулююче управління на котлах і регульовані швидкісні приводи на насосах і вентиляторах зі змінним об'ємом повітря [7].

Ці засоби контролю необхідні для базової безпеки обладнання та операторів, а також для належної роботи обладнання та систем. Нас цікавить енергоспоживання та енергоефективність цього обладнання та цих систем, а засоби керування мають значний вплив на обидві ці сфери. Елементи керування дозволяють вимкнути непотрібне обладнання та дозволяють обладнанням і системам працювати таким чином, щоб зменшити витрати на електроенергію. Це може включати зменшення вимог до електроенергії та енергії для обладнання, а також вимог до електроенергії та енергії, пов'язаних з іншими видами енергії, такими як нафта, газ і придбана пара.

1.2. Управління освітленням

Елементи керування — чудовий спосіб зменшити енергію освітлення, підвищуючи якість освітлення. Датчики присутності можуть усунути зайве освітлення в незайнятих приміщеннях. Контроль денного освітлення або вдосконалене керування навантаженням можуть зменшити попит на освітлення, коли енергія найдорожча. А ручні дімери, які дозволяють мешканцям регулювати рівень освітлення відповідно до своїх уподобань, стають доступнішими. Було показано, що засоби керування освітленням зменшують споживання енергії освітлення на 50% у існуючих будівлях і принаймні на 35% у новому будівництві [8].

Системи керування освітленням стають цифровими. Цифрові системи керування освітленням були розроблені як автономні системи або як частина систем автоматизації будівлі. У цифровій системі кожен сегмент системи освітлення має власну адресу для конкретного пристрою. Це дозволяє видавати команди певним частинам системи освітлення будівлі.

Цифрові системи можуть виконувати ті ж функції автоматизації освітлення, що й незалежні, автономні системи, тільки краще. Вони можуть запланувати роботу освітлення в будь-якій зоні в межах закладу. Вони можуть змінити встановлений розклад відповідно до змін у розкладах роботи. Вони можуть контролювати заповнюваність у зоні та за потреби регулювати роботу систем освітлення [9].

Цифрові системи також дають керівникам об'єктів можливість контролювати використання енергії освітлення будівлі з будь-якого місця. Окрім центральної станції керування системами освітлення будівлі, більшість цифрових систем сумісні з Інтернетом, що дозволяє менеджерам контролювати системи освітлення будівлі з будь-якого місця, що має доступ до Інтернету.

Можливість дистанційного керування системами освітлення будівель особливо важлива для об'єктів, які мають високі або невизначені витрати на електроенергію. Одним із методів зменшення цих витрат є обмеження попиту підприємства на електроенергію в періоди пікового споживання, коли тарифи найвищі. Протягом цього часу система керування освітленням може вимкнути якомога більше компонентів системи освітлення або затемнити ті системи, які оснащені дімуючими баластами. З огляду на таку велику частину електричного навантаження будівельних систем освітлення, будь-яке зменшення освітлювального навантаження в періоди пікового навантаження призведе до економії як споживання енергії, так і витрат на енергію [9].

Ще однією перевагою цифрових систем керування освітленням є їх здатність контролювати роботу систем освітлення. Як мінімум, цифрова система може отримувати зворотний зв'язок від кожної системи освітлення, підтверджуючи, що вона увімкнена чи вимкнена згідно з командою. Цифрова система також може контролювати кількість годин, протягом яких освітлювальні прилади працювали в певній місцевості, а також кількість увімкнень освітлювальних приладів, що є найважливішими факторами для визначення терміну служби лампи. Використовуючи цю інформацію, менеджери можуть запланувати групову заміну освітлення окремих ділянок у будівлі до того, як кількість перегорянь ламп стане надмірною, гарантуючи, що лампи використовувалися якомога довше [9].

Більшість керівників об'єктів можуть розраховувати на досягнення скорочення споживання енергії освітлення на 25-45 відсотків шляхом впровадження автоматизованої програми керування освітленням [10]. Більшість об'єктів окупить свої інвестиції в автоматизацію освітлення через два роки або менше. Фактична економія та окупність, яких буде досягнуто, залежать від низки факторів, зокрема від того, як об'єкт використовує освітлення, типу встановлених систем освітлення, годин, протягом яких

потрібно освітлення, необхідного рівня освітлення, коли потрібні світильники та можливості об'єкта для використання денного освітлення.

1.3. Потреби працівників та мешканців

Засоби керування освітленням призначені для досягнення двох потенційно суперечливих цілей: (1) зменшити витрати на енергію освітлення та (2) зберегти або підвищити задоволеність і комфорт мешканців. За винятком найскромніших засобів керування освітленням – ручного настінного вимикача – елементи керування освітленням історично мало що могли запропонувати мешканцям будівлі. У минулому вважалося, що потреби мешканців у контролі освітлення задовольняються належним чином, якщо вони можуть увімкнути або вимкнути освітлення, коли приходять або залишають роботу. У сучасному робочому середовищі такого ставлення вже недостатньо. Зміна візуальних потреб тепер є нормою, а не винятком, і засоби контролю можуть допомогти задовольнити цю різноманітність потреб [11].

1.4. Експлуатація будівлі

Обізнані будівельники використовують систему керування освітленням будівлі як інструмент для контролю витрат на експлуатацію будівлі. Оскільки енергія освітлення становить значну частку електроенергії в багатьох будівлях, покращені засоби керування освітленням можуть мати серйозний позитивний вплив на споживання енергії будівлею та пікове споживання.

Економія від керування освітленням може бути отримана від:

- Зменшення використання електричного освітлення.
- Зниження плати за піковий попит.

- Зменшення обладнання кондиціонування повітря (зниження початкових витрат).
- Зменшення експлуатаційних витрат системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.
- Нижчі витрати на технічне обслуговування.
- Підвищення продуктивності.

Освітлення також впливає на навантаження на інші будівлі, особливо на опалення, вентиляцію, кондиціонування. Звичайне «емпіричне правило» полягає в тому, що кожен ват, заощаджений на освітленні, зберігає додатково 1/4 ват уникнутої енергії при кондиціонуванні [12].

Більшість засобів керування потребують введення в експлуатацію, щоб переконатися, що вони працюють відповідно до задуму проекту та належним чином адаптовані до місцевих умов. За допомогою датчиків присутності час затримки та чутливість слід регулювати для кожного робочого місця. З автоматичним контролем денного освітлення чутливість до змін денного світла повинна бути встановлена для місцевих умов приміщення. Початкове введення в експлуатацію може здійснюватися професіоналом або адміністрацією об'єкта, але для найкращої продуктивності мешканці повинні бути залучені до точного налаштування роботи системи керування відповідно до своїх уподобань [13].

1.5. Рекомендації щодо вибору контролю

У цьому розділі наведено огляд загальних стратегій і пристроїв керування, а також кілька корисних таблиць, щоб оцінити, які стратегії та пристрої підходять для різних типів простору.

Існує кілька загальних стратегій використання елементів керування освітленням для зменшення експлуатаційних витрат і покращення функціональності системи освітлення:

1. Відстеження присутності: увімкнення та вимикання світла відповідно до присутності, визначеної датчиками присутності. Підходить для непередбачуваних моделей заповнюваності.

2. Планування: Вимкнення світла за програмою за допомогою програмованих реле, таймерів та інших пристроїв годинника. Підходить для передбачуваних моделей заповнюваності.

3. Налаштування: Зменшення потужності електричного світла відповідно до потреб користувача на даний момент. Налаштування можна здійснити за допомогою пристроїв затемнення, але також слід розглянути дворівневе перемикання верхнього освітлення, особливо коли доступне денне світло.

4. Денне освітлення: Зменшення потужності електричного освітлення або вимкнення світла за наявності денного світла від бічного або верхнього освітлення. Для керування денним освітленням зазвичай використовується фотодатчик, пов'язаний із блоком перемикання або затемнення, який змінює вихід електричного світла у відповідь на доступне денне світло. Дворівневе перемикання слід розглянути, якщо затемнення не є економічно виправданим.

5. Обмеження попиту: Зменшення потужності електричного освітлення під час або в очікуванні надзвичайних ситуацій припинення електроенергії. У період екстрених сповіщень освітлювальне навантаження може бути відключено шляхом добровільного скорочення або автоматично менеджером об'єкта чи постачальником комунальних послуг.

6. Обслуговування світлового потоку: компенсація амортизації світлового потоку лампи за допомогою фотоелемента. Сьогодні ця стратегія, як правило, застаріла, оскільки амортизація просвіту ламп від сучасних

систем освітлення будівель занадто мала, щоб зробити підтримку просвіту економічно рентабельною.

7. Інтегрована система: інтегровані засоби керування освітленням забезпечують усі необхідні налаштування керування та введення в одному місці, де можна застосувати декілька стратегій керування одночасно. Хоча інтегровані засоби керування дещо дорожчі, зручність наявності одного доступного місця для виконання всього введення системи в експлуатацію може зменшити витрати на налаштування та обслуговування.

1.6. Контрольні пристрої

Наведені вище стратегії керування визначають, що роблять елементи керування освітленням. Пристрої керування — це фізичне обладнання, яке встановлюється для реалізації бажаних стратегій керування в певній програмі. При розробці програми керування освітленням необхідно враховувати потреби як користувачів освітлення, так і керівника закладу.

При виборі контролю слід враховувати очікуваний профіль електричного навантаження будівлі, як показано в таблиці 1.1.

Наприклад, керування денним освітленням може бути дуже привабливим для будівлі з піковим навантаженням у денний час, щоб зменшити плату за попит, але нецікавим для будівлі, де електроенергія використовується переважно вночі. Для цього застосування адаптивна компенсація може бути більш економічно ефективною стратегією [14].

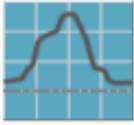
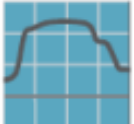
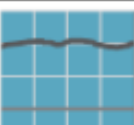

Давачі присутності

Давачі присутності – це комутаційні пристрої, які реагують на присутність і відсутність людей у полі зору датчика. Система датчика присутності зазвичай складається з одного або кількох компонентів, які включають детектор руху та блок керування, що складається з

трансформатора для живлення та реле для перемикання навантаження, який іноді називають блоком живлення.

Таблиця 1.1

Вибір пристроїв керування на основі очікуваного освітлювального профілю навантаження

Lighting use profile		Selection	Devices
	Typical work hours 8 to 5 with limited weekend use	Select controls that reduce peak demand	Occupancy sensors and photo sensors for tenant spaces Time clock devices for public areas
	Extended hours	Select controls that reduce unpredictable use	Occupancy sensors Manual dimming/multilevel switching for adaptive compensation
	24-hour	Select controls that reduce lighting day and night	Photo sensors Manual dimming/multilevel switching for adaptive compensation
	Event-oriented operation	Manual controls work best	Manual dimming Multilevel switching

Взаємозв'язок між джерелом живлення, реле, контролером і детектором руху показано на рис. 1.1.

Датчик посиляє сигнал на блок управління, який вмикає і вимикає світло. Більшість датчиків включають ручне та/або автоматичне керування для регулювання чутливості до руху та забезпечення часової затримки для вимкнення світла у разі вільного місця.

На рис. 1.2 наведено блок-схему, яка допоможе вирішити, чи ультразвукові, PIR-датчики чи датчики присутності з подвійною технологією підходять для конкретного застосування.

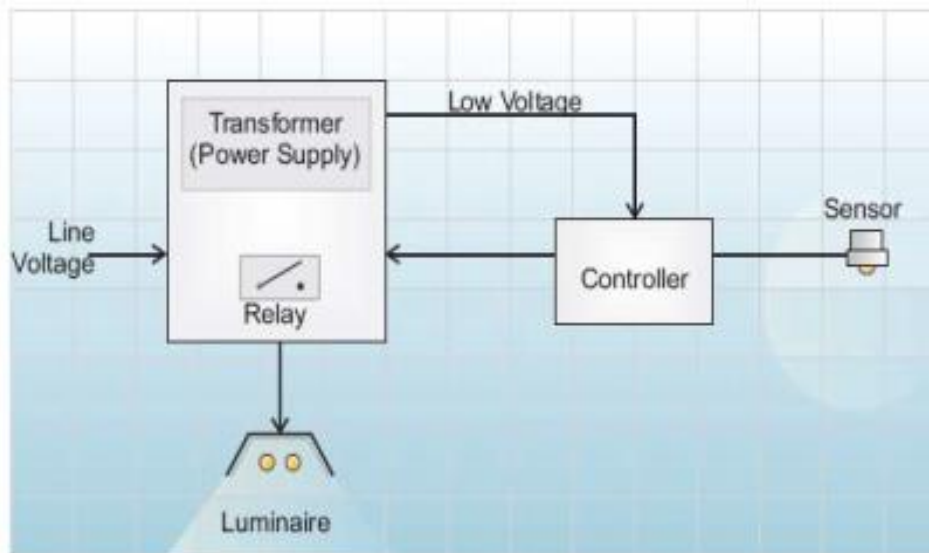


Рисунок 1.1 - Система керування датчиком присутності

Контроль денного освітлення

Регулятори денного освітлення – це пристрої, які регулюють рівень освітленості, що забезпечується електричними ліхтарями, відповідно до наявності денного світла. Зазвичай вони складаються з сенсорного пристрою (фотоелемента або фотодатчика), який контролює або загальний рівень освітленості в просторі, або доступний рівень денного світла в отворі денного світла, і контрольного модуля, який потім перемикає або затемнює електричне освітлення для підтримки необхідного освітлення. з мінімальним використанням енергії.

Оскільки денне світло може бути присутнім на великих площах комерційних будівель протягом багатьох годин доби, автоматичні фотоелектричні системи освітлення можуть легко заощадити 10–50% річної енергії освітлення [11], зменшуючи як експлуатаційні витрати будівлі, так і споживання природних ресурсів . Не менш важливо, оскільки доступність денного світла зазвичай збігається з профілем пікового попиту комунального підприємства, контроль денного світла також може зменшити плату за піковий попит.

Інтеграція засобів контролю будівлі

Інтеграція роботи освітлення будівлі з іншими електричними навантаженнями в будівлі має багато переваг, особливо якщо верхнє освітлення має регулювання яскравості. Навіть на об'єктах, де немає систем освітлення з регулюванням яскравості, є економія від комбінування комутаційного керування ланцюгами освітлення з іншими електричними навантаженнями будівлі. Планове керування вимагає введення в експлуатацію багатьох зон освітлення в комплексі, а це найкраще здійснювати з одного об'єкта. Оскільки освітлення складає в середньому 37% від загальної потреби в електроенергії типової комерційної будівлі, зменшення потужності системи освітлення будівлі з регулюванням яскравості на 25% (що ледь помітно з точки зору вихідного світла) зменшить потребу будівлі в електроенергії на 10% [11]. За допомогою освітлення з регулюванням яскравості навіть можна регулювати потужність освітлення відповідно до погодинної ціни електроенергії або іншого сигналу тарифу на комунальні послуги.

Протоколи

Інтеграція керування освітленням з іншим будівельним обладнанням вимагає розгляду протоколів, які використовуються для забезпечення зв'язку між продуктами керування від різних постачальників обладнання. Розробка та прийняття стандартів зв'язку з відкритим протоколом для керування обладнанням будівель та поширення Інтернету створюють нові можливості для власників та операторів будівель. BACnet (Building Automation Communications network) — це стандарт відкритого протоколу (стандарт ASHRAE/ANSI) для посередництва транзакцій BAS, як і LonMark, який базується на LonWorks від Echelon Corp [11]. Обидва протоколи інтегрують мережі керування від різних постачальників з Інтернетом. Обидва протоколи використовують Інтернет (або TCP/IP) як середовище зв'язку між керуючими мережами. У більшості сучасних будівель вже є електропроводка для

підтримки їхніх комп'ютерних мереж; ця «дорога» також служить для побудови зв'язку обладнання, а також для корпоративних обчислень. Порівняння між LonMark і BACnet виходять за рамки цих рекомендацій, але будь-яка сучасна будівля, що використовує засоби керування BAS, ймовірно, вибере використання гібридної системи з деяким обладнанням, що працює під керуванням LonMark, та іншими мережами керування, що працюють під керуванням BACnet, як показано на рис. 1.3. Шлюзи між LonMark і BACnet прості.

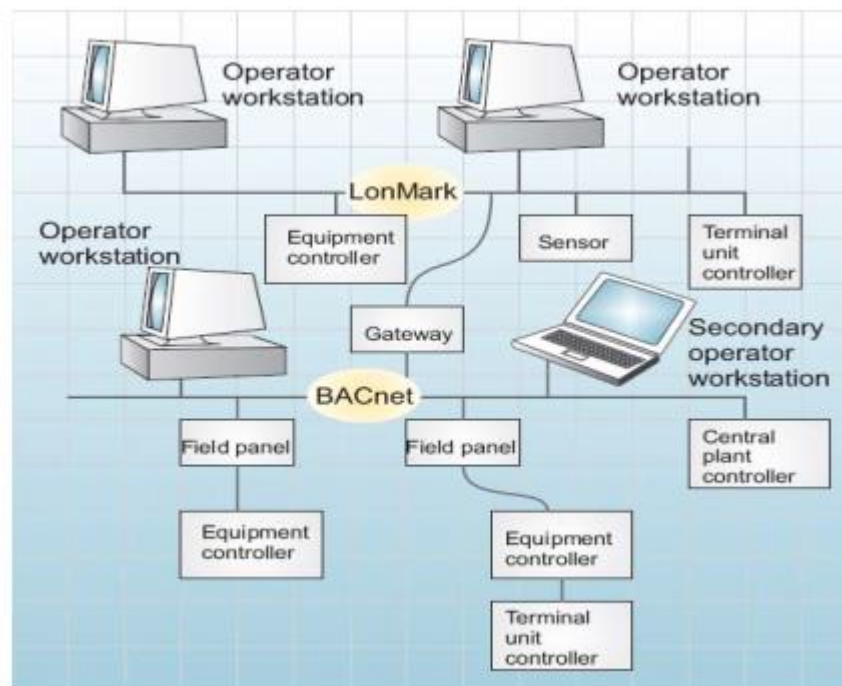


Рисунок 1.3 - Контрольна мережа під керуванням LonMark і BACnet [5].

Інтегровані засоби керування

Завдяки інтегрованим елементам керування одночасно реалізується більше ніж одна стратегія керування освітленням за допомогою одного освітлювального обладнання. Наприклад, інтегровані елементи керування для додатків у класі можуть використовувати денне освітлення,

налаштування та планування за допомогою того самого апаратного забезпечення.

Завдяки поєднанню кількох стратегій потенційно можна заощадити більше енергії та отримати найбільшу економічну вигоду від інвестицій у засоби керування. Поєднання кількох стратегій збільшує економічні вигоди, якщо граничні витрати на додавання додаткових стратегій до однієї базової стратегії невеликі. У той час як інтегровані засоби керування пропонують потенціал для більшої економії енергії та більш чутливих систем освітлення, вони також несуть ризики, властиві будь-якій складній системі: більш складна конструкція та більше труднощів у діагностиці несправності. Ці компроміси слід ретельно враховувати при проектуванні системи [12].

Енергозбереження

Контроль освітлення зменшує витрати на експлуатацію будівлі. Правильне керування освітленням зменшує енергію освітлення, коли освітлення непотрібне, і зменшує потребу в освітленні, коли це можливо.

Датчики присутності скорочують час роботи освітлення. Часові перемикачі та програмовані релейні системи також скорочують години. Елементи керування затемненням, наприклад денне освітлення, зменшують або припиняють освітлення протягом дня навіть у зайнятих місцях. Зменшення споживання енергії в періоди пікового навантаження також може зменшити попит на освітлення та пов'язану з цим оплату.

Оскільки кожна будівля різна, важко знати, скільки електроенергії заощадять засоби керування освітленням у будь-якому окремому застосуванні. Значною мірою енергозбереження від регуляторів залежить від того, як освітлення будівлі працювало до встановлення регуляторів. Якщо мешканці будинку сумлінно ставляться до освітлення, то економія електроенергії буде скромною. Однак у багатьох будівлях є приміщення, де автоматичне керування може значно скоротити марну енергію освітлення

шляхом усунення освітлення в вільний час або зниження рівня електричного освітлення там, де доступне достатнє денне світло [12].

У таблиці 1.2 представлені оцінки максимальної річної економії енергії, яка очікується на контрольований контур відповідно до типу керування, типу приміщення та типових годин роботи. Наведені значення енергозбереження є максимальними очікуваними значеннями, а не середніми, і припускають, що контрольні пристрої правильно визначено, встановлено та введено в експлуатацію.

Таблиця 1.2

Приклади енергозбереження керування освітленням за застосуванням і типом управління. [12]

Space type	Controls type	Maximum expected yearly energy savings
Private Office	Occupancy sensor	45%
	Side lighting w/photo sensor	35%
	Manual dimming or multilevel switching	30%
Laboratory	Side lighting w/photo sensor	40%
	Occupancy sensor	35%
Classroom	Multilevel switching	15%
	Side lighting w/photo sensor	40%
	Occupancy sensor	25%

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка системи керування.

Навчальний заклад того чи іншого типу має величезний потенціал енергозбереження, особливо в системі освітлення, це спонукало нас до розробки автоматичної системи керування освітленням та керуванням, щоб досягти максимально можливої економії, яку ми могли б. Ця система складається з панелей освітлення та датчиків, які розподілені по всьому об'єкту та об'єднані через локальну мережу (LAN), і розглядаються як окрема частина системи управління енергією (EMS).

Система енергоменеджменту (EMS) — це багатопроцесорна система керування, яка контролює більшість або всі навантаження обладнання будівлі. Більшість будівельних EMS здатні керувати багатьма (зазвичай сотнями) електричних навантажень у будівлі, наприклад, двигунами та обладнанням кондиціонування та вентиляції. Ці системи дуже хороші для керування багатьма комутаційними навантаженнями в усьому об'єкті та для координації їх повсякденної роботи. Кожен перемикач вважається «однією контрольною точкою». Системи зазвичай оцінюються за кількістю контрольних точок.

Оскільки системи освітлення також є навантаженням у будівлі, багато виробників розробили системи, які керують енергетичними функціями для систем освітлення. Ці системи керування освітленням (LMS) зазвичай мають схожі можливості з системами управління енергією, хоча їх специфічна функція оптимізована для роботи великої кількості менших освітлювальних навантажень. Сьогодні EMS будівлі буде приєднано до існуючої мережі інформаційних технологій (IT) закладу.

2.2 Методика роботи стсеми

Навчальні заклади та університети стикаються з деякими унікальними проблемами в управлінні ІТ та мережевим обладнанням. Університети часто мають кілька центрів обробки даних, лабораторій і обладнання, розташованих на кампусі в кількох будівлях. Крім того, часто є обладнання для опалення, охолодження, безпеки та телефонне обладнання, яким також потрібно керувати. Ці різноманітні частини обладнання можуть бути в різних місцях навколо факультету, а також у супутникових містечках, але часто ними керує центральна організація підтримки. На рис. 2.1 показано розподіл факультетів у кампусі та зв'язок з кожним із них через локальну мережу (LAN) у модельованій системі.

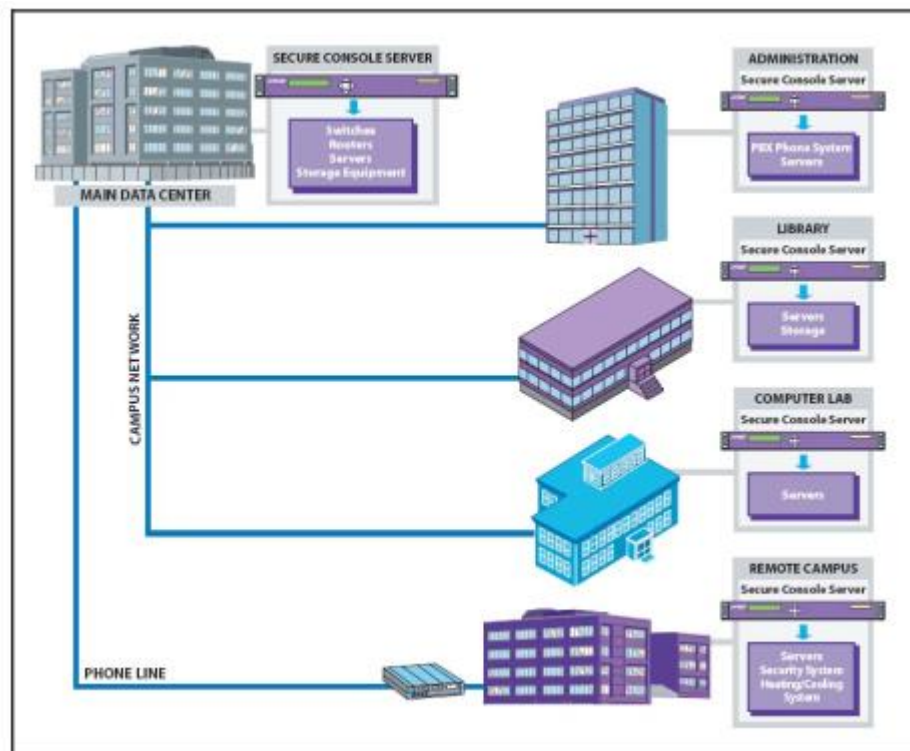


Рисунок 2.1 - Розподіл факультетів кампусу по мережі

У цьому дослідженні ми маємо намір розробити та впровадити автоматичну систему керування освітленням і управлінням для будівлі

інженерного факультету. Загальна площа будівлі в моделюванні становить 12795 м². Будівля включає: навчальні кабінети, креслення, лабораторії, майстерні та кабінети викладачів. Вона обслуговує різні інженерні відділи; цивільний, архітектурний, механічний, промисловий, хімічний, комп'ютерний та електричний відділи. Різноманітність віку, розміру, ефективності та типів розміщення цієї будівлі мала на меті відобразити типовий переріз фонду освітніх будівель країни.

Кімнати для дослідження містили ручне керування системами освітлення з мінімальним підключеним освітлювальним навантаженням не менше 504 Вт. Тритижневий період моніторингу з вересня по жовтень було обрано для представлення типового графіка освітлення та заповнюваності. Спочатку були зібрані дані для 40 кімнат; після видалення записів із суперечливими або неповними даними, база даних дослідження містила 32 кімнати, класифіковані за основним типом розміщення на 8 класних кімнат, 10 приватних кабінетів, 6 залів для малювання, 4 лабораторії та 4 туалети. Кімнати були обстежені щодо типу розміщення, розмірів і характеристик системи освітлення. Дані про зайнятість і роботу освітлення збирали за допомогою вимірювача світла Extech Data logging. Пристрій реєстрації записав час і стан освітленості та/або умови перебування. Кожного разу, коли кількість людей або умови освітлення змінювалися, реєстратор документував час доби та зміну умов. Дані були завантажені на комп'ютер і організовані у послідовний спосіб для агрегування та аналізу даних.

Було розраховано описову статистику та проведено аналіз витрат за робочі дні, вихідні та за загальний 21-денний період моніторингу. Проаналізовано робочі дні з 08:00 до 18:00. Дані, представлені для робочих днів, були усереднені за 15 днів робочого дня, а для вихідних днів були усереднені за 6 вихідних днів у період моніторингу. Дані, представлені за загальний період, були усереднені за 21-денний період моніторингу. На основі зібраних даних про заповнюваність і використання світла було

встановлено базову схему перемикачів користувачів і зайнятості. Базові дані про заповнюваність і використання світла потім використовувалися для моделювання ефектів встановлення датчиків заповненості з періодами затримки 5, 10, 15 і 20 хвилин. Також було проведено статистичний аналіз для узагальнення результатів виміряні дані для всіх будівель в університеті.

Для розрахунків енергії загальне навантаження для кожної кімнати використовувалося для визначення освітлення використання енергії та відходи. Споживання енергії освітлення було розраховано шляхом множення загального освітлювального навантаження на час, коли світло було увімкнено та кімната була зайнята. Втрати енергії на освітлення розраховувалися шляхом множення загального навантаження на час, коли світло було ввімкнено, а кімната була порожньою. Загальна економія енергії була визначена шляхом застосування єдиної ставки до економії енергії за кожним контрольним сценарієм.

2.3. Загальний потенціал енергозбереження

Визначення базового потенціалу енергозбереження для різних застосувань вимагає встановлення базового рівня спостережуваних умов перебування та освітлення. Використання освітлення та зайнятості в будь-якому просторі завжди підпадає під одну з наступних чотирьох умов:

1. Зайнятий увімкненим світлом
2. Зайнятий з вимкненим світлом
3. Не зайнятий з увімкненим світлом
4. Не зайнятий з вимкненим світлом

З чотирьох умов перші три представляють особливий інтерес. Перша умова є цікавою для збору інформації про те, як часто мешканці використовують такі типи приміщень з увімкненим світлом. Друга і третя умови представляють інтерес при розгляді засобів керування освітленням.

Якщо мешканці часто займають приміщення з вимкненим світлом (умова друга), то слід передбачити ручний пристрій керування освітленням, який дозволяє мешканцям вимикати світло за потреби.

Третя умова означає марну втрату енергії освітлення через увімкнення світла, коли місця вільні. Ця умова має першочергове значення при розгляді використання автоматичного контролю за датчиком присутності.

У таблиці 2.1 наведено середній відсоток часу, протягом якого кожна програма була в кожному з чотирьох умов перебування та освітлення.

Таблиця 2.1

Середній відсоток часу, протягом якого кожна зона була зайнята з увімкненим і вимкненим світлом, а також незайнята з увімкненим і вимкненим світлом

	Occupied lights on	Occupied lights off	Unoccupied lights on	Unoccupied lights off
Classroom	52%	4%	32%	12%
Drawing Hall	46%	1%	26%	27%
Private Office	35%	8%	17%	40%
Laboratory	40%	3%	22%	35%
W.C	62%	0%	28%	10%

Таблиця 2.1 показує, що приміщення були зайняті рідко, причому щоденний відсоток загального зайнятого часу з увімкненим і вимкненим світлом ніколи не перевищував 62%. Крім того, мешканці не старанно вимикали світло, коли звільняли приміщення. Система освітлення у вітальнях, приватних кабінетах і туалетах працювала частіше, коли мешканці були поза кімнатою, ніж у кімнаті. Це інтуїтивно зрозуміло в таких приміщеннях, де мешканці не відчують, що освітлення є «їхнім» контролем. Дані, показані для умови 2, вказують на те, що мешканці рідко займали приміщення з вимкненим світлом, вказуючи на те, що для цих

приміщень може бути невелика потенційна користь від встановлення ручного керування.

2.4. Вплив часу доби/тижня на енергозбереження

Визначення застосовності датчиків присутності як стратегії контролю, придатної для отримання цих заощаджень, вимагає перевірки того, коли ці заощадження виникають. Як стратегія автоматичного контролю датчики присутності найкраще працюють у місцях, де заповненість є періодичною та непередбачуваною.

Таблиця 2.2

Середній відсоток спожитої енергії та відходів у будні та вихідні дні

	Energy use (%)		Energy waste (%)	
	Weekdays	Weekends	Weekdays	Weekends
Classroom	80%	4%	30%	2%
Drawing Hall	70%	2%	23%	3%
Private Office	48%	6%	16%	1%
Laboratory	59%	3%	20%	2%
W.C	89%	1%	27%	1%

Як і очікувалося, таблиця 2.2 демонструє, що більшість споживання енергії (48-89%) відбувається для всіх типів приміщень протягом робочих днів. Крім того, більшість втрат енергії (16-30%) відбувається в будні, а не у вихідні. Це вказує на те, що мешканці погано контролювали своє освітлення протягом робочого дня, наприклад у класах, де високий відсоток сміття відбувався у неробочий час. Це вказує на те, що засоби контролю на основі заповнюваності були б ефективнішими, оскільки вони економили б не лише в неробочий час, але й фіксували економію в робочий час.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Планування за допомогою EMS

За допомогою планування, стратегії керування освітленням, яку найкраще реалізувати за допомогою елементів керування на рівні будівлі, освітлювальні навантаження в усьому об'єкті вмикаються та вимикаються у відповідний час. Основною функцією засобів керування плануванням є вимикання освітлювальних навантажень, коли очікується, що простір буде незайнятим (також називається керуванням «прибирання», оскільки освітлювальні кола вимикаються в запланований час).

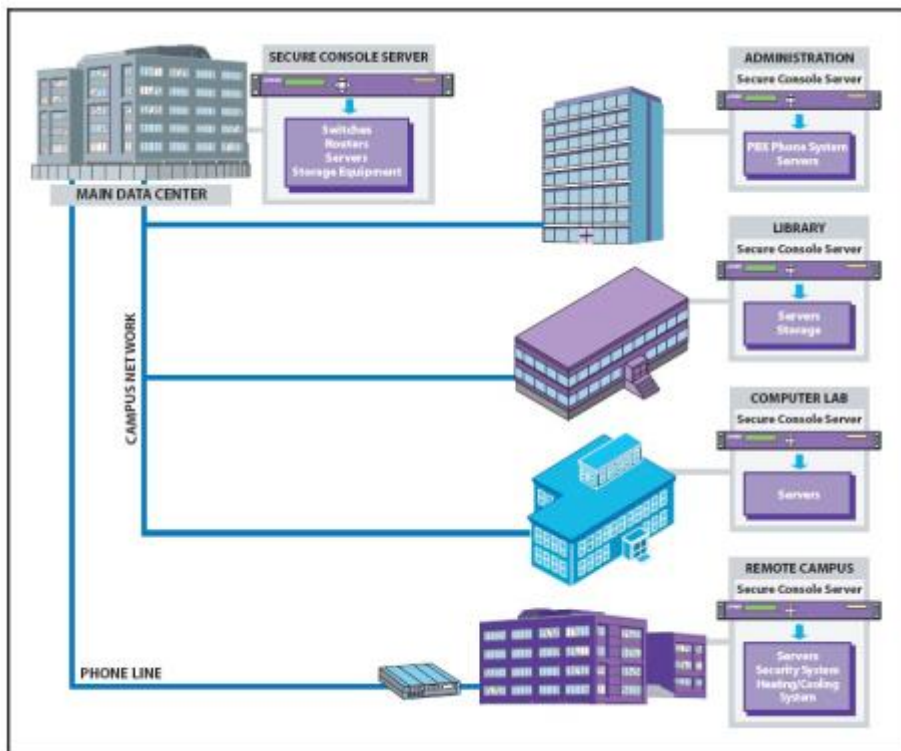


Рисунок 3.1 - Розподіл факультетів кампусу по мережі

Планування добре працює для великих приміщень, де заповненість передбачувана. Для невеликих зон і зон, де характер зайнятості неможливо передбачити заздалегідь, кращим рішенням є датчики зайнятості. У великих

будівлях (понад 4500 м²) планування зазвичай реалізується за допомогою систем типу EMS, які призначені для керування великими багатозональними будівлями. Для невеликих комерційних будівель існують компактні програмовані релейні панелі керування. Як у великих, так і в малих будівлях планування зазвичай реалізується за допомогою реле з фіксацією, які встановлюються на панелях вимикачів освітлення.

Керовані реле зазвичай підключаються послідовно до наявної розгалуженої електропроводки, що призводить до вмикання/вимкнення керування всіма ланцюгами освітлення. Оскільки більшість ланцюгів освітлення в будівлях зазвичай мають 30-амперні вимикачі, кожен автоматичний вимикач може контролювати потужність освітлення від 200 до 450 м² освітлення. Таким чином, планування, реалізоване за допомогою реле та панелей автоматичних вимикачів освітлення, зазвичай призводить до вмикання/вимкнення керування великими групами світильників. Для нового будівництва може бути економічним застосування реле на меншому рівні, тобто на рівні ніжки перемикача. Це забезпечує більш точний контроль над освітленням будівлі, але має більші витрати на встановлення через збільшення кількості контрольних точок.

На рис. 3.2 і 3.3 показано, як планування може застосовуватися у великих комерційних будівлях відповідно до вимог стандарту.

3.2 Реалізація

Існує два способи впровадження інтегрованого контролю. Перший метод ґрунтується на збірці окремих компонентів для формування систем, здатних виконувати більше ніж одну стратегію.

Другий метод використовує багатофункціональні контролери, які можуть отримувати вхідні дані від кількох різних датчиків, у тому числі

датчиків освітлення, датчиків присутності та сигналів від систем управління енергією.

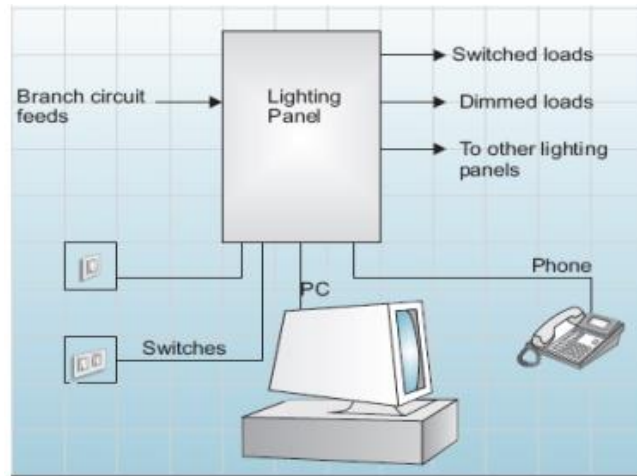


Рисунок 3.2 - Принципова схема для планування на основі EMS, велика будівля

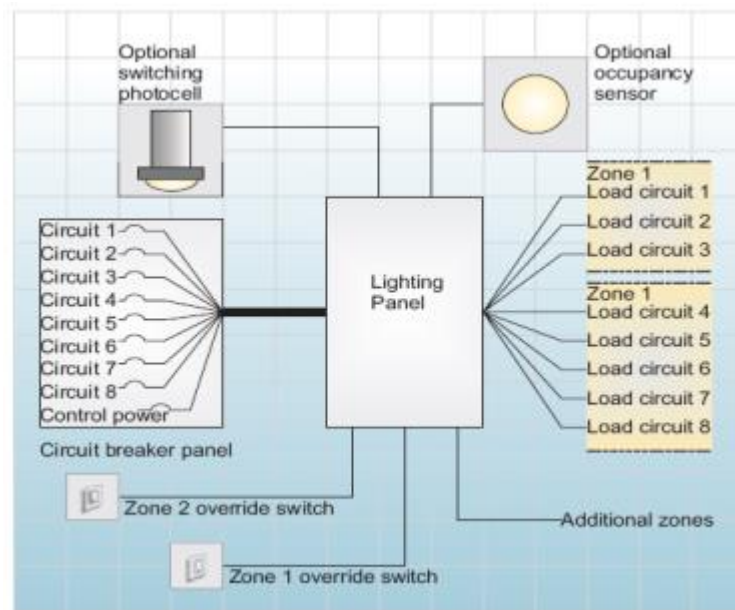


Рисунок 3.3 - Принципова схема для планування на основі EMS, невелика будівля.

Багатофункціональні контролери представляють сучасні засоби управління освітленням.

Обізнаний специфікатор може розробити систему керування освітленням, яка використовує більше ніж одну стратегію. Простим

прикладом цього є поєднання датчиків перебування на водіях і денного світла. На рис. 3.4 показано, як різні компоненти керування освітленням будуть підключені разом до електричної системи будівлі, щоб забезпечити як перебування, так і управління на основі та світлочутливості. У цій програмі фотоелемент підключений до низьковольтного регулятора, який з'єднує різні баласты, що обслуговують контрольну зону, тоді як датчик присутності просто перериває високовольтне живлення, що надходить до системи освітлення.

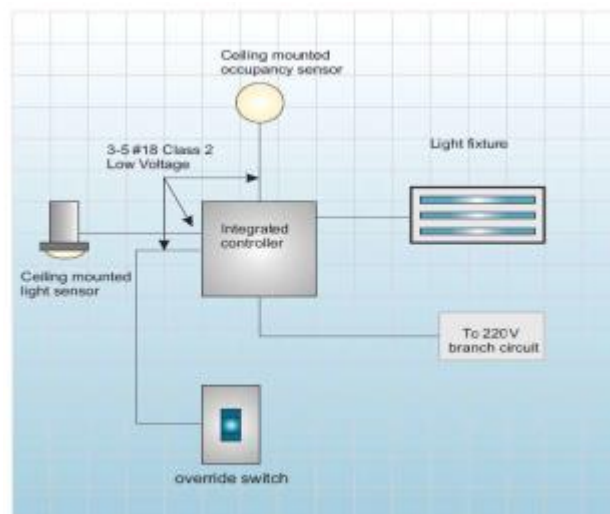


Рисунок 3.4 - Електропроводка для комбінації датчиків присутності та освітленості.

3.3 Принципова схема системи та її основні компоненти

На принциповій схемі за допомогою графічних символів показано електричні з'єднання та функції певного ланцюга. Він також використовувався для відстеження схеми та її функцій без урахування фактичного фізичного розміру, форми чи розташування складових пристроїв або частин.

На рис. 3.5 показана блок-схема основних компонентів нашої системи керування освітленням (PIC16F877, RS232, XPort Direct+, ULN2003, блок

живлення та датчик присутності). Ці компоненти будуть детально розглянуті далі в цьому розділі.

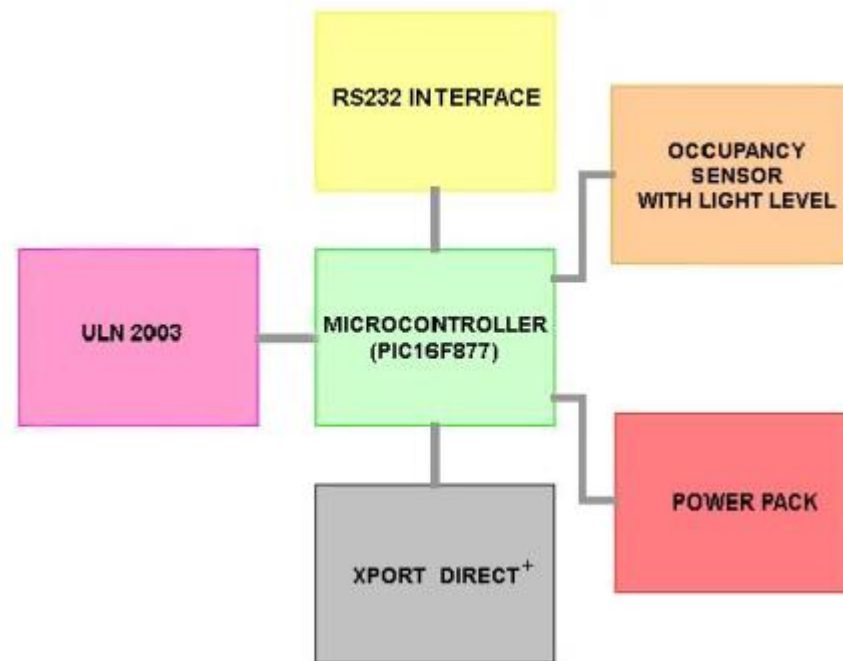


Рисунок 3.5 - Блок-схема системи

На рис. 6.6 показано принципову схему плати керування освітленням, яка ілюструє основні компоненти комплекту освітлення, який ми розробили для заміни комплектом Lantronix, необхідним для інтерфейсу та налаштування XPort. Розробивши цей набір, ми уникли додаткових витрат, які можна було б заплатити.

Панель керування освітленням можна побачити на рис. 3.7 після доданих частин.

З попередньої схематичної діаграми на малюнку 6.6 та панелі керування освітленням на малюнку 6.7 основні компоненти нашої системи: • Мікроконтролер PIC16F877: це мікропроцесори загального призначення, які мають додаткові частини, які дозволяють їм керувати зовнішніми пристроями. По суті, мікроконтролер виконує програму користувача, яка завантажується в пам'ять програм.

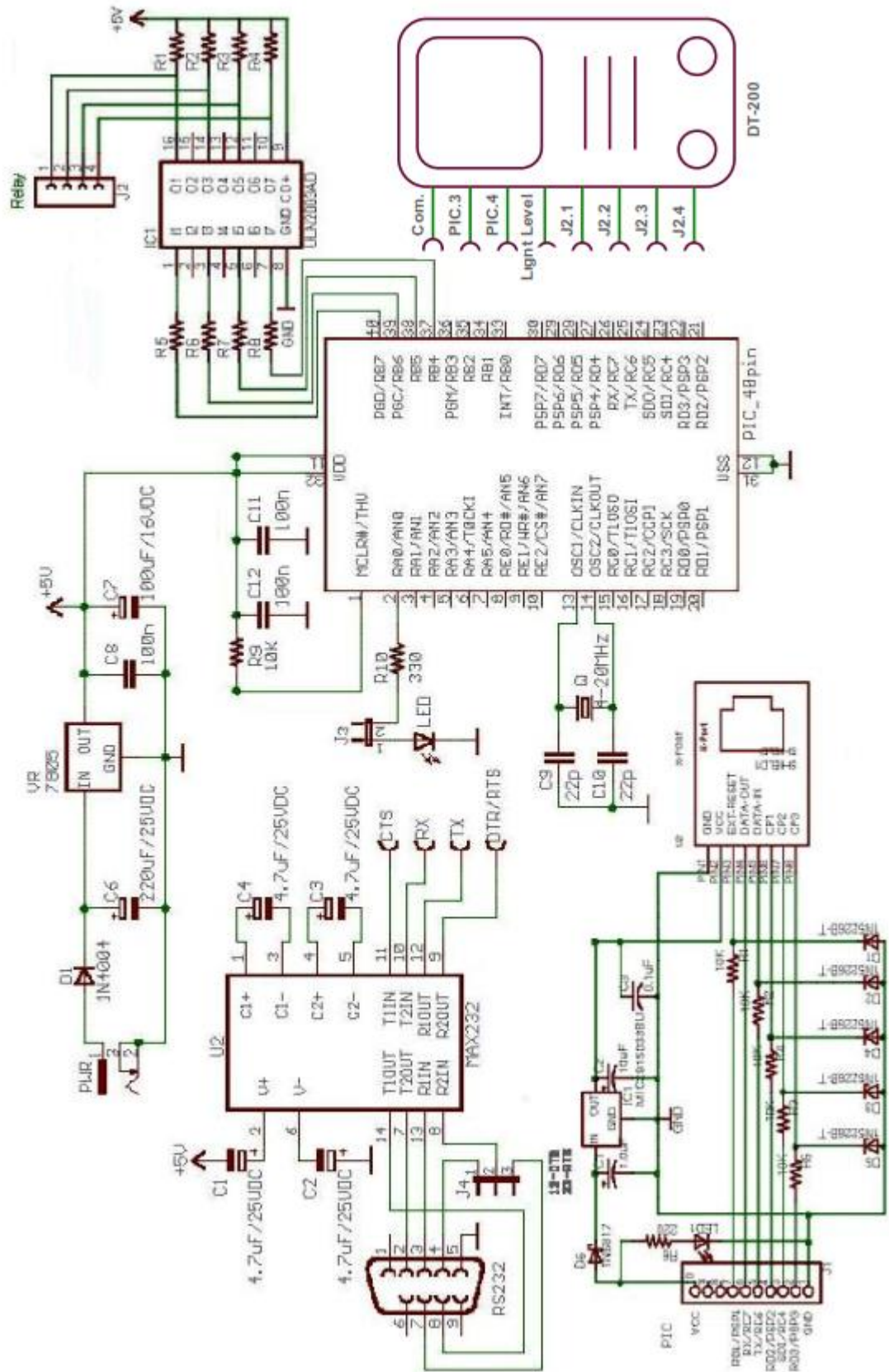


Рисунок 3.6 - Принципова схема плати керування освітленням



Рисунок 3.7 - Панель керування освітленням

Під керуванням цієї програми дані приймаються із зовнішніх пристроїв (вводів), маніпулюються ними, а потім дані надсилаються на зовнішні пристрої виведення.

Мікросхема керування програмованими перериваннями використовується в моїй системі як інтерфейс між комп'ютером і обладнанням. Основною причиною вибору мікроконтролера 16F877 є потреба у г більша кількість портів введення/виведення. На рис. 3.8 схема контактів PIC16F877.

- MAX232: Оскільки ми можемо надсилати та отримувати дані одночасно завдяки окремим лініям надсилання та отримання даних, блок повнодуплексного режиму, який забезпечує цей спосіб зв'язку, називається блоком послідовного зв'язку, дані переміщуються сюди побітово або в послідовності бітів, що визначає термін послідовний зв'язок. На малюнку 6.9 показано з'єднання мікросхеми MAX232 і порту DB9.

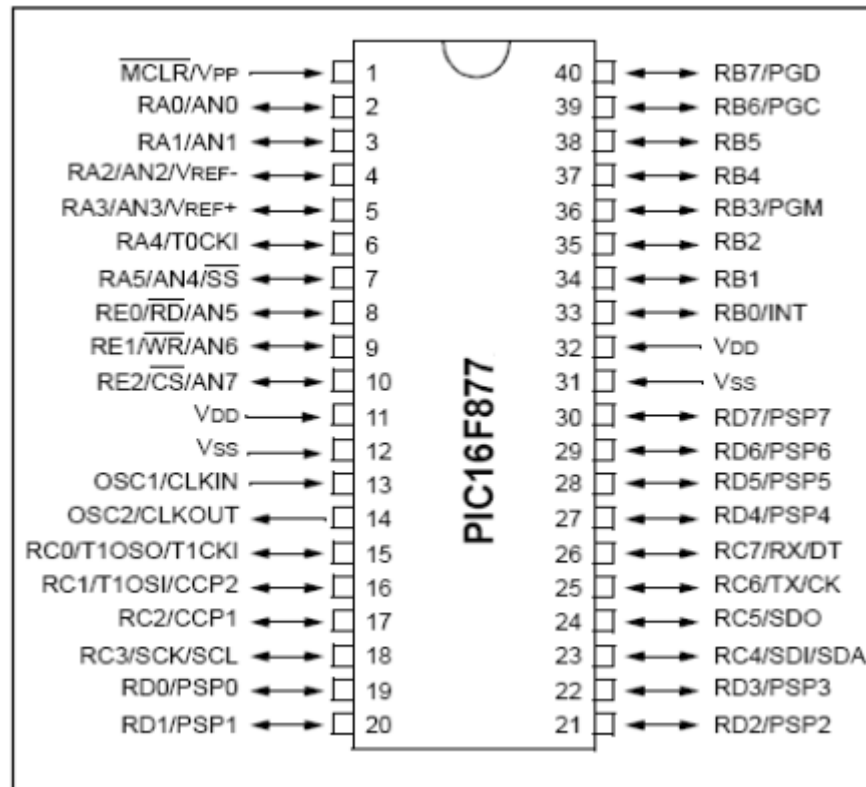


Рисунок 3.8 - Pin-схема PIC16F877

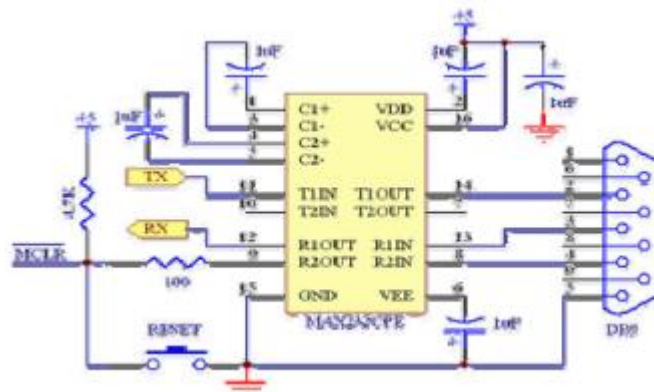


Рисунок 3.9 - Послідовний порт RS232

• ULN2003: Ми використовуємо ULN2003, тому що PIC може подавати лише до 25 мА. Це добре для логічних рівнів і навіть для невеликих пристроїв, таких як світлодіоди, але ми не можемо керувати реле, двигуном тощо за допомогою PIC.

ULN2003 - це дуже економічна мікросхема, яка діє як перемикач. Він просто перемикає заземлення на/з зовнішнього ланцюга та може

витримувати безперервне споживання струму 500 мА та максимум 50 В, як показано на рис. 3.10.

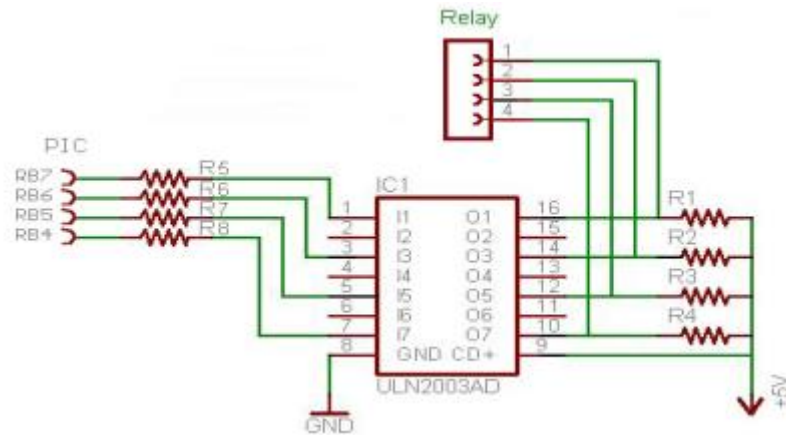


Рисунок 3.10 - Штифтова діаграма ULN2003

- Сервер вбудованих пристроїв XPort Direct+: це серверний модуль вбудованих пристроїв, який забезпечує високоефективне підключення до Ethernet і можливості веб-сервера. Частина, показана на рис 3.11, тепер може швидко та навіть доступніше підключити до Інтернету практично будь-який пристрій із послідовним інтерфейсом на мікроконтролері.



Рисунок 3.11 - Сервер вбудованих пристроїв XPort Direct+

XPort Direct+ діє як спеціальний модуль співпроцесора для оптимізації мережевої діяльності, дозволяючи головному мікроконтролеру пристрою працювати з максимальною ефективністю. Послідовні дані з послідовного порту логічного рівня CMOS мікроконтролера пристрою пакуються та доставляються через мережу Ethernet за допомогою пакетів даних TCP або

UDP. Подібним чином вхідні пакети TCP або UDP розгрупуються та передаються на підключений пристрій через послідовний інтерфейс мікроконтролера. XPort Direct+ має вбудований веб-сервер для зв'язку з пристроєм через стандартний Інтернет-браузер. Веб-можливості можна використовувати для віддаленого налаштування, моніторингу в реальному часі, оновлення та усунення несправностей.

XPort має 512 Кб на модулі Flash для веб-сторінок і оновлень прошивки. Цей повністю інтегрований і готовий до розгортання модуль також включає 10/100 MAC/PHY, 256 Кб SRAM і роз'єм RJ45 [24]. Технічні дані та конфігурація XPort можуть бути знайдені в інтернеті.

XPort має один послідовний порт і три контакти вводу/виводу, які можна конфігурувати. Він працює від 3,3 В, постійного струму, а не від 5 В. Щоб використовувати його з PIC або подібними мікропроцесорами, які мають можливість послідовного зв'язку TTL, я створив схему для перетворення з 5 В на 3,3 В.

На рис. 3.12 показано схему несучої плати XPort. Вхід +5 В надходить на контакт 10 роз'єму J1, а земля – на контакт 1 J1.

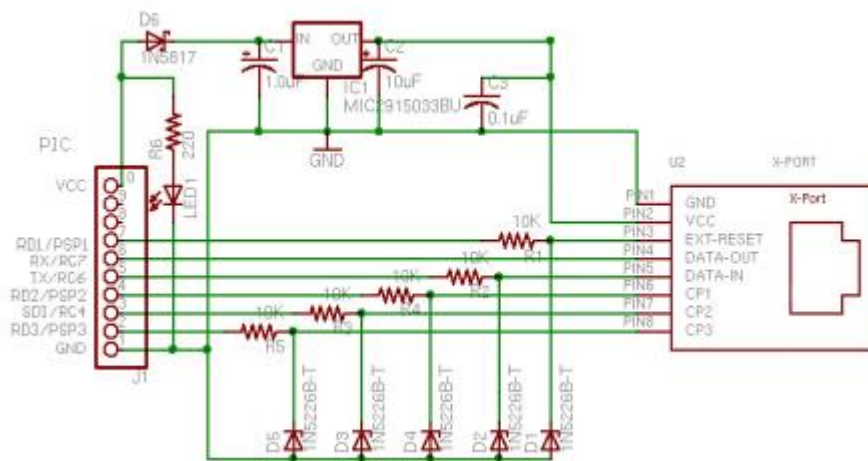


Рисунок 3.12 - Схематична несуча плата XPort

- Датчик присутності з подвійною технологією (DT-200): Watt Stopper DT-200 датчиків присутності з подвійною технологією поєднують передові

пасивні інфрачервоні (PIR) та ультразвукові технології в одному пристрої. Поєднання цих технологій допомагає усунути проблеми помилкового запуску навіть у складних програмах, як показано на рис. 3.13.

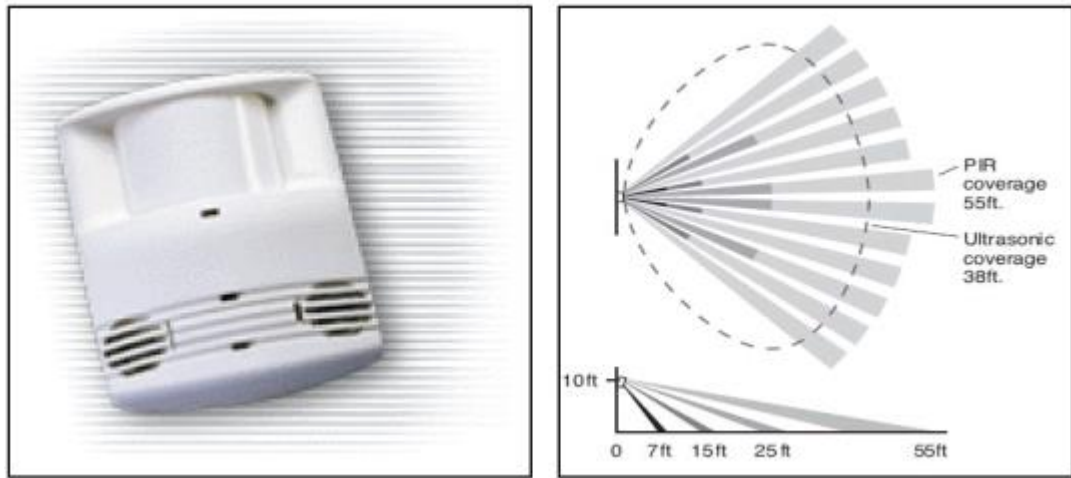


Рисунок 3.13 - а) Датчик DT-200 Dual Technology. б) Зона покриття

DT-200 пропонує численні режими роботи, які можна комбінувати для створення ідеального індивідуального керування. Датчики можна налаштувати так, щоб увімкнути освітлення та утримувати його, поки одна або обидві технології виявляють присутність. Після того, як рух не буде виявлено протягом указаного користувачем часу або час SmartSet (від 5 до 30 хвилин), протягом якого світло вимикається. Датчики DT-200 також мають ізольоване реле з нормально відкритим і нормально закритим для інтеграції з HVAC і BAS.

- Блок живлення: у більшості систем датчиків присутності та освітленості джерело живлення та реле складаються в один блок, який іноді називають блоком живлення або комутатором. Ми створили схему підключення блоку живлення. і датчик, як показано на рис. 3.14.

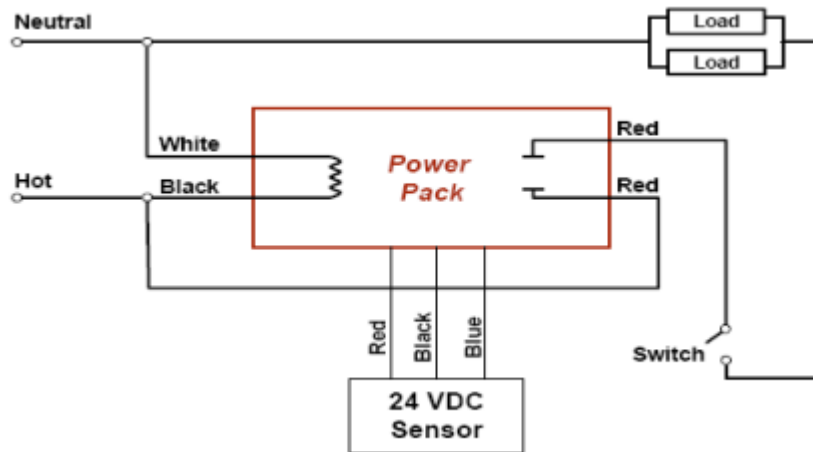


Рисунок 3.14 - Схема підключення блоку живлення

3.4. Переваги мережевого керування

Технологія Device Server дозволяє підключати ізольований пристрій до кампусу чи корпоративної мережі. Існує кілька причин для об'єднання цих пристроїв у мережу:

1. Простота встановлення та обслуговування.

Мережіві з'єднання, як правило, заповнюють кожне місце кампусу чи корпоративного сайту. Куди б ви не пішли, порт доступу до мережі зазвичай поруч.

Це означає, що пристрій у будь-якому місці можна підключити до мережі та отримати доступ з будь-якого іншого місця в локальній мережі або навіть через Інтернет [26]. Оскільки мережі розширюються на велику довжину за допомогою комутаторів, концентраторів і конвертерів, з'єднання стає доступним для тих областей, які раніше потребували довгих виділених послідовних кабелів.

2. Управління з будь-якого місця.

Мережні менеджери тепер мають у своєму розпорядженні величезну кількість інструментів для забезпечення ефективної роботи мережі. SNMP (включаючи MIB) — це стандартизований протокол керування, що надає

проактивну інформацію про керування, що виникає в результаті постійного моніторингу процесу. Багато постачальників, наприклад HP (HPOpenview) і SUN (SunNetmanager), мають добре розроблені пакети програмного забезпечення для керування мережею, тоді як більшість постачальників підтримують прості інтерфейси керування через telnet або меню. Ці протоколи підтримуються через Інтернет, дозволяючи мережевому менеджеру переміщатися за бажанням, буквально по всьому світу, і все ще мати доступ до пристрою.

3. Надійний доступ до управління.

Корпоративні та кампусні мережі стали дуже ретельно перевірятися. У більшості великих мереж 24-годинне технічне обслуговування та моніторинг здійснюються, щоб забезпечити належну роботу мережі. Мережеві протоколи, призначені для доставки даних, забезпечують надходження інформації від вузла до вузла. Маршрутизовані мережі забезпечують кілька шляхів для доставки даних. Нове програмне забезпечення, здатне вимірювати якість обслуговування, допомагає менеджеру мережі налаштувати топологію мережі, щоб забезпечити вільний перетік даних між пристроями практично весь час. Усі ці причини разом роблять керування через мережу одним із найнадійніших способів керування віддаленим пристроєм.

4. Зниження витрат на управління.

Завдяки надійному інструменту віддаленого керування мережеві менеджери можуть оптимізувати свої вимоги щодо персоналу та усунення несправностей до централізованої або навіть автоматизованої системи. Функції управління на основі стандартів, такі як SNMP, максимізують інвестиції в програмне забезпечення та пристрої аналізу, засновані на цьому протоколі [26]. Навіть просту техніку керування, таку як ping або telnet для підтвердження того, що вузол живий, можна запустити зі сценарію. Завдяки схемі управління, заснованій на встановлених стандартах, менеджери мережі можуть краще навчати внутрішній персонал і легше наймати нових

співробітників із відомим рівнем навичок стосовно пакету керування. Краща технологія управління та кращий персонал призводять до менших витрат для менеджера мережі.

3.5. Контроль і управління освітленням

У вище у розділі ми проілюстрували розробку та аналіз системи, включаючи опитування базових даних, впровадження та результати. У цьому підрозділі ми об'єднуємо всі частини системи за допомогою веб-програмного забезпечення, яке називається програмним забезпеченням віддаленої системи моніторингу (M.R.S), яке керує та контролює систему освітлення в університетських будівлях з будь-якого іншого місця в локальній мережі або навіть через Інтернет.

3.6. Програмні компоненти

Програмне забезпечення для керування та контролю освітлення в університетах включає набір завдань, які охоплюють усі питання моніторингу та керування системою освітлення. Блок-схема списку для відображення головного екрана даних показано на малюнку 7.1, вони доступні в інтерфейсі користувача для вибору будь-якого процесу, яким потрібно керувати.

У розробці та програмуванні цього програмного забезпечення ми використовуємо мову PHP. PHP є однією з найпопулярніших мов сценаріїв на стороні сервера, що працює сьогодні, яку можна вставляти в HTML. Він використовується для створення динамічних веб-сторінок, які взаємодіють з користувачем, він пропонує багато переваг; він швидкий, стабільний, безпечний, простий у використанні та з відкритим кодом.

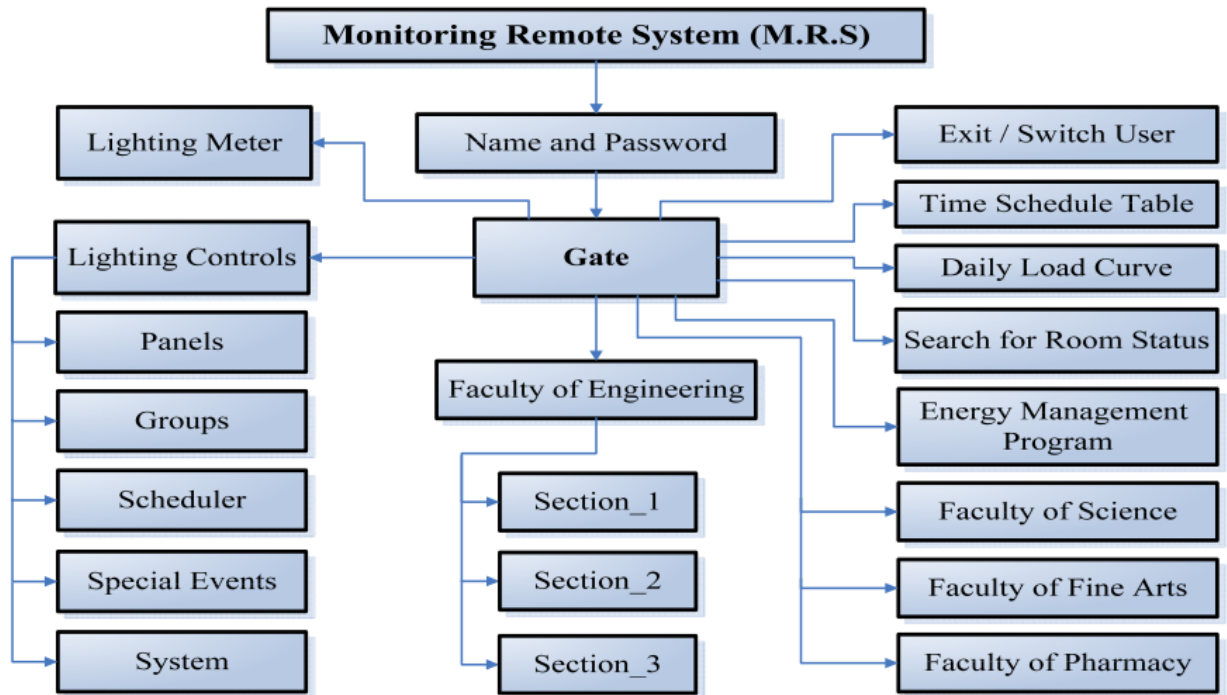


Рисунок 3.15 - Блок-схема основного екрану даних

Ще однією важливою перевагою РНР є його здатність підключатися. РНР використовує модульну систему розширень для взаємодії з різними бібліотеками, такими як графіка, XML, шифрування тощо. Крім того, програмісти можуть розширити РНР, написавши власні розширення та скомпілювавши їх у виконуваний файл, або вони можуть створити свій власний виконуваний файл і завантажити його за допомогою РНР.

Він також може використовуватися з великою кількістю систем керування реляційними базами даних, працює на всіх найпопулярніших веб-серверах і доступний для багатьох різних операційних систем.

Блок-схему основних процедур нашого програмного забезпечення показано на рис. 3.16.

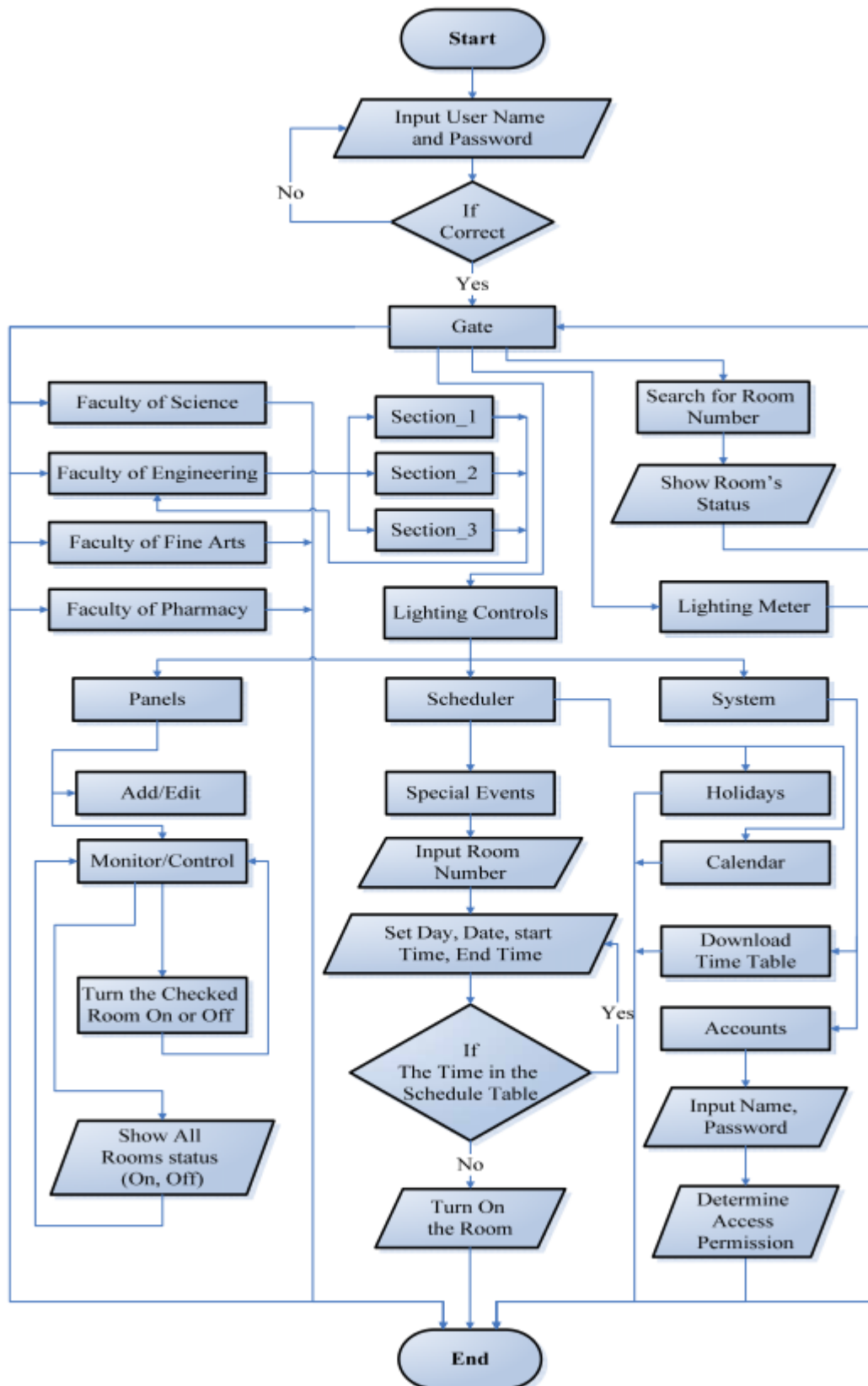


Рисунок 3.16 - Блок-схема основних функцій програмного забезпечення.

Процедури керування освітленням показано на рис. 3.17.

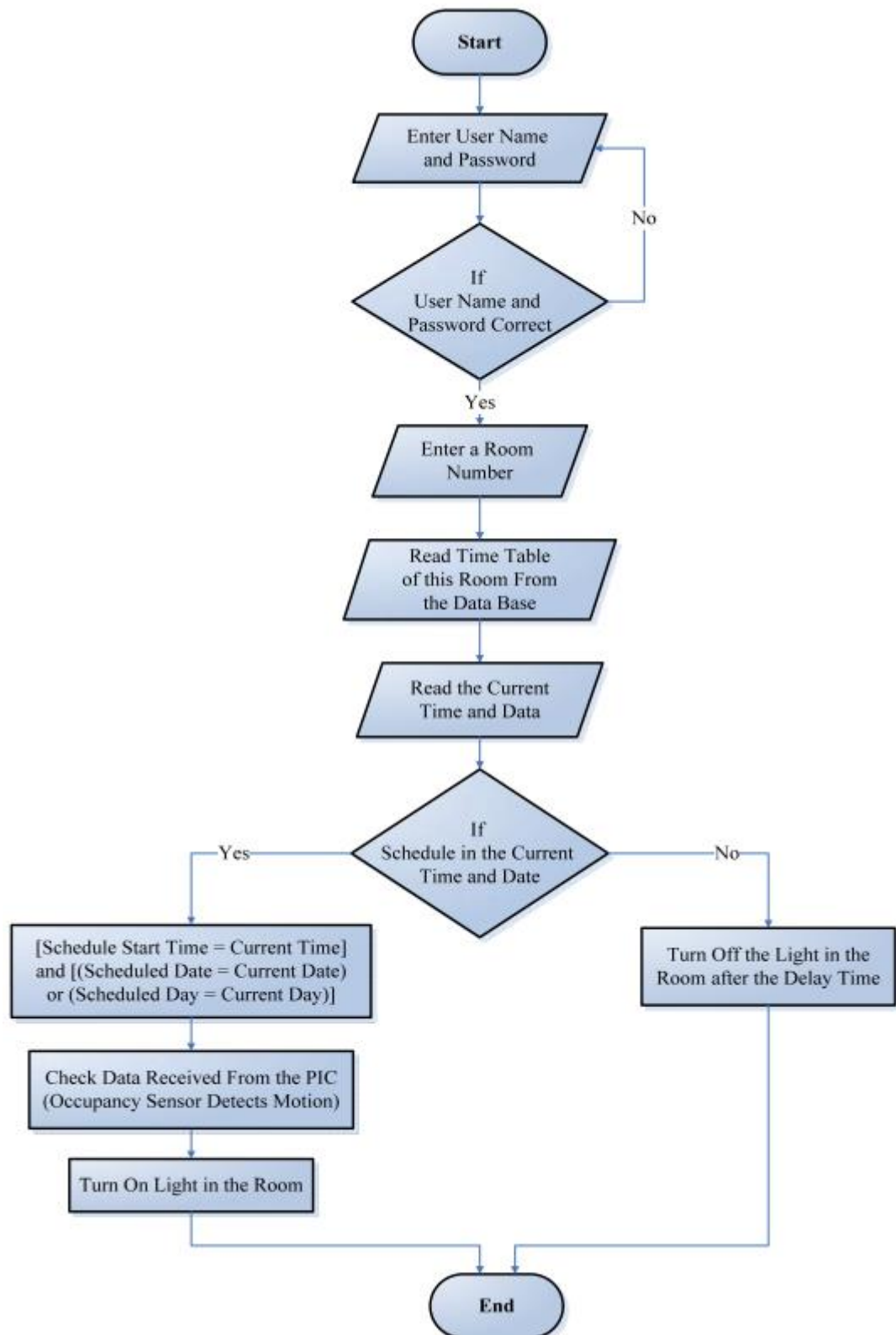


Рисунок 3.17 - Блок-схема процедур керування освітленням.

3.7. Розробка програмного забезпечення

Існує багато аспектів, які слід враховувати при розробці веб-програмного забезпечення. Важливість кожного має відображати цілі, яких програмне забезпечення намагається досягти. Деякі з цих аспектів:

- Розширюваність: до програмного забезпечення можна додати нові можливості без серйозних змін базової архітектури.
- Надійність: програмне забезпечення здатне працювати під навантаженням або терпіти непередбачувані чи недійсні введення.
- Надійність: програмне забезпечення здатне виконувати необхідну функцію за встановлених умов протягом певного періоду часу.
- Відмовостійкість: програмне забезпечення стійке до збоїв компонентів і здатне відновлюватися після них.
- Безпека: програмне забезпечення здатне протистояти ворожим діям і впливам.
- Ремонтпридатність: програмне забезпечення можна відновити до заданого стану протягом визначеного періоду часу.
- Сумісність: програмне забезпечення може працювати з іншими продуктами, які розроблені для взаємодії з іншим продуктом.
- Модульність: отримане програмне забезпечення складається з чітко визначених незалежних компонентів. Це призводить до кращої ремонтпридатності. Потім компоненти можуть бути реалізовані та випробувані окремо перед інтеграцією для формування бажаної системи програмного забезпечення. Це дозволяє розділити роботу в проекті розробки програмного забезпечення.

Основні екрани програмного забезпечення показано на рис. 3.18 і 3.19.



Рисунок 3.18 - Домашня сторінка програмного забезпечення

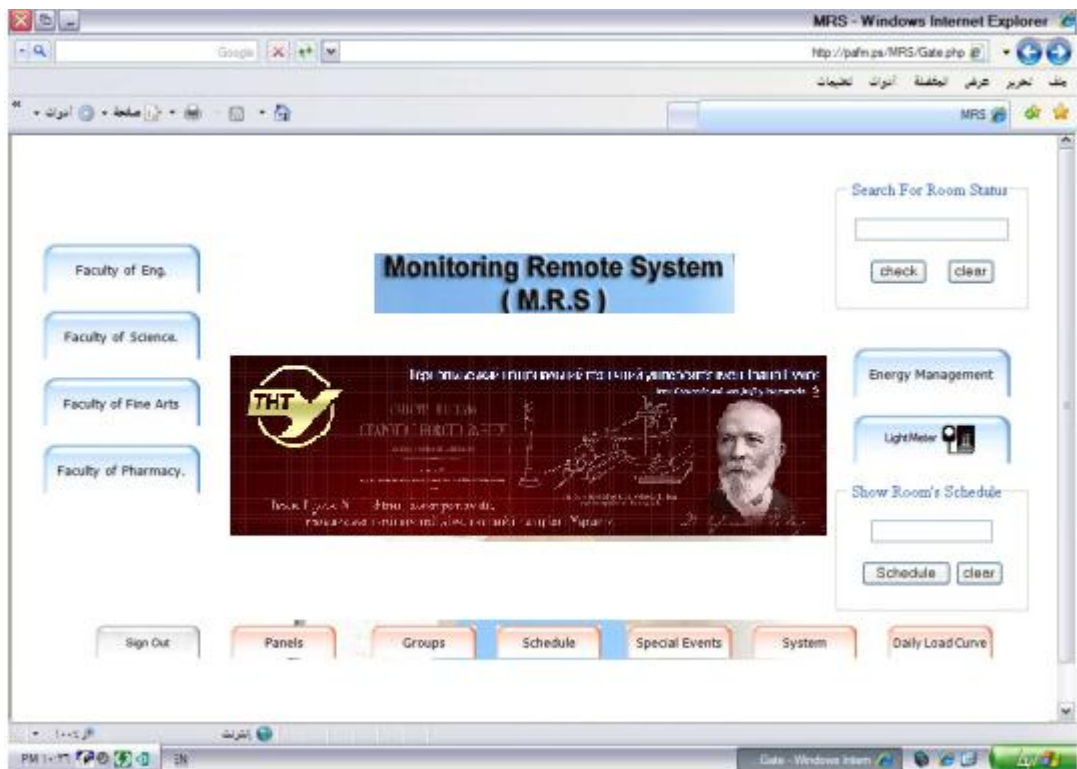


Рисунок 3.19 Головний екран програмного забезпечення

На рис. 3.20 і 3.21 показані процедури керування освітленням, які залежать від таблиці розкладу кімнат і шаблону зайнятості.

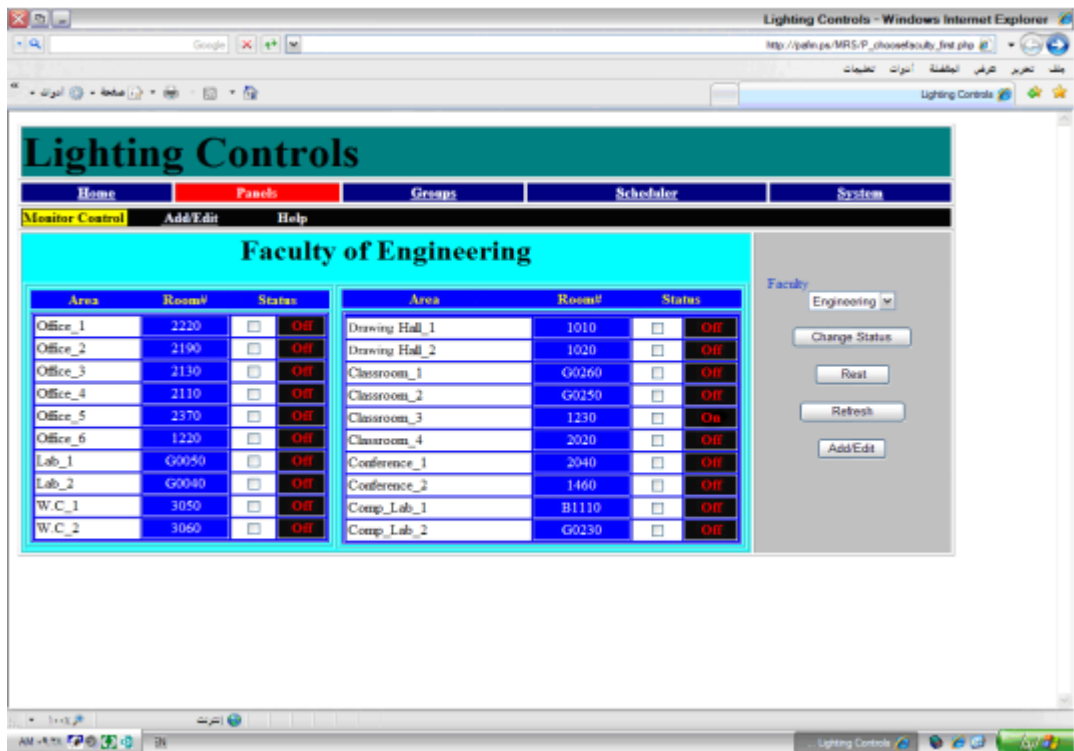


Рисунок 3.20 - Програмне керування освітленням

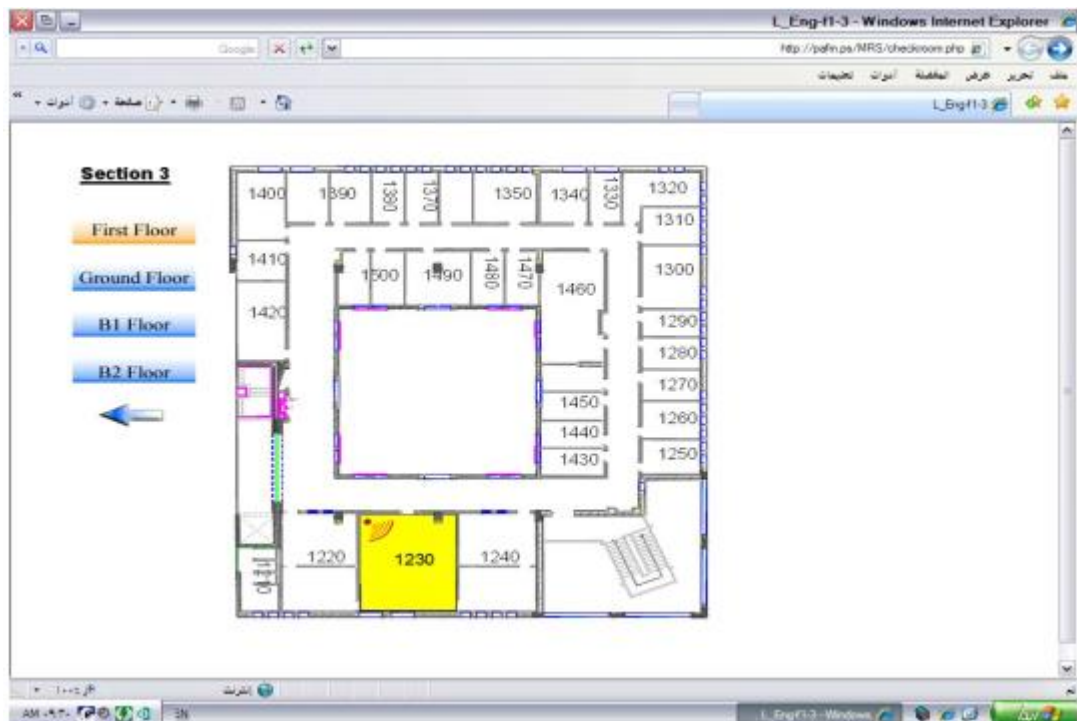


Рисунок 3.21 - Монітор освітлення кімнати

3.8. Принцип роботи програмного забезпечення

Веб-програмне забезпечення має кілька функцій, які досягли бажаних цілей. Основною функцією є вмикання та вимикання світла, залежно від таблиці розкладу району та схеми заповнюваності, таблиця розкладу завантажується з серверу університету на початку кожного семестру, наприклад, світло вмикається в аудиторія, коли дві умови досягаються разом: (1) у цей час йде лекція, (2) датчик присутності виявляє рух (студенти входять до кімнати), інакше світло залишається вимкненим, навіть якщо одна з попередніх умов перевіряється. . За допомогою цього сценарію ми можемо досягти максимально можливої економії в класах.

Ще одна чудова функція, яку надає програмне забезпечення, — це спеціальні події. Ця опція дозволяє викладачам перевизначати попередній сценарій, якщо вони хочуть створити лекцію з таблиці розкладу, вони можуть спочатку визначити номер кімнати, потім ввести час початку, час закінчення та дату бажаної лекції та надішліть цю інформацію, програмне забезпечення перевірить цю інформацію, щоб переконатися, що вони не суперечать таблиці розкладу.

Контроль моніторингу дозволяє користувачеві контролювати факультети університету, відображаючи всі аудиторії вибраного факультету та його статус, як показано на рис. 3.20, або шукаючи певний номер аудиторії, щоб показати, чи він увімкнений чи вимкнений, як показано на попередньому рис. 3.21. .

За допомогою системних облікових записів ми можемо створювати дозволи для користувачів програмного забезпечення, є три дозволи: адміністратор, інструктор і безпека. Адміністратор має повну конфіденційність для редагування, видалення та модифікації програмного

забезпечення, інструктори також мають конфіденційність для моніторингу та призначення нових лекцій, обмежені дозволи, надані безпеці.

Програмне забезпечення також підтримує інші функції, такі як:

- Лічильник освітлення: дистанційний моніторинг освітлення в будь-якій кімнаті за допомогою вимірювача світла Extech Data logging, який підключено до панелі освітлення через послідовний порт.
- Щоденна крива навантаження: відображення кривої навантаження для будь-якої вибраної кімнати та обчислення загального споживання енергії за конкретний день.
- Енергоменеджмент: усі розрахунки енергозбереження виконуються в університетах або будь-яких інших установах, друкуючи результати в окремих таблицях, з кожним дослідженням як таким, на додаток до списку остаточних наслідків, який вказує на всі форми енергозбереження в дослідженні.
- Групи: за допомогою груп ми можемо впорядкувати всі області, які мають однакові функції, у групу, щоб застосувати до неї команду.
- Свята: ми можемо призначити загальні свята, такі як (п'ятниця, субота, Великий Байрам, Малий Байрам тощо), або будь-яке нове свято з календаря, щоб застосувати до нього певну функцію.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1. Результати досліджень автоматизованої системи та їх аналіз.

Розділ присвячено різним експериментам, які ми проводили під час розробки нашої системи. Це в основному пояснює, як нам вдалося змусити кожен компонент працювати, як очікувалося. У цьому розділі ми зосередимося на тому, як ми мали справу з PIC та послідовним інтерфейсом, конфігурацією сервера вбудованих пристроїв XPort Direct+ та його інтерфейсною платою, а також налаштуванням датчика присутності. Кінцева частина цього розділу ілюструє економічну оцінку системи, включаючи загальну вартість інвестицій і простий період окупності (S.P.B.P).

Тестування PIC і послідовного інтерфейсу

Спочатку ми побудували схему PIC і послідовний інтерфейс на тестовій платі, щоб переконатися, що він працює добре, як показано на рис. 4.1, потім ми підключили його до ПК через послідовний порт, щоб встановити програму на PIC, що необхідний для взаємодії з датчиками. Нарешті, ми підключаємо PIC і послідовний інтерфейс до прямого сервера вбудованих пристроїв XPort, цей комплект показаний на рис. 4.2.

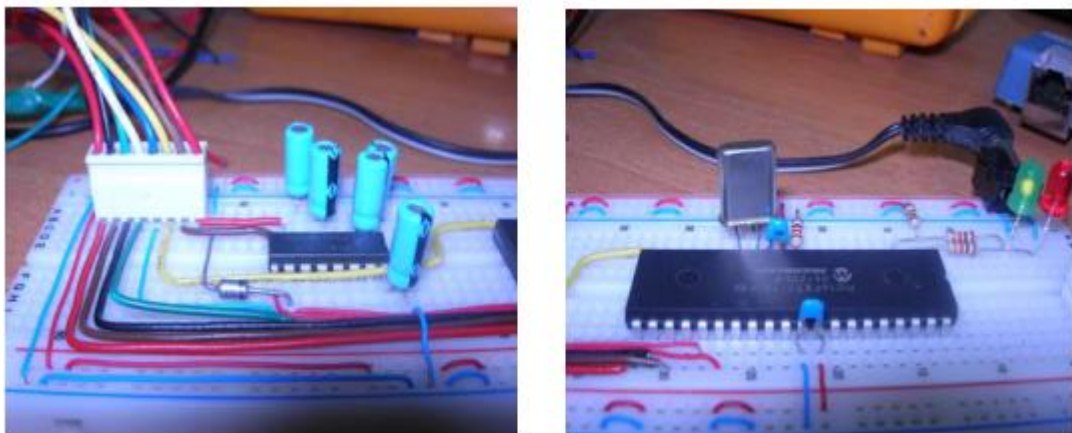


Рисунок 4.1. - Тестова плата PIC16F877 і MAX232.

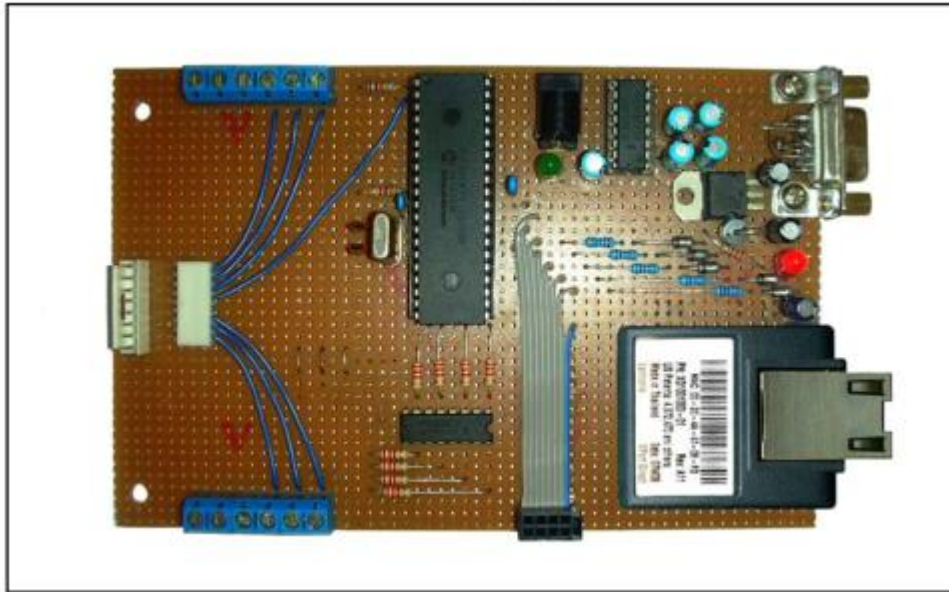


Рисунок 4.2 - Набір керування освітленням.

Попередній набір, який я розробив для заміни на набір, який підтримує Lantronix, необхідний для налаштування XPort, тому, розробляючи цей набір, ми заощаджуємо приблизно 100 доларів США.

Тестування датчика присутності. Регулювання введення в експлуатацію.

Більшість датчиків присутності потребують введення в експлуатацію після встановлення, щоб адаптувати датчик до конкретного простору. Введення в експлуатацію зменшує кількість помилкових увімкнень і помилкових вимкнень. Помилкове вимкнення виникає, коли датчик присутності вимикає світло, коли простір все ще зайнятий. Помилкове ввімкнення виникає, коли датчик вмикає освітлення, коли простір не зайнятий. Практично всі датчики дозволяють регулювати чутливість і час затримки. Регульовальний пристрій повинен бути розташований так, щоб він був доступний для підрядника, який виконує введення в експлуатацію, але не настільки доступний, щоб неавторизований персонал міг втручатися в нього, як показано на рис. 4.3.

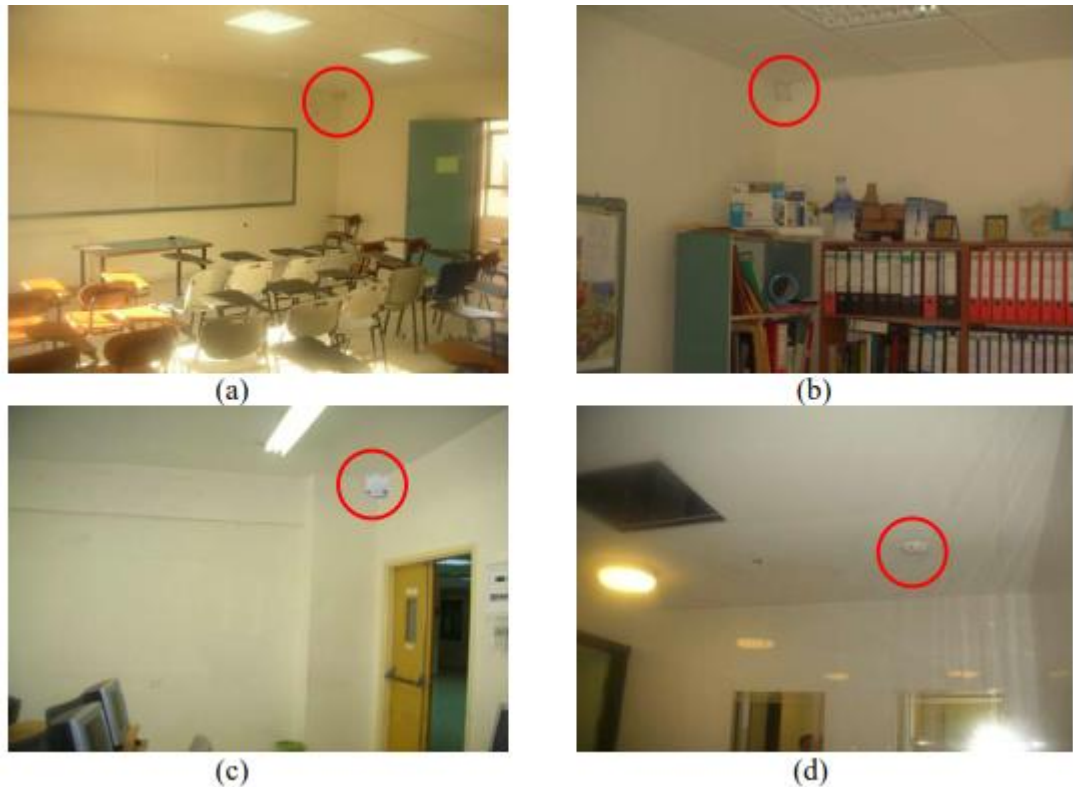


Рисунок 4.3 - Розташування датчика: а) Класна кімната, б) Офіс, с) Лабораторія, d) вбиральня.

Чутливість до руху

За допомогою регулювання чутливості датчик можна точно налаштувати відповідно до дій, які виконуються в просторі, наявності повітряних потоків або протягів, а також відстані датчика від людини, яку виявляють. Якщо чутливість встановлено правильно для програми, помилкові вимкнення та увімкнення будуть зведені до мінімуму.

Датчики зазвичай стикаються зі змінними умовами навколишнього середовища, що може вплинути на їхню здатність виявляти рухоме тепло. Деякі датчики мають функцію регулювання чутливості, яка допомагає датчику працювати стабільніше протягом року. Діапазон регулювання цієї чутливості зазвичай становить 80–120%. Якщо є помилкове виявлення, датчик автоматично підвищить чутливість виявлення.

Регулювання часу очікування

Регулювання часу затримки дозволяє змінювати період часу між моментом, коли датчик востаннє виявляє присутність, і моментом, коли він вимикає світло (часто званий періодом очікування). Багато систем поставляються із заводськими налаштуваннями з 10-хвилинним тайм-аутом, що є розумним для багатьох програм. Якщо освітлення часто вмикається через те, що мешканці часто входять і виходять з приміщення, час затримки можна встановити довше, щоб зменшити потенційне скорочення терміну служби лампи.

Датчик присутності DT-200 з подвійною технологією може адаптувати час очікування відповідно до моделей використання в кімнаті (SmartSet). Якщо приміщення використовується рідко, датчик встановить коротку затримку. Якщо приміщення використовується частіше, час затримки подовжується.

Розподіл денного світла

Елементи керування денним освітленням працюють від системи зовнішнього електричного освітлення; акцентне освітлення зазвичай розміщується за розкладом, а робочим освітленням можна керувати вручну або визначати присутність за допомогою одного з новіших персональних засобів керування освітленням.

Іноді розподіл денного світла здається рівномірним по всьому простору. Але частіше рівень денного освітлення змінюється в просторі в залежності від відстані від прорізів денного світла. Інтенсивність і розподіл денного світла також змінюються з часом залежно від години доби, пори року, стану неба (ясне чи хмарне) і стану жалюзі та затінюючих пристроїв. На рис. 4.4 показаний зразок розподілу освітлення, який вимірюється світломіром Extech Data logger для аудиторії № 1230. Цей рисунок показує високий потенціал для денного освітлення в аудиторіях, а також для різних частин університету. На рисунку здається зрозумілим, що надлишок денного світла становить приблизно 1600 люкс, коли світло ввімкнено, це вище, ніж

стандарт освітлення для класу, який становить 300-500, як показано в додатку 1, навіть із вимкненим світлом. освітленість вище стандартів, це підтримує 4% (зайнятий і вимкнений), отримані в таблиці 4.1.

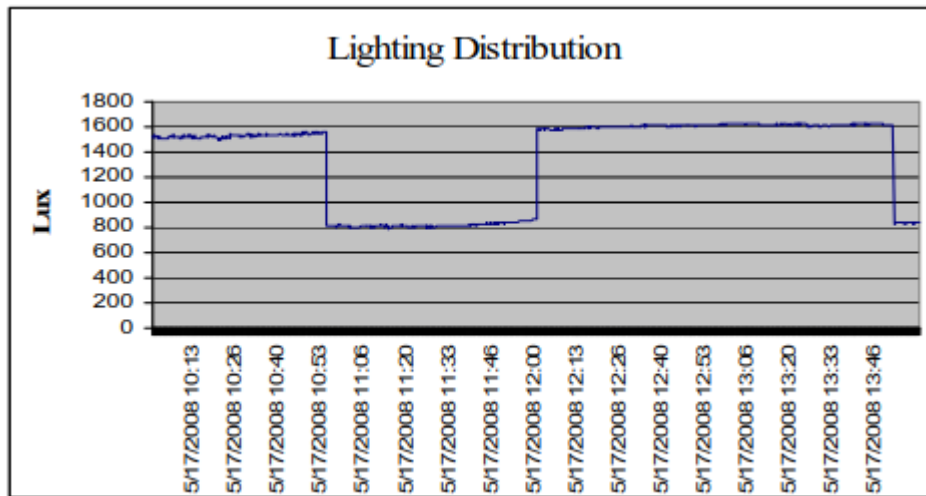


Рисунок 4.4 - Розподіл освітлення аудиторії

У результаті датчик присутності DT-200 Dual Technology з рівнем освітленості вимикає освітлення, паралельне вікну, під час наявності денного освітлення, отримане збереження буде показано в таблиці 4.2.

Конфігурація XPort

Існує кілька способів налаштування пристроїв Lantronix. Для початкового налаштування найпростіше це зробити послідовно. Ми підключаємо послідовний порт1 пристрою (контакти 4 і 5 на XPort) до послідовного порту ПК через мікросхему MAX232. Ми відкриваємо термінал Nureg для підключення до послідовного порту на ПК за номером 9600-8-N-1. І ми відкриваємо послідовний порт на комп'ютері, потім, утримуючи клавішу «x», ми включаємо живлення пристрою, з'явиться меню, яке дозволяє змінювати різні налаштування XPort, як показано на рис. 4.5.

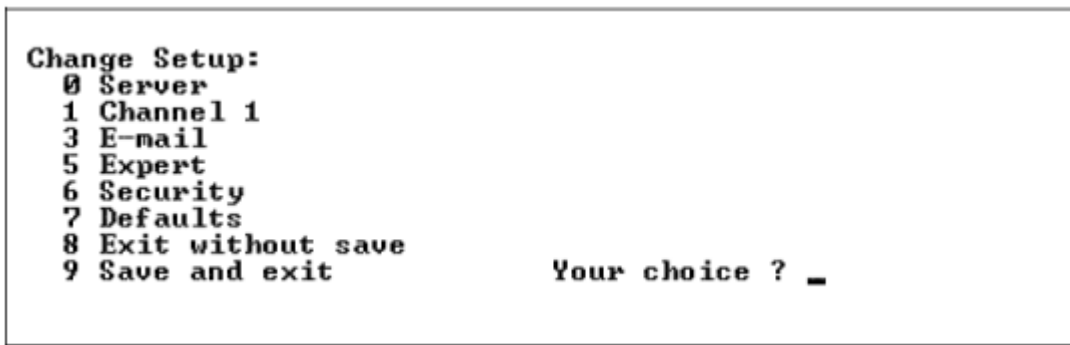


Рисунок 4.5 - Параметри меню налаштування

Енергозбереження та економія коштів завдяки нашій системі

Більшість датчиків присутності оснащені функцією змінної затримки часу, щоб регулювати проміжок часу між останнім виявленим рухом і вимкненням ламп. Це дозволяє налаштувати датчик відповідно до програми, щоб зменшити ймовірність вимкнення ламп, коли кімната зайнята, але незначні рухи не виявляються. Регулювання часу затримки створює компроміс між економією енергії та уникненням скарг мешканців. Довші затримки зменшують частоту скарг мешканців. Коротші затримки збільшують енергозбереження (особливо в приміщеннях, які рідко та короткочасно зайняті). Виробники повідомляють про налаштування часу затримки від кількох секунд до понад 30 хвилин.

Щоб дослідити вплив затримки часу на енергозбереження, сценарії керування для 5, 10, 15 і 20-хвилинних затримок були змодельовані для кожного застосування.

У таблиці 4.1 наведено описову статистику для площі приміщення, підключеного освітлювального навантаження та щільності потужності для кожного застосування.

Таблиця 4.1

Описова статистика для площі приміщення, підключеного освітлювального навантаження та щільності потужності для кожного застосування

Application	Sample size		Area (m ²)	Connected lighting load (W)	Power density (Lux)
Classroom	8	Minimum	39	504	340
		Maximum	85	972	780
		Average	65	787	520
		σ	18.7	161.4	137
Drawing Hall	6	Minimum	109	792	1,000
		Maximum	125	1296	1,300
		Average	114	1,008	1,166
		σ	5.1	182	121.5
Private Office	10	Minimum	7	144	300
		Maximum	43	648	830
		Average	20	309	478
		σ	13.3	201.8	163
Laboratory	4	Minimum	86	846	580
		Maximum	164	1440	500
		Average	121	1100	545
		σ	32.4	203.6	34.2
W.C	4	Minimum	10	108	250
		Maximum	20	336	380
		Average	15	208	307
		σ	4.5	95.3	56.7

Як показано в таблиці 4.2 і на основі кривих навантаження, отриманих за допомогою програмного забезпечення, оцінки економії були значними для всіх типів простору (від 17 до 45%), що ілюструє те, що як програма, так і вибір тимчасової затримки суттєво впливають на кількість доступних заощадження. Для цього набору даних класні кімнати продемонстрували найвищу загальну економію, за якою йдуть зали для малювання, лабораторії, приватні кабінети та туалети. Діапазон заощаджень між найкоротшим і найдовшим налаштуваннями тайм-ауту також змінювався залежно від програми через відмінності в моделях зайнятості між програмами.

Таблиця 4.2

Вплив часової затримки на економію енергії та витрат за загальний період моніторингу

Application	Total daily energy use (kWh)	Energy saved compared to baseline (%)	Annual energy cost (NIS)	Annual energy cost reduction (NIS)
Classroom				
Baseline	6.77	---	8,895.78	---
5-minute	3.74	45%	4,914.36	3,981.42
10-minute	4.08	39%	5,361.12	3,534.66
15-minute	4.43	34%	5,821.02	3,074.76
20-minute	4.77	29%	6,267.78	2,628.00
Drawing Hall				
Baseline	6.75	---	8,869.50	---
5-minute	3.89	42%	5,111.46	3,758.04
10-minute	4.25	37%	5,584.50	3,285.00
15-minute	4.60	31%	6,044.40	2,825.10
20-minute	4.94	27%	6,491.16	2,378.34
Private Office				
Baseline	1.49	---	652.62	---
5-minute	0.52	35%	227.76	424.86
10-minute	1.04	30%	455.52	197.1
15-minute	1.13	24%	494.94	157.68
20-minute	1.20	19%	525.60	127.02
Laboratory				
Baseline	6.86	---	9,014.04	---
5-minute	4.10	40%	5,387.40	3,626.64
10-minute	4.47	35%	5,873.58	3,140.46
15-minute	4.84	29%	6,359.76	2,654.28
20-minute	5.21	24%	6,845.94	2,168.10
W.C				
Baseline	1.93	---	2,536.02	---
5-minute	1.27	34%	1,668.78	867.24
10-minute	1.39	28%	1,826.46	709.56
15-minute	1.48	23%	1,944.72	591.30
20-minute	1.60	17%	2,102.40	433.62

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Розробка програмного забезпечення для енергозбереження

У попередньому розділі ми проілюстрували методи, що використовуються для збереження енергії, перетворивши їх на математичні моделі, які використовувалися для визначення загальної економії енергії за кожною можливістю в нашому дослідженні, і завершивши це в цьому розділі, розробивши програмне забезпечення, в якому всі розрахунки енергозбереження виконуються в університетах або будь-яких інших установах, друкуючи результати в окремих таблицях, з кожним дослідженням як таким, на додаток до списку остаточних наслідків, який вказує на всі форми енергозбереження в нашому дослідженні.

Використання комп'ютерного програмного забезпечення замість ручних розрахунків має численні корисні ефекти, зокрема:

- Табулювання великої кількості даних про споживання енергії.
- Зводить до мінімуму помилки розрахунків.
- Надає надійні та акуратно організовані дані для використання в аналізі та пост- усунення несправностей модернізації.
- Пропорційна оцінка даних, щоб надати цифри споживання за календарний місяць (на відміну від розрахункових періодів різної тривалості).
- Показ останніх тенденцій в обліку використання енергії для економії, досягнутої програмою енергетичної модернізації, включаючи документування та коригування впливу погоди та інших незалежних змінних.

5.1 Програмні компоненти

Програмне забезпечення для енергозбереження в університетах включає набір часткових програм для певних навчальних випадків. Це включає освітлення, кондиціонування повітря, підвищення коефіцієнта потужності, підвищення ефективності котлів і відшкодування витрат капіталу. Основний екран даних показаний на рис. 5.1.



Рисунок 5.1 - Відображення головного екрана даних програми енергоменеджменту

Блок-схема дизайну списку основного екрану даних є показана на рис. 5.2.

Оскільки вони доступні в інтерфейсі користувача для вибору будь-якого процесу для реалізації. Зайве говорити, що в кожному дослідженні не

має вирішального значення обробка всіх випадків. Навпаки, ми могли вибрати будь-яке кейс-стаді самостійно відповідно до тематики.

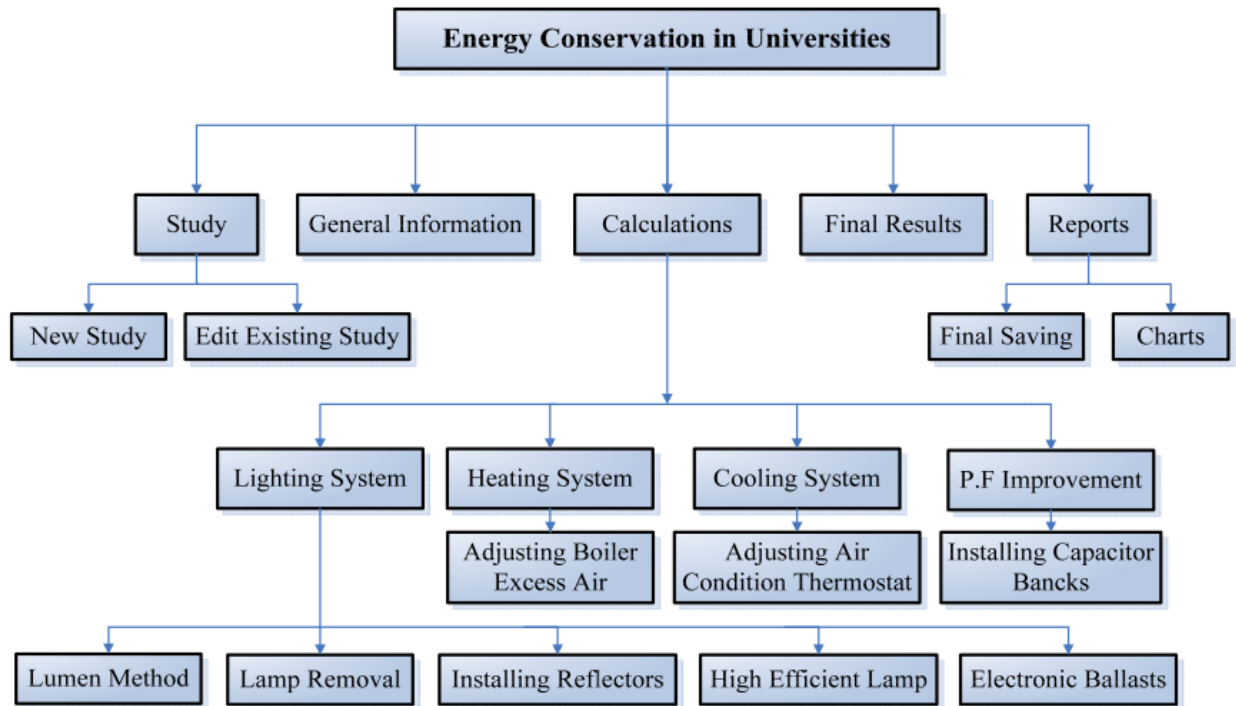


Рисунок 5.2 - Блок-схема основного екрану даних.

5.2. Мова програмного забезпечення

Під час розробки та програмування цього програмного забезпечення ми використовували Microsoft Office Excel, який є одним із найпотужніших інструментів, яка використовується для створення та форматування електронних таблиць, аналізу та обміну інформацією для прийняття більш обґрунтованих рішень. Завдяки інтерфейсу користувача Microsoft Office Fluent, розширеній візуалізації даних і представленням зведених таблиць професійно виглядаючі діаграми легше створювати та використовувати.

Нова технологія Microsoft Office Excel у поєднанні з Excel Services забезпечує значні покращення для обміну даними з більшою безпекою. Ми можемо ширше ділитися конфіденційною інформацією з іншими партнерами завдяки підвищеній безпеці. Надаючи спільний доступ до електронної

таблиці за допомогою Office Excel 2007 і служб Excel, ми можемо здійснювати навігацію, сортувати, фільтрувати, вводити параметри та взаємодіяти з поданнями зведеної таблиці безпосередньо у веб-браузері.

Цінним аспектом Excel є можливість писати код за допомогою мови програмування Visual Basic for Applications (VBA). За допомогою цього коду будь-яку функцію чи підпрограму, які можна налаштувати на базовій або подібній мові, можна запустити, використовуючи дані, взяті з електронної таблиці, а результати коду миттєво записуються в електронну таблицю або відображаються на діаграмах.

5.3 Блок-схеми заходів з енергозбереження

Ми збираємося перетворити найважливіші методи енергозбереження в університетах, які ми проілюстрували в четвертому розділі, у математичні моделі, щоб помістити їх блок-схеми. тож ми можемо реалізувати тематичне дослідження на нашому об'єкті та інших загалом.

Нагадаємо, що процес моделювання з усіх питань можна сформулювати у вигляді математичних розрахунків. Залишаються деякі питання, які за пропозиціями та порадами можна реалізувати суто адміністративними процедурами. Зауважимо, що метод моделювання полягає в тому, щоб розбити кожне питання на дві частини, одна з яких містить різноманітні види доступної інформації (номінальну, вимірну, отриману з таблиць та віртуальну), а друга містить рахунки згідно з математичними формулами моделі. для кожного випуску.

Система освітлення (люменний метод)

Цей метод базується на коефіцієнті використання, який використовується для визначення та розрахунку кількості світильників, необхідних для досягнення середньої яскравості. Це також швидкий спосіб

отримати огляд необхідної кількості світильників у кімнаті, щоб мати гарну можливість зменшити кількість світильників.

Вимоги до вхідних даних для розрахунку методу люменів:

- Фізичні характеристики приміщення, включаючи довжину, ширину та висоту.

- Коефіцієнт відбиття стелі, стін і підлоги (% світла, відбитого поверхнею кімнати).

- Висота робочої площини (тобто висота столу або висота над підлогою, на якій має виконуватися візуальна робота).

- Відстань від робочої площини до світильників.

Коефіцієнт використання (C_u) світильників: Це значення залежить від дизайну світильників і характеристик простору, де розташовані світильники.

Коефіцієнт технічного обслуговування (K_m): може бути відновлений через технічне обслуговування системи освітлення та поверхонь приміщення, амортизації лампи, факторів баласту та ефекту термічного застосування. Загальний коефіцієнт обслуговування коливається від 0,65-0,85 для баластних систем освітлення та від 0,75-0,95 для більшості систем розжарювання.

Блок-схема основної функції методу просвіту показана на рис. 5.3.

Також розподіл освітлення показано на рис. 5.4.

Система опалення

Цей метод базується головним чином на ефективності котла та споживанні палива. Заходи, що використовуються, це контроль надлишку повітря, який є найважливішим інструментом для управління енергоефективністю та атмосферними викидами системи котла.

Вимоги до вхідних даних для розрахунку системи опалення:

- Фізичні характеристики будівлі, включаючи площу, кількість поверхів, поверховість і висоту, а також огорожувальні конструкції.

- Зовнішні двері та вікна, види та орієнтація.

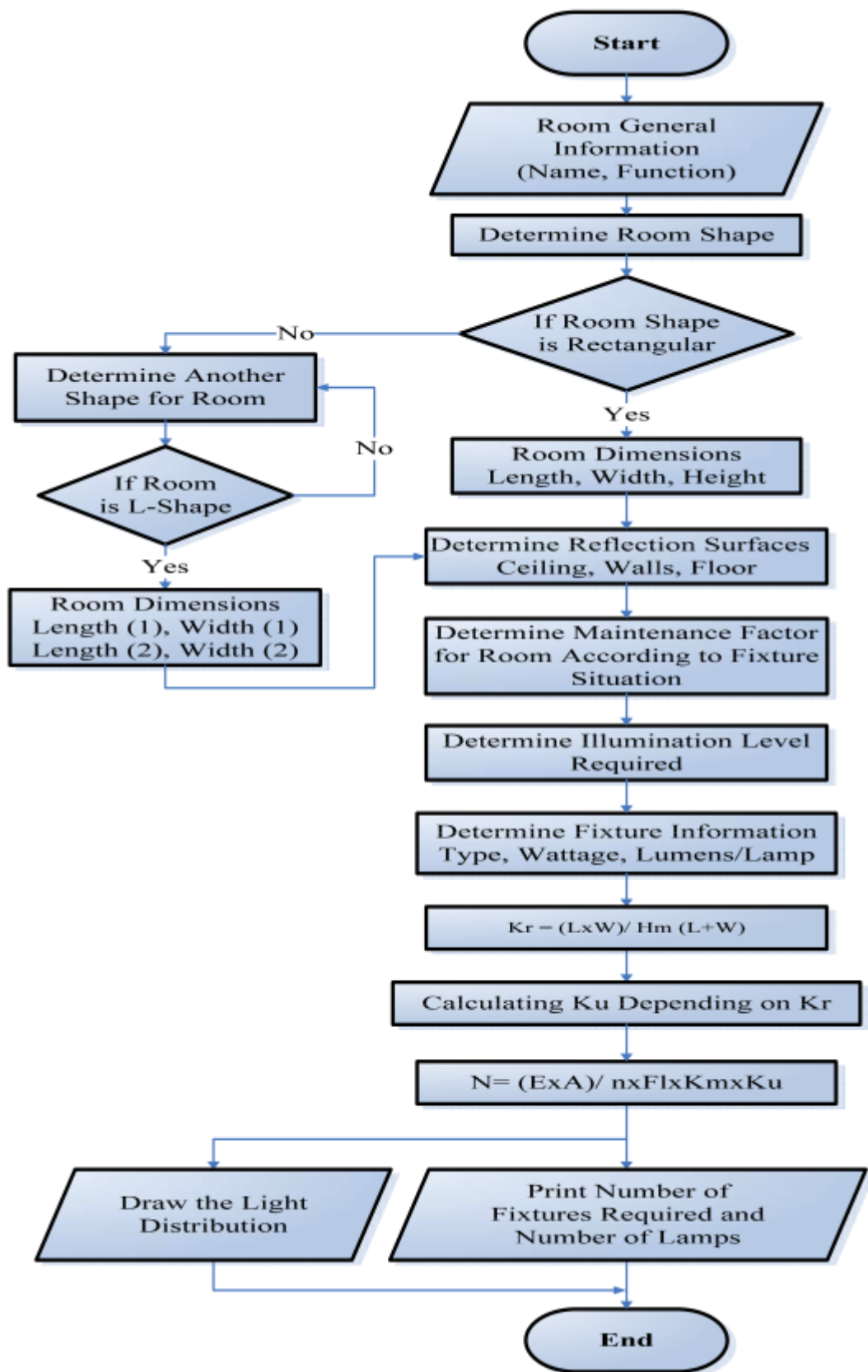


Рисунок 5.3 - Блок-схема функції Lumen Method.

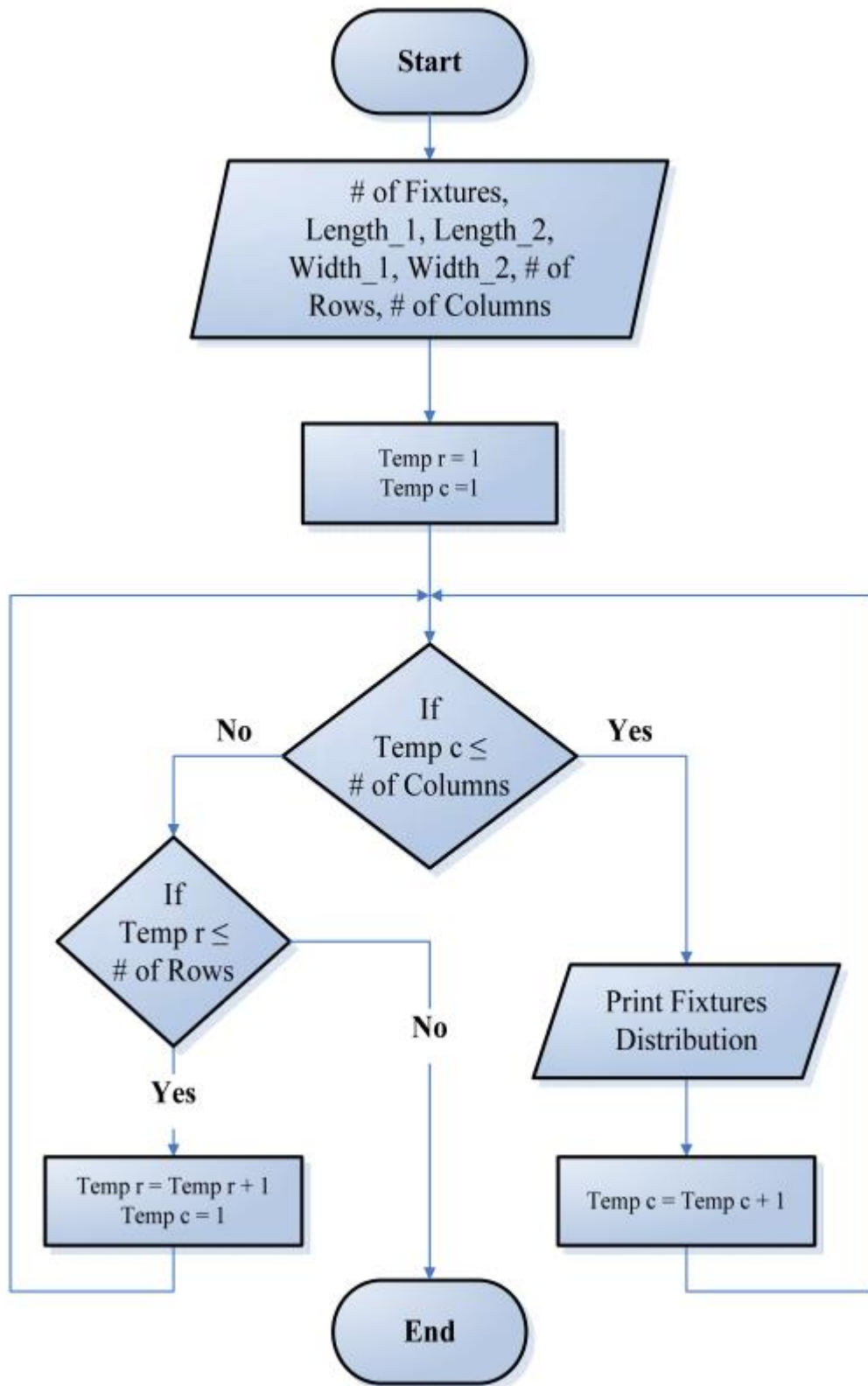


Рисунок 5.4 - Блок-схема розподілу освітлення методом люменів.

- Річна витрата палива котлами, тип палива та ціна.

- Характеристики газів димової труби котла, температура, відсоток кисню та надлишкового повітря, ефективність згоряння та втрати.
- Ефективність горіння після вдосконалення (контроль надлишку повітря).

Блок-схема основної функції системи опалення на рис. 5.5 ілюструє всі кроки, необхідні для розрахунку економії та простого періоду окупності.

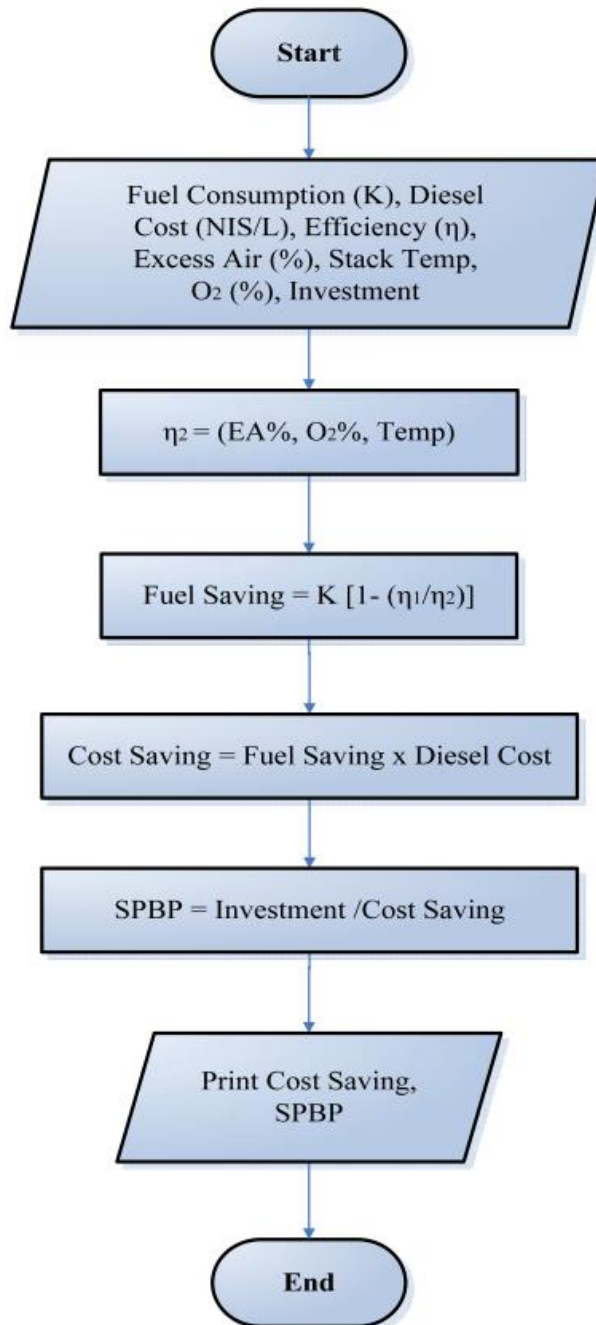


Рисунок 5.5 - Блок-схема функціонування системи опалення

Система охолодження

Цей метод базується на кількості повітряних умов, чиллерів і їхніх заданих температур. Заходи, які використовуються, полягають у контролі заданої температури кондиціонування повітря та систем охолодження відповідно до клімату в приміщенні, залежно від температури навколишнього середовища та сезонних годин роботи.

Вимоги до вхідних даних для розрахунку системи охолодження:

- Фізичні характеристики будівлі, включаючи площу, кількість поверхів, поверховість і висоту, а також огорожувальні конструкції.
- Зовнішні двері та вікна, види та орієнтація.
- Кількість кондиціонерів, чиллерів та їх номінальна потужність.
- Температура в приміщенні, навколишнього середовища та задана температура.
- Сезонний режим роботи.
- Тарифна ставка електроенергії.

Блок-схема основної функції системи охолодження на рис. 5.6 ілюструє всі кроки, необхідні для розрахунку економії та простого періоду окупності.

Покращення коефіцієнта потужності

Цей метод заснований на вимірюванні коефіцієнта потужності в установці, щоб переконатися, що він дорівнює або перевищує 92%. Оскільки низький коефіцієнт потужності є дорогим і неефективним, а також зменшує розподільчу здатність електричної системи, збільшуючи струм і спричиняючи падіння напруги.

Вимоги до розрахунку покращення коефіцієнта потужності:

- Загальне річне споживання електроенергії для об'єкта та максимальна потреба.
- Існуючий коефіцієнт потужності об'єкта.
- Ціна 1 кВАР та тарифна ставка електроенергії.

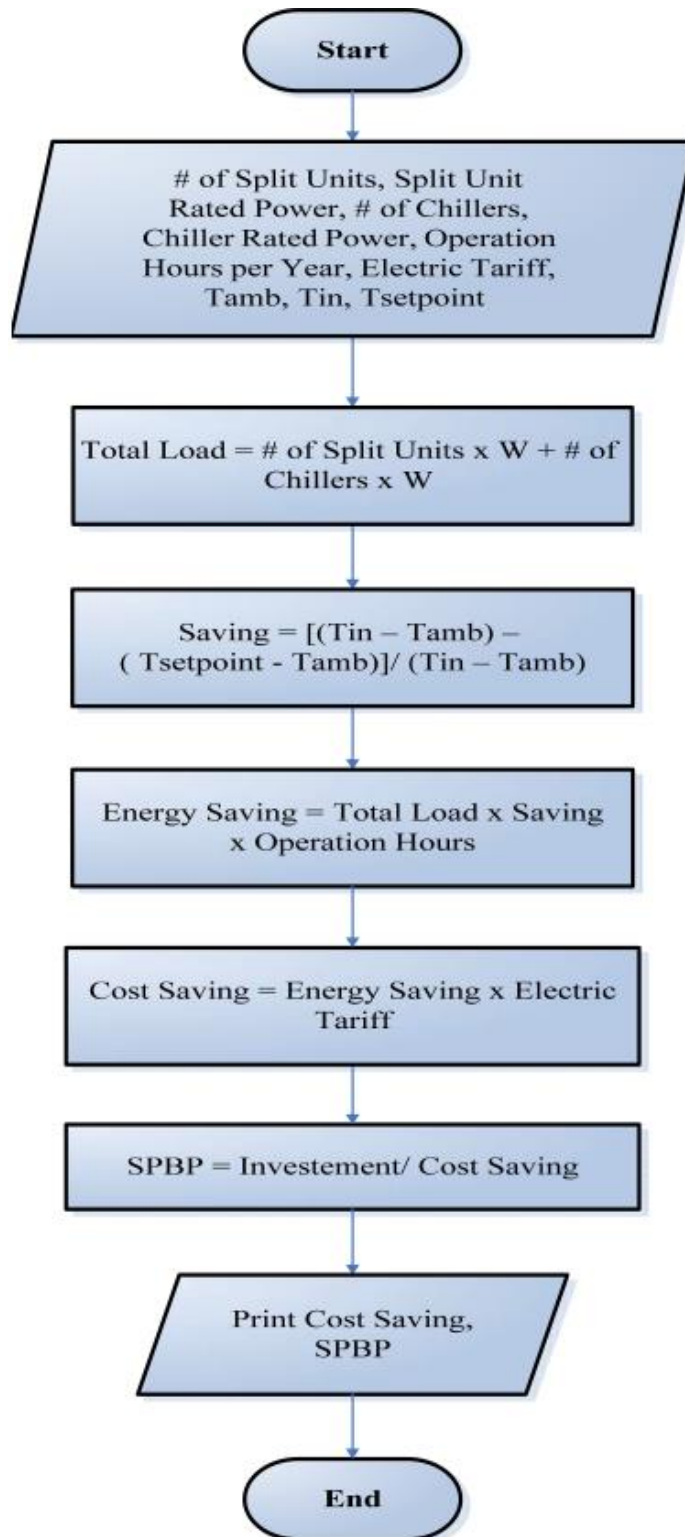


Рисунок 5.6 - Блок-схема функціонування системи охолодження.

- Відсоток штрафів в залежності від наявного коефіцієнта потужності.
- Загальна інвестиція необхідної батареї конденсаторів.

Блок-схема основної функції покращення коефіцієнта потужності на рис. 5.7 ілюструє, як ми можемо розрахувати штрафи через низький коефіцієнт потужності. Економія та простий період окупності будуть відображені в кінці процесу.

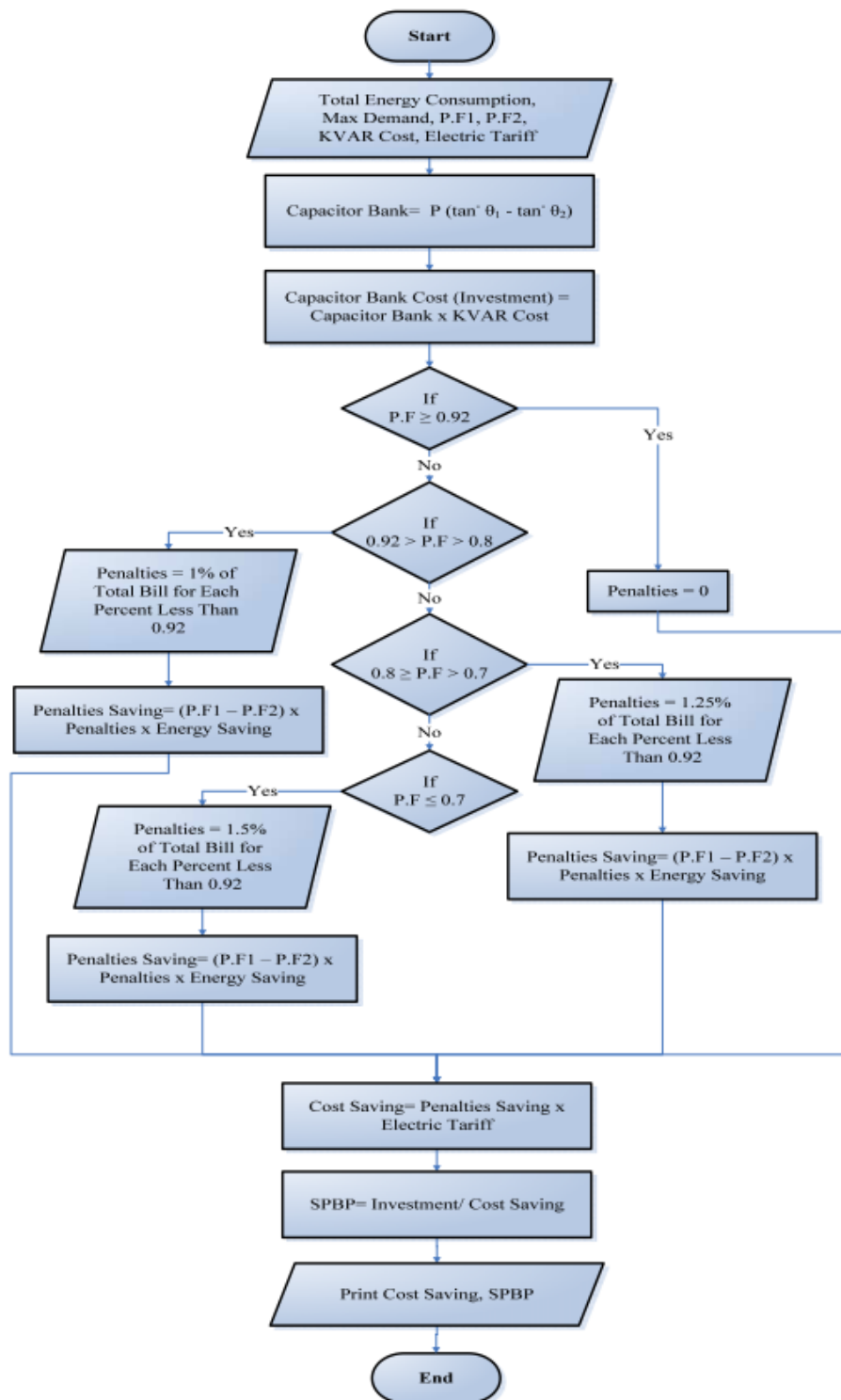


Рисунок 5.7 - Блок-схема функції коефіцієнта потужності

Перевірка програмного забезпечення

Перевірка програмного забезпечення – це процес забезпечення відповідності програмного забезпечення, що розробляється, функціональним та іншим вимогам, і кожен крок у процесі створення програмного забезпечення дає належні результати, що гарантує, що програмне забезпечення функціонуватиме належним чином.

Інформація в нашому програмному забезпеченні вводиться або безпосередньо в комірки електронної таблиці, або шляхом вибору зі спадних меню. Після того, як ми заповнимо ці основні вхідні дані, ми зможемо створити оцінку заощаджень і аналіз нашої будівлі за кілька секунд.

Усі робочі аркуші можна роздрукувати як звіти про дизайн і очікувану ефективність нашого прикладу. Таблиця 5.1 підсумовує енергетичні характеристики та результати заощаджень на інженерному факультеті, який взято як приклад нашого дослідження.

Таблиця 5.1

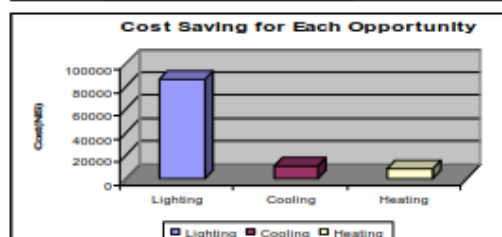
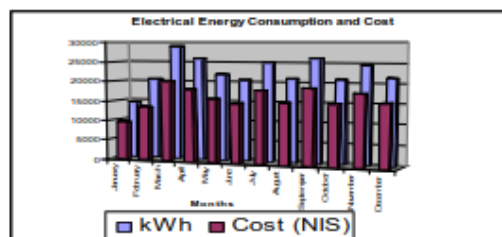
Звіт про енергозбереження

Name of Institution	National University		Address	
Name of the Building	Faculty of Engineering		Building Area	12,795 m ²
Electric Bill (kWh/year)	271,500		Electric Cost	194,291 (NIS)
Building Operation	0:08 Am to 0:16 Pm Sun-Wed			

Heating System					
Diesel Consump.(L/year)	36000	Combustion Efficiency Before	84.20%	88.40%	
		Combustion Efficiency After	87.10%	89.20%	
Total Saving (L/Year)	1,561.2	Cost Saving	8586.93 (NIS)	S.P.B.P	Immediate

Cooling System					
# of air-conditions	36	Rated Power	2 kW		
# of Chillers	1	Rated Power	11 kW		
Ambient Temperature	30	Operating Hours	600	S.P.B.P	Immediate
Indoor Temperature	21	Energy Saving	33%	Cost Saving	10,883.86
Setpoint Temperature	24	Energy Consumption Saving (kWh/year)			14,909.40

Lighting System					
Total No. of Lamps	3,914	Total Wattage	108.165 W	Consumption	17927 kWh
LAMP REMOVAL					
# of Removed Lamps	1,381	Total Wattage	33.506 W	Consumption	51843 kWh
		Cost Saving	37,845 (NIS)	S.P.B.P	Immediate
INSTALLING REFLECTORS					
# of Fixtures	110	Consumption	14256 kWh/y	Energy Saving	7128 kWh/y
		Investment	11000 (NIS)	S.P.B.P	2.1 Years
HIGH EFFIECIENCY LAMPS & BALLASTS					
# of Ballasts	2072	Watt Reduction	8,288 W	Energy Saving	14,918 kWh
# of Lamps	2072	Watt Reduction	12 W/Lamp	Energy Saving	44,755 kWh
		Cost Reduction	43,561 (NIS)	Investment	176,120
		S.P.B.P	4 Years		
LUMEN METHOD					
Room Function	Class	Room Area	56 m ²	Illumination	300 Lux
Maintenance Factor	0.65	Lamp Lumen	3100 Lumen	Fixture height	2.3 m
No. of Lamps /Fixture	2	Utilization factor	0.72	No. of Fixtures	6



This is a screenshot of a software window titled 'Lighting Distribution'. It contains several input fields for configuring lighting parameters: 'No. of Fixtures' (value: 1), 'width' (value: 1), 'length' (value: 1), 'Beam width' (value: 1), 'Beam Length' (value: 1), 'Rows removed' (value: 1), and 'Columns removed' (value: 1). A 'Back to Program' button is located at the bottom right.

This is another screenshot of the 'Lighting Distribution' software window. The main display area shows a grid of zeros (0 0 0) arranged in two rows and three columns, likely representing a calculated or simulated lighting distribution. The 'Back to Program' button is visible at the bottom right.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Організація охорони праці при експлуатації системи

Охорона праці розглядає проблеми забезпечення здорових і безпечних умов праці. Виявляє і вивчає можливі причини нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою виключення цих причин і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Завдання охорони праці є зведення до мінімуму імовірності пошкодження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Навчання працівників безпеці праці проводять відповідно до вимог, які встановлюють порядок і види навчання. На всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеню небезпеки виробництва навчання працівників проводять при підготовці нових робітників, проведенні різноманітних видів інструктажів і підвищенні кваліфікації.

Контроль за своєчасним і якісним навчанням виконує відділ охорони праці чи інженер з охорони праці, або ІТП, на якого наказом керівника підприємства покладено ці обов'язки. Ті, що вперше поступають на роботу, навчання проходять згідно з "Типовим положенням про підготовку і підвищення кваліфікації робітників". В журналі обліку навчальної роботи реєструють навчальну тему, за якою проводилось навчання.

Інструктаж працюючих поділяють на вступний, початковий, на робочому місці, повторний, позаплановий і початковий.

Вступний інструктаж з усіма, хто поступає на роботу незалежно від їх освіти і стажу роботи по даній професії, проводить інженер з охорони праці за програмою, затвердженою головним інженером підприємства, про

проведення вступного інструктажу з обов'язковим підписом того, хто проводив інструктаж і того, хто його отримував.

Початковий інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний проводить керівник робіт.

Початковий інструктаж на робочому місці проводять при прийомі на роботу нових робітників за інструкцією з охорони праці, розробленою для окремих професій або видів робіт. Всі робітники після цього інструктажу і перевірки знань 2-5 змін (залежно від навичок і стажу роботи) працюють під наглядом бригадира чи майстра, потім оформляється допуск до їх самостійної праці.

Повторний інструктаж проходять всі працівники незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи через три місяці. Його проводять з метою перевірки знання робітниками правил і норм з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять коли змінилися правила охорони праці або технологічний процес, обладнання, інструмент та інші фактори, що впливають на безпеку праці; коли працівники порушують правила охорони праці, що можуть призвести чи призвели до травм, аварій чи пожежі, вибуху. Його проводять індивідуально чи з групою робітників однієї професії за програмою початкового інструктажу на робочому місці. При його реєстрації вказують причину, яка спричинила його проведення.

Умови праці мають велике значення практично для всіх виробничих показників - продуктивності праці, якості робіт, безпеки працівників та інше.

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризуються показниками виробничого середовища - рівнем освітлення, мікрокліматичними параметрами, загазованістю і запиленістю повітряного середовища, рівнем шуму і вібрації, наявністю іонізуючого випромінювання та інше.

6.2 Розрахунок заземлення

Розрахуємо систему заземлення для електроустаткування, яке працює від напруги 220 В.

$$R_{\text{ззз}} \leq \frac{U}{I_p} = \frac{220}{66} = 3.3 \leq 4 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір ґрунту: $\rho = k_n * \rho_n = 2 * 200 = 400 \text{ Ом м}$,

де k_n - коефіцієнт підсилення;

ρ_n — питомий опір ґрунту (вибирається з довідкової літератури).

Визначаємо опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} * \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

де t - відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту, м;

l, d - довжина і діаметр стержня заземлювача, м;

$$R_B = 96 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір сталевий полоси, що з'єднує стержневі заземлювачі:

$$R_{II} = (\rho / 2\pi l) * \ln(l^2 / dt) = 61 \text{ Ом.}$$

Визначаємо орієнтовне число стержневих заземлювачів:

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / 4 * 1 = 24 \text{ шт.};$$

r_B - допустимий по нормам опір заземляючого пристрою,

η_B - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (для орієнтовного розрахунку приймається рівним 1).

Приймаємо розміщення вертикальних заземлювачів по контуру з відстанню між сталевими заземлювачами рівним 21. З довідкової літератури визначаємо $\eta_B = 0,66$ і $\eta_I = 0,39$.

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів

$$n = R_B / [r_B] \eta_B = 96 / (4 * 0.66) = 36$$

Розраховуємо загальний розрахунковий опір аземлюючого пристрою R з врахуванням з'єднувальної полоси

$$R = R_B R_{II} / (R_B \eta_I + R_{II} \eta_B) = 3.9 \text{ Ом.}$$

Розрахунок проведено правильно, оскільки виконується умова $R \leq [r_B]$.

Розрахунок штучного заземлення:

Приймаємо, що опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом:

$$R_{33} = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n} \leq 4 \text{ Ом}$$

де R_{33} – опір захисного заземлення;

R_c – опір стержневих заземлювачів;

R_n – опір поперечних заземлювачів.

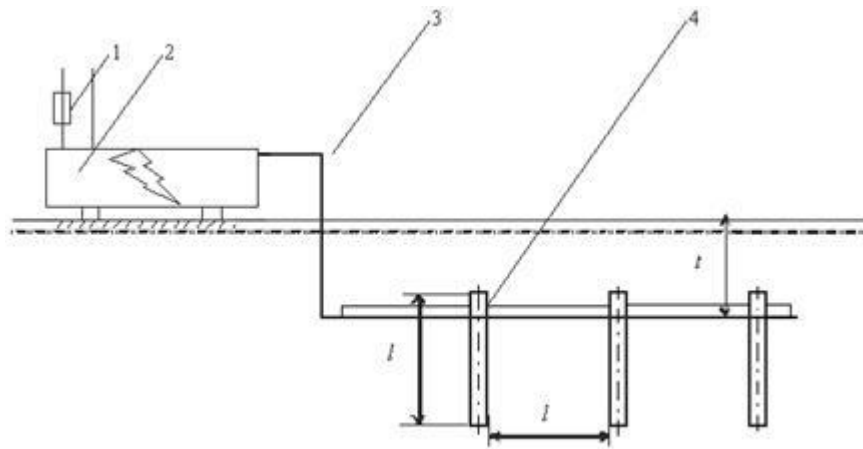


Рисунок 6.1 - Пристрій заземлення

1 – плавка вставка; 2 – електроустановка; 3 – з'єднувальна штаба; 4 – трубчатий заземлювач

Опір одиночного стержневого заземлювача розтіканню електричного струму:

$$R_{oc} = \frac{\rho_r}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4h' + l}{4h' - l} \right)$$

де h – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача і становить 0,8 м;

l – довжина стержневого заземлювача 3 м;

d – діаметр стержневого заземлювача 50 мм.

$$R_{oc} = \frac{750}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 - 3} \right) = 39,8 \cdot (0,18 + 3,43) = 143,8 \text{ Ом}$$

Опір одиночного поперечного заземлювача:

Таблиця 6.1

Вибір кількості заземлювачів

n	R_n	R_c	R_o	η
1	398,1	143,8	105,6	26,1
5	398,1	143,8	105,6	5,2
10	398,1	143,8	105,6	2,6
15	398,1	143,8	105,6	1,7
20	398,1	143,8	105,6	1,3
25	398,1	143,8	105,6	1,1
26	398,1	143,8	105,6	1,0
27	398,1	143,8	105,6	0,9

З цієї формули методом ітерацій підбирають n , при якому $\eta = 1$:

$$R_{ок} = \frac{\rho_r}{2\pi} \ln \frac{2l^2}{bh'}$$

де l – довжина поперечного заземлювача 2,5 м;

b – ширина полоси заземлювача 30 мм;

ρ_r – розрахунковий опір ґрунту: для поперечних електродів 1000 Ом·м, для стержневих електродів 750 Ом·м.

$$R_{ок} = \frac{1000}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{2 \cdot 2,5^2}{0,03 \cdot 0,8} = 63,7 \cdot 6,25 = 398,1 \text{ Ом}$$

В наслідок взаємовпливу вводимо коефіцієнт використання заземлювачів:

$$\eta = \frac{R_0}{nR_d}$$

де R_d – допустимий опір заземлення, що становить 4 Ом;

R_0 – опір одиночного заземлювача.

Отже приймаємо кількість одиночних заземлюючих електродів рівною 26.

6.3. Розрахунок стійкості об'єкта до вибуху газо-повітряної суміші

Оцінити стійкість котла до дії вибуху газоповітряної суміші.

Характеристика котла:

- довжина 5,5 м;
- ширина 4,2 м;
- висота 4,1 м;
- об'єм топочного простору 19 м³.

Визначимо можливий надмірний тиск ударної хвилі в топочному просторі котла.

У вогнищі вибуху газоповітряної суміші створюються зони:

1 - зона дії детонуючої хвилі, радіус

$$r_1 = 17,5 \cdot Q^{1/3} = 17,5 \cdot 0,001^{1/3} = 2,3 \text{ м}$$

(об'ємна доля газу у повітрі при якій відбувається вибух становить 5%, тобто 1 м³ топочного простору; маса 1 м³ газу становить приблизно 1 кг);

Надлишковий тиск у цій зоні приймаємо

$$\Delta P_1 = 1700 \text{ кПа.}$$

2- зона дії продуктів вибуху, радіус

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1 = 1,7 \cdot 2,3 = 3,9 \text{ м;}$$

Надлишковий тиск –

$$\Delta P_2 = 1300 \left(\frac{2,3}{3,9} \right)^3 + 50 = 505 \text{ кПа.}$$

В даному випадку при відсутності або несправності вибухових клапанів може відбутися повне зруйнування котельного агрегата, оскільки повні зруйнування котлів настають при надлишковому тиску понад 150 кПа.

Для попередження виникнення вибухів необхідно застосувати високонадійну систему автоматичного захисту котельного агрегата (для відсікання подачі газу до топки котла при погасанні полум'я факелу будь-якого з пальників).

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У роботі було представлено та доведено, що в університетах існує великий потенціал для енергозбереження шляхом впровадження заходів з енергозбереження без великих затрат та великих інвестицій.

Впровадження розробленої системи дозволяє досягти відсотку енергозбереження 24% у системі освітлення (низька вартість), 7% у системі охолодження (безкоштовно) та 5% у системі опалення (безкоштовно).

Хоча деякі з рекомендацій у цій роботі стосуються університетів, багато з них можна застосувати до будь-якого закладу. Згідно з нашим досвідом, більшість університетів можуть зменшити витрати на енергію на (15-25%) за допомогою інвестицій, які мають миттєвий період окупності

Автоматична система керування освітленням і керуванням забезпечує додаткову економію на 45% з низькими капітальними інвестиціями, незалежно від того, встановлено до чи після заходів з енергозбереження, оскільки наша система залежить від поведінки людей, а не від споживання освітлення.

В результаті проведених досліджень було розроблено систему керування освітленням та енергоспоживанням будівель університету. Було розроблено веб-інтерфейс для ефективного управління та збору статистики про енергоспоживання.

Впровадження розробленої системи дозволяє суттєво скоротити витрати і так дорогих енергоресурсів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
2. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
3. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
5. Barney L. Capelhart, Wayne C. Turner, William J. Kennedy. Guide to Energy Management, 4th edition, Fairmont Press, Inc., 2003.
6. Albert Thumann, William J. Younger. The Handbook of Energy Audits, 6th edition, Fairmont Press, Inc., 2003.
7. RLW Analytics, Inc. Non-Residential New Construction Baselines Study. For the California Board for Energy Efficiency of the CPUC, 1999, (July):132, 126-28.
8. Wayne C. Turner, Steve Doty. Energy Management Handbook, 6th edition, Fairmont Press, Inc., 2007.
9. Atkinson, B. et al. Energy efficient lighting technologies and their applications in the commercial and residential sectors. CRC Handbook of Energy Efficiency. Boca Raton, FL., 1995.

10. James Benya, Lisa Heschong, Terry McGowan, Naomi Miller, and Francis Rubinstein. *Advanced Lighting Guidelines* / White Salmon, WA: New Buildings Institute Inc., 2003.
11. Rundquist, R.A., K. Johnson, and D. Aumann. Calculating lighting and HVAC interactions. *ASHRAE Journal*, 1993, 35(11):28.
12. *Lighting Guide – Efficient Lighting Technologies*. Available at: <http://www.energymaine.com/pdfs/LightingControls.pdf>. [access date 1 Sep, 2007].
13. *Energy Design Resources Design Briefs: Lighting Controls*. Available at: <http://www.energydesignresources.com/docs/db-01-lightingcontrols.pdf>. [access date 15 May, 2007].