

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ЕКТ

\_\_\_\_\_ Анатолій ОПАНАСЮК  
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)  
\_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»**  
зі спеціальності 171 «Електроніка»  
освітньо-професійної програми «Електронні системи та компоненти»  
на тему:

**ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИМИ СИСТЕМАМИ  
В SMART HOUSE**

Здобувача групи ЕС-01 Дем'яненка Антона Андрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник, завідувач кафедри, професор, д.ф –м.н.,

Анатолій ОПАНАСЮК

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультант, заступник директора по експлуатації  
та обслуговування комп'ютерної та телевізійної техніки  
«ТОВ «Праймфорт», Валерій КІБЕЦЬ

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

Напрямок підготовки 171 Електроніка

Освітня програма Електронні системи та компоненти

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою Опанасюк А. С.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Дем'яненко Антона Андрійовича

1. Тема роботи Пристрій керування мультимедійними системами в Smart House

затверджена наказом по університету "13" березня 2024 р. № 0256-VI.

2. Термін здачі студентом завершеної роботи 10 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Реалізувати систему керування мультимедійними пристроями при організації трьох режимів – перегляд відео, прослуховування аудіо, режим «Дистанційна няня». Проаналізувати безпроводні моделі передачі даних, обґрунтувати вибір.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити) 1) Огляд літератури та постановка задачі роботи. 2) Розробка структурної схеми проєктованого електронного пристрою. 3) Розробка алгоритму роботи проєктованого електронного пристрою. 4) Розробка функціональної схеми проєктованого електронного пристрою. 5) Розробка принципів схем блоків проєктованого електронного пристрою. 6) Розробка програмного забезпечення проєктованого електронного пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1) Схема електрична структурна. 2) Схема алгоритму. 3) Схема електрична функціональна. 4) Схема електрична принципова.

6. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

8. Керівник роботи \_\_\_\_\_

9. Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Огляд літератури та постановка завдання проектування	06.05.24 – 09.05.24	
2	Розробка структурної схеми проектованого електронного пристрою	10.05.24 – 13.05.24	
3	Розробка алгоритму роботи проектованого електронного пристрою	14.05.24 – 16.05.24	
4	Розробка функціональної схеми проектованого електронного пристрою	17.05.24 – 22.05.24	
5	Розробка принципових схем блоків проектованого електронного пристрою	23.05.24 – 30.05.24	
6	Розробка програмного забезпечення проектованого електронного пристрою	31.05.24-04.06.24	
7	Оформлення пояснювальної записки	05.06.24 – 07.06.24	
8	Оформлення графічного матеріалу	08.06.24 – 09.06.24	
9	Представлення роботи керівнику і отримання відгуку	10.06.24	
10	Представлення роботи кафедри для отримання рецензії	10.06.24	

Студент \_\_\_\_\_

Керівник роботи \_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 75 сторінок, 34 рисунки, 5 таблиць, 15 літературних джерел.

Графічна частина роботи містить: блок-схему алгоритму роботи пристрою, структурну, функціональну і принципову електричні схеми.

Пояснювальна записка містить шість розділів.

Перший розділ містить огляд технічної літератури за вибраним напрямком проектування.

В другому розділі проведений аналіз безпроводних моделей передачі даних.

Третій розділ присвячений розробці алгоритму функціонування і структурної схеми.

У четвертому розділі розроблена функціональна схема пристрою.

У п'ятому розділі розроблена принципова схеми пристрою і виконаний розрахунок основних вузлів принципової схеми.

В шостому розділі виконана розробка програмного забезпечення.

По результатам розробки зроблені висновки.

Приведений перелік літературних джерел.

## ЗМІСТ

Вступ		4
1	Огляд літератури та постановка задачі	6
1.1	Огляд літератури	6
1.2	Аудіосистема для всього будинку	
1.3	Динаміки	8
1.4	Підсилювач	9
1.5	Попередній підсилювачі та система керування	11
1.6	Домашній кінотеатр	12
1.7	Датчики та контролери мультимедією в “Smart house”	13
1.8	Склад Системи	16
1.9	Синхронізація освітлення Smart house з ритмом музики	17
1.10	Впровадження мультимедійних систем “ Smart house” на студіях звукозапису	19
1.11	Топові фірми, що займаються розробкою систем «Розумний будинок» під ключ	20
2	Безпроводні моделі передачі даних	22
2.1	Безпроводна глобальна мережа (WWAN)	22
2.2	Безпроводна локальна мережа (WLAN)	23
2.3	Bluetooth	27
2.4	Zigbee	30
2.5	Z-Wave	31
3	Розробка, обґрунтування алгоритму функціонування та структурної схеми	38
3.1	Розробка алгоритму функціонування пристрою	38
3.2	Розробка структурної схеми пристрою	49
4	Розробка функціональної схеми	51
5	Розробка принципової схеми та Вибір елементної бази	55
5.1	Вибір мікроконтролера	55
5.2	Вибір реле	67
5.3	Вибір транзистора	69
5.4	Датчик чадного газу MQ7	69
5.5	Модуль розпізнавання голосу V3	70
6	Розробка програмного забезпечення	71
Висновки		74
Список літератури		75

					<i>ЕлІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дем'яненко А.А.</i>			<i>Пристрій керування мультимедійними системами в Smart House Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Опанасюк А.С.</i>					3	75
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ ЕС-01</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Опанасюк А.С.</i>						

## ВСТУП

Система "розумний дім" - це взаємозалежна мережа пристроїв, яка полегшує управління домашнім господарством за рахунок централізації контролю. У ній використовується центр управління, що зазвичай працює через мобільний додаток, який взаємодіє з різними приладами та датчиками. Це дозволяє домовласникам керувати всім – від освітлення до опалення – за допомогою смартфонів, планшетів або комп'ютерів. Центр управління може керувати великою кількістю пристроїв, що іноді доходять до сотень. Використовуючи Wi-Fi технології, "розумний будинок" надає можливість реального часу контролю та управління вашою житлоплощею, навіть якщо ви знаходитесь вдалині від будинку. Наприклад, через "розумні" розетки можна віддалено керувати побутовою технікою, мінімізуючи ризик залишити увімкненою праску або інші прилади. Це не тільки зручно, а й підвищує безпеку вашого будинку.

Пристрій керування мультимедійними системами в "Smart house".

У сучасному світі "Smart house" стає все більш популярним явищем. Це система, яка об'єднує різні пристрої та системи будинку, щоб зробити ваше життя комфортнішим, безпечнішим та енергоефективнішим. Одним із ключових компонентів "Smart house" є пристрій керування мультимедійними системами.

Цей пристрій дозволяє вам керувати всіма вашими мультимедійними пристроями з одного центрального місця [2]. Це може включати телевізор, стереосистему, програвач Blu-ray, ігрову консоль та багато іншого. Ви можете використовувати пристрій керування мультимедійними системами для:

- Вмикання та вимикання пристроїв
- Зміни гучності
- Перемикання каналів
- Відтворення музики та фільмів
- Доступ до потокових сервісів
- Керування іншими функціями, такими як освітлення та термостат

Існує багато різних типів пристроїв керування мультимедійними системами. Деякі з них є пультами дистанційного керування, інші -

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

смартфонами або планшетами, а ще інші - голосовими помічниками [3]. Найкращий тип пристрою керування мультимедійними системами для вас залежатиме від ваших потреб та бюджету.

Ось деякі з переваг використання пристрою керування мультимедійними системами в "Smart house":

**Зручність:** Вам не потрібно буде використовувати кілька пультів дистанційного керування для керування всіма вашими пристроями.

**Простота використання:** Пристрої керування мультимедійними системами зазвичай прості у використанні, навіть для людей, які не знайомі з технологіями.

**Гнучкість:** Ви можете використовувати пристрій керування мультимедійними системами для керування своїми пристроями з будь-якого місця в будинку або навіть ззовні.

**Енергоефективність:** Ви можете використовувати пристрій керування мультимедійними системами, щоб вимкнути пристрої, коли вони не використовуються, що може допомогти вам заощадити енергію.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

# 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

## 1.1 Огляд літератури

Що складає аудіосистема всього будинку? Ці загальні терміни, які іноді називають багатокімнатною музичною системою, домашньою системою або розподіленим аудіо, описують низку різних системних концепцій та конструкцій. Однак, хоч би яким способом це було досягнуто, принцип заснований на тому, що аудіосистема більше не обмежується однією кімнатою. Звичайно, для такої широкої категорії, що настроюється, як аудіосистема для всього будинку, не існує єдиного «найкращого рішення» для розробки системи. Він варіюється від найпростішого варіанту, такого як підключення пари динаміків до другої вихідної секції ресивера домашнього кінотеатру для прослуховування музики на кухні або на задньому дворі, до повністю контрольованої системи, що дозволяє відтворювати музику в будь-якій кімнаті будинку, включаючи різні джерела вхідного сигналу у кожній кімнаті та навіть відео у деяких кімнатах [4].

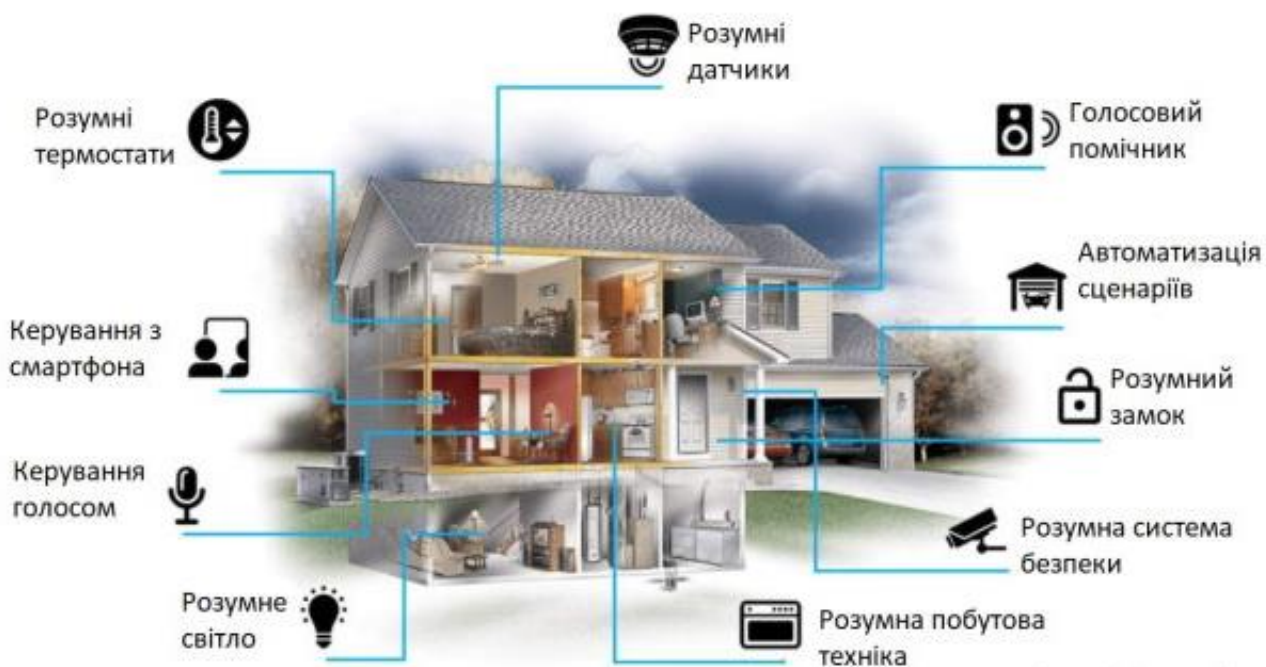


Рисунок 1.1 - Приклад системи Smart house

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



Найпоширеніший підхід до проектування аудіосистеми всього будинку - це встановлення індивідуально встановлених динаміків, які стратегічно розташовані в потрібних частинах будинку. Більшість виробників динаміків пропонують широкий асортимент динаміків, які непомітно вбудовуються у стіни чи стелі, а також захищені від атмосферних впливів версії для встановлення на відкритому повітрі. Зазвичай підсилювач, що живить всі ці динаміки в будинку, розміщується в центрі, зазвичай на стійці для обладнання, яка може розташовуватися в комірці або десь поза увагою.

На підставці для пристрою, ймовірно, також буде розміщено декілька бажаних музичних джерел, таких як Sonos, Apple TV або тюнер, а також підсилювач та/або система керування [5, 8].

## 1.2 Аудіосистема для всього будинку

Термін "аудіосистема для всього будинку" (іноді також використовується термін "розподілена аудіосистема") дійсно носить дуже загальний характер і може застосовуватися до цілого ряду різних проектів та концепцій систем. Однак фундаментальним принципом є те, що аудіосистема більше не обмежена одним єдиним приміщенням, незалежно від того, як це досягається. Звичайно ж, у такій широкій та неоднорідній категорії, як аудіосистема для всього будинку, не існує "найкращого підходу" до проектування системи. Тут може застосовуватися і таке просте рішення, як додавання пари колонок на вихід другої зони ресивера вашого домашнього кінотеатру для програвання музики на кухні або на терасі, або може йтися про повністю керовану систему, яка дозволяє програвати музику в кожній кімнаті будинку, включаючи різні джерел у кожній кімнаті, а також кілька кімнат з відео.

Найпоширенішим підходом до проектування аудіосистеми для всього будинку є наявність колонок, що індивідуально встановлюються, стратегічно розміщених у потрібних місцях по всьому будинку. Більшість виробників пропонують широкий асортимент колонок, призначених для прихованої установки у стелях або стінах, а також захищені від атмосферних впливів моделі для встановлення поза приміщенням. Зазвичай підсилювач для подачі потужності на всі ці колонки по всьому будинку розташований в центральній

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

точці, як правило, на апаратній стійці, яку можна сховати в стінній шафі або в іншому прихованому від очей місці.

На апаратній стійці, швидше за все, розміщуються ще й кілька вибраних джерел музики, таких як Sonos, Apple TV або тюнер, а також попередній підсилювач та/або система керування, що допомагає вибирати, що і де саме в будинку ви хотіли б послухати [7].



Рисунок 1.2 - Приклад розумної колонки Sonos One SL

### 1.3 Динаміки

Динаміки відіграють важливу роль в пристрої керування мультимедійними системами в "Smart house". Вони відповідають за відтворення звуку, який є ключовим компонентом будь-якого мультимедійного досвіду. Вони можуть відтворювати музику з різних джерел, таких як онлайн-сервіси потокового мовлення, локальні файли або радіо, а також звукові сигнали, такі як будильник, таймер або повідомлення.

Деякі динаміки мають вбудовані голосові помічники, такі як Google Assistant або Amazon Alexa, які можна використовувати для керування смарт-пристроями, відтворення музики, отримання інформації та багато іншого. Вони також можуть бути частиною системи домашнього кінотеатру, забезпечуючи захоплюючий звук при перегляді фільмів або телешоу, або об'єднані в систему багатокімнатної звукової системи, що дозволяє відтворювати музику в різних кімнатах будинку.

Тип динаміків, які найкраще підходять для "Smart house", залежить від потреб користувача: для базового відтворення музики підійдуть прості динаміки, для більш якісного звуку потрібні динаміки з більшим діапазоном

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

частот, для домашнього кінотеатру необхідна система багатоканального звуку з сабвуфером, а для багатокімнатної звукової системи потрібні динаміки, які сумісні з платформою багатокімнатної звукової системи. Важливо також врахувати розмір кімнати, де будуть використовуватися динаміки, а також бюджет. Популярні бренди динаміків для "Smart house" включають Sonos, Bose, Harman Kardon, Polk Audio, JBL, Amazon Echo і Google Home.

Вибір правильних динаміків може значно покращити ваш досвід роботи з мультимедійними системами в "Smart house". Фактори, які слід враховувати перед покупкою, включають розмір кімнати, якість звуку, функції та бюджет. Найкращий спосіб вибрати динаміки для "Smart house" - це послухати їх особисто. Багато магазинів електроніки дозволяють випробувати динаміки перед покупкою, а також корисно прочитати відгуки в Інтернеті, щоб отримати уявлення про те, що думають інші люди про різні динаміки.



Рисунок 1.3 - Приклад Стельових динаміків Sonos In-Ceiling Speaker

#### 1.4 Підсилювач

Після того, як динаміки обрано, наступним кроком буде вибір відповідного підсилювача для них. Поради що до стереосистеми 1x1 містять докладну інформацію про вибір відповідного підсилювача потужності, що відповідає вимогам до характеристик динаміків, тому ми не обговорюватимемо це тут. Коли справа доходить до вибору відповідних підсилювачів для домашньої аудіосистеми, крім вихідної потужності, необхідно враховувати деякі додаткові вимоги.

Перше: скільки каналів підсилювача потрібно? Якщо ви встановлюєте аудіосистему тільки в одній або двох додаткових кімнатах, вам знадобиться

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

лише один або два стереопідсилювачі потужності, не більше. Але для великих систем Rotel пропонує безліч моделей високоякісних підсилювачів з 6, 8 або навіть 12 каналами для забезпечення звуку в декількох кімнатах. Для ще більших систем всі підсилювачі Rotel Distribution оснащені вихідним шлейфовим з'єднанням, що дозволяє з'єднати кілька підсилювачів разом і розширити систему [9].

Ще одним важливим фактором є розмір та потреба у вентиляції. При проектуванні великої аудіосистеми важливо, щоб усе помістилося в одну підставку для обладнання, тому що місце може швидко закінчитись! Не ідеально, щоб одні підсилювачі заповнювали підставку, оскільки це обмежує простір для решти в системі. Крім того, тепло може стати ворогом терміну служби ваших пристроїв. Традиційні шафи підсилювачів виділяють багато тепла та вимагають наявності спеціального вентилятора у підставці, який займає ще більше місця.

Підсилювачі серії Rotel RKB мають ефективну конструкцію підсилювача класу D, яка працює без перегріву та має вбудовані вентилятори, які допомагають підтримувати температуру незалежно від гучності. 8 каналів підсилювача по 50 Вт або 100 Вт на канал поміщаються в компакту стійку шасі з 2 полицями, тому вона не заповнює всю стійку з обладнанням. Наш 12-канальний підсилювач RMB-1512 має висоту всього 3 полиці у стійці, але забезпечує музичну потужність 100 Вт на канал та підходить для 6 або більше кімнат.

Інші зручні функції підсилювачів звуку для будинку включають Signal Sense. Він заощаджує енергію за рахунок автоматичного включення підсилювачів при виявленні музичного сигналу та автоматичного відключення їх знову приблизно через 10 хвилин бездіяльності. 12-вольтовий тригерний вхід забезпечує аналогічну функціональність, але замість аудіосигналу він використовує 12-вольтовий вхід для збільшення та зменшення потужності підсилювача, який надходить від системи керування або передпідсилювача.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



Рисунок 1.4 - Інтегральний стерео-підсилювач Rotel Michi X3 S2

### 1.5 Попередній підсилювачі та система керування

У типовій стереосистемі або системі домашнього кінотеатру завдання підсилювача полягає у забезпеченні підключення джерел музики або фільмів (Sono, програвачі Blu-Ray тощо) та регулюванні гучності системи. Якщо ви працюєте з однією системою в одній кімнаті, це легко.

Однак при проектуванні системи для всього будинку все може бути трохи складніше, особливо якщо ви хочете контролювати світло, тінь, безпеку та інші аспекти повністю автоматизованого будинку. Для цих функцій було розроблено спеціальні продукти. З музичного погляду вам слід подумати, які джерела ви використовуватимете під час прослуховування музики і чи хочете ви слухати різні джерела одночасно в різних кімнатах.

Багато людей думають, що вони повинні мати можливість чути «все та скрізь». Фактично вони рідко, якщо взагалі чують більше одного джерела вхідного сигналу в кімнаті одночасно. Нові вихідні хмарні компоненти можуть надавати широкий спектр музичних джерел, включаючи музичні сервіси, такі як Pandora, Spotify, Tidal та інші на ваш вибір.

Це прості продукти, керовані через програму, які достатньо підключити до підсилювача та динамікам, щоб забезпечити повноцінне рішення для всього будинку. Одне таке джерело може легко обслуговувати весь будинок (а підсилювачі Rotel для всього будинку надають зручну функцію зв'язку для спільного використання джерел з іншими кімнатами), або ви можете використовувати кілька, щоб мати різні джерела в різних кімнатах. Коли справа доходить до керування системою, існують різні методи, у тому числі пульти дистанційного керування, що працюють на радіочастотах (РЧ) або Wi-

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Її, тому ви не обмежені стінами чи іншими перешкодами. Їх також можна вбудувати в настінні клавіатури або сенсорні екрани та/або у програми для вашого планшетного комп'ютера або смартфона.

Прості системи мають лише регулятор гучності на стіні. Але вам доведеться перейти в систему, щоб змінити джерела вхідного сигналу. Тим не менш, це все ще може бути цілком задовільним для багатьох людей

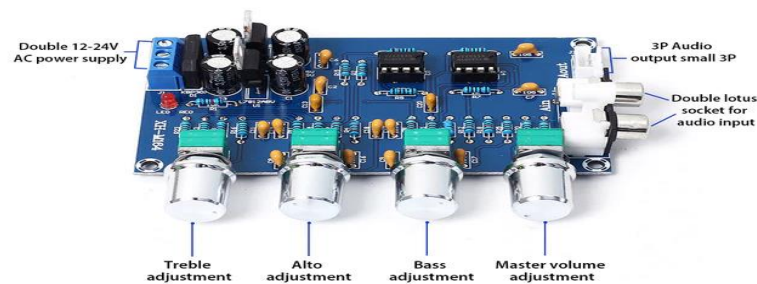


Рисунок 1.5 - Приклад попереднього підсилювача

## 1.6 Домашній кінотеатр

У сучасному світі технології впливають на всі сфери нашого життя, включаючи наші домівки. Однією з найпопулярніших інновацій для дому є Smart house - система, яка дозволяє автоматизувати та контролювати різні аспекти життя в будинку. Однією з найпопулярніших функцій у Smart house є домашній кінотеатр [10].

Переваги домашнього кінотеатру у Smart house:

**Зручність:** Вам не потрібно виходити з дому, щоб насолодитися якісним кіно. Ваш власний домашній кінотеатр дозволить вам переживати захоплюючі емоції фільмів прямо у затишку вашої оселі.

**Якість зображення і звуку:** Сучасні системи домашнього кінотеатру забезпечують високу якість зображення і звуку, що дозволяє дійсно погрузитися в атмосферу фільму.

**Автоматизація:** Управління вашим домашнім кінотеатром може бути повністю автоматизованим за допомогою Smart house системи. Ви зможете

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

керувати освітленням, звуком, програванням фільмів та іншими параметрами через один додаток на вашому смартфоні.

Технології, які роблять домашній кінотеатр ще кращим:

4K та 8K телевізори: Великий 4K або навіть 8K телевізор дозволить вам насолоджуватися чітким та реалістичним зображенням прямо вдома.

Системи звуку Dolby Atmos: Технологія звуку Dolby Atmos створює навколишню звукову атмосферу, яка допомагає поглибити вас у світ фільму.

Управління голосом: Деякі Smart house системи дозволяють керувати вашим домашнім кінотеатром за допомогою голосових команд, зробивши процес ще зручнішим.



Рисунок 1.6 - Приклад Домашнього кінотеатру(Philips НТВ3570/51)

### 1.7 Датчики та контролери мультимедією в “Smart house”

Розвиток технологій "розумного дому" невпинно йде вперед, пропонуючи нові можливості для комфортного та зручного життя. Одним з ключових елементів цієї системи є датчики та контролери мультимедією, які дозволяють керувати телевізорами, акустичними системами, проекторами та іншими пристроями за допомогою смартфона, голосу або жестів.

Датчики та контролери мультимедією виконують широкий спектр функцій, до яких належать:

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- **Управління гучністю:** Регулювання гучності звуку без використання пульта дистанційного керування.
- **Вмикання/вимикання:** Увімкнення та вимкнення мультимедійних пристроїв за допомогою команд або жестів.
- **Перемикання каналів:** Перемикання телеканалів або джерел звуку без використання пульта дистанційного керування.
- **Відтворення/пауза:** Запуск, зупинка та відновлення відтворення медіаконтенту.
- **Навігація по меню:** Переміщення по меню мультимедійних пристроїв за допомогою голосових команд або жестів.
- **Пошук контенту:** Пошук фільмів, музики та інших медіафайлів за допомогою голосових команд або введення тексту.
- **Запуск голосових помічників:** Активація голосових помічників, таких як Siri, Alexa або Google Assistant, для керування мультимедійними пристроями та іншими функціями розумного дому.

Існує декілька типів датчиків та контролерів мультимедією, кожен з яких має свої особливості та переваги:

- **Пульт дистанційного керування:** Традиційні пульти дистанційного керування, які можуть бути оснащені додатковими функціями, такими як голосове керування або сенсорний екран.
- **Датчики руху:** Датчики, які автоматично вмикають або вимикають мультимедійні пристрої, коли людина заходить або виходить з кімнати.
- **Голосові команди:** Використання голосових команд для керування мультимедійними пристроями за допомогою голосових помічників.
- **Керування жестами:** Використання жестів рук для керування мультимедійними пристроями.
- **Смартфони та планшети:** Використання смартфонів та планшетів з відповідними програмами для керування мультимедійними пристроями.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14





Рисунок 1.7 - Приклад Голосового помічника Amazon Echo



Рисунок 1.8 - Приклад датчика руху Aqara Motion Sensor P1

Переваги використання датчиків та контролерів мультимедією  
Використання датчиків та контролерів мультимедією в системах "розумного дому" пропонує ряд переваг, до яких належать:

- Зручність: Зручне керування мультимедійними пристроями без використання пульта дистанційного керування.
- Доступність: Можливість керувати мультимедійними пристроями з будь-якого місця в будинку або навіть за його межами.
- Економія часу: Автоматизація завдань, пов'язаних з керуванням мультимедійними пристроями, економить час та зусилля.
- Доступність для людей з обмеженими можливостями: Датчики та контролери мультимедією можуть полегшити людям з обмеженими можливостями керування мультимедійними пристроями.
- Підвищення енергоефективності: Автоматичне вимкнення мультимедійних пристроїв, коли вони не використовуються, може допомогти заощадити енергію.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 1.8 Склад Системи

Сучасна Smart house система складається з джерела сигналу, як правило, це транслятор - підсилювач акустичних систем, або з акустичних систем з вбудованим транслятором-підсилювачем.

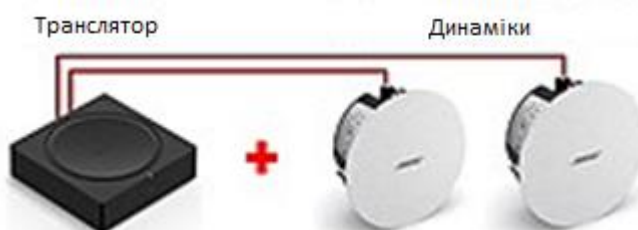


Рисунок 1.9 - Компоненти Smart house системи

У сучасних системах мультрум пультом керування, а також джерелом контенту є смартфон, складні системи з контролером та панелями керування втратили свою актуальність. Якщо вам потрібний доступ до музики без смартфона, ви можете встановити як панелі управління планшети типу iPad.

Особливістю системи є створення її основі аналога системи розумного будинку. Smart house можна зв'язати з домашнім комп'ютером (і, наприклад, слухати музику або дивитися відео в будь-якому приміщенні), підключити до мережі інтернет (і, наприклад, використовувати її для сповіщення про нову електронну пошту, також система може вимовити голосом заголовки отриманих листів або навіть їх текст) [2, 5, 8].



Рисунок 1.10 - Схема Smart house системи на 5 аудіо зон

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Використовувати її як систему голосового оповіщення, організатор, гучний зв'язок мобільного або домашнього телефону, налаштувати керування домофоном.

### **1.9 Синхронізація освітлення Smart house з ритмом музики**

Однією з інноваційних функцій, яка приваблює користувачів і додає новий вимір до домашнього комфорту та розваг, є синхронізація освітлення в такт музиці. Ця функція не тільки підвищує естетичну привабливість приміщення, але й створює унікальну атмосферу для будь-якої події – від домашніх вечірок до звичайних вечорів відпочинку.

Технічні аспекти синхронізації освітлення

Синхронізація освітлення з музикою в розумному будинку ґрунтується на використанні спеціальних світлодіодних (LED) ламп і світильників, які підключаються до централізованої системи керування. Основні компоненти такої системи включають:

- **Контролери освітлення:** Це пристрої, які керують роботою світильників і можуть приймати сигнали від аудіо джерел для зміни кольору та яскравості освітлення у відповідності до музичного ритму.
- **Датчики аудіо сигналу:** Вони аналізують аудіо потік, визначаючи ритм, частоту і амплітуду музики, і передають ці дані контролерам освітлення.
- **Програмне забезпечення:** Спеціалізовані додатки та програми, які синхронізують освітлення з музикою. Ці програми часто мають налаштування для вибору різних режимів світлових ефектів відповідно до жанру музики або особистих вподобань користувача.

Переваги синхронізації освітлення з музикою:

- **Створення атмосфери:** Синхронізоване освітлення може значно покращити атмосферу приміщення, підкреслюючи музичні акценти та створюючи візуальну гармонію з аудіо ефектами.
- **Підвищення комфорту:** Автоматизоване освітлення робить користування будинком більш зручним, оскільки немає потреби вручну регулювати світло під час прослуховування музики.
- **Естетичне задоволення:** Динамічні світлові ефекти можуть перетворити будь-який простір на візуально захоплююче місце, що сприяє емоційному підйому та релаксації.

										ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
											17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

- Підтримка різних подій: Від вечірок до романтичних вечерь, синхронізоване освітлення допомагає створити відповідну атмосферу для будь-якого випадку.

#### Практичні приклади та використання

Для досягнення найкращих результатів синхронізації освітлення з музикою, користувачі можуть використовувати різні системи та бренди, наприклад:

- Philips Hue: Відомі своїми багатофункціональними смарт-лампами, які можна синхронізувати з музикою через додаток Philips Hue Sync.
- LIFX: Пропонує лампи з вбудованими функціями зміни кольору та яскравості у відповідності до музики.
- Nanoleaf: Спеціалізуються на модульних панелях, які можуть створювати складні візуальні ефекти, синхронізовані з аудіо потоками.

#### Інтеграція в систему Smart house

Інтеграція системи синхронізації освітлення з музикою в загальну екосистему розумного будинку може бути здійснена за допомогою таких платформ, як:

- Amazon Alexa та Google Assistant: Голосові помічники, які можуть керувати музикою та освітленням одночасно, забезпечуючи безшовну синхронізацію.
- SmartThings: Платформа, що об'єднує різні смарт-пристрої, дозволяючи централізоване керування та автоматизацію сценаріїв освітлення.
- Apple HomeKit: Забезпечує інтеграцію та управління смарт-пристроями через єдиний інтерфейс, включаючи можливість синхронізації освітлення з музикою.



Рисунок 1.11 - Приклад модульних панелей Nanoleaf

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

## 1.10 Впровадження мультимедійних систем “ Smart house” на студіях звукозапису

Мультимедійні системи Smart house можуть бути впроваджені на студіях Smart house звукозапису різними способами, щоб покращити їхню функціональність, ефективність та комфорт. Ось кілька прикладів [4, 8, 9]:

### 1. Автоматизоване освітлення:

- Сенсорні датчики можуть автоматично вмикати та вимикати освітлення в залежності від часу доби, присутності людей або рівня освітленості в приміщенні.
- Світлові сцени можуть бути запрограмовані для створення різних настроїв, наприклад, для запису вокалу або інструментальної музики.
- Голосове керування дозволяє користувачам регулювати освітлення без необхідності вставати з місця.

### 2. Контроль клімату:

- Термостати та кондиціонери можуть бути автоматизовані для підтримки комфортної температури в студії.
- Датчики вологості можуть допомогти запобігти утворенню конденсату, який може пошкодити обладнання.
- Голосове керування дозволяє користувачам регулювати температуру та вологість без необхідності вставати з місця.

### 3. Керування звуком:

- Мультимедійні системи Smart house можуть бути інтегровані з системами звукозапису, щоб забезпечити централізоване керування всіма аспектами запису.
- Це може включати регулювання гучності, балансу, еквалайзера та ефектів.
- Голосове керування дозволяє користувачам регулювати звук без необхідності використовувати пульт дистанційного керування або мікшерний пульт.

### 4. Безпека:

- Мультимедійні системи Smart house можуть бути інтегровані з системами безпеки, щоб забезпечити захист студії від несанкціонованого доступу.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- Це може включати камери спостереження, датчики руху та системи сигналізації.
- Голосове керування дозволяє користувачам активувати або деактивувати систему безпеки без необхідності використовувати пульт дистанційного керування.

#### 5. Додаткові можливості:

- Мультимедійні системи Smart house можуть бути інтегровані з іншими пристроями та системами, такими як жалюзі, штори, проектори та телевізори.
- Це може створити по-справжньому інтегроване та персоналізоване середовище для запису.

Впровадження мультимедійних систем Smart house на студіях звукозапису може допомогти поліпшити робочий процес, підвищити продуктивність та створити більш комфортну атмосферу для всіх учасників запису.

### 1.11 Топові фірми, що займаються розробкою систем «Розумний будинок» під ключ

На сьогодні поняття «Розумний будинок» нікого вже не здивує. Також вже ніхто не розуміє під цим терміном лише систему контролю опаленням. Сучасні «Розумні будинки» - надвичайно різноманітні.

Наведемо топові компанії, що на сьогодні є лідерами в розробці систем «Розумний будинок».



AMX - професійна система інтегрованого управління аудіо- та відеотехнікою, мовлення, опалення, кондиціонування і освітлення. Дану технологію зазвичай встановлюють як в елітних і ексклюзивних будинках, так і комерційних і державних установах. Сьогодні комплексні системи AMX дозволяють управляти освітленням і обладнанням конференц-залів і переговорних кімнат, стадіонів і музеїв, диспетчерських і ситуаційних центрів, лікарень і шкіл, приватних

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
						20
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



котеджів і будинків, в тому числі і за допомогою мережі Internet через мобільний телефона, планшет на базі iOS або Android.

З більш ніж 40 річним досвідом в бізнесі, Crestron є провідним постачальником систем управління і автоматизації для будинків і офісів, шкіл та лікарень, готелів та інших об'єктів. Як АМХ, Crestron - це багата професійна система (власна розробка Crestron Electronics) автоматизації, яка за багато років доведена до високого рівня. У будинку система може автоматизувати освітлення, опалення та системи безпеки; на роботі - стежити за рівнем споживання електроенергії або інших ресурсів, організувати AV презентації, проводити відеоконференції і т.п. ; в навчальних закладах - управління освітленням і кліматом в залежності від розкладу, централізоване управління обладнанням в класах, лабораторіях, конференц-залах та аудиторіях і багато іншого. І все це з легкістю управляється за допомогою сенсорних панелей Crestron або пристроїв на базі iOS.



Ще в 1961 році компанія Lutron стала відомою завдяки винаходу регулятора освітленості (димера). В даний час компанія відома своїми розробками в сфері інтелектуальних засобів управління освітленням. Lutron - це професійна система, яка використовується в комерційних об'єктах і елітних котеджах.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		21

## 2 БЕЗПРОВІДНІ МОДЕЛІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

### 2.1 Безпроводна глобальна мережа (WWAN)

Бездротова глобальна мережа або WWAN – це спосіб підключення до Інтернету без проводів, що досягається за допомогою технології стільникової вежі [12]. Компанії мобільного зв'язку пропонують цей тип підключення за щомісячну плату або по черзі на платній основі. Можливість підключення дозволяє користувачеві з ноутбуком та спеціальною карткою виходити в Інтернет, перевіряти електронну пошту або підключатися до віртуальної приватної мережі (VPN) з будь-якої точки в межах регіональних меж стільникового зв'язку. Оскільки люди стають все більш залежними від онлайн-технологій для ведення бізнесу та підтримки потоку інформації, бездротовий зв'язок став віртуальною необхідністю. Багато готелів та спільноти пропонують місцеве з'єднання, але покриття часто нечітке або відсутнє. WWAN може гарантувати підключення лише тоді, коли це необхідно користувачеві. Щоб скористатися цією технологією, користувач повинен спочатку придбати комп'ютерну картку WWAN для свого ноутбука, якщо підключення не є вбудованим. Купуючи картку та оплачуючи щомісячну плату, користувачеві необхідно лише вставити картку в слот для PC-карток (іноді званий слотом PCMCIA), щоб отримати доступ до послуги. Плани варіюються між постачальниками, але більшість із них оцінюються відповідно до обмежень завантаження даних. У деяких випадках людині може не знадобитися цілодобовий доступ до Інтернету, але він хотів би використовувати його час від часу, коли безкоштовні локальні мережі недоступні. Деякі провайдери мають плани, які дозволяють користувачам платити за підключення за день. Використовуючи карту WWAN, людина вносить невелику плату, отримує 24-годинний допуск. Після закінчення 24-годинного періоду користувач більше не зможе підключитися, якщо тільки він не придбає ще одну картку. Як альтернатива платі WWAN деякі мобільні телефони можна підключати безпосередньо до ноутбука за допомогою кабелю універсальної послідовної шини (USB). Мобільний телефон виступає в ролі модему для підключення ноутбука до Інтернету. Це можливо лише для певних моделей телефонів та планів, і швидкість передачі даних буде нижчою, ніж при підключенні за допомогою картки WWAN. Перед використанням цього методу користувачі повинні перевірити у свого

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ				



оператора стільникового зв'язку, щоб дізнатися, які витрати можуть стягуватися, якщо такі є.

Хоча в багатьох випадках, безумовно, існують менш дорогі способи отримання бездротового підключення, лише небагато покривають територію, яку пропонує WWAN для тих, хто відвідує, живе або працює у віддалених або «непровідних» районах. Послуга зазвичай доступна в регіонах, де такі послуги, як цифрова абонентська лінія (DSL) та кабельний зв'язок, можуть бути відсутніми. Це також може бути міжнародним рішенням для мандрівників у всьому світі, пропонуючи ще одну можливість залишатися на зв'язку. Передача сповіщень безпеки та контроль в розумному будинку найчастіше йде через використання технологій WWAN. В телефоні встановлюється спеціальний додаток, через який йде підключення до центрального контролера, використовуючи стільниковий зв'язок. WWAN дозволяє вводити зміни та налаштовувати систему РБ. У разі виникнення аварії чи спрацювання тривоги надсилається SMS [12,13].

## 2.2 Безпроводна локальна мережа (WLAN)

WiFi – стандарт передачі даних між пристроями на короткі дистанції без проводів. Пристрої, підключені за бездротовою технологією, утворюють мережу. Технологія WiFi одна з найперспективніших на сьогоднішній день у галузі комп'ютерного зв'язку. WiFi (Wireless Fidelity) – у перекладі з англійської – "бездротова відданість". Технологією Wi-Fi називають один із форматів передачі цифрових даних по радіоканалах [12].

Спочатку пристрої WiFi були призначені для корпоративних користувачів, щоб замінити традиційні кабельні мережі. Для дротової мережі потрібна ретельна розробка топології мережі та прокладка вручну багатьох сотень метрів кабелю. Мережа WLAN (Wireless Local Area Network (безпроводна локальна мережа) – вид локальної обчислювальної мережі (LAN), який використовує для зв'язку та передачі даних між вузлами високочастотні радіохвилі, а не кабельні з'єднання. Це гнучка система передачі даних, яка застосовується як розширення або альтернатива кабельної локальної мережі всередині одного офісу, будівлі або в межах певної території. Ця технологія дозволяє заощаджувати Ваші кошти за рахунок відсутності необхідності прокладати метри кабелю, а простота установки не забирає час на складні ремонтно-технічні роботи. Розширення

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

та реконфігурація мережі для WLAN не є складним завданням: пристрої користувача можна інтегрувати в мережу, встановивши на них бездротові мережні адаптери. Бездротові мережі використовують радіочастоти, оскільки радіохвилі всередині приміщення проникають через стіни та перекриття. Діапазон або область охоплення більшості систем WLAN досягає 160 м, залежно від кількості та виду перешкод, що зустрічаються. Бездротові мережі зазвичай надійніші, ніж кабельні. Швидкість роботи можна порівняти зі швидкістю кабельної мережі. Так само, як і в звичайній мережі, пропускну здатність мережі WLAN залежить від її топології, завантаження, відстані до точки доступу і т.д. Кількість користувачів практично необмежена. Її можна збільшувати, просто встановлюючи нові точки доступу. За допомогою точок доступу, що перекриваються, налаштованих на різні частоти (канали), бездротову мережу можна розширити за рахунок збільшення числа користувачів в одній зоні. Ядром такої мережі є точка доступу (Access Point). Навколо неї утворюється територія радіусом 50-100 метрів, яка називається хот-спотом, або зоною Wi-Fi [12].

Топологія мережі WiFi. Тимчасова мережа ad-hoc у сімействі стандартів 802.11х називається мережею IBSS (Independent Basic Service Set). Для створення IBSS необхідна наявність принаймні двох пристроїв (наприклад комп'ютерів), оснащених бездротовими мережевими картами. Така мережа не підключена до проводової мережі, тому в ній неможливий обмін даними з магістральною мережею (наприклад, доступ до ресурсів Інтернету). Мережа адхос не потребує точок доступу. Залежна мережа (BSS – Basic Service Set) використовує пристрої звані точками доступу (AP – Access Point). Їх завданням є посилення та відновлення прийнятих сигналів, контроль руху та забезпечення доступу до провідної частини інфраструктури. Дальність покриття залежної мережі обмежена однією точкою доступу, у межах якої рухома станція може пересуватися без втрати з'єднання. Складна мережа ESS – Extended Service Set отримуються в результаті об'єднання принаймні двох підмереж BSS, з'єднаних мережею LAN і є найрозвиненішим прикладом комбінованої мережі, який з успіхом може використовуватися для створення великих, змішаних, локальних комп'ютерних мереж.

Маршрутизатор (роутер) – мережевий пристрій, необхідний для перенаправлення пакетів даних у однієї чи кількох підмережах з допомогою того чи іншого принципу. Маршрутизатор може аналізувати дані, визначає адресата та вибирає маршрут вже виходячи з отриманої інформації. Якщо

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
						24
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

комутатор (світч) може створити локальну мережу між кількома комп'ютерами, маршрутизатор здатний з'єднати кілька мереж одночасно, причому з різними ір-адресами. Розташований у будинку маршрутизатор дає змогу, окрім безпроводного підключення усіх гаджетів та ПК до глобального інтернету, підключити певні датчики та пристрої до центрального контролера (хаба) системи розумного будинку. Також за допомогою WiFi можливо з будь якої точки світу отримати дані про поточний стан датчиків та пристроїв підключених у систему РБ, налаштувати їх та внести зміни.

ІР-мережа відрізняється від глобальних мереж тим, що є складовою мережею з підмереж, кількість яких вимірюється тисячами. Для Інтернету характерно використання стека протоколів не OSI, а моделі TCP/IP. Відмінною особливістю TCP/IP є також те, що ІР-пакети можуть передаватися з використанням різних технологій складових мереж. Особливістю моделі TCP/IP на відміну моделі OSI розробили під конкретну складову мережу (internet). Підмережі, які становить цю складову мережу, з'єднуються між собою маршрутизаторами. Такими підмережами можуть бути як локальні, і глобальні мережі різних технологій [12].

Прикладний рівень стека TCP/IP (рівень 4) відповідає трьом верхнім рівням моделі OSI. До протоколів прикладного рівня належать протокол перенесення файлів (FTP); протокол електронної пошти (SMTP); протокол, що використовується для створення сторінок у всесвітньому павутинні WWW (HTTP) - основа для доступу до пов'язаних між собою документів; протокол перетворення (DNS) текстових імен у мережеві ІР-адреси, простий протокол мережного управління (SNMP), протоколи відповідно сигналізації та передачі даних в ІР-телефонії або мова поверх ІР (VoIP-Voice over IP) та ін. До протоколів прикладного рівня відносяться також протоколи інформаційної безпеки Kerberos, PGP, SET та ін.

Транспортний рівень стека TCP/IP (рівень 3) забезпечує передачу даних між прикладними процесами. Транспортний рівень включає два протоколи TCP та UDP. Протокол управління передачею TCP (Transmission Control Protocol) є надійним протоколом із встановленням з'єднання, що дозволяє управляти потоком, тобто без помилок доставляти байтовий потік з однієї машини на іншу машину складової мережі. Щоб забезпечити надійну доставку даних, протокол TCP передбачає встановлення логічного з'єднання. Це дозволяє йому нумерувати пакети, підтверджувати їх прийом квитанціями, у разі втрати організувати повторні передачі, розпізнавати та

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

знищувати дублікати, доставляти прикладному рівню у тому порядку, у якому їх було відправлено. Пакети, що надходять на транспортний рівень, організуються як безліч черг до точок входу прикладних процесів. У термінології TCP/IP такі черги, що однозначно визначають додаток у межах хоста, називається портами. За портами кожної стандартної програми визначено номер, наприклад, порт TCP № 21 – за протоколом передачі файлу FTP (File Transport Protocol). Номер порту разом із номером мережі та номером кінцевого вузла має назву сокет (socket). Кожна логічна сполука ідентифікується парою сокетів взаємодіючих процесів. Другий протокол транспортного рівня – протокол користувачів дейтаграм UDP (User Data Protocol) є найпростішим дейтаграмним протоколом (тобто без встановлення з'єднання).

До протоколу транспортного рівня належить протокол інформаційної безпеки SSL/TLS. Протоколи прикладного та транспортного рівнів стека рівнів TCP/IP встановлюються на кінцевих станціях (хостах) мережі. Мережевим рівнем, є основним всієї архітектури TCP/IP. Саме цей рівень, функції якого відповідають мережевому рівню моделі OSI, забезпечує перенесення пакетів даних у межах усієї складової мережі. Протоколи мережевого рівня підтримують інтерфейси з транспортним рівнем, отримуючи від нього запити на передачу даних по складовій мережі. Основним протоколом мережевого рівня є мережевий протокол IP (Internet Protocol). Він забезпечує просування пакета між підмережами – від одного прикордонного маршрутизатора до іншого, доки пакет не потрапить до мережі призначення. Протокол IP як і протоколи функцій комутації глобальних мереж зв'язку (FR, АТМ та інших.), встановлюється як на кінцевих пунктах (хостах), а й у всіх маршрутизаторах мережі. Маршрутизатор є процесором, який зв'язує між собою дві мережі (підмережі). Протокол міжмережевого рівня працює в режимі без встановлення з'єднання (дейтаграмний режим), відповідно до якого він не відповідає за доставку пакета до вузла призначення. При втраті пакета мережі IP не намагається відновити його. У заголовку IP-пакета міститься IP-адреса відправника та одержувача - по 4 байти кожен.

До міжмережевого рівня належать також протоколи, що виконують функції складання та корекції таблиць маршрутизації RIP (Routing Internet Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), протокол міжмережевих керуючих повідомлень ICMP (Internet Control Message Protocol). До протоколу

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мережного рівня належить протокол інформаційної безпеки IPSec. Рівень мережного доступу стека TCP/IP (рівень 1) відповідає за організацію інтерфейсу із приватними технологіями підмереж складової мережі. Переміщення пакета можна розглядати як послідовність стрибків від одного маршрутизатора до іншого. На черговому маршрутизаторі на мережному рівні визначається мережна адреса наступного маршруту маршрутизатора. Щоб передати пакет IP цьому маршрутизатору, треба перенести через деяку підсіть. Для цього необхідно використати транспортні засоби цієї підмережі. Завдання рівня мережного доступу зводиться до інкапсуляції (вкладання) пакета в блок даних цієї проміжної мережі та перетворення мережних адрес граничних маршрутизаторів цієї підмережі в новий тип адреси, прийнятої в технології проміжної мережі.

### 2.3 Bluetooth

Bluetooth – технологія бездротового зв'язку, розроблена групою Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG), яка була заснована 20 травня 1998 році [13]. У неї увійшли компанії Ericsson, IBM, Intel, Toshiba і Nokia. Потім багато компаній, включаючи Microsoft, Lenovo і Motorola, вступили в неї як асоційовані члени. Будь-яка компанія, яка планує розробляти пристрої Bluetooth, може безкоштовно увійти в цю групу. У SIG вже складається близько 2000 компаній. Згодом Bluetooth SIG і IEEE досягли угоди, на основі якої специфікація Bluetooth стало частиною стандарту IEEE 802.15.1. Роботи із створення Bluetooth компанія Ericsson Mobile Communication почала в 1994 році. Спочатку ця технологія була пристосована під потреби системи FLYWAY у функціональному інтерфейсі між мандрівниками та системою. На відміну від технології інфрачервоного зв'язку IrDA (Infrared Direct Access), що працює за принципом "точка-точка" в зоні прямої видимості, технологія Bluetooth розроблялася для роботи як за принципом "точка-точка", так і в якості багатоточкового радіоканалу, керованого багаторівневим протоколом, схожим на протокол мобільного зв'язку GSM. Bluetooth стала конкурентом таких технологій, як IEEE 802.11, HomeRF і IrDA, хоча остання і не призначена для побудови локальних мереж, але є найпоширенішою технологією бездротового з'єднання комп'ютерів і периферійних пристроїв. Основне призначення Bluetooth – забезпечення економного (з точки зору споживаного струму) і дешевого радіозв'язку між різноманітними типами

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

електронних пристроїв, таких як мобільні телефони та аксесуари до них, портативні та настільні комп'ютери, принтери та інші. Причому, велике значення приділяється компактності електронних компонентів, що дає можливість застосовувати Bluetooth у малогабаритних пристроях розміром з наручний годинник.

Bluetooth забезпечує обмін інформацією між такими пристроями як кишенькові і звичайні персональні комп'ютери, мобільні телефони, ноутбуки, принтери, цифрові фотоапарати, мишки, клавіатури, джойстики, навушники, гарнітури на надійній та недорогій радіочастоті для ближнього зв'язку.

Bluetooth дозволяє цим пристроям обмінюватись інформацією, коли вони знаходяться в радіусі від 10 до 100 метрів один від одного, навіть в різних приміщеннях. Дальність дуже сильно залежить від механічних та радіо перешкод [13].

Технологія Bluetooth спеціально розроблена для забезпечення дешевого, стійкого, ефективного, високоемного зв'язку, для роботи з голосом і передачі даних, з наступними характеристиками: – швидкість передачі/прийому 1 Мбіт/с, при використанні каналу з максимально можливою шириною смуги; – швидкі перемикання частоти, щоб уникнути інтерференції; – адаптивна вихідна потужність для мінімізації перешкод; – короткі пакети даних для мінімізації потужності під час перешкод; – швидке впізнання (підтвердження); – CVSD (Continuous Variable Slope Delta Modulation) голосове кодування, яке дає можливість роботи з високими частотами помилок по бітам; – гнучкі типи пакетів, які підтримують широкий спектр додатків; – ненапружений "бюджет зв'язку", що підтримує недорогу інтеграцію окремих елементарних сигналів; – інтерфейс передачі/прийому, спеціально пристосований для мінімізації енергоспоживання. Ці властивості дають технології Bluetooth можливість забезпечувати надзвичайно гнучкий зв'язок з високими швидкостями передачі даних навіть за наявності серйозних перешкод. При завідомо хорошому прийомі в сприятливих умовах передачі сигналу, в міру посилення перешкод, падіння якості переданого сигналу буде залишатися мінімальним і поступовим, що дає можливість збереження стабільного зв'язку. Bluetooth має RF (Radio Frequency) специфікації для передачі голосу і даних на короткі відстані, "точка-мультиточка".

Принцип роботи. Радіус роботи пристроїв BT2 не перевищує 15 метрів, для BT1 до 100 м (клас А). Ці числа декларуються стандартом для прямої

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ				

видимості, в реальності не варто чекати роботу на відстані більше 10-20 метрів. Такої дальності недостатньо для ефективного застосування атак на практиці. Тому, ще до детального опрацювання алгоритмів атаки, на Defcon-2004 публіці була представлена антена-гвинтівка BlueSniper, розроблена Джонном Херінгтоном (John Herington) [13].

Пристрій підключається до портативного пристрою ноутбуку/КПК і має достатню спрямованість і потужність (ефективна робота до 1,5 км.) Радіозв'язок Bluetooth здійснюється в ISM діапазоні (англ. Industry, Science and Medicine - смуга промислового, наукового та медичного застосування), який використовується в різних побутових приладах і безпроводних мережах (вільний від ліцензування діапазон 2,4-2,4835 ГГц). Спектр сигналу формується по методу FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum псевдовипадкова перебудова робочої частоти). Метод FHSS простий в реалізації, забезпечує стійкість до широкосмугових перешкод, а устаткування коштує недорого. Згідно алгоритму FHSS, в Bluetooth частота сигналу, що несе, стрибкоподібно міняється 1600 разів в секунду (всього виділяється 79 робочих частот шириною в 1 МГц, а в Японії, Франції і Іспанії смуга має вже 23 частотних каналу). Послідовність перемикання між частотами для кожного з'єднання є псевдовипадковою і відома тільки передавачу і приймачу, які кожні 625 мкс (один часовий слот) синхронно перебудовуються з однієї частоти, що несе, на іншу. Таким чином, якщо поряд працюють декілька пар приймач-передавач, то вони не заважають один одному. Цей алгоритм є також складовою частиною системи захисту конфіденційності передаваної інформації: перехід відбувається по псевдовипадковому алгоритму і визначається окремо для кожного з'єднання. При передачі цифрових даних і аудіосигналу (64 Кбіт/с в обох напрямках) використовуються різні схеми кодування: аудіо-сигнал не повторюється (як правило), а цифрові дані у разі втрати пакету інформації будуть передані повторно. Без перешкодостійкого кодування це забезпечує передачу даних зі швидкостями 723,2 Кбіт/с із зворотним каналом 57,6 Кбіт/с, або 433,9 Кбіт/с в обох напрямках. Для повнодуплексної передачі використовується дуплексний режим з тимчасовим розділенням (TDD). Підтримується ізохронна і асинхронна передача даних і забезпечується проста інтеграція з TCP / IP. Енергоспоживання пристроїв Bluetooth має бути в межах 0.1 Вт. Кожен пристрій має унікальну 48-бітову мережеву адресу, сумісну з форматом стандарту локальних мереж IEEE 802. В багатьох датчиках чи

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
						29
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

пристроях, зараз, вбудована технологія Bluetooth і це дає змогу активно використовувати їх для автоматизації будинку в системі розумного будинку. Центральний контролер встановлює зв'язок з датчиком та отримує від нього потрібні данні та передає на екран хабу.

## 2.4 Zigbee

Відкритий стандарт Zigbee призначений для програм з низьким рівнем передачі даних та енергоспоживанням та підтримує нижчі швидкості і використовує протокол комірчастої (mesh) мережі для створення архітектури, що самовідновлюється. Протокол Zigbee заснований на специфікації 802.15 та створений для мереж керування та датчиків за бездротовим стандартом IEEE для безпроводних персональних мереж (WPAN). Мережі працюють на частотах 2,4 ГГц, 900 МГц та 868 МГц. Zigbee пристрої взаємодіють між собою в екосистемі розумного будинку, що використовують топологію мережі. Пристрої знаходять активні девайси на його околицях, ініціюють зв'язок без переривань. Ефективність системи збільшується за допомогою зв'язку D2D [14].

Швидкість Zigbee – 250 кбіт/с, найкраще підходить для періодичної та проміжної двосторонньої передачі даних між датчиками та контролерами.

За технологією Zigbee дальність зв'язку заявлено 10-100 метрів.

Основні характеристики Zigbee: – підтримує кілька мережевих топологій («точка-точка», багатоточкові, комірчасті мережі); – має низький робочий цикл збільшуючи термін служби батареї; – має низьку затримку відгуку; – забезпечує спектр поширення прямої послідовності (DSSS); – допускає наявність 65 000 мережних вузлів; – має шифрування 128-bit для безпечного підключення до даних; – запобігає зіткненням, повторним спробам, підтвердженням.

Структура системи Zigbee складається з трьох типів пристроїв: координатор, маршрутизатор та кінцевий пристрій. Кожна мережа повинна складатися щонайменше з одного координатора, який діє як корінь і міст (хаб) мережі. Координатор відповідає за обробку та зберігання інформації при виконанні операцій прийому та передачі даних. Маршрутизатори виступають ролі проміжних пристроїв, які забезпечують обмін між компонентами.

За допомогою Zigbee в системі розумний будинок можна автоматизувати [14]:

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



- моніторинг безпеки та керування домашніми програмами з віддалених місць;
- дистанційне керування приладами;
- автоматичні двері, вікна із датчиками руху;
- прогноують датчики диму, води та газу;
- розумні світлові рішення з програмами для керування зі смартфона;
- підключене освітлення із опціями енергозбереження;
- інтелектуальні перемикачі, які не потребують батарейного джерела живлення;
- інтелектуальні програми для роздрібної торгівлі: відстеження розташування, датчики, торгові марки електроніки;
- моніторинг безпеки харчових продуктів;
- удосконалені бездротові пристрої для покращення покупок.

## 2.5 Z-Wave

Z-Wave – радіопротокол передачі даних, призначений для домашньої автоматизації. Характерною особливістю Z-Wave є стандартизація від фізичного рівня до рівня програми. Тобто протокол покриває всі рівні OSI класифікації, що дозволяє забезпечувати сумісність пристроїв різних виробників під час створення гетерогенних мереж.

Приклади використання технології Z-Wave:

- управління освітленням (реле/димери), шторами, роль-ставнями та воротами;
- управління жалюзі та іншими моторами (10-230 В);
- увімкнення/вимкнення будь-яких навантажень до 3.5 кВт (модуль в розетку або реле, що вбудовується);
- управління обігрівом (електричні теплі підлоги із захистом від перегріву, електро котли та радіатори, термостати для водяних клапанів радіаторів);
- управління кондиціонерами (через ІЧ інтерфейс імітуючи пульт);
- детектування тривожних подій (датчики руху, відкриття дверей/вікна, протікання, сухі контакти);
- моніторинг стану (датчики температури, вологості, освітленості);
- управління A/V апаратурою (за протоколом Z-Wave або через ІЧ інтерфейс імітуючи пульт);

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						31
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- зв'язок із будь-яким програмним забезпеченням через ПК контролер;
- збір даних із лічильників.

Протокол Z-Wave був розроблений для квартир та невеликих будинків. Зазвичай такі системи містять від 10 до 150 пристроїв. Основна особливість Z-Wave у тому, що він належить до формату "зроби сам", встановлення та налаштування системи власник житла може зробити самостійно. Протокол розроблявся спеціально щоб керувати такими пристроями як світло, жалюзі, ворота, термостати та інші шляхом передачі коротких команд, потребують невеликого енергоспоживання. Типові невеликі завдання, які вирішуються за допомогою ZWave – це встановлення прохідних вимикачів, перенесення вимикачів на більш зручний рівень, дистанційне керування воротами та жалюзі, включення світла за датчиками руху. Всі ці завдання не вимагають перекладання дротів.

Існують і складніші проекти автоматизації квартир, що не поступаються за складністю промисловим системам автоматизації.

Модель стека мережевих протоколів Z-Wave має 6 рівнів логічної роботи.

Фізичний рівень. Передача даних здійснюється на частоті 869.0 МГц (Росія), 868.42 МГц (Європа, Китай, Сінгапур, ОАЕ, ПАР), 908.42 МГц (США, Мексика), 921.42 МГц (Австралія, Бразилія, Нова Зеландія, Гонконг), 865.2 МГц (Індія), 868.2 МГц (Малайзія), Японія (951-956 та 922-926 МГц). Модуляція FSK (частотна маніпуляція). Швидкість передачі: 42 кбіт/с, 100 31 кбіт/с та 9.6 кбіт/с (для сумісності зі старими пристроями). Добре не більше 1%. Гранична потужність передачі 1 мВт.

Канальний рівень. Використовуються пакети з контролем цілісності даних (контрольна сума) та адресацією одержувача та відправника. Одержувач може використовуватися multicast адресу чи broadcast (у разі пакет приймається всіма учасниками мережі з включеним радіо-модулем).

Мережевий рівень. Протокол Z-Wave визначає алгоритм маршрутизації, що дозволяє передавати дані між пристроями поза прямою видимістю. Всі вузли мережі, що постійно працюють (бувають ще сплячі і ті, що "часто слухають" вузли) можуть брати участь у пересиланні пакетів між іншими учасниками мережі. Z-Wave використовує механізм Source Routing, тобто маршрут проходження визначається відправником. Broadcast та multicast пакети не маршрутизуються. Якщо неможливо знайти потрібний вузол за маршрутами, записаними в пам'яті, існує механізм пошуку вузла по

										Арк.
										32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ					

всій мережі шляхом надсилання спеціального пакета Explorer Frame всім вузлам мережі. Після успішного знаходження вузла новий маршрут записується відправником на згадку для подальшого використання.

Транспортний рівень. На цьому рівні Z-Wave гарантує підтвердження доставки та повторне відправлення у випадку, якщо пакет не був доставлений до одержувача. Кожен вузол, що є у пересиланні, підтверджує факт отримання повідомлення. Для зменшення завантаження ефіру в Z-Wave використовується механізм "мовчазних підтверджень": вузол (А), що передав пакет наступному вузлу (Б) на шляху проходження пакета не чекає підтвердження від нього, а бачить, що Б відправив пакет далі вузлу С і сприймає це як факт підтвердження успішного пересилання пакета від А до Б. Отримавши пакет, кінцевий вузол передає назад підтвердження доставки, яке подорожує назад тим самим маршрутом до вихідного відправника. Таким чином, відправник завжди знає, чи дійшов пакет до точки призначення чи ні

Сеансовий рівень. Використовується лише при використанні шифрування, де визначаються короткі сеанси з одноразовим ключем.

Прикладний рівень. Z-Wave також визначає алгоритм інтерпретації одержуваних на прикладному рівні команд. Даний рівень описаний набором класів команд (Command Classes). Для деяких класів існує кілька варіантів інтерпретації команд, які залежать від класу пристрою (Device Class), що визначає тип пристрою.

З 2012 року фізичний та каналний рівні протоколу Z-Wave увійшли до стандарту ITU-T G.9959 (рекомендації сектора стандартизації електрозв'язку Міжнародного союзу електрозв'язку). Рівні від транспортного до каналного реалізовані у програмному коді Sigma Designs і постачаються у прекомпільованому вигляді (у комплекті SDK). З одного боку, пропрієтарний код — це мінус, але в закритості даного протоколу є і свої плюси: жоден виробник не може змінити нижні рівні протоколу, що дозволяє легше забезпечувати сумісність — всі пристрої засновані на одному добре налагодженому коді. Усі команди Z-Wave гранично компактно упаковані. Це необхідно для зменшення розміру пакета, що позитивно впливає займане в ефірі час, і навіть зменшення втрат під час передачі. Z-Wave призначений для передачі коротких команд без відкриття сесії, тобто не підходить для потокової передачі поточкових даних. Максимальний корисний розмір даних становить байт (розмір даних прикладного рівня без шифрування).

Типи вузлів в структурі Z-Wave.

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ				

Портативний контролер (Portable Controller) Пристрій, що зберігає інформацію про сусідів всіх вузлів мережі (топологію мережі) та здатний на базі цієї інформації знайти маршрут до будь-якого вузла мережі. Крім того, цей пристрій може переміщуватися в мережі і здатний достукатися до всіх вузлів мережі з будь-якої точки мережі (звичайно за умови, що мережа однозв'язна). До пристроїв цього типу не можна звернутися, т.к. вони не фігурують у таблиці маршрутизації (будучи портативними) — їм можна лише відповідати на їхній запит.

Можливе застосування: пульт дистанційного керування. Такий пристрій потребує енергонезалежної пам'яті EEPROM.

Статичний контролер (Static Controller) аналогічний портативному, але він повинен переміщатися у просторі і покликаний бути завжди доступним іншим учасникам мережі. Типове застосування: контролер ПК, виконавець. Такий пристрій потребує енергонезалежної пам'яті EEPROM. Дочірній пристрій (Slave), здатний лише відповісти на запит, що прийшов до нього, так як не знає топології мережі та не зберігає жодних маршрутів. Такі пристрої можуть бути лише датчиками, які живляться від мережі та опитуються іншими вузлами, або виконавцями. Вони не вміють ініціювати відправлення даних самостійно (надсилати непрохані пакети — *unsolicited packets*).

Дочірній маршрутизатор (Routing Slave) - пристрій, здатний зберігати до 4 маршрутів для 5 вузлів (так звані "зворотні маршрути"). Ці пристрої можуть ініціювати відправлення даних (надсилати непрохані пакети — *unsolicited packets*), а також можуть бути сплячими або такими, що "часто слухають". Типове застосування: датчики, виконавці, нерухомі пульти керування (датчик руху, кнопка вмикання на батарейках).

Просунутий дочірній маршрутизуючий пристрій (Routing Enhanced Slave). Як і дочірній маршрутизуючий пристрій, але зберігає маршрути до всіх вузлів мережі, а не тільки до 5. Такому приладу потрібна енергонезалежна пам'ять EEPROM. Більшість вузлів знають маршрути до деяких вузлів через своїх сусідів. Повні списки сусідів усіх вузлів зберігаються на контролерах, які покладаються на їхню достовірність при формуванні маршрутів.

Мережа Z-Wave визначається унікальним параметром Home ID (генерується при створенні мережі генератором випадкових чисел з шумом від радіоприймача як джерело випадкових числа або призначається Sigma Designs для старих контролерів). На одній території може співіснувати кілька

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ				

мереж ZWave із різними Home ID. При цьому вони не будуть бачити один одного і взаємодіяти один з одним. Завдяки обов'язковій вимозі шпаруватості (не більше 1% часу перебуває в стані передачі), ці мережі не заважатимуть один одному. Кожен вузол в мережі має свій унікальний Node ID, який присвоюється первинним контролером при включенні пристрою в мережу. Також при включенні в мережу пристрій запам'ятовує Home ID первинного контролера для подальшого спілкування. Мережа може містити до 232 пристроїв. Увімкнення відбувається переведенням контролера в спеціальний режим Увімкнення (Inclusion mode; зазвичай якоюсь спеціальною кнопкою або комбінацією клавіш), а пристрою, що включається в режим Навчання (Learn mode; зазвичай одинарним або потрійним натисканням на кнопку). При цьому контролер і пристрій повинні перебувати в прямій видимості. Багато сучасних (версій протоколу 4.5x або 6.x) пристроїв, що постійно живляться (не сплять), перші 3-5 хвилин після включення в мережу електроживлення самостійно переходять у спеціальний режим навчання (Network Wide Inclusion, NWI), якщо вони ще не включені в мережу. При цьому умова перебування у прямій видимості вже не потрібна. Це дозволяє легко включати в мережу нові пристрої, не бігаючи по будинку. Виняток із мережі відбувається аналогічно: контролер переводиться у режим Виключення (Exclusion mode), а дочірній вузол у режим Навчання. Після виключення Node ID та Home ID пристрої скинуться на 0 (для контролерів NodeID скинеться на 1, а HomeID на заводське значення). Більшість пристроїв при виключенні скине і всі інші налаштування на заводські значення. Варто зазначити, що пристрій, що вже прописаний в одній мережі, не включиться в іншу мережу. Але виключити з мережі може будь-який первинний контролер (навіть пристрій не зі своєї мережі). Контролери та дочірні пристрої включаються до мережі та виключаються з неї однаковим чином. При включенні до мережі первинний контролер отримує інформацію про тип включеного вузла та його NIF Command Classes (Класи Команд). Всі дані рівня програми передаються у вигляді коротких пакетів такого вигляду: Command Class ID Command ID Спочатку йде Клас Команди, потім команда у цьому класі, далі дані специфічні для цієї команди. Завдяки строгому стандарту, який описує Класи Команд, пристрої різних виробників можуть розуміти один одного без будь-яких проблем.

Приклад популярних класів:

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Basic – найпопулярніший клас, що дозволяє пристроям різного типу бути сумісними на мінімальному рівні. Наприклад, вимикач вміє посилати команди Включити/Вимкнути, які диммер і реле інтерпретуватимуть як включення/вимикання світла, термостат як перехід між режимами нормальний/енергозберігаючий, а пристрій управління жалюзі як хід/зупинка руху віконниць.

Switch Binary / Switch Multilevel – використовуються для керування освітленням (реле/диммер), а також для керування моторами (для віконниць або воріт). Sensor Binary / Sensor Multilevel – для бінарного датчика (відкриття дверей, протікання, диму, руху) та багатопозиційного датчика (температури, освітленості, вологості).

Meter – використовується для зняття показань та скидання накопичених значень лічильників.

Association – дозволяє встановлювати зв'язки між пристроями. Наприклад, на пристрої є 3 кнопки. Для них є 3 відповідні кнопки групи асоціацій. При натисканні на кнопку надсилаються команди Basic Set Увімкнути відповідній групі. Клас Association використовується для ведення списку вузлів у цій групі. Такий підхід дозволяє легко та ефективно налаштовувати прямі взаємозв'язки між пристроями мережі.

Configuration – дозволяє змінювати деякі закладені виробником установки пристроїв. Наприклад, швидкість димування світла чи чутливість датчика руху.

Battery – дозволяє вимагати заряду батарей пристроїв.

Wakeup – для керування параметрами прокидання сплячих пристроїв.

MultiChannel – використовується для адресації до конкретної компоненти складного пристрою, що складається з кількох елементів.

Звичайні класи команд (Basic, Switch/Sensor Binary/Multilevel, Meter) інкапсулюються в команду даного класу із зазначенням номера елемента. Наприклад, пристрій може містити два реле або три датчики (температури, вологості та руху). Список підтримуваних пристроєм Класів Команд міститься в пакеті NIF (Node Information Frame – пакет опису пристрою). Завдяки ньому можна визначити Клас пристрою (Device Class) та список можливостей пристрою. Цей пакет приходить первинному контролеру при включенні пристрою в мережу, а також при натисканні один або три рази на кнопку (у більшості пристроїв дивитися документацію до конкретного пристрою).

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ					

Device Classes. Кожен пристрій характеризується своїм функціональним типом (Класом Пристрою, Device Class). Кожен клас визначає обов'язкові класи команд, що підтримуються пристроєм, та способи інтерпретації їх команд. Наприклад, команди класу команд Basic можуть абсолютно по-різному інтерпретуватися для різних класів пристроїв: для двопозиційного реле Basic Set 0 вимикає, 1-99 або 255 включають, у той час як для термостата можуть інтерпретуватися як температура в одиницях або 1/10 градусів, тобто від 0 до 255 чи від 0 до 25.5 градусів, відповідно. Всі інші класи команд чітко прописані аж до інтерпретації кожної команди.

					<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		37

## 3 РОЗРОБКА, ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

### 3.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою

Технічний прогрес і цифровізація йдуть дуже швидко і з кожним кроком дозволяють робити життя простіше, зручніше, краще. Навіть власний будинок можна обладнати відповідно до останнього слова інноваційних технологій. Сучасна система “Мультирум” розумного будинку здатна здивувати навіть найдосвідченіших людей.

#### *Що ж таке мультирум в “Розумному будинку”?*

Принцип роботи максимально простий: вона об’єднує всі гаджети в будинку, приймає і обробляє всі відео-і аудіосигнали, дозволяє віддалено і оперативно управляти даними мультимедійними процесами. До мультирум можна підключити ПК або ноутбук, домашній кінотеатр, стереосистему, сучасні телевізори, музичні колонки, Тв-центр і всі аналогічні прилади.

#### *Можливості системи*

За допомогою мультирум господарі і гості будинку можуть налаштовувати під свої переваги звукові сигнали в будинку, налагоджувати комунікацію один з одним, переглядати фото і відео файли і багато іншого.

Інтеграція функціоналу дозволяє:

- Включати улюблені аудіо/відео / фото на будь-якому пристрої, підключеному до системи розумний будинок мультирум;
- Налаштовувати гучність, частоту і порядок відтворення, повторення файлів, ставити трек / фільм на паузу і т. д.;
- Персоналізувати налаштування вбудованого еквалайзера;
- “переносити” медіа в будь-яку кімнату в будинку або квартирі, де присутній компонент мультирум;
- Включати прийом радіохвиль, записувати ефіри, відтворювати в будь-який час;
- Відправляти і прослуховувати голосові повідомлення в будь-яку частину будинку;
- Включити відео файл або перегляд фотографій на одному екрані, при необхідності перенести на будь-який інший;
- Налаштовувати і передавати оповіщення (сигналізація, блокування дверей і т. д.);

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ				



- Завантажувати, завантажувати і зберігати будь-які медіа файли в архіві;
- Використовувати аудіо прилади як радіо-няню;
- Відтворювати звук з будь-яких джерел в мережі Інтернет: соціальні мережі, YouTube, браузері і т. д.

Це лише кілька основних можливостей мультимедіа, які перетворюють звичайний житловий простір в справжній технологічний світ.

### ***Переваги мультимедіа***

Інтеграція мультимедіа в своє житло-це не просто спосіб перетворити його в справжню обитель hi-tech. Це, в першу чергу, практичне і вигідне рішення для господаря і його близьких. Грамотно налаштована функція мультимедіа допомагає спростити виконання рутинних невеликих завдань, і звичайно, підняти розважально-дозвільну частину життя на новий рівень.

### ***Плюси системи:***

- Економія коштів на оплаті Інтернету та електроенергії (мультимедіа налаштована таким чином, що звуксвітловідео та інші сигнали можуть переміщатися разом з людиною в будь-яку кімнату і автоматично вимикатися там, де нікого немає);
- Економія коштів на покупці техніки (для успішної роботи мультимедіа зовсім необов'язково закупувати тонни технічних приладів, достатньо всього 1-2 пристрої в кожній кімнаті, підключених і налаштованих);
- Оптимізація простору і комфорту (мультимедіа не вимагає додаткових засобів підключення між пристроями, таких як флеші, дроти, кабелі і т. д., а значить в будинку буде вільніше і безпечніше, особливо при наявності дітей і або домашніх тварин);
- Управління ” в 2 кліка “(щоб почати користуватися мультимедіа не потрібно штудіювати спеціальну літературу або довго вивчати інструкції – інтерфейс контроль-панелі інтуїтивно зрозумілий будь-яким користувачам, хто хоча б раз тримав в руці сучасний смартфон);
- Спрощення побутових питань (система розроблена з метою спростити і скрасити такі повсякденні завдання, як готування сніданку, перегляд фільму, ігри з дітьми, зустріч гостей або звичайний сімейне дозвілля).

Мультимедіа можна підключити в будь-який будинок. Впровадити функції розумного будинку можна також на етапі ремонту або перебудови житлового приміщення.

						<i>ЕліТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			39

## **Як керувати відео та аудіо в будинку**

Управління всіма пристроями в “розумному” будинку може відбуватися за допомогою спеціальних кнопок, які за зовнішнім виглядом нагадують звичайні настінні Вимикачі. Кнопки монтуються в кілька найбільш часто відвідуваних зон житлового простору. Кнопки дозволяють включити або вимкнути музику, регулювати гучність, налаштувати освітлення, клімат і багато іншого.

Також при установці MultiRoom домовласник має можливість працювати з системою через свої персональні гаджети, наприклад, смартфон, планшет або ноутбук. Панель управління проста і зрозуміла навіть тим, хто ніколи не використовував функції мультирума. Вбудоване меню українською (або за бажанням будь-якою іншою) мовою завбачливо розділене на розділи, які відповідають кімнатах, підключеним до системи. Також функціонал розділений на блоки за завданнями: Клімат, світло, звук та інші. Управляти мультирум можна навіть використовуючи голосових помічників.

Розробку структурної схеми необхідно почати з розробки алгоритму функціонування пристрою. Алгоритм функціонування повинен за допомогою символів або словесного опису відображати процес прийому, обробки і формування вхідних, керуючих, інформаційних і вихідних сигналів.

Алгоритм повинен задовольняти наступним умовам:

- **Скінченність, результативність**
  - алгоритм має завжди завершуватись після виконання скінченної кількості кроків. Процедуру, яка має решту характеристик алгоритму, без, можливо, скінченності, називають *методом обчислень*.
- **Дискретність**
  - процес, що визначається алгоритмом, можна розчленувати (розділити) на окремі елементарні етапи (кроки), кожен з яких називається кроком алгоритмічного процесу чи алгоритму.
- **Визначеність, однозначність**
  - кожен крок алгоритму має бути точно визначений. Дії, які необхідно здійснити, повинні бути чітко та недвозначно визначені для кожного можливого випадку.
- **Масовість, універсальність, повторюваність**
  - властивість алгоритму, яка полягає в тому, що алгоритм повинен забезпечувати розв'язання будь-якої задачі з класу однотипних задач

										Арк.
										40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ					

за будь-якими вхідними даними, що належать до області застосування алгоритму.

- **Ефективність**

- Алгоритм вважають ефективним, якщо всі його оператори досить прості для того, аби їх можна було точно виконати за скінченний проміжок часу з допомогою олівця та аркушу паперу.

- **Вхідні дані**

- алгоритм має деяку кількість (можливо, нульову) вхідних даних, тобто, величин, заданих до початку його роботи або значення яких визначають під час роботи алгоритму.

- **Вихідні дані**

- алгоритм має одне або декілька вихідних даних, тобто, величин, що мають досить визначений зв'язок із вхідними даними.

Система керування мультимедієм приміщенням розробляється для молодої родини, що проживає в приватному будинку. Родина складається з трьох осіб – це дружина, чоловік та мала дитина.

Дружина – оперна співачка, яка дуже полюбляє свою професійну справу настільки, що й дома прослуховує записи співаків. Обов'язкова умова для таких записів – висока якість звучання.

Чоловік – молодий і талановитий хірург, який не тільки веде практику, але й займається науковою роботою. Він багато читає медичної літератури, спілкується з видатними лікарями та науковими працівниками. Часто він саме прослуховує текст статей, доповідей.

Родина має маленьку дитину, тому один з режимів, який необхідно обов'язково реалізувати – «Дистанційна няня».

Крім того, декілька функцій, які безпосередньо не відносяться саме до мультимедія, також повинні бути відображені в алгоритмі та в схемі керування. Наприклад перегляд фільмів, телепередач та інше супроводжується, зазвичай, організацією більш комфортних умов перегляду, як то – режим «закриті штори», «комфортне освітлення» та інші.

Родина проживає в приватному будинку, який може мати наступний вигляд планування (рисунок 3.1).

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

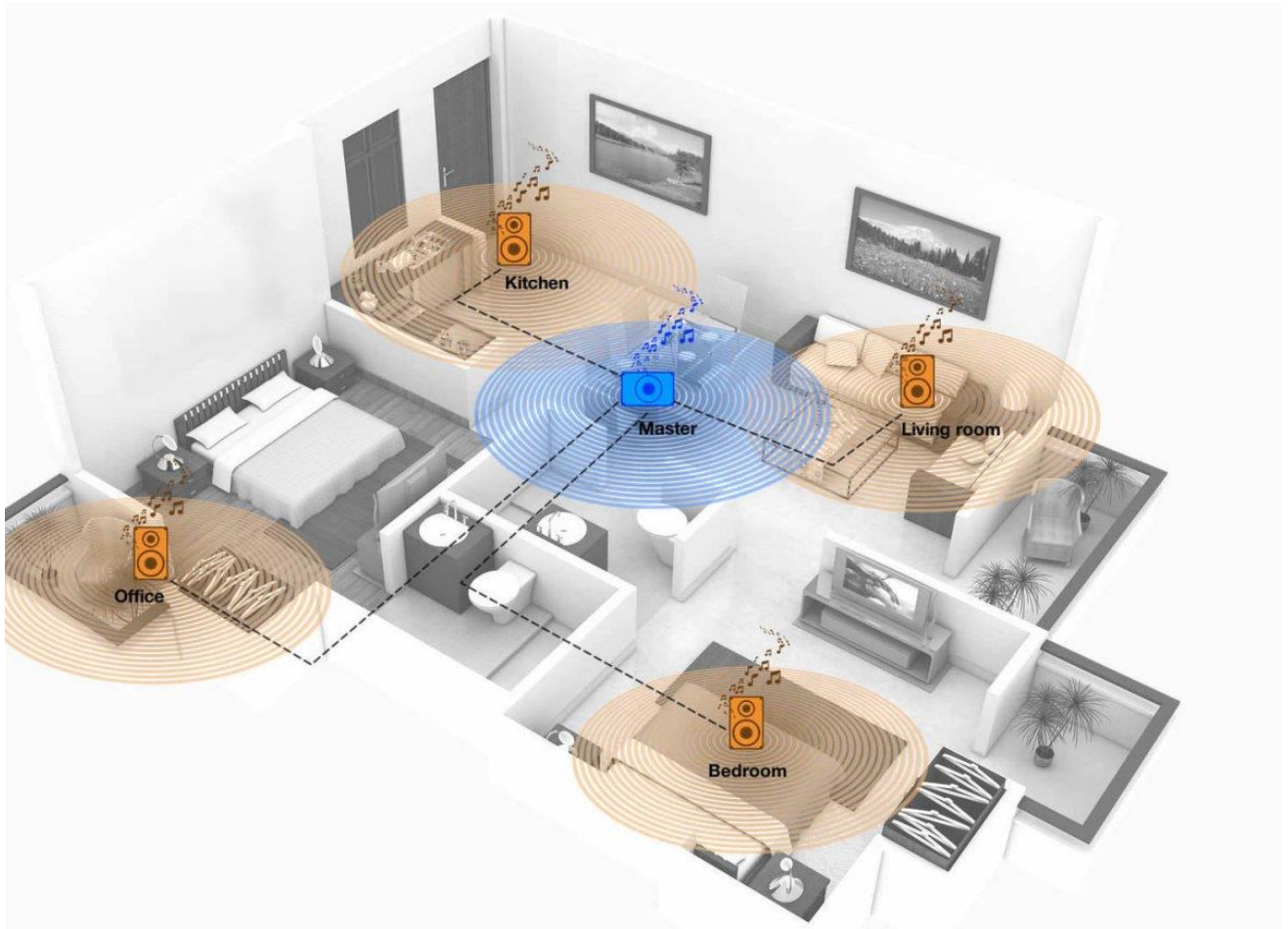


Рисунок 3.1 – Приміщення, для розробляється система «Мультирум»

Схема алгоритма наведена на рисунку 3.2.

Прокоментуємо більш детально деякі операції.

Як і будь-який інший пристрій пристрій керування системою Мультирум необхідно під'єднати до джерела живлення. «Розумний будинок», для якого розробляють Мультирум обов'язково вже має в своєму складі автономні джерела живлення. На сьогодні, найбільш прогресивними вважаються системи з соняшними батареями. Така система дозволяє не тільки забезпечувати оселю електричною напругою коли зникає основне живлення, але й заощаджувати до 40%, експлуатуючи такі системи, особливо влітку.

На наступному кроці перевіряється функціонування бездротової мережі, оскільки значна частина керуючих сигналів передається на виконуючі пристрої застосовуючи Wi-Fi. Зрозуміло, що обов'язково необхідно забезпечити можливість «ручного керування». Особливо важливою стає ця функція, коли якісь системи виходять з ладу або виявлено критичні значення, наприклад CO.

												Арк.
												42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.062 ПЗ							

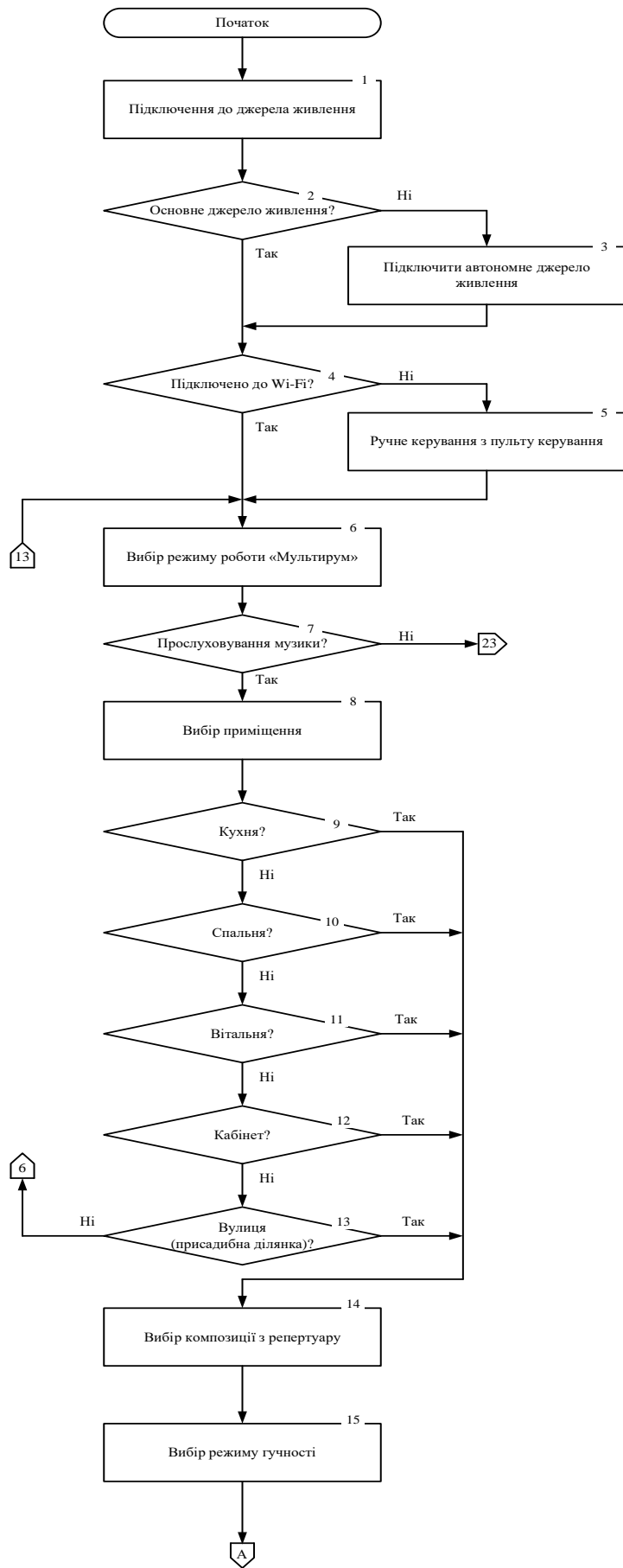
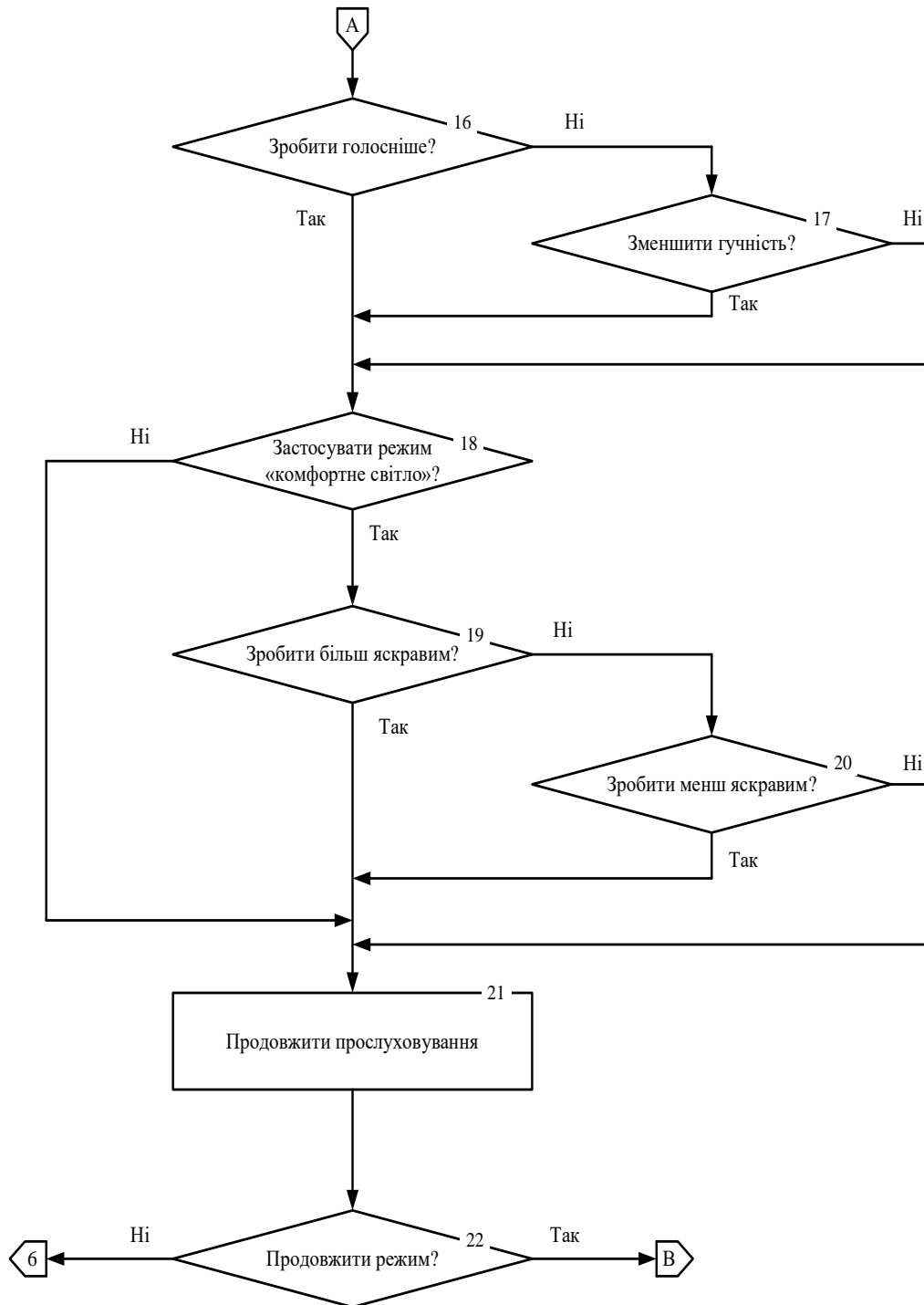
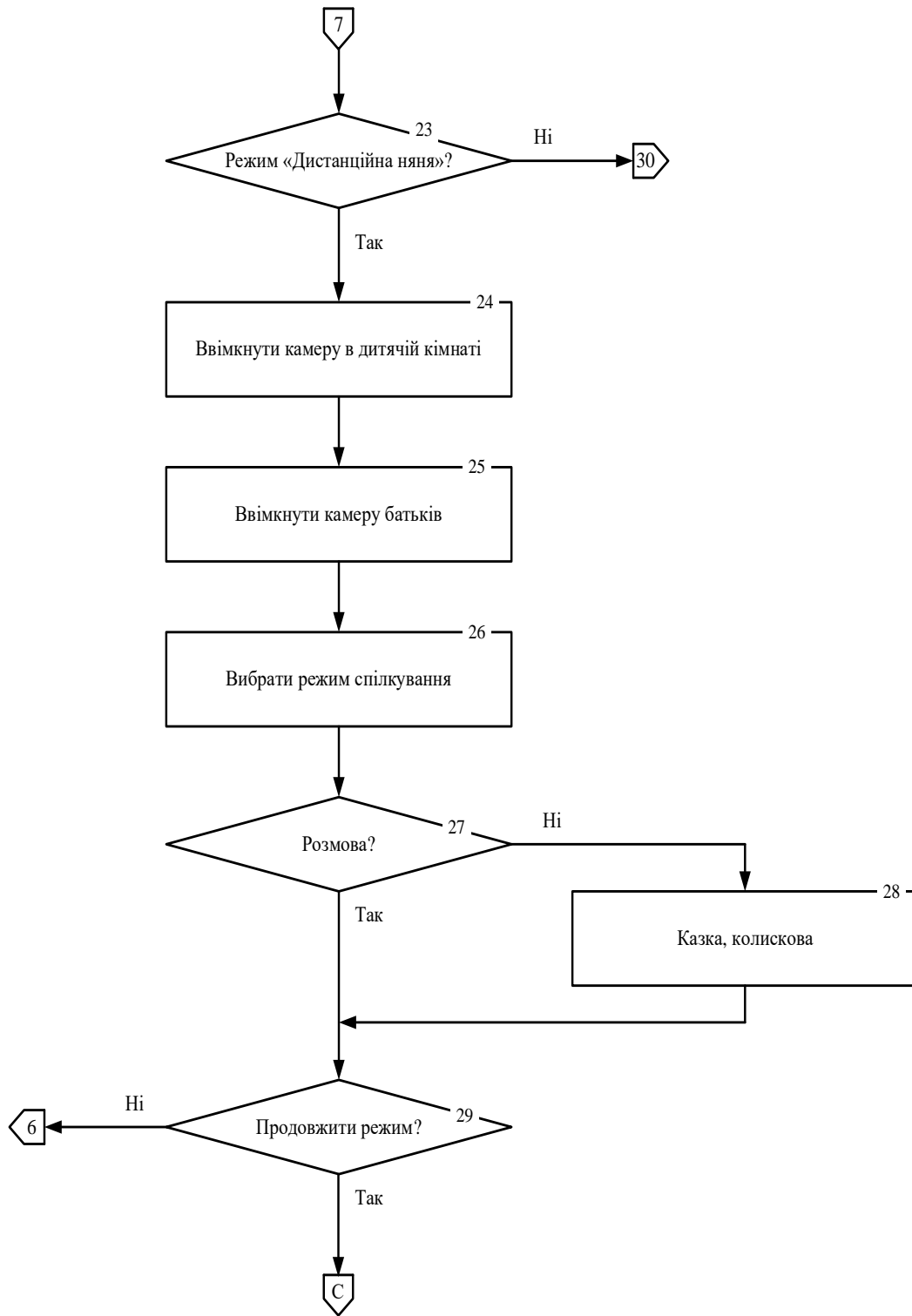


Рисунок 3.2 – Алгоритм функціонування системи «Мультирум»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

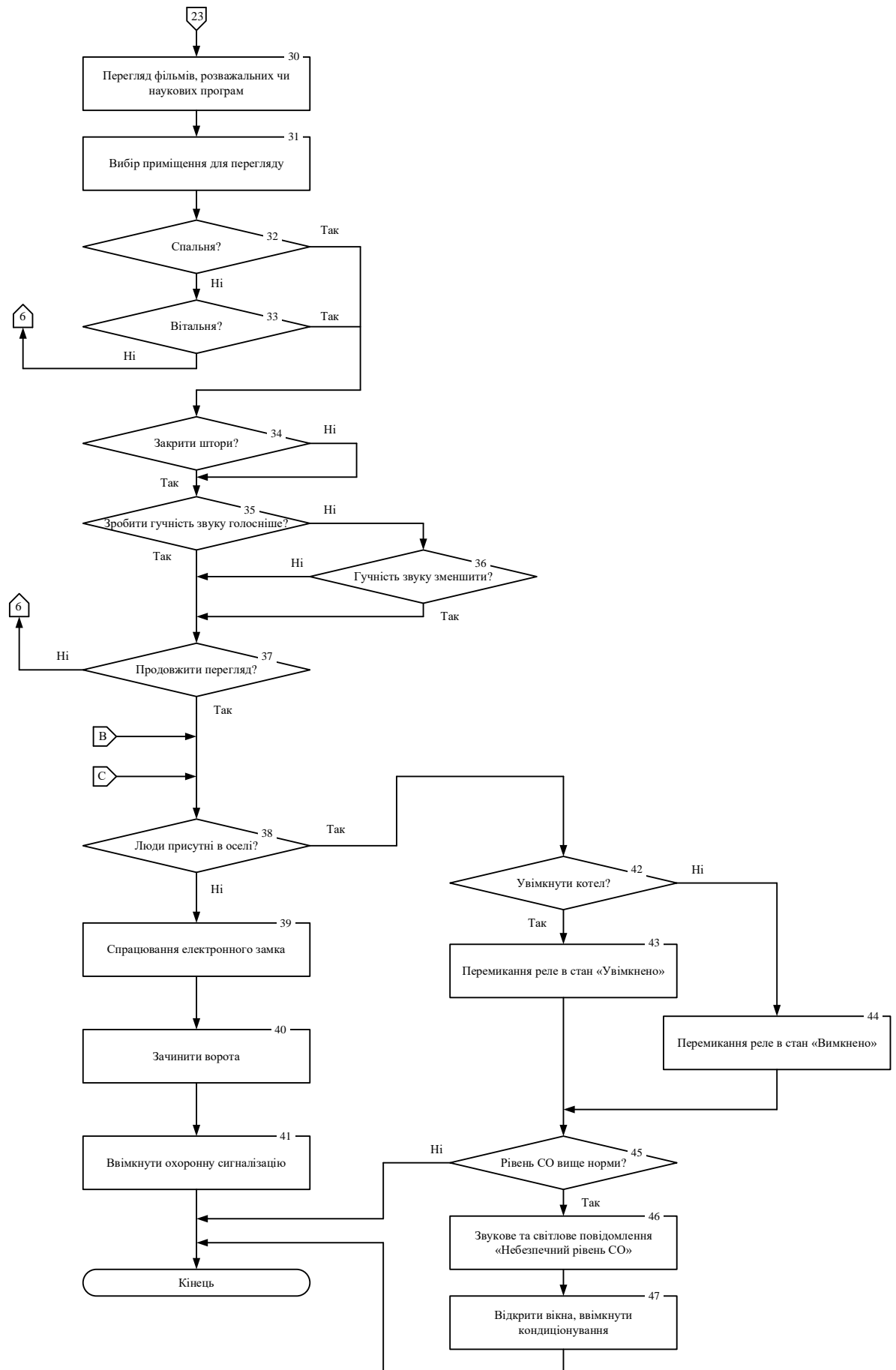


Продовження рисунку 3.2 - Алгоритм функціонування системи «Мультирум»



Продовження рисунку 3.2 - Алгоритм функціонування системи «Мультирум»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Продовження рисунку 3.2 - Алгоритм функціонування системи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Далі перейдемо саме до розгляду керування режимами «Мультирум».

При розбудові таких систем, зазвичай, починають з трьох головних, а потім за необхідністю відбувається нарощування функцій, каналів і таке інше.

Першим в нашому списку нехай буде режим «Прослуховування аудіо». Зрозуміло, що під «аудіо» будемо розуміти і прослуховування саме музичних композицій, але для нашої родини актуально і прослуховування доповідей, текстів, казок. Вибирається приміщення, в якому слухай бажає прослухати музичну композицію. В нашому переліку присутні як стандартні приміщення, в яких частіше і прослуховують аудіо, це: кухня, спальня, вітальня, кабінет, так і приміщення де бажано послухати музику, але встановлювати там звуковідтворюючу апаратуру не просто недоцільно, а інколи навіть небезпечно. До таких приміщень відносяться – дитяча, ванна та присадибна ділянка.

Особливістю та перевагою застосування «Мультирум» є можливість організації прослуховування різних композицій в різних приміщеннях з забезпеченням такого рівня гучності, який є комфортним для слухача, але не заважає іншому слухачу в іншому приміщенні прослуховувати іншу композицію з комфортною гучністю.

Крім того, можна організувати режим «слідкування за слухачем» - коли люди, слухаючи вибрану композицію переходить з однієї кімнати в іншу, а композиція також переходить з ним з одного приміщення в інше – стихає в першому і починає відтворюватися і іншому.

Після вибору приміщення йде «вибір композиції» з переліку вже існуючих, чи здійснюється вибір та підключення аудіо з інтернету. Це може бути прослуховування нових записів класичної музики для дружини, або прослуховування, наприклад, доповіді з наукової конференції для чоловіка. В список «аудіо», який можна прослухати необхідно внести інформацію з електронної пошти, повідомлення з телефону та таке інше.

Зрозуміло, що при цьому вибирається комфортний режим прослуховування. В першу чергу це стосується гучності відтворення аудіо. Початковий рівень звучання вибирається на рівні нижче середнього, і, відповідно, його можна як підвищити, так і зменшити.

Також при прослуховуванні аудіо доцільно застосувати режим «комфортне світло», тобто включити ті чи інші світильники або «розумні лампи». При цьому також передбачено забезпечення різних рівнів освітлення, як збільшення яскравості, так і зменшення.

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ				

Другий режим «Мультирум», який необхідно реалізувати для замовника, - це режим «Дистанційна няня». Для реалізації цього режиму обов'язково додатково необхідно оснастити приміщення розумними відеокамерами, наприклад, як наведено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – «Розумна» Wi-Fi камера LifeSmart

Зрозуміло, що такі камери можна поставити і в інших приміщеннях для забезпечення режиму охорони приміщення або спостереження за домашніми тваринами або спілкування з рідними. Wi-Fi камера LifeSmart – буде тримає в курсі того, що відбувається всередині і ззовні будинку за допомогою додатка LifeSmart – в будь-який час, в будь-якому місці. Можна просто дивитися пряму трансляцію на планшеті або смартфоні.

Відеокамера вільно обертається в двох площинах: на 270 градусів в горизонтальній і 120 градусів у вертикальній, тому можна спостерігати за подіями з неймовірно широким кутом огляду.

Такі додаткові можливості застосування «розумних камер» при інших завданнях контролю бажані, але необов'язкові, а от в режимі «Дистанційної няні» камери повинні обов'язково. Тоді, знаходячись в різних приміщеннях батьки можуть або просто спостерігати за дитиною, коли дитина спить чи хворіє, ці просто займається своїми дитячими справами або організувати «он-лайн» зустріч і спілкуватися з дитиною.

Режим «дистанційна няня» може організувати для дитини перегляд мультиків, прослуховування казок або колиску перед сном.

Наступний режим – «Перегляд відео» за своїм функціоналом є дуже схожим с першим розглянутим режимом «Прослуховування аудіо». Зрозуміло, що під

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
						48
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

«відео» розуміються як художні фільми, наукові та науково-популярні фільми, так і будь-які інші формати, які можна віднести до «відео», тобто все, що містить картинки, що рухаються. Ці відео можуть як вже знаходитися в домашній фільмотеці, так і передбачається скачування для перегляда відео з інтернету.

При виборі цього режиму «Мультирума» спершу вибирається приміщення, в якому буде переглядатися те чи інше відео. В цьому режимі перелік приміщень набагато менший, тому що для якісного перегляду відео бажано мати великий екран, тому доцільно його застосовувати тільки у вітальні та спальній кімнаті.

Зрозуміло, що при реалізації режиму «Перегляд відео» необхідно забезпечити комфортний режим перегляду. В першу чергу це стосується гучності відтворення звуку. Початковий рівень звучання вибирається на рівні нижче середнього, і, відповідно, його можна як підвищити, так і зменшити.

Також при перегляді відео доцільно застосувати режим «комфортне світло», тобто включити ті чи інші світильники або «розумні лампи». При цьому також передбачено забезпечення різних рівнів освітлення, як збільшення яскравості, так і зменшення.

При перегляді відео, особливо ввечері, застосовують команду «закрити штори». В нашому алгоритмі це також присутнє.

Кількість режимів «Мультирум», які можна організувати може бути набагато більшою, але зазвичай починають саме з такої комбінації.

Зазвичай система «Мультирум» інтегрується в уже створену систему керування «Розумного будинку», яка обов'язково контролює охорону приміщення, рівень СО, спрацювання електронного замка при відсутності людей в приміщенні. Ці функції присутні і в нашому алгоритмі також.

### **3.2 Розробка структурної схеми пристрою**

Відповідно до технічного завдання, необхідно розробити систему, яка буде функціонувати згідно розробленого алгоритму. Система повинна бути, в першу чергу, зручною, швидкою та доступною.

Структурна схема пристрою, що розробляється буде мати наступний вигляд:

										ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
											49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

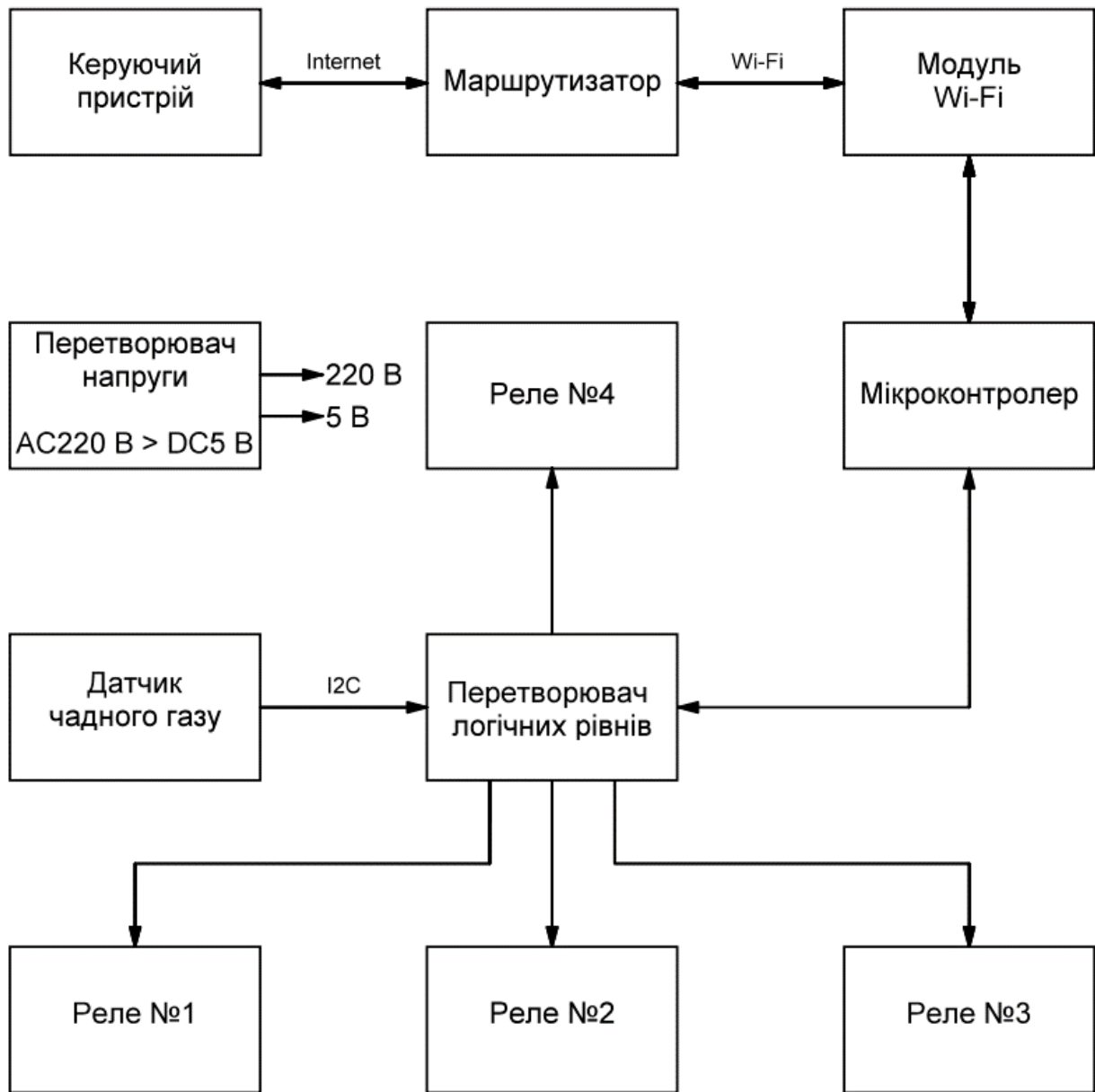


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою керування

## 4 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ

Схема функціональна електрична відображає структуру пристрою у вигляді функціональних блоків. При розробці функціональної схеми обґрунтовується склад кожного блоку структурної схеми у вигляді функціональних вузлів і пристроїв.

Пристрій керування в системі мультимедіа може бути звичайним смартфоном, в якому завантажено відповідне програмне забезпечення. Керувати системою Мультимедіа можна і з розумного годинника, але частіше все ж застосовують планшети, які працюють синхронно з панеллю керування.

Наступний обов'язковий елемент це маршрутизатор, приклади яких наведені на рис. 4.1, для надання доступу до керування.



Рисунок 4.1 – Маршрутизатори

Це перший рівень захисту системи від несанкціонованого доступу, адже переважаюча більшість маршрутизаторів використовують стандарт безпеки бездротових мереж WPA2-PSK. Цей протокол має в своїй будові RSN – мережу з підвищеною безпекою. У WPA2 використовується протокол CCMP, протокол блокового шифрування з кодом автентичності повідомлення та режимом зчеплення блоків та лічильника. Основою є алгоритм 128-бітного AES шифрування. Для роботи з обладнанням яке працювало на попередньому стандарті WPA, WPA2 є підтримка TKIP та EAP з деякими його доповненнями. WPA2 мають такі ключові відмінності:

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ				

- ключі шифрування генеруються під час з'єднання;
- для контролю цілісності передачі пакетів, використовується алгоритм Michael;
- використовується вектор ініціалізації значно більшої довжини ніж у WPA.

Маршрутизатор отримує запит з пристрою керування користувача та намагається знайти ір-адресу Wi-Fi модуля в своїй таблиці маршрутизації. Якщо ж процес закінчується невдачею та необхідна система не була знайдена, користувач отримає відповідне повідомлення. Спроби знайти систему будуть відбуватися автоматично самим маршрутизатором. Будь який маршрутизатор має спеціальний алгоритм опитування всіх пристроїв, які підключені до нього – широкомовний запит.

Клієнти, які були підключені до мережі отримують такий запит, та відправляють всю необхідну маршрутизатору інформацію, для вдалої побудови таблиці маршрутизації, яка в свою чергу складається з:

- адреса мережі;
- маска мережі;
- шлюз;
- інтерфейс;
- метрика.

Після вдалої побудови таблиці маршрутизації, підключення до системи керування розумним будинком стане доступним, при умові що під час формування таблиці – система була підключена до цієї мережі.

Wi-Fi модуль повинен виконувати роль сполучного пристрою між мікроконтролером та маршрутизатором. За його допомогою повинна розгортатись точка доступу для актуалізації даних для доступу до основної точки доступу та виконуватись прийомо-передача інформації. Так як зв'язок повинен бути між мікроконтролером, то і протокол передачі повинен бути поширеним серед них, наприклад:

- UART;
- SPI;
- One Wiring;
- I<sup>2</sup>C.

Одним з найпоширеніших рішень є плата ESP-01, яка зображена на рис. 4.2, вона трансформує вхідну інформацію за стандартом UART



Рисунок 4.2 – Модуль Wi-Fi to UART

Мікроконтролер необхідний для взаємодії всіх складових системи, він повинен мати в собі хоча б один з інтерфейсів прийомо-передачі інформації, достатню кількість цифрових входів та виходів, оперативну пам'ять, енергонезалежну пам'ять, низьку споживану потужність та достатню частоту роботи. Для прикладу, наведена мікросхема мікроконтролеру stm-32, на рис. 4.3.

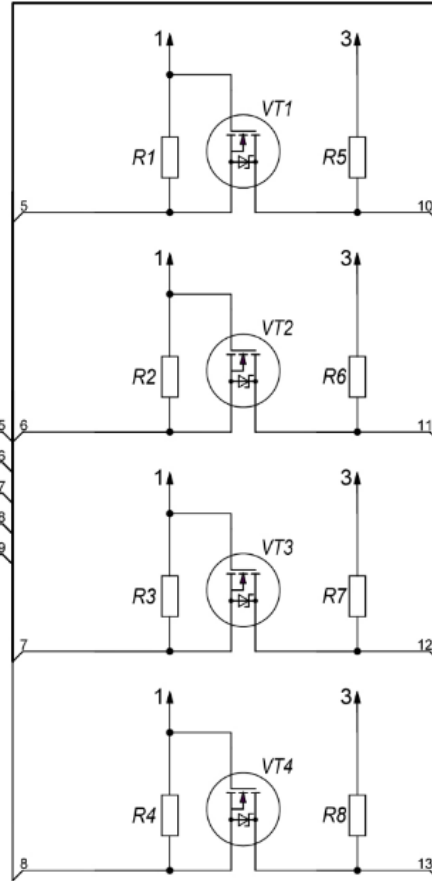


Рисунок 4.3 – Мікроконтролер STM 32

Для виконання основної роботи, тобто вмикання-вимикання корисного навантаження можна використовувати як електромеханічне так і твердотільне реле. На даному етапі неможливо зробити остаточний вибір.

Відповідна функціональна схема зображена на рисунку 4.4.

XP1	
Ланцюг	Контакт
VCC MC	1
GND MC	2
VCC Rel	3
GND Rel	4



XP2	
Контакт	Ланцюг
1	Relay 1
2	Relay 2
3	Relay 3
4	Relay 4
5	Rel VCC
6	Rel GND
7	CO data
8	CO VCC
9	CO GND

Рисунок 4.4 – Функціональна схема керуючого пристрою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ

Арк.

54



## 5 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

Деталізація функціональної схеми призводить до побудови принципової схеми. При цьому необхідно дуже прискіпливо вибирати необхідні мікросхеми. На сьогодні існує широке різноманіття мікросхем великої та свержвеликої степені інтеграції, за допомогою яких можна вирішувати найскладніші завдання, які виникають при розробці електронних пристроїв та систем.

Основним елементом функціональної і, відповідно, принципової схеми буде мікроконтролер.

### 5.1 Вибір мікроконтролера

**5.1.1 Atmel ATmega 168** – 8-бітний CMOS мікроконтролер з низьким енергоспоживанням на основі архітектури RISC AVR.

Зовнішній вигляд мікросхем ATmega 168 наведено на рисунку 5.1, а архітектура та блок-схема ATmega 168 відвідно на рисунку 5.2.

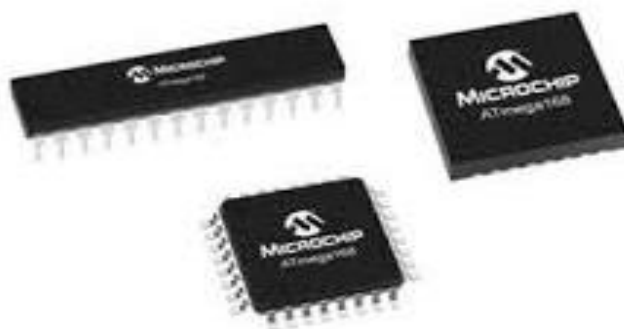


Рисунок 5.1 – ATmega 168

Основні характеристики даного мікроконтролера:

Розширена архітектура RISC:

- 32 x 8 робочих регістрів загального призначення;
- пропускна здатність до 16 MIPS на частоті 16 МГц.

Енергонезалежна пам'ять програм і даних:

- 16 кбайт енергонезалежної пам'яті (10 000 циклів запису/стирання);
- 512 байт EEPROM (50 000 циклів запису/стирання);
- 1 кбайт внутрішньої SRAM.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

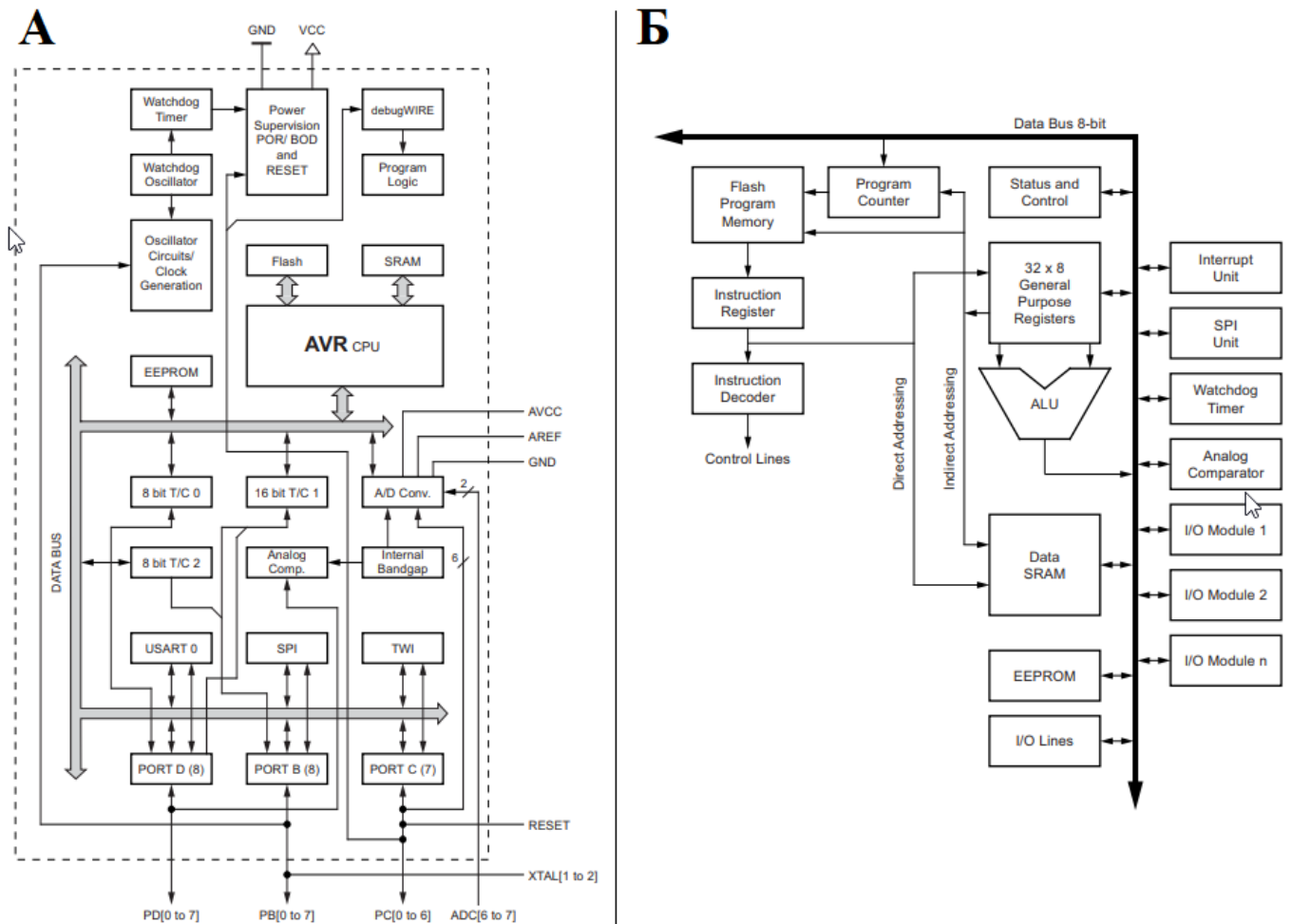


Рисунок 5.2 – Архітектура та блок-схема АТмега 168

Периферійні особливості:

- два 8-розрядних таймера/лічильника;
- один 16-бітний таймер/лічильник ;
- лічильник реального часу з окремим осцилятором;
- шість каналів ШІМ;
- 8-канальний 10-розрядний АЦП;
- програмований послідовний UART;
- послідовний інтерфейс master/slave SPI;
- І<sup>2</sup>С інтерфейс;
- 23 програмовані лінії введення/виводу;
- робоча напруга - 2,7 - 5,5 В.

Швидкість:

- при напрузі від 2,7 до 5,5 В - 0÷ 8 МГц;

- при напрузі від 4,5 до 5,5 В - 0 ÷ 16 МГц.

Режим низького споживання електроенергії:

- активний режим: 1,8 мА при 3,0 В;
- режим очікування: 5 мкА при 3,0 В.

**5.1.2 ESP12-E** - модуль розроблений командою Ai-thinker. Основою для побудови модуля є ESP8266 з інтегрованим 32-розрядним мікропроцесором Tensilica L106. Модуль виробника Espressif Systems, який зареєстрований в Китаї, з вбудованим інтерфейсом Wi-Fi. Крім Wi-Fi, мікроконтролер відрізняється відсутністю флеш-пам'яті на кристалі, програми користувача виконуються із зовнішньої флеш-пам'яті з інтерфейсом SPI. Має 17 контактів вводу-виводу інформації, яким можна призначити різні функції шляхом програмування відповідних регістрів.

Зовнішній вигляд ESP12-E наведений на рисунку 5.3.

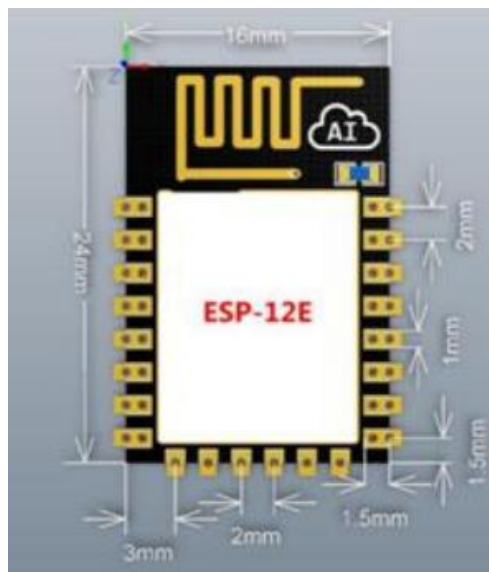


Рисунок 5.3 – Мікроконтролер ESP12-E

Розташування пінів 22 – ти двухконтактного мікроконтролера ESP12-E наведено на рисунку 5.4, а назви та відповідні функції наведені в таблиці 5.1.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

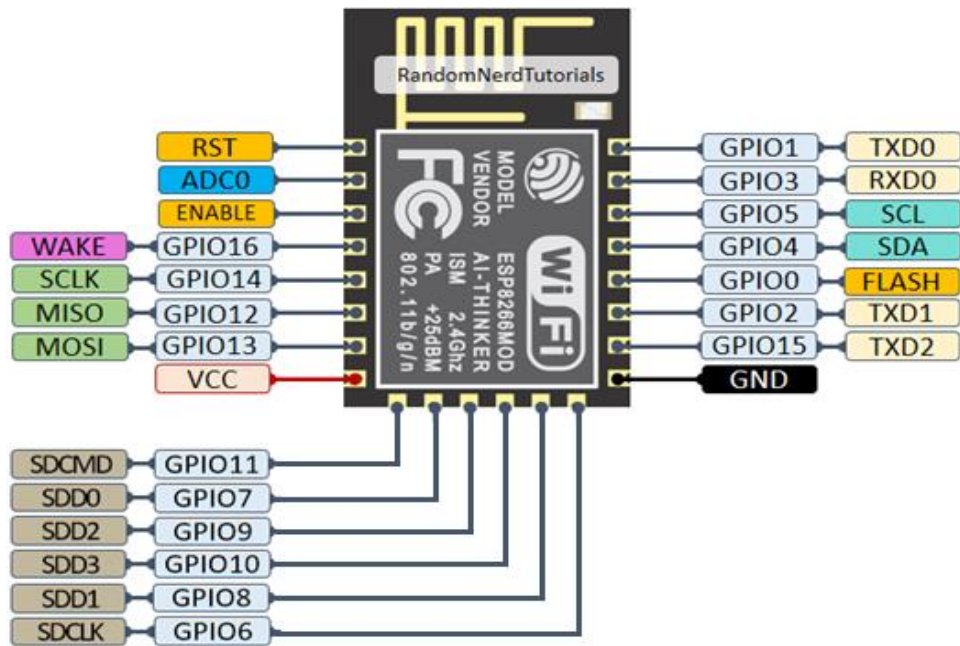


Рисунок 5.4 – Розташування пінів на ESP8266

Таблиця 5.1 – Піни ESP12-E

Номер піну	Назва піну	Додаткова функція
1	RST	X
2	ADC0	X
3	EN	X
4	GPIO16	WAKE
5	GPIO14	SCLK
6	GPIO12	MISO
7	GPIO13	MOSI
8	VCC	X
9	GPIO11	SDCMD
10	GPIO7	SDD0
11	GPIO9	SDD2
12	GPIO10	SDD3
13	GPIO8	SDD1
14	GPIO6	SDCLK
15	Gnd	X
16	GPIO15	TXD2
17	GPIO2	TXD1
18	GPIO0	Flash
19	GPIO4	SDA
20	GPIO5	SCL
21	GPIO3	TXD0
22	GPIO1	RXD0

На рисунку 5.5 наведено функціональну блок-діаграму мікроконтролера ESP12:

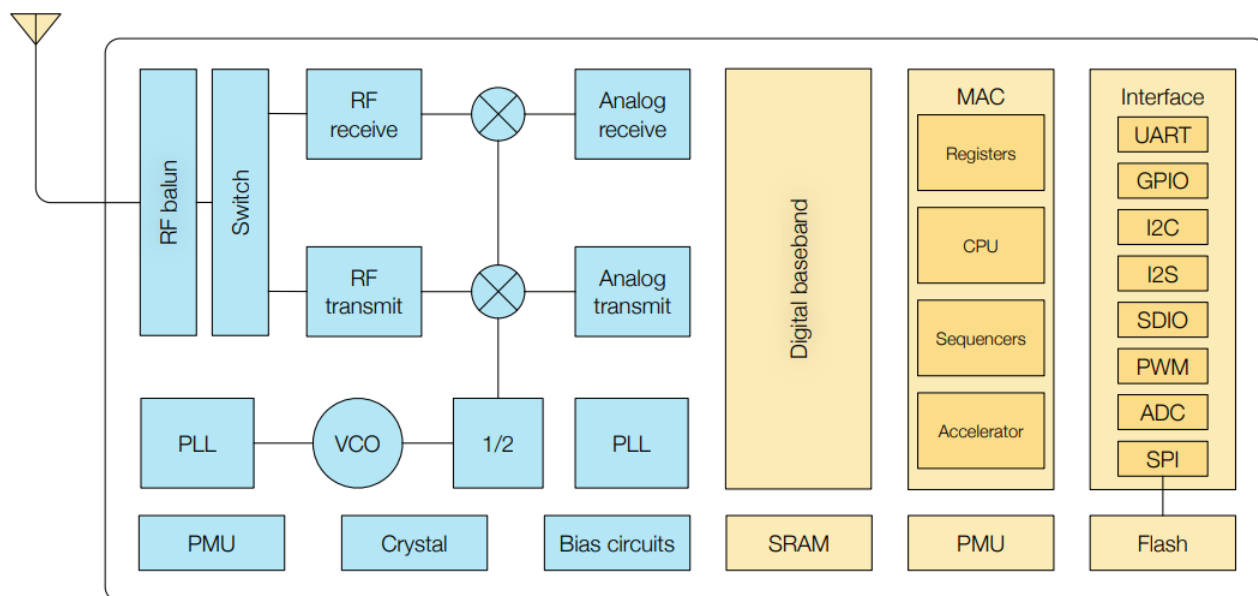


Рисунок 5.5 – Функціональна блок-діаграма ESP8266

Відповідно до нашої поточної версії SDK, доступний для користувачів простір SRAM призначається:

- розмір оперативної пам'яті – 50 КБ, тобто коли ESP8266 працює в режимі станції та під'єднується до маршрутизатора, максимальний програмований простір, доступний у розділі Heap + Data, становить приблизно 50 КБ;
- В кристалі немає програмованого ПЗУ. Таким чином, програма користувача повинна зберігатися у зовнішньому SPI Flash.

ESP8266 використовує зовнішній SPI-Flash. для зберігання програм користувача та підтримує ємності пам'яті до 16 МБ включно. Мінімальна флеш-пам'ять ESP8266:

- OTA вимкнено: щонайменше 512 КБ;
- OTA увімкнена: принаймні 1 МБ.

ESP8266EX реалізує TCP/IP і повний протокол WLAN MAC 802.11 b/g/n. Він підтримує операції Basic Service Set, STA і SoftAP в рамках функції розподіленого керування. Керування живленням обробляється з мінімальною взаємодією з хостом, щоб мінімізувати період активної роботи.

Таблиця 5.2 – Параметри Wi-Fi на ESP-12E

Категорія	Параметр
Протокол	802.11 b/g/n (HT20)
Діапазон частот	2.4 GHz ~ 2.5 GHz (2400 MHz ~ 2483.5 MHz)
Потужність передавача	802.11 b: +20 dBm
	802.11 g: +17 dBm
	802.11 n: +14 dBm
Чутливість приймача	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
	802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
	802.11 n: -72 dbm (MCS7)
Шифрування	WEP/TKIP/AES
Мережеві потоки	IPv4, TCP/UDP/HTTP

Принципову схему модуля мікроконтролера ESP-12E наведемо на рисунку 5.6.

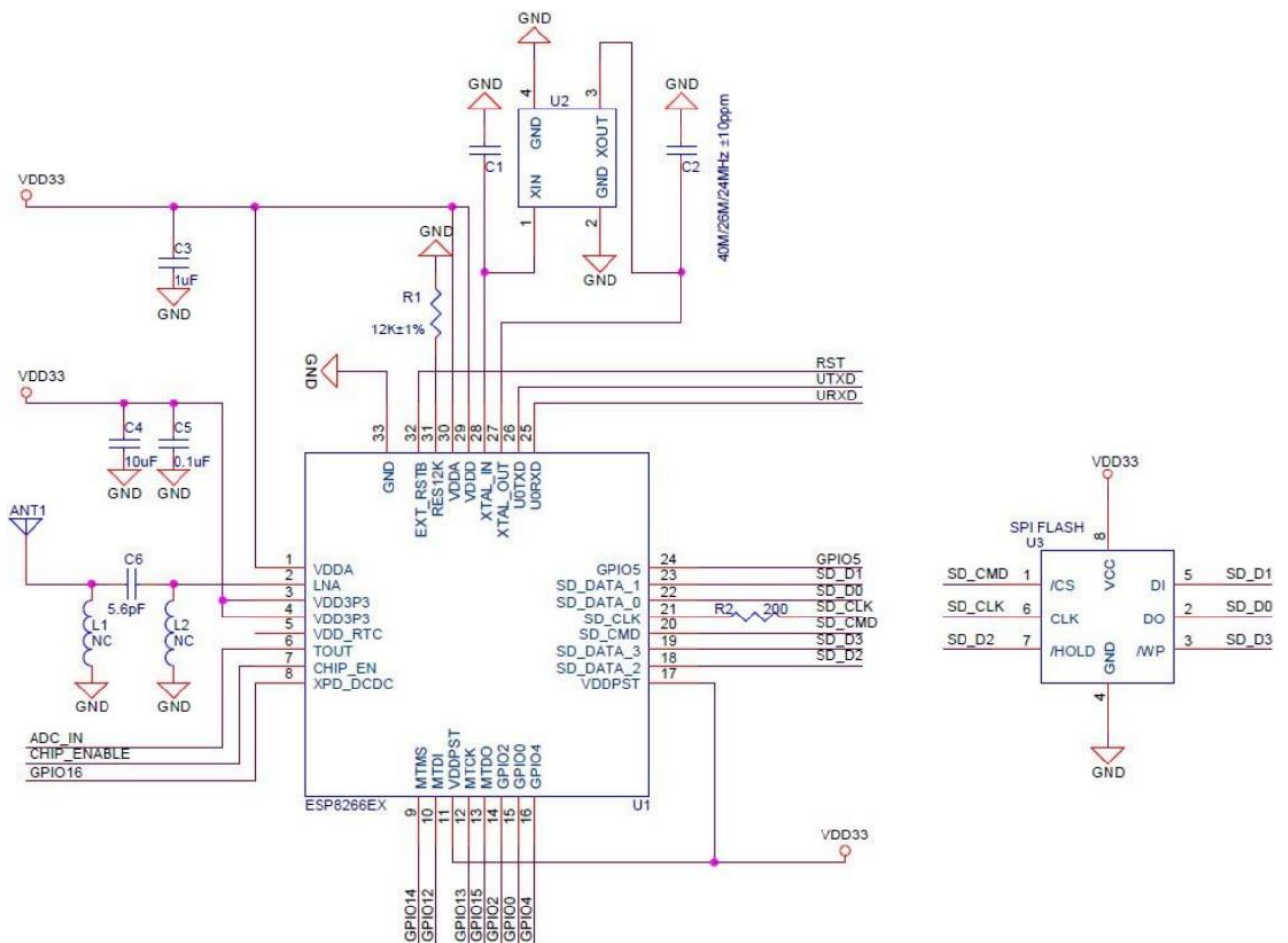


Рисунок 5.6 – Принципова схема ESP-12E

**5.1.3 Платформа Arduino Nano** - це налагоджувальна платформа невеликого розміру, яка входить до трійки лідерів за популярністю серед розробників, зображена на рис. 5.7, а її принципова схема наведена на рис. 5.8. Незважаючи на свій скромний розмір, вона практично нічим не поступається Arduino Uno за функціоналом і може використовуватися в проектах, де габарити відіграють істотну роль.

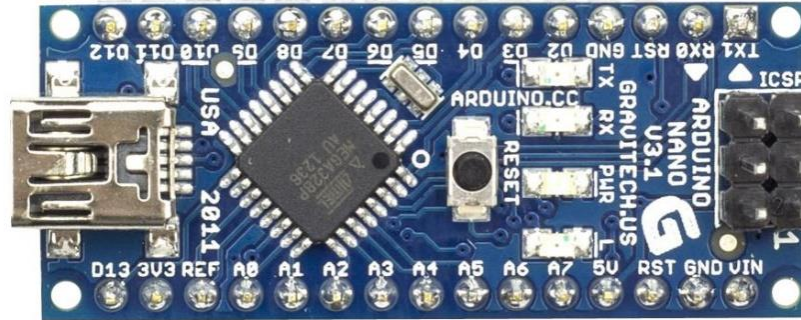


Рисунок 5.7 – Arduino Nano

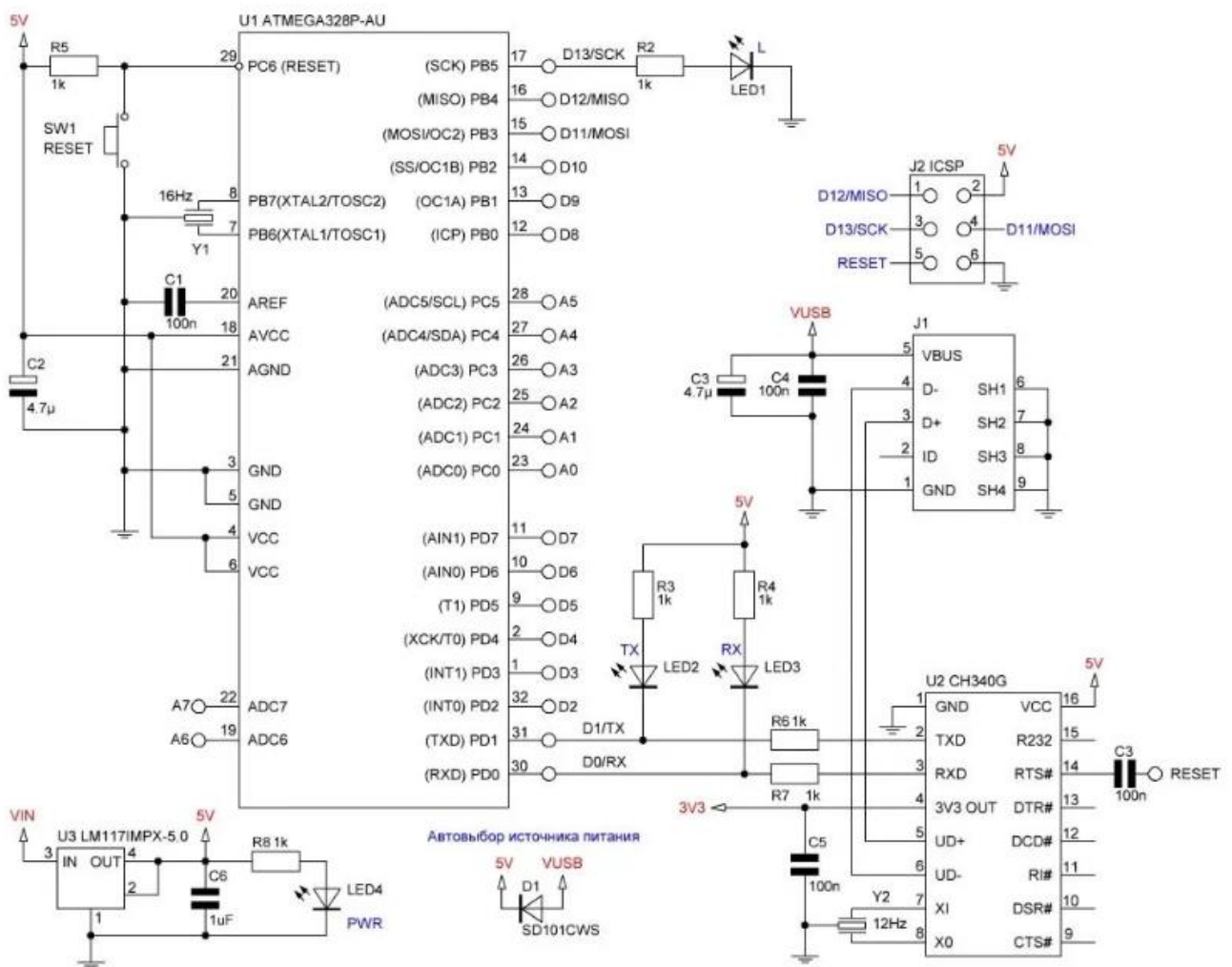


Рисунок 5.8 – Принципова схема Arduino Nano

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Основні характеристики Arduino Nano наведені в табл. 5.3.

Arduino Nano може отримувати живлення через підключення Mini-B USB, або від нерегульованого 7-12 В або регульованого 5 В зовнішнього джерела живлення, пін 30 та 27 відповідно. Автоматично вибирається джерело з найвищою напругою.

Мікросхема FTDI FT232RL отримує живлення тільки якщо сама платформа живиться від USB. Таким чином при роботі від зовнішнього джерела, буде відсутня напруга 3.3В, що генерується мікросхемою FTDI, при цьому світлодіоди RX і TX блимають тільки при наявності сигналу високого рівня на пінах 0 і 1.

Таблиця 1.3 – Основні характеристик Arduino Nano

Категорія	Параметр
Мікроконтролер	ATmega328P, 8-бітний AVR на частоті 16 МГц;
Пам'ять	Flash – 30 кбайт
	SRAM – 2 кбайт
	EEPROM – 1 кбайт
Порти	Портів введення-виводу всього 20
	3 АЦП – 8
	3 ШІМ – 6, 8-біт
Інтерфейси	SPI
	I <sup>2</sup> C / TWI
	UART / Serial
Потужність	Номинальна робоча напруга – 5 В
	Допустима напруга – 7-12В
	Максимальний струм – 800 мА

Кожен із 14 цифрових пінів Nano, використовуючи функції pinMode(), digitalWrite(), та digitalRead(), може налаштовуватися як вхід або вихід. Піни працюють при нарузі 5 В. Кожен висновок має резистор навантаження (стандартно відключений) 20-50 кОм і може пропускати до 40 мА. Деякі висновки мають особливі функції:

- RX та TX. Піни використовуються для отримання та передачі даних TTL. Ці піни підключені до відповідних виходів мікросхеми послідовної шини FTDI USB-to-TTL;





USB). Наступні півсекунди після перезавантаження працює завантажувач. Під час програмування відбувається затримка кількох перших байтів коду, щоб уникнути отримання платформою некоректних даних (всіх, крім коду нової програми). Якщо на комп'ютері налаштовується разове налагодження скетчу, записаного в платформу, або введення будь-яких інших даних при першому запуску, переконайтеся, що програма на комп'ютері очікує протягом секунди перед передачею даних.

**5.1.4 Платформа NodeMCU.** Плата розробника NodeMCU ESP8266 постачається з модулем ESP-12E який ми розглянули вище. NodeMCU це модуль Wi-Fi, який було спеціально розроблено для використання в проектах IoT. До вже відомого нам модуля ESP-12E додано регулятор напруги, USB-конвертер CH340 і відповідно порт програмування micro-USB, таким чином дуже легко запрограмувати шилд за допомогою LUA або через Arduino IDE. Його використання дуже просте і поширене, існує дуже багато документації так як проект є Open Source. Оскільки на карті використовується USB-конвертер CH340, зазвичай операційна система встановлює драйвер автоматично але в деяких випадках потрібно буде встановити певний драйвер самостійно.

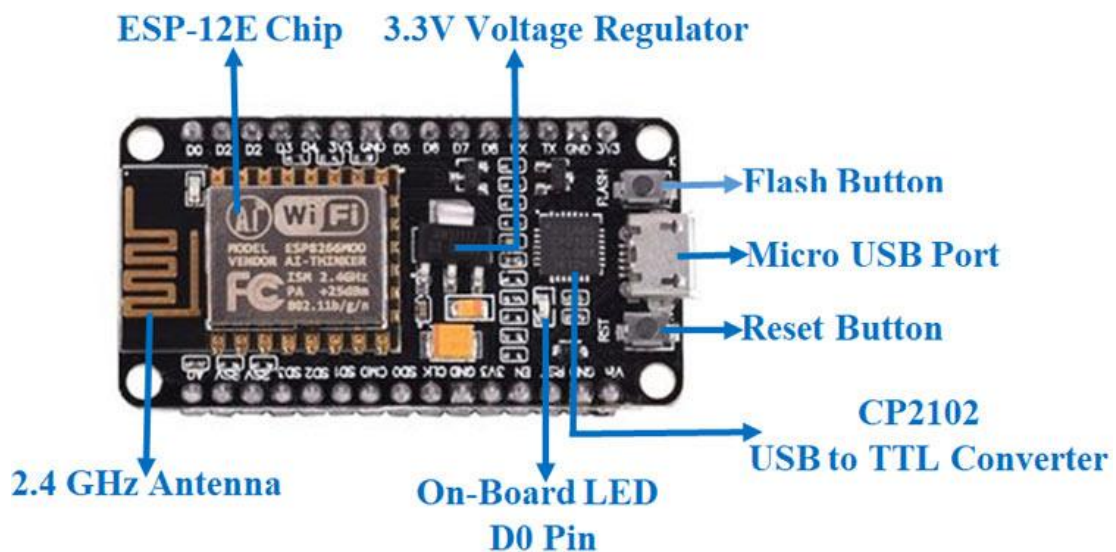


Рисунок 5.9 – Платформа NodeMCU

Так як NodeMCU має в своїй будові регулятор напруги, то способи живити платформа дещо збільшилися, якщо порівнювати з ESP-12E:

- подавати 5-18 В через контакт Vin;
- 5В через USB-раз'єм чи контакт VUSB;
- 3,3В через контакт 3V.

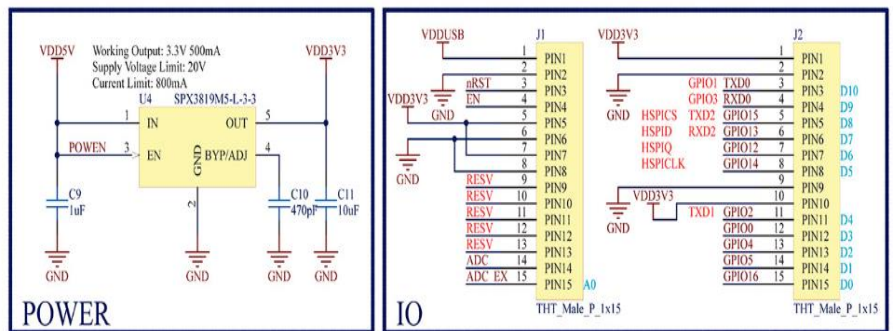


- EN (Chip Enable) – при подачі на контакт сигналу високого рівня, мікроконтролер переходить у робочий режим, при сигналі низького рівня – в режим енергозбереження;
- WAKE – контакт використовується для пробудження чіпа із режиму глибокого сну (deep-sleep mode).

Пін ADC0 – виведення вбудованого 10-розрядного аналого-цифрового перетворювача. Перетворені значення лежать у інтервалі 0-1023. Плати розробки NodeMCU V3 поставляються із внутрішнім дільником напруги, тому вхідний діапазон становить від 0 до 3,3 В.

Піни clk,miso,cs,mosi – інтерфейс безпечних цифрових входів/виходів, для взаємодією із зовнішньою флеш-пам'яттю стандарту SD по послідовній шині.

На рисунку 5.11 наведена принципова схема модуля NodeMCU.



## NODE MCU ESP12

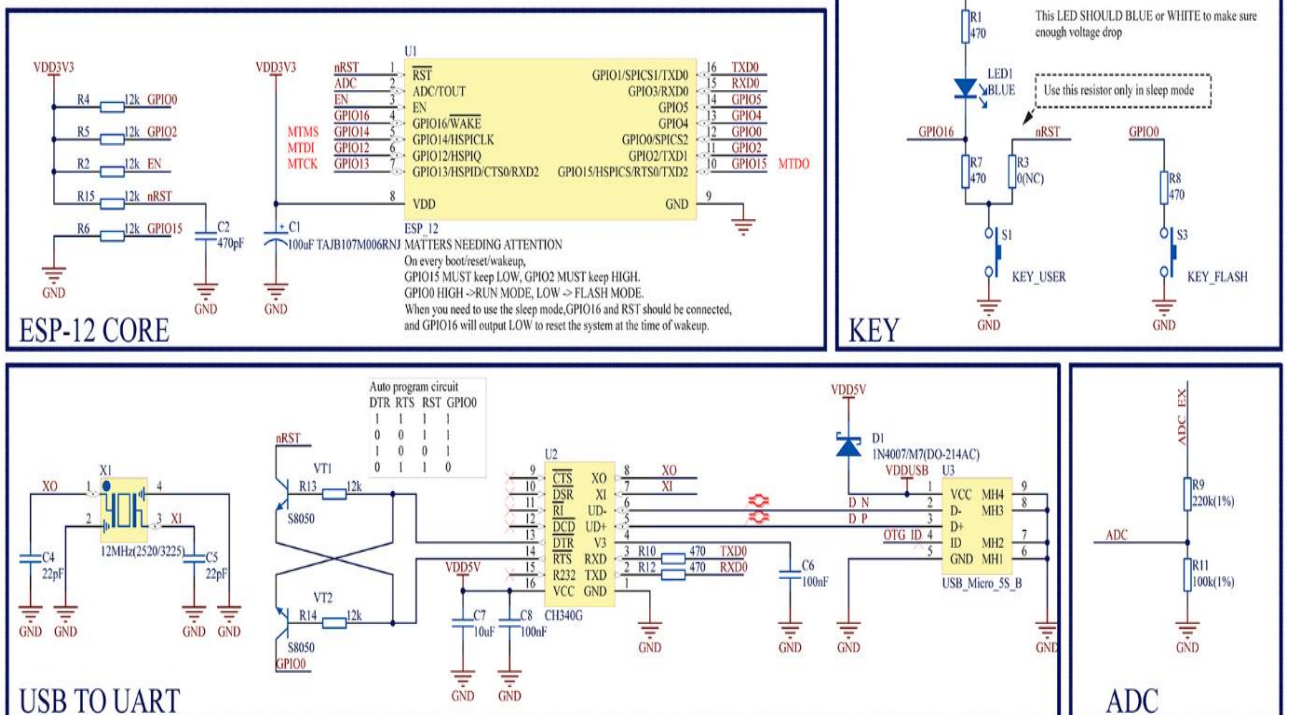


Рисунок 5.11 – Принципова схема NodeMCU

Висновок – в результаті розглянутого аналізу можна зробити висновок про доцільність вибору саме платформи NodeMCU, оскільки вона має наступні суттєві переваги:

- вбудований Wi-Fi прийомо-передатчик;
- великий об'єм flash-пам'яті;
- можливість завантажувати оновлення по Wi-Fi;
- наявність вбудованого стабілізатора.

## 5.2 Вибір реле

Для реалізації керування підконтрольними пристроями, необхідно визначитись з типом перемикаючого реле.

Реле – це комутаційний пристрій, який може працювати електронно або механічно.

Однією з головних причин, чому реле користуються великою популярністю, вони можуть контролювати велику кількість вихідних сигналів. І всі ми знаємо, що вихідний сигнал в електронному пристрої набагато вище, ніж отриманий електричний вхід від керуючого мікроконтролера.

В якості реле, яке будемо застосовувати в системі керування пристроєм, що розробляється виберемо електромеханічне реле.

Електромеханічні реле широко використовуються в управлінні верстатами, промислових складальних лініях, комерційному обладнанні та в побутовій техніці, вони легко доступні у компаній-виробників реле.

Найкраща характеристика електромагнітного реле в порівнянні з іншими типами реле полягає в тому, що вони споживають менше енергії. Електромагнітне реле складається з електромагніту, вісі, пружини, рухомого контакту та нерухомого контакту. Схематичне зображення електромеханічного реле наведено на рис. 5.12.

Низьковольтна схема управління має котушку електромагнітного реле, низьковольтний блок живлення, а також перемикач. Тоді як високовольтна робоча схема складається з високовольтного джерела живлення, споживача та інших контактів електромагнітного реле. Пружина є протидією електромагніту та фіксує головний контакт до вихідного контакту. Контакт по якому тече струм при вимкненому електромагніті – називають нормально замкненим. Однак, коли відбувається коротке замикання, струм через котушку реле достатньо зростає і металічна вісь притягується до магніту. Уже інша пара контактів з'єднуються в

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

пару стаціонарних контактів, закріплених на каркасі реле, цю пару називають – нормально розімкненою.



Рисунок 5.12 – Схематичне відображення роботи реле

Мінімальний струм, при якому вісь реле притягується для замикання ланцюга, називається струмом схоплення. Звичайною практикою є надання певної кількості відводів на котушці реле, щоб можна було змінювати кількість використовуваних витків і, отже, значення налаштування, при якому працює реле.

Прикладом, який задовольняє наші потреби в проектуванні є 4-х канальний модуль, побудований на основі 10-и амперного реле SRD-05, яке має в своїй конструкції опторозв'язку та керується від 5В, відобразимо його на рис. 5.13.



Рисунок 5.13 – 4-х канальне реле

### 5.3 Вибір транзистора

Згідно вибору елементної бази, маємо платформу NodeMCU з логічним рівнем 3.3В та реле, що керується логічним рівнем 5В, для їх узгодження необхідно побудувати конвертер рівнів на польовому транзисторі. Перелік транзисторів, на базі яких можна побудувати конвертер, наведено в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Вибір транзистора

Назва	Тип	Структура	Максимальна потужність, мВт
BSS138	МДП	N-Канал	360
2SK1590	МДП	N-Канал	200
2N7002	МДП	N-Канал	115
NDS7002A	МДП	N-Канал	280

З табл. 5.4, можна зробити висновок, що для проектованої системи найбільш підходить польовий транзистор BSS138, тому що має запас по потужності та має канал необхідної провідності.

### 5.4 Датчик чадного газу MQ7

Датчик MQ7 – це датчик чадного газу CO, відобразимо його на рис. 5.14. Основним джерелом виділення цього небезпечного газу є згоряння вуглецевого палива при недостатній кількості кисню. Вуглець "не догоряє" і замість вуглекислого газу CO<sub>2</sub> в атмосферу викидається чадний газ CO. Він надзвичайно отруйний, але при цьому не має ні кольору, ні запаху. Потрапивши в приміщення з чадним газом, особа тільки за непрямими симптомами зрозуміє, що зазнає впливу отрути.

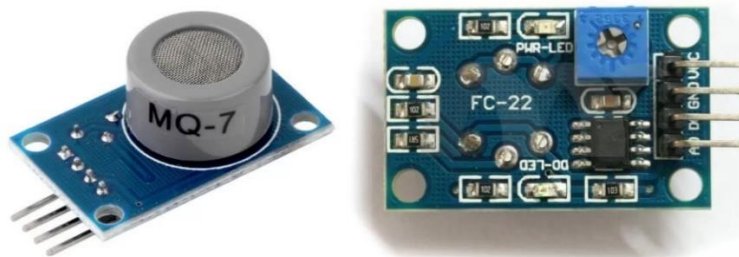


Рисунок 5.14 – Датчик чадного газу MQ7

Основним робочим елементом датчика є нагрівальний елемент, за рахунок якого відбувається хімічна реакція, в результаті якої вдається отримати

інформацію про концентрацію газу. Аналоговий сигнал, що видається датчиком, пропорційний концентрації чадного газу. Показання датчика піддаються впливу температури та вологості навколишнього повітря. Тому у разі використання датчика MQ7 в середовищі, що змінюється, при необхідності отримання точних показань, знадобиться реалізувати компенсацію цих параметрів. Основні характеристики модуля наведемо в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Параметри MQ7

Назва	Параметр
Напруга	5 В
Струм	160 мА
Діапазон чутливості	10-10000 ppm
Температура	-10 ~ +50°C

**5.5 Модуль розпізнавання голосу V3**, який складається із двох елементів, які розкидані на електричній принциповій схемі. Це саме модуль розпізнавання голосу та його мікрофон. Візуально він показаний рисунок 5.15.



Малюнок 5.15 – Модуль розпізнавання голосу V3



## 6 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Інтегроване середовище розробки Arduino (IDE) - це кросплатформенний додаток (для Windows, macOS, Linux), яке записується у функції з C та C ++. Він використовується для запису та завантаження програм на суміжні плати Arduino, але також, за допомогою сторонніх ядер, інших плат розвитку розробників. Вихідний код для IDE випускається згідно з Загальною публічною ліцензією GNU, версія 2. IDE Arduino підтримує мови C та C ++, використовуючи спеціальні правила структуризації коду. Arduino IDE постачає бібліотеку програмного забезпечення від проекту Wiring, яка забезпечує безліч загальних процедур введення та виведення даних. Написаний користувачем код вимагає лише двох основних функцій для запуску ескізу та основного циклу програми, які компілюються та пов'язуються із заглушкою програми main () у виконувану циклічну виконавчу програму з ланцюжком інструментів GNU, що також входить до розподілу IDE. У Arduino IDE використовується програмна avrdude для перетворення виконуваного коду в текстовий файл у шістнадцятковому кодуванні, який завантажується на плату Arduino програмою-завантажувачем у програмному забезпеченні плати. За замовчуванням avrdude використовується як інструмент для завантаження для відтворення коду користувача на офіційні плати Arduino З ростом популярності Arduino як програмної платформи, інші постачальники почали впроваджувати власні компілятори та інструменти з відкритим кодом (ядра), які можуть створювати та завантажувати ескізи в інші MCU, які не підтримуються офіційною лінією MCU Arduino. У жовтні 2019 року організація Arduino почала надавати ранній доступ до нового Arduino Pro IDE з налагодженням та іншими розширеними функціями.

Наведемо також програмні коди для підключення найбільш важливих елементів системи «Мультирум» до Arduino.

- Модуль розпізнавання голосу:

```
LiintB t ETX_Pin=3; /// VRbot Пін ETX
uintSt ERX_Pin=2; /// VRbot Пін ERX

void setup()
{
  pinMode(0, INPUT);
  pinMode(1, OUTPUT);
```

										Арк.
										71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ					

```

pinMode(ETXPin, INPUT);
pinMode(ERXPin, OUTPUT);
}

void loopQ
{
    int pc2vrbot = digitalRead(G);
    digitalWrite(ERXPin, pc2vrbot);

    int vrbot2pc = digitalRead(ETX_Pin);
    digitalWrite(LJ, vrbot2pc);
}

```

- Програмний код підключення Дисплею NEXTION NX3224T024 до Arduino (підключення виконується через UART інтерфейс).

```

#include <SoftwareSerial.h>
const uintBt pinRX = 4;
const uintBt pinTX = 5;
const uint8_t pinVDI = 6;
const uint8_t pinVD2 = 7;
const uintBt pinR = A0;
SoftwareSerial softSerial(pinRX, pinTX);

void setup(){
// Підготовка:
    softSerial.begin(95ЙЙ);
    pinMode(pinVDI, OUTPUT);
    pinMode(pinVD2, OUTPUT);
// Встановлюємо стан першого світлодіода:
    softSerial.print((String) "print hG.val"+char(255)+char(255)+char(255));
    while(!softSerial.available() ){}
    analogWrite(pinVDI, softSerial.readQ);    delay(10);
    while(softSerial.available()){softSerial.read(); delay(10);}
// Встановлюємо стан другого світлодіода:
    softSerial.print((String) "print btO.val"+char(255)+char(255)+char(255));
    while(1softSerial.available()){digitalWrite(pinVD2, softSerial.readQ);    delay(10);}
    while(softSerial.available()){softSerial.read(); delay(10);}
}

void loop(){
    if (softSerial.available ()>0){
        String str;
        while(softSerial.available()){str+=char(softSerial.read()); delay(10); } for(int i=B;

```

						Арк.
					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        i<str.length(); i++){
            if(memcmpf&str[i] "he",2)=0){i+= ; analogWrite (pinVD1, str[i-3]);}else
            if (memcmpf&str[i] "ON",2)=0){i+= ; digitalWrite(pinVD2, HIGH);}else
            if (memcmpf&str[i] "OFF",2)=0){i+= ; digitalWrite(pinVD2, LOW); }
        }
    }
    if(millis()-t0<500){delay(5);
    softSerial. print ( (String) "t0 .txt=" "4-analogRead (pinR)+char(255)+char
    (255)+char(255) ); }
}

```

- Програмний код підключення MP3 – програвача:

```

◆include <SoftwareSerial.h>
◆include <DFPlayer_Mini_Mp3.h>
void setup () {
    Serial.begin (9600);
    mp3_set_serial (Serial); //set Serial for DFPlayer-raini mp3 module
    delay (100);
    mp3_set_volume (2);
}
void loop () {
    delay ( 100);
    mp3_play (2); // Програємо *mp3/0002.mp3*
    delay (500);
    mp3_play (5); // Програємо "mp3/0005 .mp3*
    delay (500);
    mp3_play (1); // Програємо "mp3/0001.mp3*
    delay (500);
    mp3_play (4); // Програємо *mp3/0004.mp3*
    delay (500);
    mp3_play (3); // Програємо "mp3/0003 .mp3*
    delay (500);
}

```

						<i>ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			73

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи був проведений огляд технічної літератури за вибраним напрямком проектування, проаналізована загальна характеристика розумних будинків та завдань, які ці системи виконують, розглянуто основні складові системи. Проаналізовані безпроводні моделі передачі даних WiFi, Bluetooth, Zigbee, ZWave та стільниковий зв'язок. За результатами аналізу було вибрано WiFi як найкращий варіант безпроводної системи передачі даних.

Був розроблений оптимальний алгоритм функціонування та структурна схема системи Мультирум для заданих трьох режимів роботи.

У четвертому розділі розроблена функціональна схема пристрою.

У п'ятому розділі розроблена принципова схеми пристрою і виконаний розрахунок основних вузлів принципової схеми.

В шостому розділі виконана розробка програмного забезпечення.

					ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 David Money Harris & Sarah L. Harris Digital Design and Computer Architecture: 2nd Edition, Morgan Kaufmann Publishers, 2013, 712 p.
- 2 <https://kievinstall.com/uk/blog/osobennosti-proektirovaniya-i-ustanovki-sistem-multirum>
- 3 <https://www.electronicsforu.com/electronics-projects/multi-room-audio-streaming-wireless-speaker>
- 4 <https://proxy.denon.com/uk-ua/blog/what-is-multi-room-audio---everything-you-need-to-know>
- 5 <https://secur.ua/news/multirum-shho-ce-i-iak-iogo-pidklučiti>
- 6 <https://sound-design.kiev.ua/ua/p88670868-proektirovanie-ustanovka-multirum.html>
- 7 <https://lightek.net.ua/yak-oblashtuvaty-domashnij-kinoteatr-systema-multirum-yak-chastyna-systemy-rozumnogo-budyunku/>
- 8 <https://www.smarthouse.ua/ua/multirum.html>
- 9 <https://secur.ua/umniy-dom/mul-timedia-umnogo-doma>
- 10 <https://neosmart.com.ua/multimedia-umnogo-doma-uk/>
- 11 Розумний будинок [Електронний ресурс] Режим доступа: <https://stylus.ua/uk/articles/528.html>
- 12 Безпроводні технології [Електронний ресурс] Режим доступа: <https://wireless-e.ru/development/2-4-ghz/>
- 13 A. Kamerman. Coexistence between Bluetooth and IEEE 802.11ССК: Solutions to avoid mutual interference. IEEE P802
- 14 Yuan D. The design of smart home monitoring system based on WiFi electronic trash / D. Yuan, S. Fang, Y. Liu // Journal of Software. – 2014. – V. 9, No. 2. – P. 425-428.
- 15 Полякова О. В. Класифікація функціональних складових елементів системи інтелектуального керування середовищем при проектуванні житла. // ISSN 1813-6796 ВІСНИК КНУТД №4 (100), 2016 Дизайн та мистецтвознавство Design & Art Appreciation. Стр 133-141.

									ЕЛІТ 6.171.00.10.062 ПЗ	Арк.
										75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

