

Хмельницький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

## КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Бакалавр

Освітній рівень

### ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Галузь знань 17 “Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 “Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма “Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі”

Шифр КПТР.019038.01.01 ПЗ

Виконав: здобувач 4 курсу, група TP2c-19-1

Шифр

Підпис

Е. Ю. Новіцький

Ініціали, прізвище

Керівник

Підпис, дата

С. К. Підченко

Ініціали, прізвище

Нормоконтроль

Підпис, дата

В. І. Стецюк

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
зав. кафедри телекомунікацій,  
медійних та інтелектуальних  
технологій

Підпис, дата

С. К. Підченко

Ініціали, прізвище

\_\_06.06. 2022 р.

Хмельницький 2022 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Освітній рівень: бакалавр

Галузь знань: 17 “Електроніка та телекомунікації”

Спеціальність: 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

Освітня програма: «Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ТМІТ



Підпис, дата

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Новіцькому Едуарду Юрійовичу

Прізвище, імя, по-батькові здобувача

студент 4 курсу групи ТР2с-19-1

1. Тема проєкту: ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Керівник проєкту Підченко С. К., д.т.н, доцент

Прізвище, імя, по-батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 01 березня 2022 р. № 18

2. Строк подання здобувачем проєкту на кафедру 18.05.2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту Телекомунікаційні протоколи: LAN, ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth, GSM; інтеграція у систему "розумний будинок"

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний огляд літературних джерел і патентних матеріалів

2. Вибір і техніко-економічне обґрунтування структурної схеми

3. Розрахунок схеми електричної принципової

Висновки, Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

КПТР.019038.01.01 Е1 Схема електрична структурна

КПТР.019038.01.01 Е3 Схема електрична принципова

Плакат 1 Протоколи технології “розумний будинок”










Плакат 2 Система індивідуального водопостачання, як частина комплексу обладнання “розумного будинку”

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційного проекту


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 7.02.2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Аналітичний огляд літературних джерел і патентних матеріалів		
Вибір і техніко-економічне обґрунтування структурної схеми		
Розрахунок схеми електричної принципової		
Висновки		
Додатки		
Схема електрична структурна		
Схема електрична принципова		
Плакат 1		
Плакат 2		
Попередній захист проекту		

Здобувач

  
Підпис

Е. Ю. Новіцький  
Ініціали, прізвище

Керівник проекту

  
Підпис

С. К. Підченко  
Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

**Тема кваліфікаційного проекту:** “Інтелектуальна система індивідуального водопостачання”.

**Автор проекту:** Новіцький Едуард Юрійович.

**Керівник проекту:** д.т.н, доцент Підченко Сергій Костянтинович

**Пояснювальна записка:** 85 сторінок, 68 рисунків, 1 таблиця, 10 джерел.

**Графічна частина:** 2 плаката, 2 креслення, 11 слайдів презентації.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** РОЗУМНИЙ БУДИНОК, МЕРЕЖА, СИГНАЛ, GSM, LAN, ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi.

*Метою кваліфікаційного проекту* є розробка частини системи розумного будинку, яка відноситься до індивідуального водопостачання з інтелектуальними властивостями.

Проект складається з трьох основних розділів.

У першому розділі проведено аналітичний огляд існуючих джерел наукових і технічних публікацій серед вітчизняних та зарубіжних джерел. Здійснено глибокий аналіз одержаних результатів.

Другий розділ присвячений розробці структурної схеми пристрою та його техніко-економічному обґрунтуванню. Всі структурні складові детально охарактеризовані, їх вибір і поєднання логічно інтегруються в загальну концепцію побудови SMART систем.

У третьому розділі здійснена розробка схеми електричної принципової інтелектуальної системи індивідуального водопостачання. Розроблена система являється частиною загального комплексу розумного будинку, яка здійснює функцію інтелектуального водопостачання. До особливостей кваліфікаційного проекту відноситься широкий функціонал даного пристрою, легкість його впровадження у загальну систему розумного будинку.

В дипломному проекті розглянуті також питання алгоритмічного та програмного забезпечення.

Е. Ю. Новіцький



Ініціали, прізвище здобувача



Підпис, дата

## ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП .....	7
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ І ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	8
1.1. Вибір протоколу зв'язку для “розумного дому” .....	9
1.2. Протокол 1-Wire .....	10
1.3. Протокол X10 .....	12
1.4. Протокол KNX .....	14
1.5. Протокол Wi-Fi .....	16
1.6. Протокол ZigBee .....	18
1.7. Протокол Z-Wave .....	19
1.8. Протокол Insteon .....	21
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1 .....	22
2. ВИБІР І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ .....	23
2.1. Загальні структура інтелектуальної системи індивідуального водопостачання .....	23
2.2. Схеми керування виконавчими пристроями .....	27
2.3. Схема живлення, контролю заряду-розряду акумулятора .....	29
2.4. Структура системи “розумний будинок” .....	30
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2 .....	34
3. РОЗРАХУНОК СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ .....	35
3.1. Мікроконтролер .....	35
3.2. Схема керування виконавчими пристроями .....	48
3.2.1. Дешифратор/демультиплексор .....	48

					КПТР.019038.01.01 ПЗ			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система індивідуального водопостачання  Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Новіцький Е.						
Перевірів		Підченко С. К.						
Н. контр.		Стецюк В. І.						
Затв.		Підченко С. К.						
						ХНУ, гр. ТР2с-19-1		

3.2.2. Електронний комутатор за схемою Дарлінгтона. ....	51
3.2.3. Релейна схема керування .....	53
3.3. Схема живлення, контролю заряду-розряду акумулятора .....	55
3.4. Інтерактивний блок .....	59
3.5. GSM модуль .....	61
3.6. Модуль LAN .....	64
3.7. Модуль ZigBee .....	66
3.8. Модуль Wi-Fi .....	71
3.9. Модуль Bluetooth .....	73
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3 .....	74
ВИСНОВКИ .....	75
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....	78
ДОДАТОК А. Програмні рішення .....	79
А.1. Програмна реалізація SPI інтерфейсу .....	
А.2. Прошивка модуля WI-FI ESP8266 .....	

					КІТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Останнім часом у світі намітилась тенденція до SMART технологій, виникли поняття інтернет-речі, “розумний будинок”, тощо. Технологія розумного дому – це загальний термін, що використовується для базових побутових зручностей, оснащених комунікаційними технологіями, що забезпечують певний ступінь автоматизації або дистанційного керування. Він включає в себе такі речі, як: пральні машини, холодильники, системи клімат-контролю (опалення, освітлення, вентиляція, кондиціонування), системи безпеки будинку, різноманітні сервоприводи (механізми відкривання гаражних дверей, регулювання жалюзі) тощо. Це системи, які об’єднують усі “розумні” пристрої в єдину систему, керувати якою можна дистанційно з одного пристрою, наприклад власного мобільного телефона, планшета або ноутбука. Зазвичай подібні системи поставляються з відповідним програмним забезпеченням або додатком. Поки що розвиток технологій розумного дому був модульним, і, окрім кількох експериментів або спеціальних проектів, ми ще не побачили справді розумного будинку з нуля. Однак ця модульна розробка, що стала можливою завдяки програмам, які дозволяють власникам будинків додавати або віднімати розумні прилади, коли вони купують або вилучають їх з експлуатації, відкриває поле для нескінченних комбінацій розумних технологій.

Переваги розумного будинку очевидні. Наприклад, підключення всіх приладів до однієї мережі, якою дуже легко і зручно може керувати навіть дитина. Ще одна перевага полягає в економії енергоресурсів, а отже фінансів користувача, а в глобальному випадку покращення екології всієї планети. Більшість систем розумного будинку оснащені технологією реєстрації використання енергоносіїв, що дозволяє легко їх контролювати і переправляти на найнагальніші потреби. Таким чином, ідея створення розумного будинку як прикладної “іграшки” може перетворитися в глобальну розробку, яка однозначно покращить наш світ.

					КПТР.019038.01.01 П	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



# 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ І ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ

## 1. Вибір протоколу зв'язку для “розумного дому”

Зрозуміло, що сьогодні всі цікавляться новітніми технологіями в науці, техніці і навіть побуті. Адже, маючи апаратні та програмні напрацювання 21 століття, не можна не скористатися ними в повному об'ємі для побудови комфортного життя, достойного сучасної людини і суспільства в цілому. Особливо враховуючи доступність ІТ-технологій, елементної бази та їх невелику вартість, доступну кожній родині. Крім того, слід вказати на присутність на ринку готових радіотехнічних модулів, виконавчих пристроїв, мікрокомп'ютерів, тощо. Окремо хотілося би наголосити про бурхливий розвиток так званих крос-платформених рішень, тобто здатність програмного забезпечення працювати з декількома апаратними платформами чи операційними системами, що досягається завдяки використанню високорівневих мов програмування.

Але щоб грамотно спроектувати автоматику для розумного будинку, спочатку необхідно визначитися, який саме протокол буде використовувати та які компоненти системи обрати для зв'язку між собою. Найбільш популярними технологіями на даний час є [1, 2]:

- 1-Wire;
- X10;
- KNX;
- Wi-Fi;
- ZigBee;
- Z-Wave;
- Insteon.

КПТР.019038.01.01 ПЗ								
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система індивідуального водопостачання	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Новіцький Е.						
Перевірів		Підченко С. К.						
Н. контр.		Стецюк В. І.				Пояснювальна записка	ХНУ, гр. ТР2с-19-1	
Затв.		Підченко С. К.						

Кожна із вказаних технологій використовується для вирішення своїх задач, має право на існування та володіє як певними перевагами, так і недоліками. Але, реалізуючи концепцію розумного будинку ми маємо чітко розібратись у суді вказаних технологій і надати перевагу якійсь одній.

### 1.1. Протокол 1-Wire.

Мабуть, найбанальніший спосіб зв'язати всі пристрої воедино – використати стандарт 1-Wire. Справа в тому, що основною магістраллю для передачі даних тут виступає двонаправлена шина, яка в найпростішому випадку виглядає як двожильний дрід. Іншими словами, під час створення мережі можна обійтись навіть дешевим телефонним кабелем. Один провід у цьому випадку використовується для живлення та передачі даних, інший – для заземлення. Топологія мережі – загальна шина, тобто ведені пристрої буквально "нанизуються" на єдиний кабель, як намистини на нитку. Звичайно, мережа 1-Wire не повинна виглядати незграбно: можна взяти за основу якісну «виту пару» або FireWire-кабель, а компоненти підключити через RJ-розетки. Власне, що добротніше організована мережа, то більшу протяжність вона може мати: в ідеальних умовах це значення досягає 300 метрів. Проте, головна перевага даного стандарту – дешевизна та невибагливість. Є в нього і негативна характеристика – низька стійкість до відмови.

Гірлянда з пристроїв 1-Wire, як правило, підключається до комп'ютера – для цього використовуються спеціальні адаптери. Рідше керування мережею здійснюється за допомогою мікроконтролера. Зазвичай список компонентів 1-Wire обмежується датчиками температури, освітленості, вологості і протікання, а також електричними розетками, здатними включатися і відключатися по команді. У деяких випадках це рішення також використовується для управління освітленням. В цілому, 1-Wire підійде економним користувачам, які не висувають серйозних вимог до функціоналу розумного будинку. Приклади пристроїв із протоколом 1-Wire наведені нижче.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Водонепроникний цифровий датчик температури 1-wire DS18B20



Рисунок 1.2 – Адаптер USB - 1-Wire, USB-1-Wire RJ11



Рисунок 1.3 – Пристрої iButton в якості індивідуального ідентифікатора в системах контролю та управління доступом

## 1.2. Протокол X10.

X10 – стандарт, розроблений ще в 1975 році. Пік його популярності вже позаду, проте він, як і раніше, активно використовується при проектуванні розумних будинків. Секрет подібної живучості – надзвичайна універсальність за

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

відносно низької вартості. На відміну від 1-Wire, X10 не вимагає прокладання спеціального кабелю: для передачі сигналу використовується електропроводка будівлі. Також передбачена можливість використання трансиверів, які ловлять радіосигнал від бездротових пристроїв, перетворюють його на потрібний формат і передають у електричну мережу. Ця функція використовується для взаємодії з датчиками та пультами дистанційного керування.



Рисунок 1.4 – Димер на Din-рейку з протоколом X10



Рисунок 1.5 – Будинкова автоматика із протоколом X10  
(освітлення, контроль, комутатори, розетки, виконавчі пристрої)

Як бачимо, протокол X10 може похвалитися великою кількістю всіх видів виконавчих модулів: при їх належному виборі автоматизація може контролювати електричні прилади, освітлення, опалення, вентиляційні системи та системи

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

безпеки. Можна організувати програмований полив рослин, в залежності від виду, відрегулювати ступінь відкриття віконних штор (жалюзі), налаштувати комфортний рівень освітлення, тощо. Для правильної роботи всього цього обладнання потрібні спеціальні контролери. Як правило, вони можуть бути запрограмовані за допомогою комп'ютера і в подальшому виконувати функції незалежних пристроїв.

Серйозним недоліком X10 є низька швидкість передачі даних, завдяки якій реакція на будь-яку дію відбувається з деякою затримкою (одиниці секунд). Але, оскільки команди передаються послідовно, то майже неможливо організувати складне динамічне освітлення за допомогою цього протоколу. Крім того, для використання протоколу X10 може знадобитися незначна модернізація проводки.

### 1.3. Протокол KNX.

KNX – дорогий варіант, що користується популярністю в Європі. Стандарт характеризується великою кількістю закладених у нього функцій, а також складністю проектування та монтажу. Як середовище передачі даних протокол KNX може використовувати шину (виту пару), електричну мережу чи радіоканал. Найчастіше застосовується перший варіант, нерідко необхідні дроти прокладаються разом із силовими кабелями ще на етапі будівництва. Стандарт передбачає різноманітні варіанти топології мережі. Система повинна мати власне джерело живлення, але при цьому в ній може бути відсутній центральний контролер, тобто KNX дозволяє створювати децентралізовані рішення, в яких сенсори та виконавчі модулі взаємодіють безпосередньо. Протокол підходить для автоматизації великих будівель, в одну мережу можна об'єднати до 58000 пристроїв. Актуатори в цьому випадку відрізняються різноманітністю і дозволяють обладнати будинок нетривіальним функціоналом.

З програмного-апаратної точки зору KNX – досить серйозний стандарт для вирішення складних технічних задач. Але він погано підходить для одиноких ентузіастів: обладнання дороге і зв'язати його в загальну мережу непросто.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.6 – Модуль KNX-SA24 – універсальний програмований вимикач за протоколом KNX (освітлення, вентиляція)

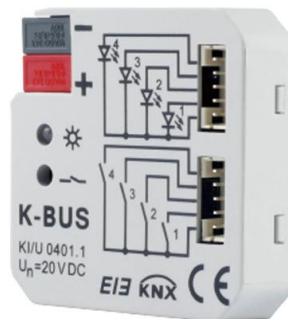


Рисунок 1.7 – 4-канальний універсальний KNX інтерфейс для системи “розумний будинок”



Рисунок 1.8 – Інтелектуальна панель сенсорного екрану KNX/EIBA для розумного будинку

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.4. Протокол Wi-Fi.

Технологія Wi-Fi і так вже використовується в кожному будинку [3]. Тому, логічно було би застосувати її в “розумному будинку”. Зазвичай даний стандарт зв'язку використовується в смартфонах, планшетах. А так, як мобільний пристрій завжди під рукою, тому зручніше керувати будинком за допомогою його, ніж використовувати для цього комп'ютер, стінову сенсорну панель, пульта дистанційного керування або інтерпретатор мовлення. Особливо це стосується випадків, коли спеціальна програма надається для взаємодії з системою, а не лише веб-інтерфейсом.



Рисунок 1.9 – Технологія Wi-Fi у “розумному домі”

Іноді Wi-Fi використовується для спілкування з пристроями, які можуть функціонувати автономно, без допомоги "розумної" мережі. Прикладом такого гаджета є лампочка LIFX. Останнім часом такі пристрої набувають популярності, оскільки вони дозволяють приєднатися до технології розумного будинку, не витрачаючи часу та зусиль на встановлення допоміжного обладнання.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



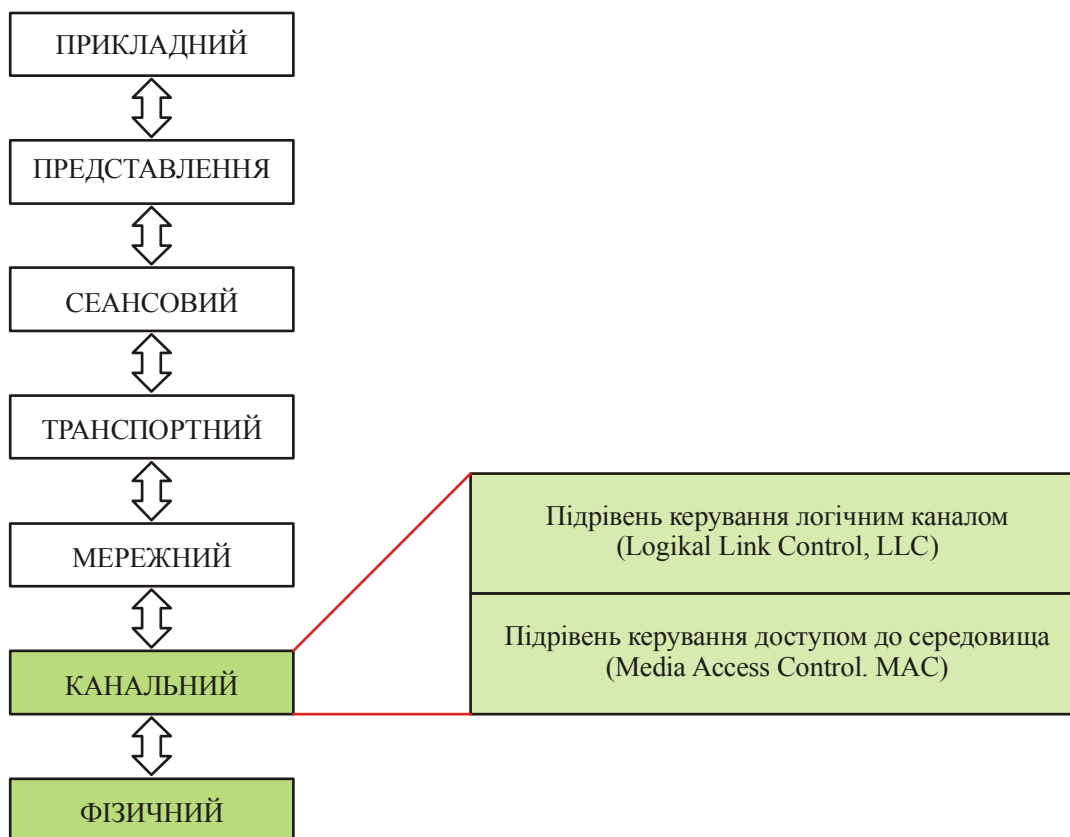


Рисунок 1.11 – Протокол Wi-Fi в моделі OSI

### 1.5. Протокол ZigBee.

ZigBee – протокол зв'язку по радіоканалу, який ідеально вписується в концепцію розумного будинку [4]. По-перше, стандарт дозволяє створювати датчики з низьким споживанням енергії та відмінною чутливістю: більшу частину часу їх бездротові модулі знаходяться в режимі сну, а на пробудження витрачається лише 15 мілісекунд. По-друге, ZigBee підтримує топологію стільникової мережі, в якій окремі компоненти можуть діяти як посередник, що передає сигнал з одного пристрою на інший. Подібна структура здатна до самоорганізації та самолікування, невдача одного або двох елементів, як правило, не призводить до серйозних наслідків. Коміркова топологія також може значно збільшити площу бездротового покриття, так що при компетентному підході з ZigBee можна використовувати не лише житлові будинки, але й великі робочі приміщення.



Рисунок 1.12 – Модуль ZigBee



Рисунок 1.13 – Міні Zigbee мережний міст / шлюз / концентратор / пульт дистанційного керування для “розумного будинку”

Компоненти мережі поділяються на три типи: координатори, маршрутизатори та кінцеві пристрої. Перший бере на себе функції мережевого управління, тобто принаймні один координатор повинен бути присутнім у системі. У ролі маршрутизаторів є посередницькі пристрої. Вони повинні постійно бути задіяні і тому потребують джерела живлення з мережі. Кінцеві пристрої – це всілякі датчики та контролери виконавчих пристроїв. Вони можуть працювати від набору акумуляторів протягом місяців і навіть років. Загалом, ZigBee підходить для вирішення всіх типових проблем, пов’язаних із дизайном розумного будинку. У той же час вартість обладнання можна назвати помірною, а процес встановлення порівняно простий. Однак стандарт також має невеликий мінус: ZigBee пристрої різних виробників часто несумісні.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.6. Протокол Z-Wave.

Протокол Z-Wave – це безпроводний спосіб зв'язку, значною мірою схожий на ZigBee, який використовує радіохвилі малої потужності. Z-Wave дозволить реалізувати систему “розумного будинку”, не протягуючи кілометри проводів, зручно і швидко – завдяки мініатюрним радіомодулям, які можуть встановлюватися навіть за вимикачами. Установка системи проста, не вимагає великих матеріальних і часових витрат.



Рисунок 1.14 – Реалізація “розумного будинку” на технології Z-Wave

Має низьке споживання електроенергії, підтримку топології стільникової мережі та помірні ціни на обладнання. Звичайно, при детальному дослідженні протоколів деякі відмінності в технічній частині можна знайти, однак, факт, що їх розробники займаються питаннями стандартизації очевидний. Система влаштована досить просто: існує контролер Z-Wave, який керує всією системою (мозок і серце), а також пристрої, які призначені для виконання конкретної функції або ряду функцій (рис. 1.15). Таких пристроїв існує величезна кількість під будь-які завдання.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.15 – Топологія мережі Z-Wave

Переваги технології Z-Wave:

- єдина безпроводна мережа пристроїв;
- простий монтаж і налаштування;
- надійність зв'язку між пристроями;
- асортимент і доступність;
- безпека.

Недоліки технології Z-Wave:

- протокол передбачає обмеження по кількості пристроїв: від 5 до 100;
- низька швидкість передачі даних не дозволяє передавати зображення і звук;
- у великих приміщеннях технологія вимагає підтримки повторювачів сигналу, а в деяких випадках і проводів.

### 1.7. Протокол Insteon.

Insteon дуже популярний у Сполучених Штатах, але останнім часом він прийшов до Європи та України [5-8]. Як наслідок – несумісність оригінальної версії протоколу з нашими електричними мережами: як X10, Insteon використовує проводку будівлі для передачі сигналів. Однак, на відміну від застарілого конкурента, новий стандарт підтримує радіо-з'єднання, причому провідна та безпроводна мережі працюють одночасно, доповнюючи одна одну та значно

збільшуючи надійність автоматизованої системи. Крім того, Insteon не має проблем з чутливістю, як X10.



Рисунок 1.16 – Технологія “розумного будинку” Insteon

Плюси Insteon також включають топологію стільникової мережі та сумісність з пристроями X10: можна поступово переходити від старого стандарту до нового. Цікавою особливістю є можливість організувати робочу мережу без використання центрального контролера. Звичайно, в цьому випадку функціональність розумного дому буде дуже обмеженою. З точки зору дизайну, Insteon схожий на Z-Wave: все суворо стандартизовано, значна частина обладнання виробляється під брендом Insteon творцями протоколу-smartlabs. Система розумного будинку на основі нового стандарту може бути зібрана поступово, купуючи необхідні компоненти поступово. Недоліком Insteon слід вважати проблеми з наявністю необхідного обладнання в Україні.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Ми розглянули найбільш популярні технології для організації “розумного будинку”, серед яких: X10, KNX, Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave та Insteon. Проведений аналіз кожної із зазначених технологій дозволяє зробити відповідні висновки та оптимально підібрати як сам протокол, так і обладнання для реалізації поставленої задачі. Не важко помітити, що завжди приходиться йти на певний компроміс між вартістю системи та його функціоналом. Не виняток і система “розумний будинок”, особливо зважаючи на те, що від вибору загальної концепції буде залежати вся наступна топологія мережі. І не можна буде на якомусь проміжному чи кінцевому етапі перейти на інший протокол, додати функціонал, який, скажімо, відсутній або не підтримується існуючим, тощо. В цій ситуації слід зважати на той факт, що кількість периферійних пристроїв може бути досить великою, причому вона буде постійно нарощуватися. Можуть з’являтися нові точки розподілу світла, води, виконавчі механізми, яких на початку не було або які навіть не передбачалися, але наразі настала нагальна потреба і їх встановленні. Навіть, якщо на початковому етапі проектування розглянути всі можливі варіанти і закласти певну надлишковість у мережу, як показує практика, потім все рівно приходиться щось міняти, доповнювати, модернізувати. Тому при виборі технології мережі “розумного будинку”, топології, периферії, виконавчих пристроїв слід врахувати цей момент.

Однак, не зважаючи на таке різноманіття, в даному випадку все рівно прийдеться обирати, адже нам необхідно здійснити реальне проектування, а не обмежитися загальним аналізом ситуації на ринку SMART технологій. Зважаючи на сучасний стан розвитку мікроконтролерної техніки та випуск промисловістю готових модулів спряження між різноманітними телекомунікаційними протоколами і мережами, доцільно було би зробити універсальний варіант обладнання, скажімо LAN/Wi-Fi (для під’єднання пристрою до інтернет-мережі), ZigBee для самодостатніх кластерів розумного будинку та додаткових безпроводних технологій, кожна з яких має свої переваги. Мережний варіант

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє реалізувати повністю гнучку технологію без обмежень для вирішення усіх можливих задач, так сказати “на виріст”, а ZigBee – для безпроводного зв’язку по радіоканалу з різноманітними автономними пристроями, наприклад давачами, невеличкими виконавчими пристроями, тощо. Особливо враховуючи те, що пристрої ZigBee підтримують стільникову топологію мережі, в якій окремі компоненти можуть діяти як посередник, що передає сигнал з одного пристрою на інший.

Слід також врахувати специфіку нашого проекту, який може бути використаний на приватній території, віддаленій від LAN/Wi-Fi мереж. В цьому випадку ZigBee дозволить працювати автономно з усіма периферійними пристроями, але віддалене керування буде неможливе і система втратить частину функціоналу. Тому логічно найпростішим рішенням буде GSM канал керування, адже мережі мобільного зв’язку не потребують провідників і присутні сьогодні фактично на всій території країни.

Ще однією досить поширеною телекомунікаційною технологією являється Bluetooth, який хоч і не працює на великих відстанях, присутній в кожному телефоні, планшеті та ноутбуку і не потребує додаткового проведення та встановлення. Спілкування із центральним модулем, налаштування і його контроль можна безпроблемно здійснювати саме по Bluetooth каналу. Для цього можна як створити власний Android додаток, так і скористатись існуючими для організації роботи розумного будинку.

Отже ми матимемо фактично повний набір сучасних телекомунікаційних технологій – LAN, Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth та GSM. Така універсальність буде особливістю даного проекту. А використання відповідних готових модулів спростить і здешевить комплекс обладнання розумного будинку.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2. ВИБІР І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

### 2.1. Загальні структура інтелектуальної системи індивідуального водопостачання.

Структурна схема інтелектуальної системи індивідуального водопостачання представлена на рис. 2.1. Вона система складається з наступних функціональних блоків:

- мікроконтролер;
- схема живлення;
- інтерфейс JTAG;
- двонаправлений буфер для роботи з MicroSD картою пам'яті;
- зворотний канал на основі оптоелектронної розв'язки;
- схема керування виконавчими пристроями на основі електронного ключа і реле;
- набір зовнішніх датчиків (температури, вологості, протікання, тощо);
- набір телекомунікаційних модулів:
  - GSM модуль з аудіо-мікшером голосового зв'язку;
  - мережний модуль LAN;
  - ZigBee модуль;
  - Bluetooth модуль;
  - Wi-Fi модуль.

Деякі із вказаних блоків є альтернативними, тобто передбачають установку або/або. Це стосується модулів Wi-Fi і Bluetooth, які не можуть працювати одночасно. Користувачу необхідно обрати потрібну конфігурацію і встановити відповідний керуючий джампер на мікроконтролері.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ					
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Інтелектуальна система індивідуального водопостачання			Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	Новіцький Е.									
Перевірів	Підченко С.К				Пояснювальна записка			ХНУ, гр. ТР2с-19-1		
Н. контр.	Стецюк В. І.									
Зав.	Підченко С. К.									



Концепція розумного будинку передбачає цілу низку виконавчих пристроїв: керування освітленням, опаленням, системами розсувних дверей, аудіо-, відео трансляціями, тощо. Перелік подібних пристроїв може бути нескінченим, в залежності від конкретних потреб користувача. Але в рамках дано проекту ми розглядаємо реалізацію конкретної задачі – водопостачання. В загальному випадку систему індивідуального водопостачання можна представити у вигляді частково або повністю автономної концепції (рис. 2.2, 2.3).

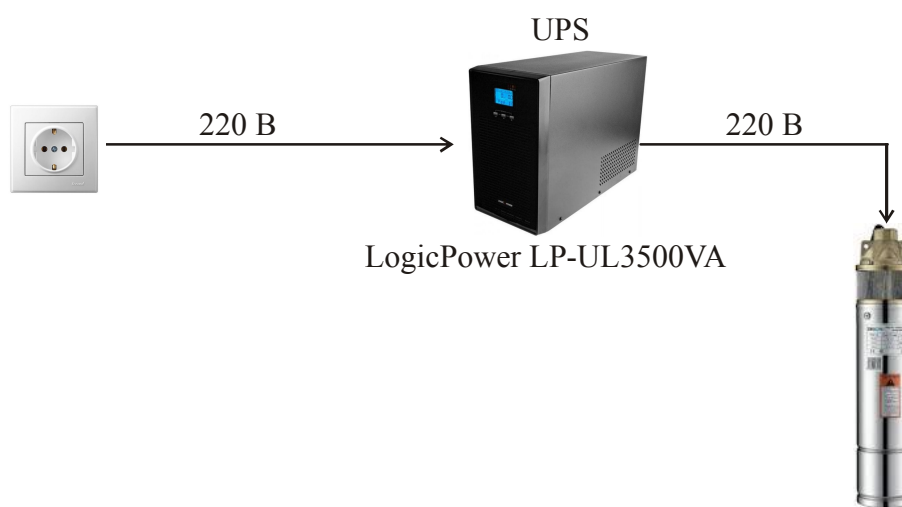


Рисунок 2.2 – Частково автономна система індивідуального водопостачання

Частково автономна система індивідуального водопостачання, представлена на рис. 2.2, надзвичайно проста і виконуватиме свою функцію однозначно просто і надійно. Якщо у користувача в точні встановлення водозабірною обладнання є промислова енергетична система (380/220 В), яка хоча би періодично працює, то подібна реалізація дозволить необмежено тривалий час працювати. Автономність роботи забезпечуватиме безперебійний блок живлення (ББЖ або UPS), який при наявності мережі живлення заряджається і у моменти її відсутності працює від накопиченої в акумуляторах енергії. Однак, не дивлячись на простоту і мінімалізм, система має ряд недоліків:

- тривалий час зарядки до повної ємності акумуляторного блоку (8 год.);
- залежність від зовнішньої мережі живлення (38/220 В);

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- відсутність функцій керування;
- неможливість повноцінної інтеграції к концепцію розумного будинку.

Повністю автономна система індивідуального водопостачання (рис. 2.3) не залежить від зовнішньої мережі живлення (380/220 В), але вимагає більш складної конфігурації побудови.

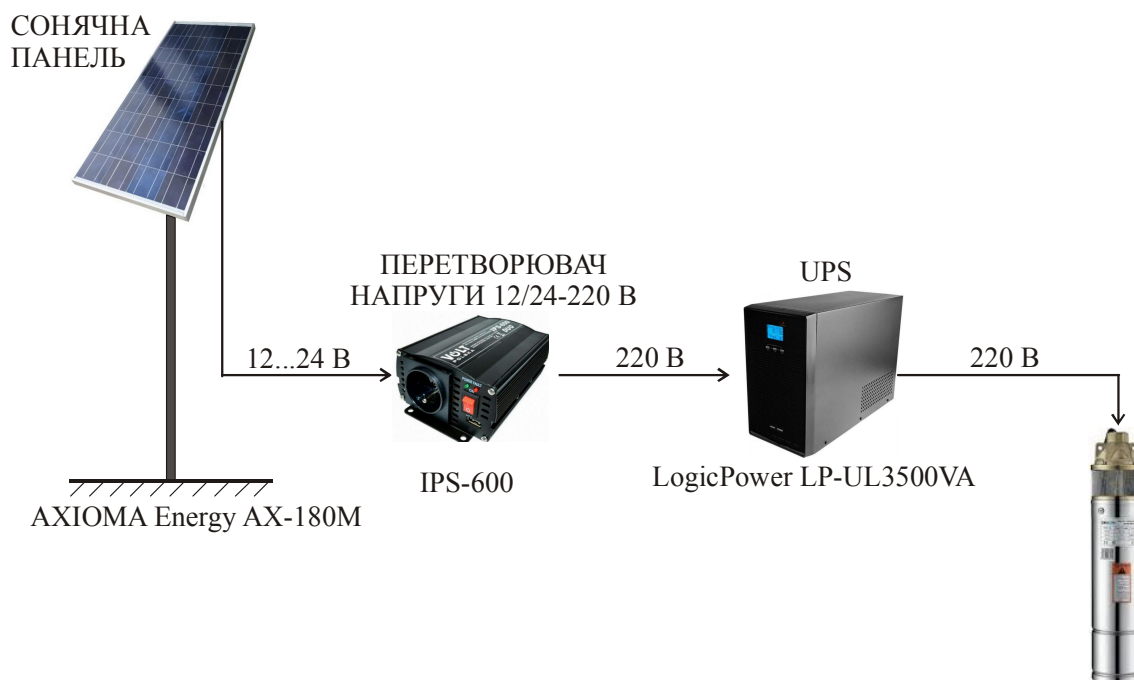


Рисунок 2.3 – Повністю автономна система індивідуального водопостачання

По-перше підбір, встановлення і налаштування сонячної панелі в якості енергонезалежної енергетичної системи. По-друге, необхідність стабілізатора-перетворювача напруги 12/24 В у 220 В. Даний пристрій виконує подвійну роль: стабілізацію напруги від сонячної батареї, так як вихідний рівень постійно динамічно коливається і перетворення напруги 12...24 В у 220 В для заряджання акумуляторів UPS. Дану систему можна було би побудувати по іншому. Наприклад взяти повноцінний контролер сонячних батарей, який забезпечуватиме правильну роботу самих сонячних батарей і зарядку акумуляторів. В цьому випадку можна використати UPS із зовнішніми акумуляторами, які заряджатимуться і контролюватимуться не від схеми UPS, а від контролера

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

сонячних панелей. Однак, подібні контролери надзвичайно дорогі, крім того така конструкція буде невиправдано ускладнена.

Таким чином, варіант повністю автономної системи індивідуального водопостачання набагато кращий від попереднього в плані автономності, але ряд недоліків залишилися аналогічні попередній системі:

- тривалий час зарядки до повної ємності акумуляторного блоку (8 год. і навіть може збільшитися вдвічі, якщо сонячні панелі будуть мати малий вихідний струм; відсутність заряду вночі);
- відсутність функцій керування;
- неможливість повноцінної інтеграції к концепцію розумного будинку.

Як бачимо, подібні реалізації індивідуального водопостачання можуть мати місце тільки у простих системах і повністю непридатні при побудові SMART систем.

Так як схема, представлена на рис. 2.1 достатньо обширна і узагальнена, розглянемо більш детально окремі функціональні вузли і блоки.

## 2.2. Схеми керування виконавчими пристроями.

Сам принцип побудови розумного будинку передбачає ряд виконавчих пристроїв, які реагують на відповідні команди користувача. Однак тип навантаження буває різний: активний, індуктивний, ємнісний, тощо. Якщо в якості навантаження виступає електронний блок, особливо з ізольованим входом, то таке навантаження може керуватися інтегральними комутаційними схемами, тобто вихідним каскадом може бути вихід мікросхеми або транзисторного каскаду. Причому це можуть бути зовсім малострумові схеми, а можуть мати струми комутації порядку 0,5-1 А. В цьому випадку підбирають більш потужніші транзистори у вихідний каскад керування, або відповідні інтегральні рішення. Одне із таких – готова 8-канальна мікрозбірка за схемою Дарлінгтона (рис. 2.4). Таке рішення дозволяє будувати досить компактні схеми комутації, однак потребують відповідної кількості управляючих сигналів. Буває, що у

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



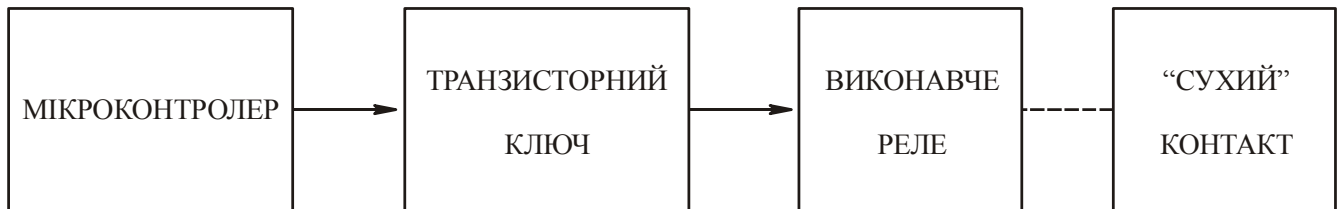


Рисунок 2.5 – Релейна схема керування виконавчими пристроями

### 2.3. Схема живлення, контролю заряду-розряду акумулятора.

Розгорнена структурна схема блока живлення представлена на рис. 2.6. Як бачимо, тут враховано попередні концепції автономності, але у більш простому і дешевому вигляді.

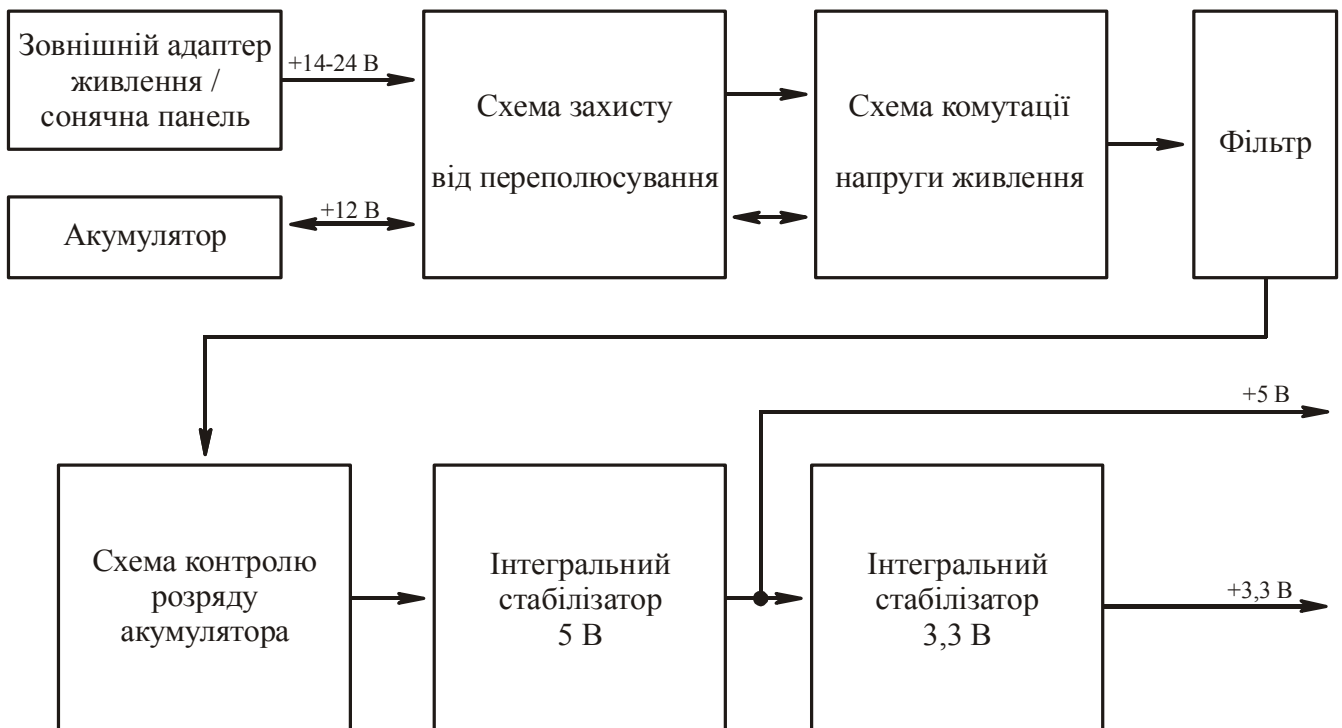


Рисунок 2.6 – Структурна схема блока живлення

Вхідним джерелом напруги може служити як зовнішній мережевий адаптер 220 В, так і сонячна панель із діапазоном вихідних напруг в широких межах 14-24 В. Фактично більшість окремих сонячних панелей виробляють напругу саме в

цьому діапазоні, тому підібрати потрібну буде надзвичайно легко. Крім того, проєктована нами система передбачає під'єднання зовнішніх акумуляторів, ємність яких користувач може обирати індивідуально. Подібне рішення дозволяє максимально легко обслуговувати акумуляторний блок та здійснювати заміну самих акумуляторів. Слід сказати, що в нашому варіанті сонячна панель може під'єднуватися безпосередньо, а UPS має власний роз'єм, тобто його можна встановлювати за потреби.

Так як блок живлення може працювати від різноманітних джерел, в ньому передбачені схеми захисту від переполюсування та схема комутації напруг живлення. Остання забезпечує строго направлену дію струму, розділяючи кола живлення і кола зарядки акумулятора.

Фільтр живлення забезпечує додаткову фільтрацію вхідної напруги.

Схема контролю розряду акумулятора забезпечує моніторинг розрядного струму і не допускає глибокого розряду.

Схема живлення містить також лінійку інтегральних стабілізаторів, кожен з яких формує власну напругу живлення: 12, 5 і 3,3 В.

## 2.4. Структура системи “розумний будинок”.

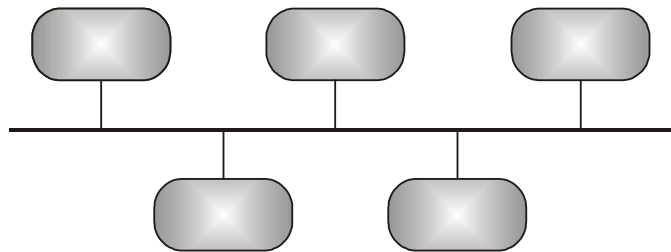
На сьогодні склалася загальна концепція та існує певна варіативність реалізації системи розумний будинок. Причому конкретні реалізації можуть бути як відносно бюджетні так і достатньо дорогі. Однак, якщо раніше подібні системи були тільки дорогими і встановлення та налаштування потребувало висококваліфікованого персоналу, то з кожним днем SMART технології стають все доступнішими, як в технічному плані, так і в економічному. Виникають так звані “готові технічні рішення” з базовим набором функціоналу, який легко розширюється.

Стосовно топології, то як і будь-які інші телекомунікаційні мережі, система “розумний будинок” може мати наступну топологію (рис. 2.7):

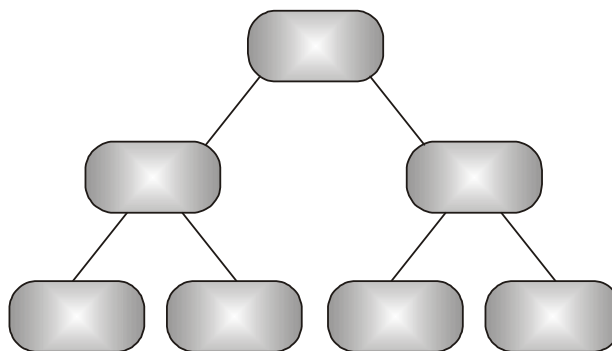
- послідовну;

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

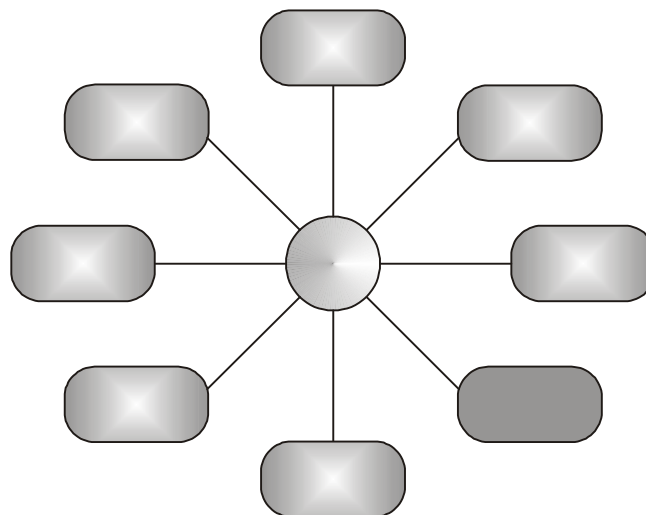
- деревоподібну;
- типу “зірка”;
- комбіновану.



а)



б)



в)

Рисунок 2.7 – Загальна топологія телекомунікаційних мереж:

а) послідовна; б) деревоподібна; в) зірка

Згідно представленої архітектури, можна виділити кілька концепцій побудови мереж розумного будинку. Наприклад остання архітектура типу “зірка”,

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

у якому центральний блок (керуючий контролер) бере на себе всі функції керування кінцевими пристроями, являється “централізованою”. Варіант на рис. 2.7,*а* можна точно назвати “децентралізованим” або розподіленим. Тут пристрої, зав’язані в мережу, працюють за принципом master-slave, тобто являються одночасно і виконавчими і керуючими – передають (трансляють) команди до віддалених об’єктів. Варіант на рис. 2.7,*б* можна вважати “гібридним”, адже тут є центральний керуючий блок, який здійснює керування найближчими за структурою об’єктами, але в міру віддалення, чітко проглядається децентралізований принци роботи.

Ще однією причиною поширення технології розумного будинку стала поява безпроводних технологій, серед яких найбільш популярними на сьогодні являються як провідні системи (EIB – European Installation Bus, Smart-bus – відкритий протокол на основі RS-485 інтерфейсу), так і безпроводні – X10, Bluetooth, WiFi, ZigBee та Z-wave.

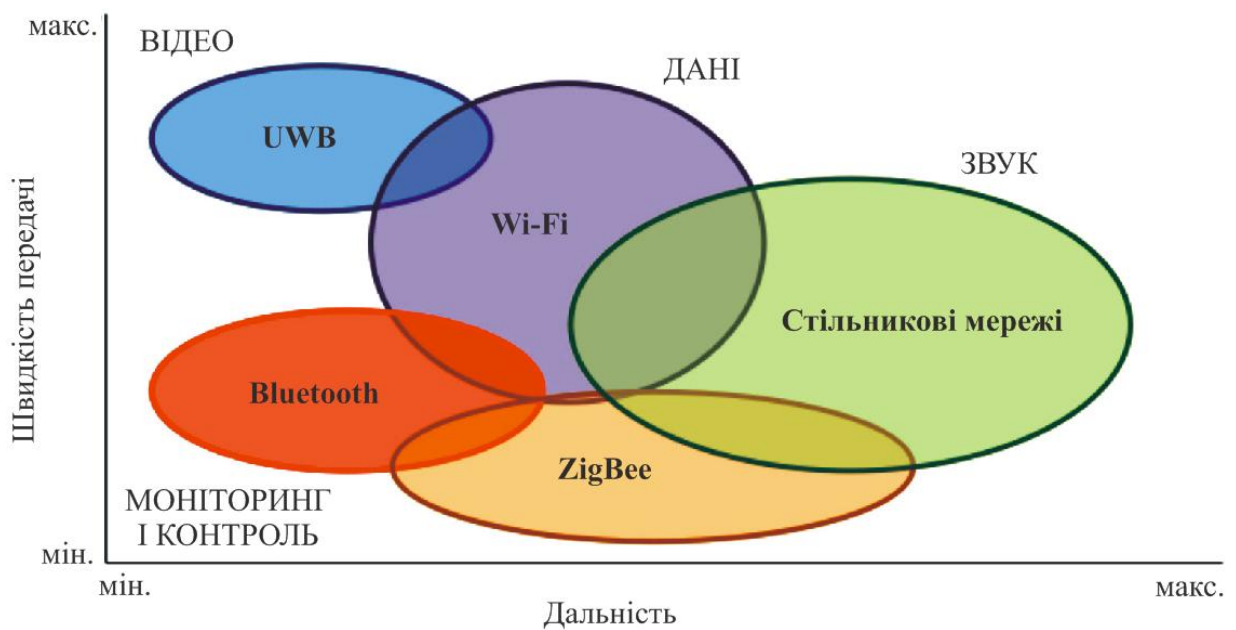


Рисунок 2.8 – Безпроводні технології в системі розумного будинку

Наведемо приклад типової структури розумного будинку (рис. 2.9).

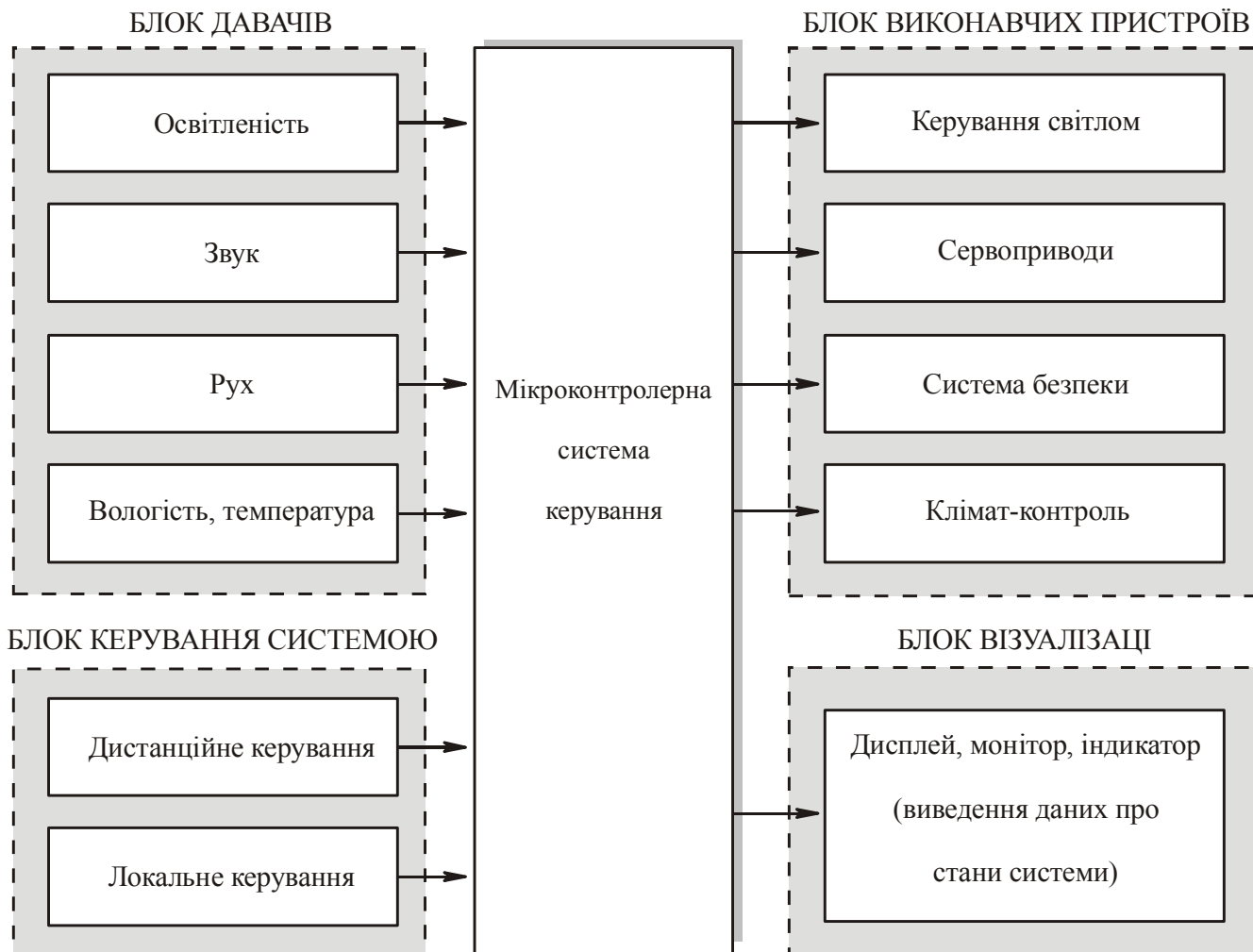


Рисунок 2.9 – Узагальнена структурна схема розумного будинку

Системи на базі із мікроконтролерами мають ряд недоліків:

- обмеженість внутрішньої пам'яті контролера;
- необхідність перешивки мікроконтролера при кожній зміні коду.

Однак, разом із тим є і переваги:

- простота у використанні та доступність мікроконтролерів;
- швидке та просте виведення даних на пристрої візуалізації;
- швидкий обмін даними за допомогою одного кабелю, наприклад RS-232,

USB, тощо.

						КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. В розділі розроблено і детально розглянуто структурну схему інтелектуальної системи індивідуального водопостачання на базі мікроконтролера та зовнішніх телекомунікаційних модулів: GSM, LAN, ZigBee, Bluetooth і Wi-Fi. Дана розробка фактично являється центральним керуючим контролером, на базі якого можна організувати повноцінну систему розумного будинку. Більш детально розглянуті окремі структурні складові: схеми керування виконавчими пристроями та схему живлення, контролю заряду-розряду акумулятора.

2. Розглянуті та проаналізовані варіанти частково автономної та повністю автономної систем індивідуального водопостачання на базі сонячних панелей. Вказано на переваги та недоліки даних систем.

3. Представлена узагальнена структурна схема розумного будинку із використанням сучасних безпроводних технологій та протоколів керування.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



### 3. РОЗРАХУНОК СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ

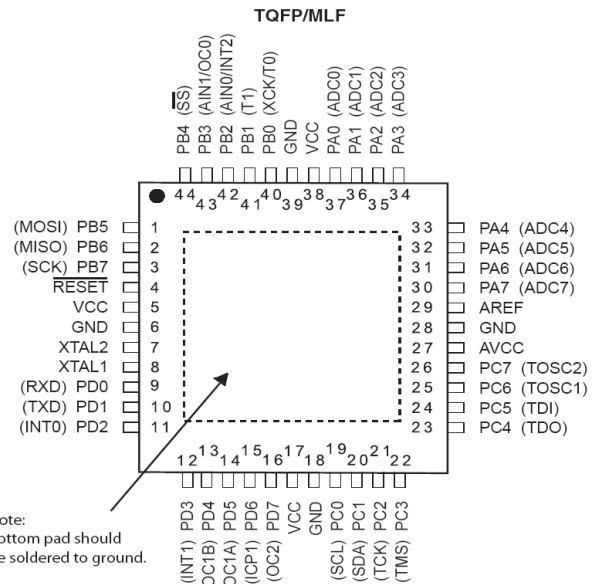
#### 3.1. Мікроконтролер

Як вже вказувалося вище, в процесі даної розробки обрано мікроконтролерну схему організації розумного будинку у вигляді центрального керуючого контролера на окремій платі та ряд периферійних телекомунікаційних модулів. Для поставлених задач оптимальним вибором є 8-розрядний КМОП FLASH мікроконтролер серії Atmega32-16PU, технічні характеристики якого представлені нище.

Таблиця 3.1 – Основні параметри Atmega32-16PU.

Тип ядра центрального процесора:	AVR
Тактова частота центрального процесора:	0-16 МГц
Тип і об'єм пам'яті:	- Flash, 32 кБайт - RAM, 2кБайт - EEPROM, 1 кБайт
Кількість портів введення/виведення	32
Тип і кількість інтерфейсів:	1 – UART (апаратний) 1 – UART (програмний) 1 – SPI 1 – I <sup>2</sup> C
Таймери:	1 – 8-біт 1 – 16-біт 1 – RTC
Порти широтно-імпульсної модуляції	1
Аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП)	10 Біт 8 Біт
Аналогові компаратори	2

					КПТР.019038.01.01 ПЗ			
Зм.	Аркуш	№ док.м.	Підпис	Дата				
Розробив		Новіцький Е.			Інтелектуальна система індивідуального водопостачання	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Підченко С.К.						
Н. контр.		Стецюк В. І.			Пояснювальна записка	ХНУ, гр. ТР2с-19-1		
Зав.		Підченко С. К.						



**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	1.20	
A1	0.05	–	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	–	0.45	
C	0.09	–	0.20	
L	0.45	–	0.75	
e	0.80 TYP			

**PIN 1 IDENTIFIER**

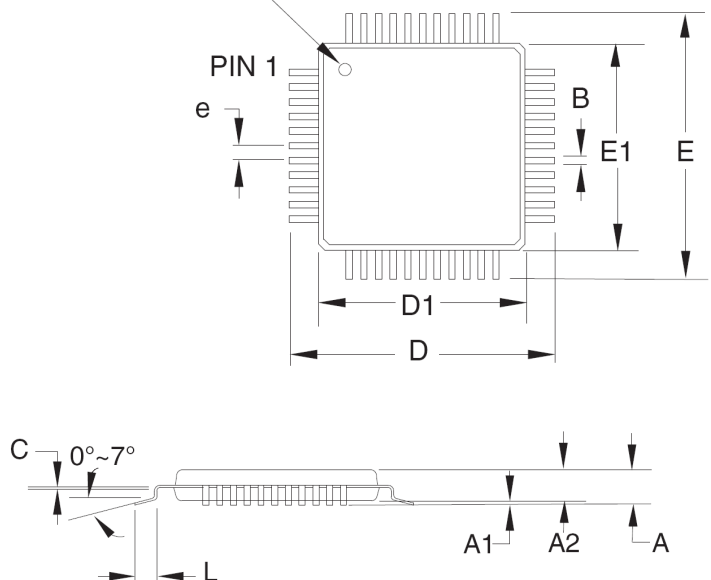


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд та призначення виводів мікроконтролера Atmega32-16PU

Даний мікроконтролер побудований на розширеній AVR RISC архітектурі, у якій команди виконуються за один машинний такт із продуктивністю 1 MIPS. 32 регістра, кожен з яких має вихід на арифметико-логічний пристрій, забезпечує незалежний доступ на час виконання команди за один машинний такт. Мікросхема має вбудовану ISP FLASH пам'ять, що дозволяє перепрограмувати її внутрісистемно через послідовний SPI інтерфейс.

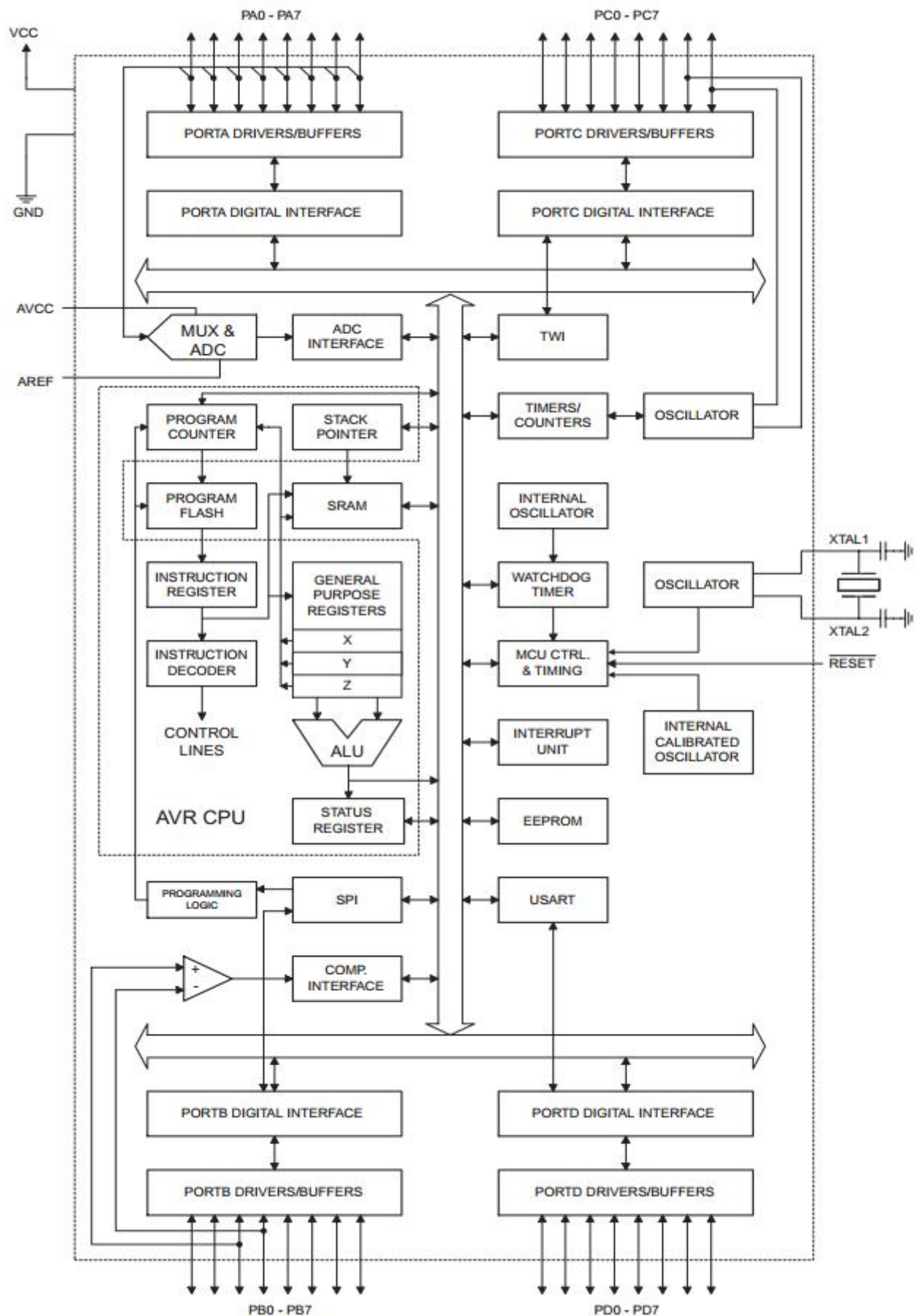


Рисунок 3.2 – Внутрішня архітектура мікроконтролера Atmega32-16PU

Окрім послідовного інтерфейсу SPI, є можливість організації JTAG інтерфейсу для сканування внутрішніх регістрів, налагодження та програмування. Крім того, мікроконтролер має послідовний інтерфейс USART та двопровідний інтерфейс I<sup>2</sup>C. Всі вказані інтерфейси задіяні:

SPI – для мережевого модуля LAN;

UART (апаратний) – для модуля GSM;

UART (програмний) – для модулів Wi-Fi або Bluetooth (на вибір);

I<sup>2</sup>C – для модуля ZigBee.

ATmega32 містить 32 кБайт внутрішньої перепрограмованої флеш-пам'яті для зберігання програм. Оскільки всі інструкції AVR мають ширину 16 або 32 біта, Flash організовано як 16Кх16. Для безпеки програмного забезпечення простір пам'яті програми Flash розділено на два розділи, розділ «Програма завантаження» і розділ «Програма програми». Витривалість флеш-пам'яті становить не менше 10000 циклів запису/стирання. Лічильник програм ATmega32 (ПК) має ширину 14 біт, таким чином адресуючи 16000 місць пам'яті програм. Розподіл області FLASH пам'яті наступний:

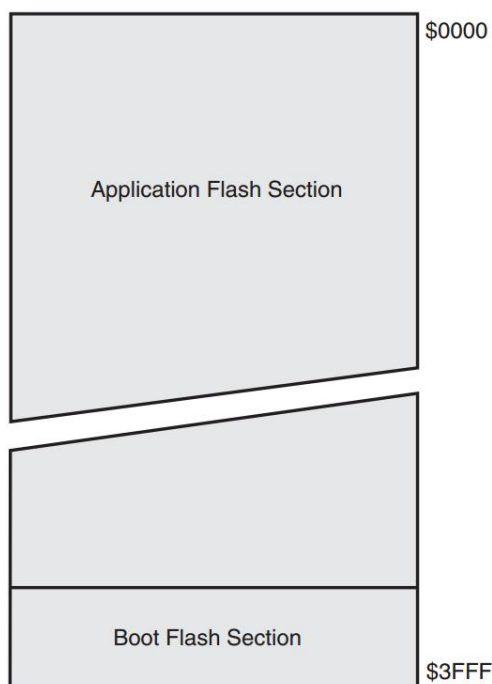


Рисунок 3.3 – Розподіл області FLASH пам'яті:

Application – область застосування; Boot – область завантаження

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 3.4 показана організація SRAM пам'яті ATmega32. Нижчі 2144 місця розташування пам'яті даних адресують файл реєстру, пам'ять вводу/виводу та внутрішню SRAM пам'ять даних. Перші 96 місць адресуються до файлу реєстру та пам'яті вводу/виводу, а наступні 2048 місць адресуються до внутрішніх даних SRAM. П'ять різних режимів адресації для пам'яті даних:

- пряма;
- непряма;
- непряма зі зміщенням;
- непряма з попереднім декрементом;
- непряма з пост-інкрементом.

У файлі реєстру реєстри R26-R31 містять покажчик непрямой адресації. Пряма адресація охоплює весь простір даних. Режим “непрямий із зміщенням” досягає 63 адресних місць від базової адреси, заданої Y- або Z-реєстром. При використанні режимів непрямой адресації реєстра з автоматичним попереднім і постінкрементом адресні реєстри X, Y і Z зменшуються або збільшуються.

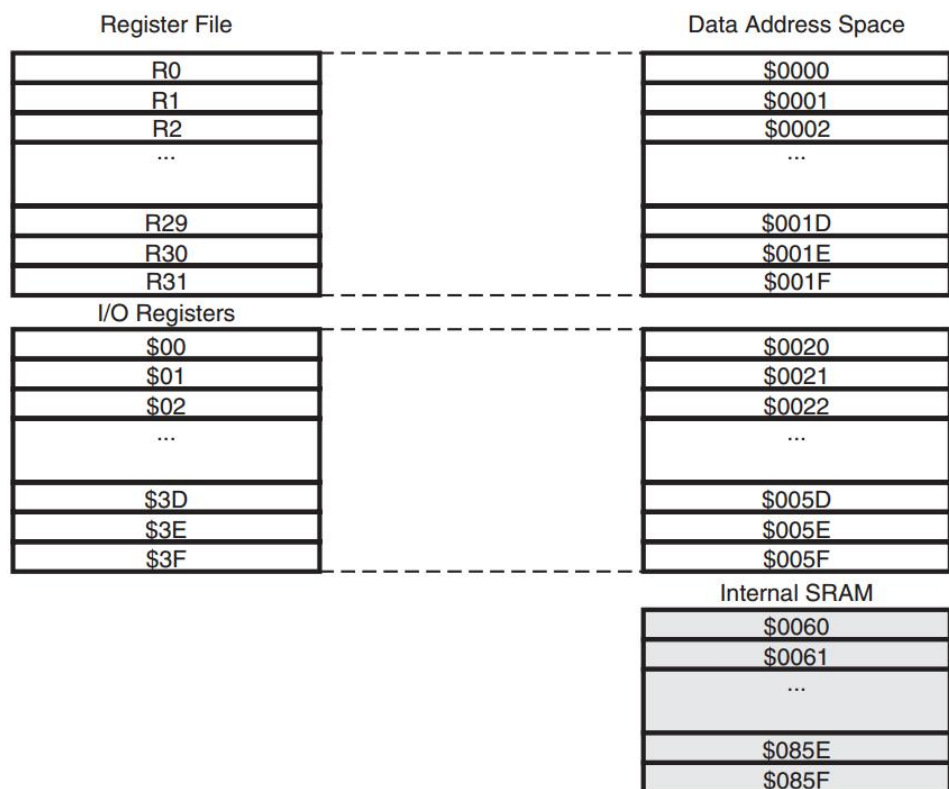


Рисунок 3.4 – Карта SRAM області пам'яті

32 робочі регістри загального призначення, 64 регістри вводу/виводу та 2048 байтів внутрішньої пам'яті даних SRAM в ATmega32 доступні через усі вказані режими адресації.

На рис. 3.5 представлені основні системи таймера в AVR та їх розподіл. Усі таймери не повинні бути активними в певний час. Щоб зменшити енергоспоживання, такти для модулів, що не використовуються, можна зупинити за допомогою різних режимів сну.

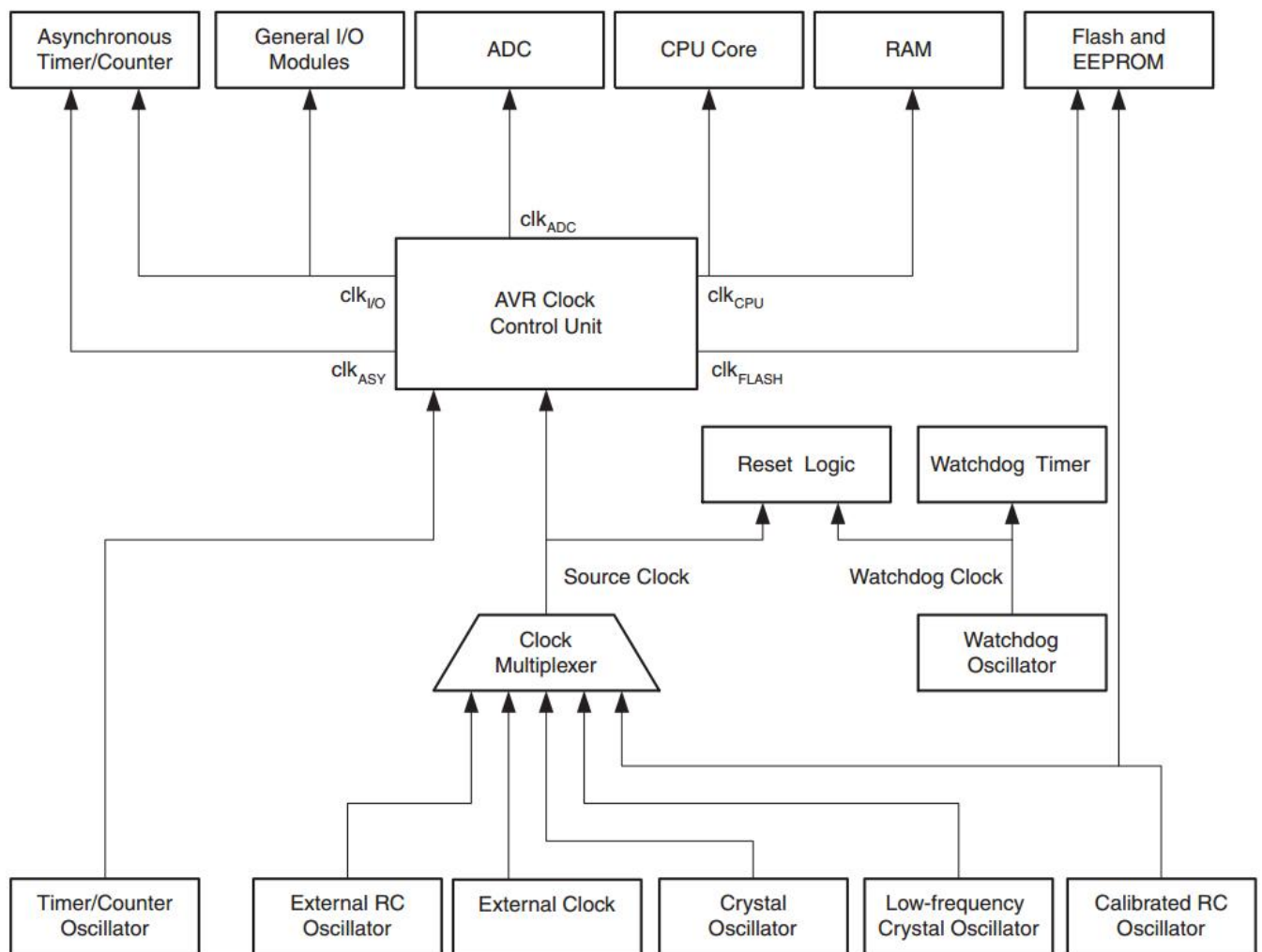


Рисунок 3.5 – Організація внутрішнього тактування мікроконтролера Atmega32-16PU

Тактовий сигнал ЦП спрямовується на частини системи, які відповідають за роботу ядра AVR. Прикладами таких модулів є файл регістру загального



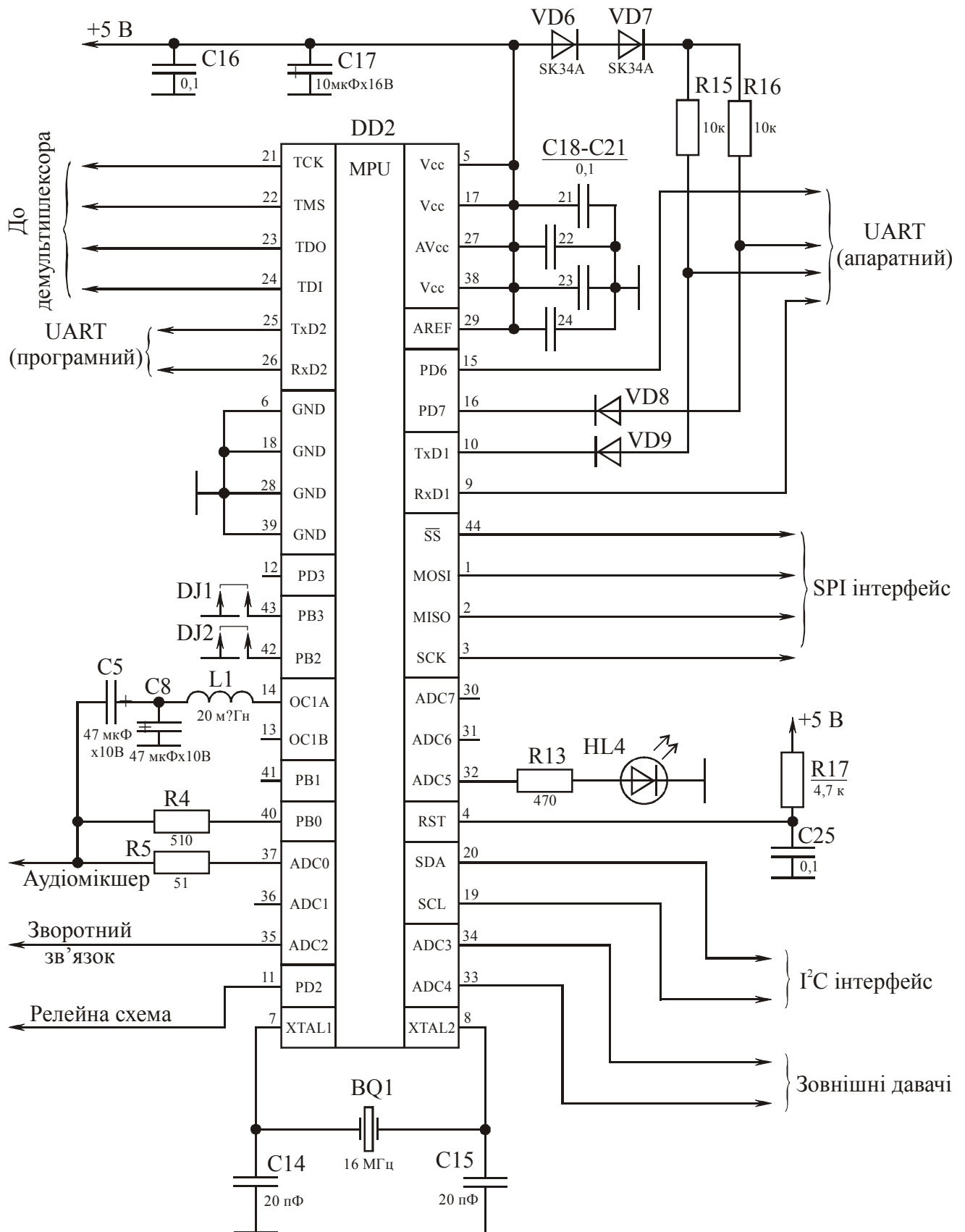


Рисунок 3.6 – Схема електрична принципова мікроконтролера Atmega32-16PU із периферійними колами

					Арк.
КПТР.019038.01.01 ПЗ					
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	



Розрахунок конденсаторів для основного кварцового резонатора:

$$C_n = \frac{C_{14} \cdot C_{15}}{C_{14} + C_{15}} + C_n,$$

де  $C_n$  – паразитна ємність, яка в середньому має значення  $C_{\text{пар}}=3-5$  пФ.

$C_n$  – ємність навантаження (паспортні дані на кварцовий резонатор). Для нашого резонатора ABLS2-16.0-D4Y-T [ ] – 22 пФ.

$$C_n = \frac{C_{1415}^2}{2C_{1415}} + C_n$$

$$C_n = \frac{C_{1415}}{2} + C_n$$

$$C_{1415} = 2C_n - C_n = 2 \cdot 22 - 4 = 40 \text{ пФ}$$

$$C_{14} = C_{15} = \frac{C_{1415}}{2} = 20 \text{ пФ}$$

Коли біти SM2..0 записуються на 010, інструкція сну змушує MCU ввести режим живлення. У цьому режимі зовнішній осцилятор припиняється, тоді як зовнішні переривання, двопровідний годинник серійного інтерфейсу та сторожовий таймер (WDT) продовжують працювати (якщо увімкнені). Лише зовнішнє скидання, скидання сторожового таймера, скидання двопровідного послідовного інтерфейсу відповідності адреси, що переривається зовнішнім рівнем, переривання на Int0 або Int1, або зовнішній переривання на Int2 можуть вивести MCU зі стану сну. Цей режим сну в основному закінчує всі генеровані таймінги, що дозволяє лише працювати асинхронними модулями.

Коли біти SM2..0 становлять 110, і вибрано зовнішній таймер Crystal/Resonator, інструкція сну змушує MCU увійти в режим очікування. Цей режим ідентичний попередньому, за винятком того, що генератор продовжує працювати. З режиму очікування, пристрій прокидається за шість тактових циклів.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



На виході 32 мікроконтролера (рис. 3.6) встановлено пристрій індикації робочого стану – світлодіод HG4, який формує спалахи світла з частотою 1 Гц.

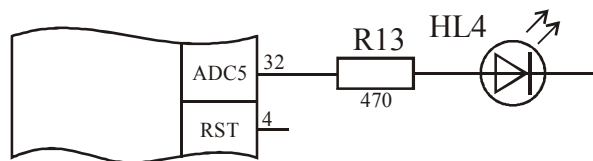


Рисунок 3.9 – Дискретні кола індикації

Розрахуємо параметри кола індикації. Для цього спочатку потрібно обрати сам пристрій індикації. Скориставшись інтернет-каталогом продукції, візьмемо SMD-світлодіод FYLS-1206BUGC з наступними параметрами:

- тип корпусу ..... SMD-1206;
- колір світіння ..... жовто-зелений,  $\lambda=568$  нм;
- яскравість світіння ..... 130 мКд,
- робоча напруга ..... 2.1-2.4 В;
- прямий струм ..... 30 мА;
- потужність розсіювання ..... 0,078 Вт.

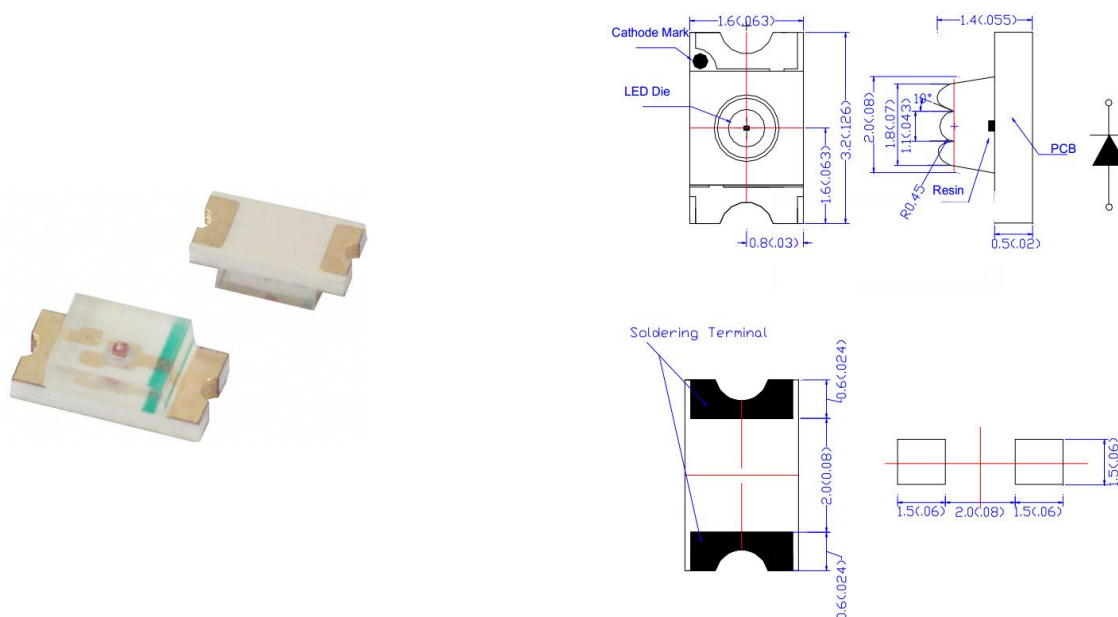


Рисунок 3.10 – Зовнішній вигляд та призначення виводів світлодіода FYLS-1206BUGC

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



Із графіка на рис. 3.13 оберемо робочу точку нашого світлодіода:  $U_{np}=2,3$  В;  
 $I_{np}=20$  мА.

Звідси, падіння напруги на резисторі R13:

$$U_{R13} = V_{cc} - U_{HLA} = 5 - 2,3 = 2,7 \text{ В}$$

де  $V_{cc}=5$  В – напруга на виводі 32 мікроконтролера,  $U_{HLA}=U_{np}=2,3$  В – падіння напруги на світлодіоді.

Тоді опір струмообмежуючого резистора:

$$R13 = \frac{U_{R13}}{I_{np}} = \frac{2,7}{20 \cdot 10^{-3}} = 135 \text{ Ом}$$

Найближчим типономіналом є резистор 130 Ом. Перевіримо потужність розсіювання резистора:

$$P_{R13} = I^2 \cdot R_{13} = (20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 130 = 0,05 \text{ Вт.}$$

## 3.2. Схема керування виконавчими пристроями.

### 3.2.1. Дешифратор/демультиплексор.

Як вже було сказано вище, для розширення портів керування та, відповідно, кількості каналів керування виконавчими пристроями необхідно встановити демультиплексор. В даному випадку немає потреби в дорогому пристрої, достатньо обрати простий і дешевий логічний пристрій – HD74НС238 ф. НІТАСНІ, який не дивлячись на поширеність і низьку вартість являється достатньо швидкодіючим пристроєм.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікросхема HD74HC238 побудована на основі LSTTL логіки (low power Schottky transistor-transistor logic) або ТТЛШ – малопотужна транзисторно-транзисторна логіка Шоттки.

Конструктивні параметри (зовнішній вигляд та призначення виводів) HD74HC238 представлені на рис. 3.14.

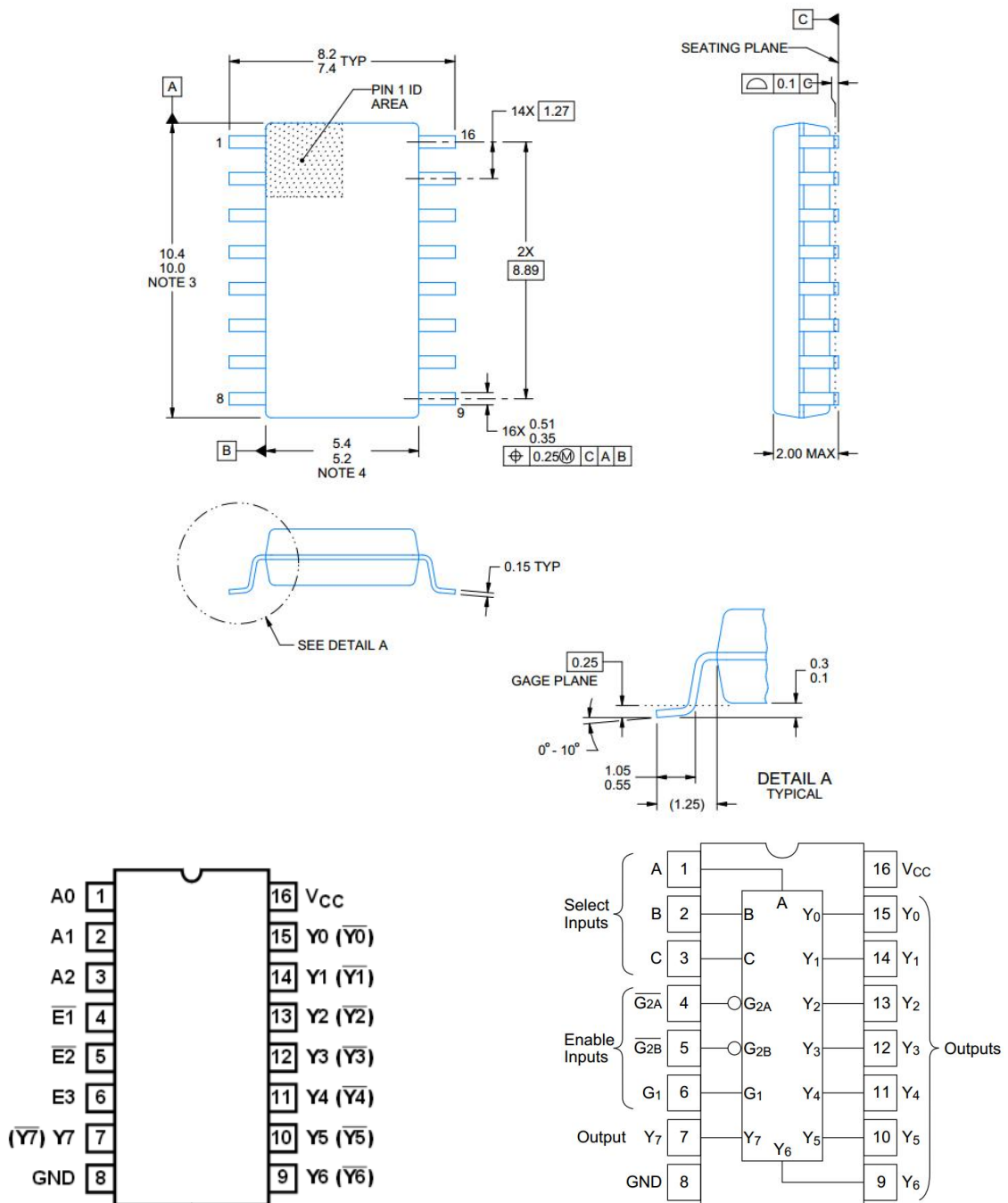


Рисунок 3.14 – Зовнішній вигляд та призначення виводів ІМС HD74HC238

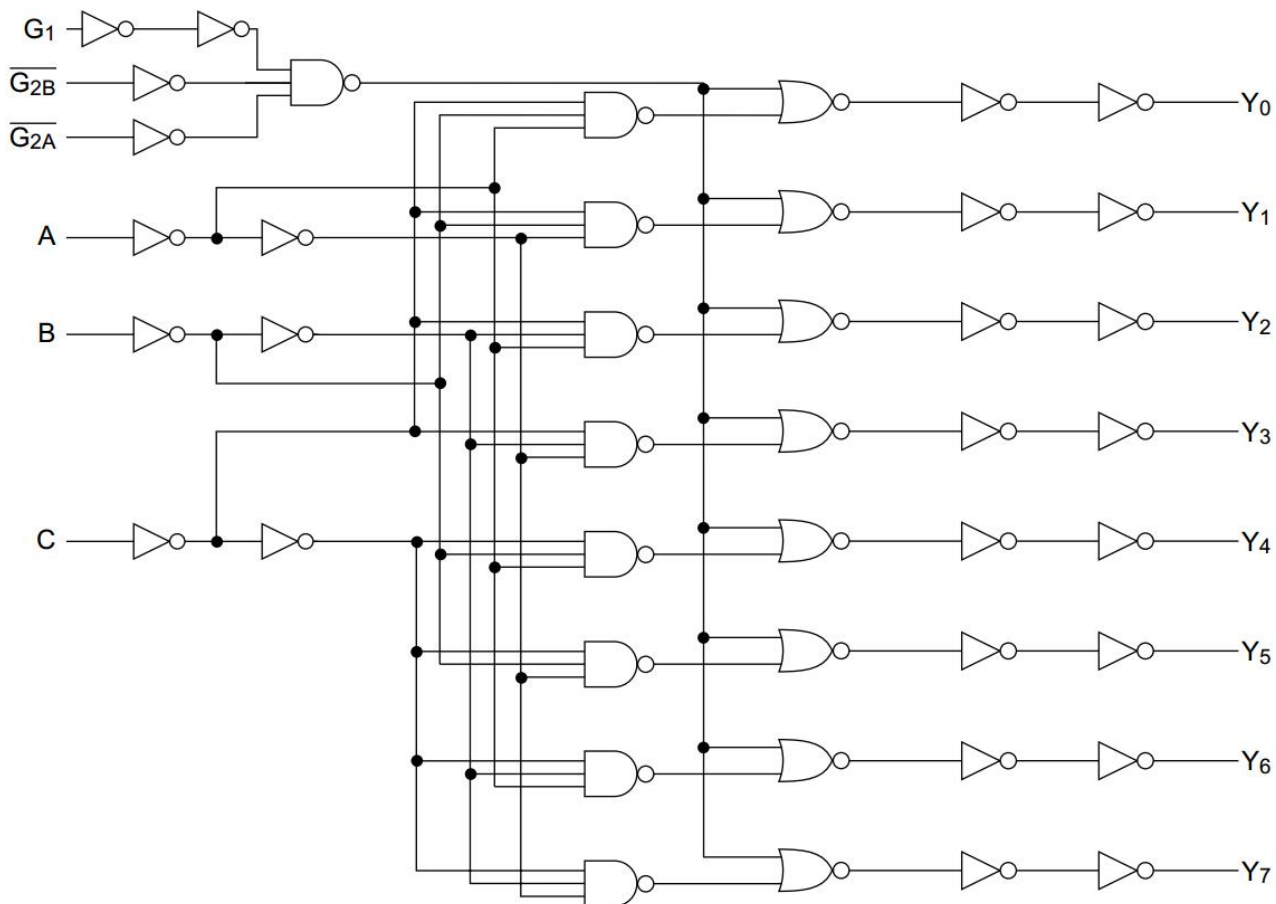


Рисунок 3.15 – Внутрішня будова дешифратора/демультиплексора загального призначення HD74HC238

Таблиця 3.1 – Таблиця істинності HD74HC238

Inputs						Outputs							
Enable	Select					Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>
G <sub>1</sub>	$\overline{G_{2A}}$	$\overline{G_{2B}}$	C	B	A	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>
X	X	H	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
X	H	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
L	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L
H	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
H	L	L	L	L	H	L	H	L	L	L	L	L	L
H	L	L	L	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L
H	L	L	L	H	H	L	L	L	H	L	L	L	L
H	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L
H	L	L	H	L	H	L	L	L	L	L	H	L	L
H	L	L	H	H	L	L	L	L	L	L	L	H	L
H	L	L	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	H

Мікросхема HD74НС238 – дешифратор/демультиплексор 3:8. Входи А, В, С являються інформаційними, а входи G1 G<sub>2A</sub> G<sub>2B</sub> – стробуючі.

Схема електрична принципова демультиплексора представлена на рис. 3.16.

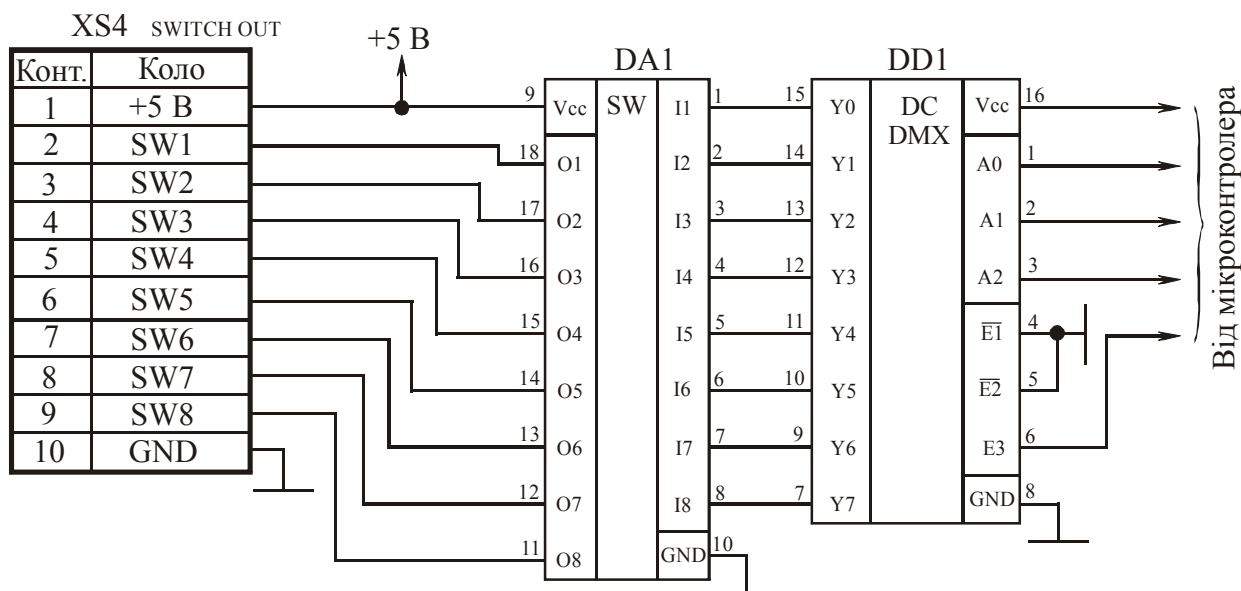


Рисунок 3.16 – Схема електрична принципова дешифратора/демультиплексора HD74НС238 у складі схеми керування виконавчими пристроями

### 3.2.2. Електронний комутатор за схемою Дарлінгтона.

Електронний комутатор за схемою Дарлінгтона (DA1) має 8 каналів керування навантаженням (рис. 3.16). Для його реалізації було обрано інтегральну мікросхему TD62783AP ф. Toshiba Semiconductor (рис. 3.17). Мікросхема має наступні технічні характеристики:

- навантажувальну здатність транзисторних ключів – 0,5 А;
- опір навантаження – до 50 Ом;
- максимальна напруга в колі навантаження – 50 В;
- вхід – сумісний з різними типами логіки;
- вхідна напруга керування – 5 В (рівень TTL, CMOS).

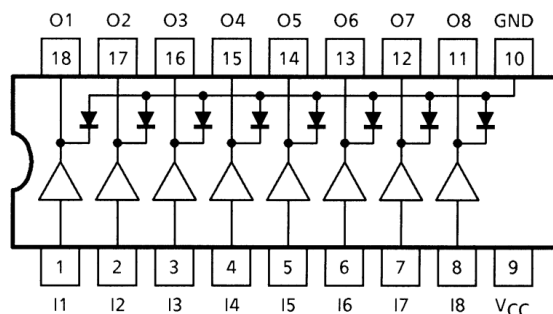
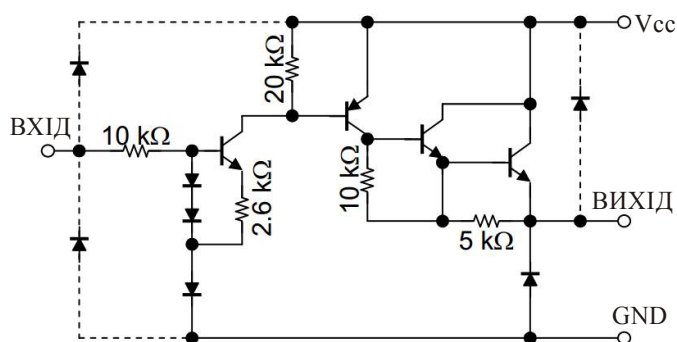
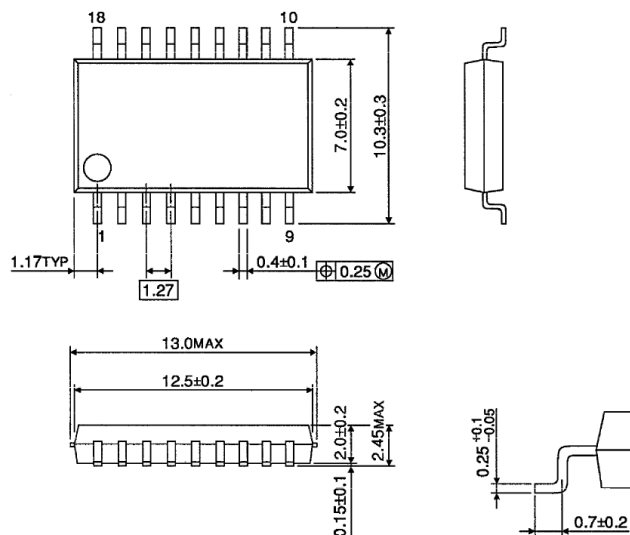


Рисунок 3.17 – Зовнішній вигляд, призначення виводів та функціональна схема інтегральної збірки за схемою Дарлінгтона TD62783AP

### 3.2.3. Релейна схема керування.

На відміну від інтегральної схеми керування навантаженням, релейна схема забезпечує ряд переваг:

- велику навантажувальну спроможність (струми десятки-сотні ампер);
- великі напруги комутації;
- гальванічне розв'язання;
- можливість керування як постійним так і змінним струмом;
- незалежність від полярності та можливість переполюсування;
- можливість організації “сухого” контакту.

Релейна схема керування складається з електронного ключа на транзисторі VT1 та безпосередньо реле KV1. Для комутації, скажімо насосної станції або глибинного насосу потрібні великі струми, порядку 10-15 А. Напруга живлення каскаду 5 В, отже підберемо відповідне реле, наприклад HF2150 (рис. 3.18).

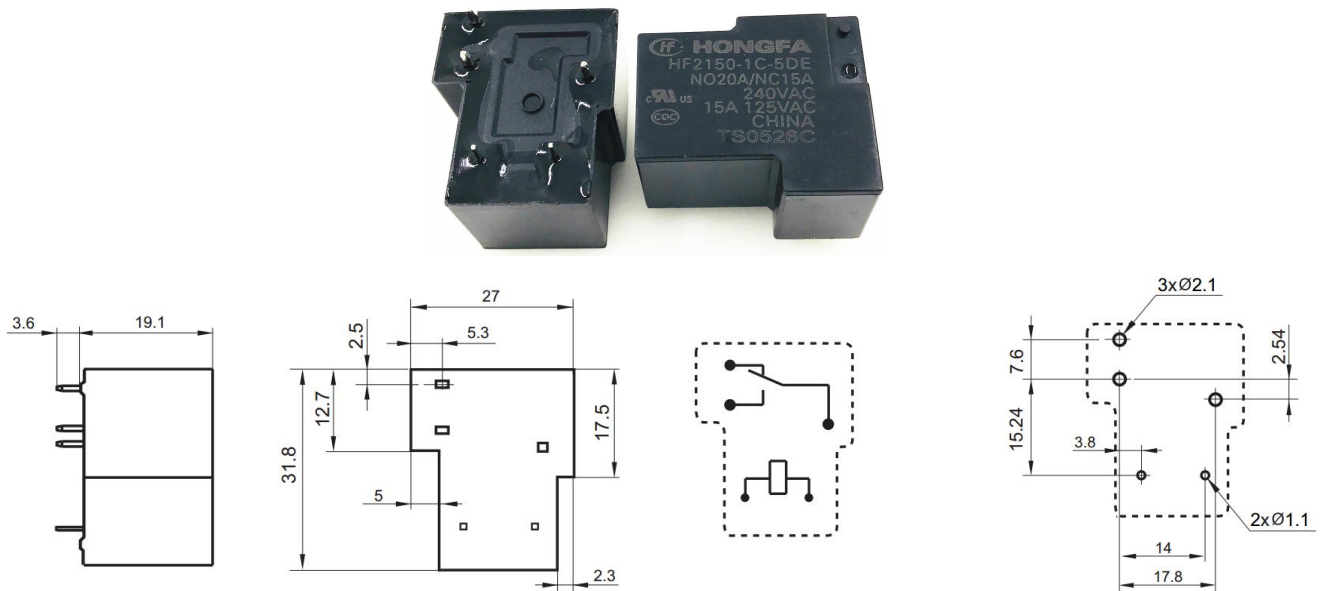


Рисунок 3.18 – Зовнішній вигляд та конструктивні параметри реле HF2150

Технічні параметри та особливості реле HF2150:

- номінальна напруга ..... 5 В;
- номінальний струм ..... 30 А;
- максимальний струм ..... 40 А;
- корпус ..... для монтажу на друковану плату;
- важке навантаження ..... до 7200 ВА;
- герметичний та захищений від пилу.

Для комутації даного реле підберемо також відповідний транзистор. В комутаційних схемах найкраще зарекомендували себе польові транзистори, наприклад типу AOD240 (3.19):

- тип транзистора: MOSFET;
- полярність: N;
- максимальна розсіювана потужність ( $P_d$ ): 150 Вт;

						КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			

- максимально допустима напруга стік-витік ( $U_{ds}$ ): 50 В;
- максимально допустима напруга заслін-витік ( $U_{gs}$ ): 20 В;
- порогова напруга включення ( $U_{gs}(t_h)$ ): 2,2 В;
- максимально допустимий постійний струм стоку ( $I_d$ ): 70 А;
- максимальна температура каналу ( $T_j$ ): 175 °С;
- час наростання ( $t_r$ ): 10 нс;
- вихідна ємність ( $C_d$ ): 1070 нФ;
- опір стік-витік відкритого транзистора ( $R_{ds}$ ): 0.003 Ом;
- тип корпусу: TO-252.

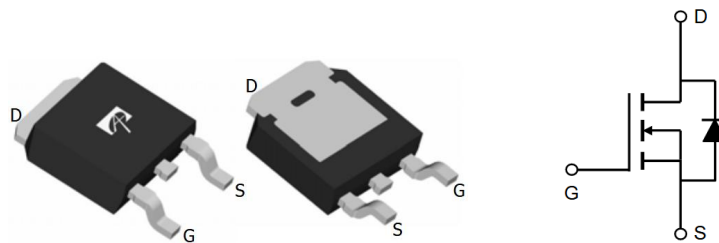


Рисунок 3.19 – Зовнішній вигляд та конструктивні параметри транзистора AOD240

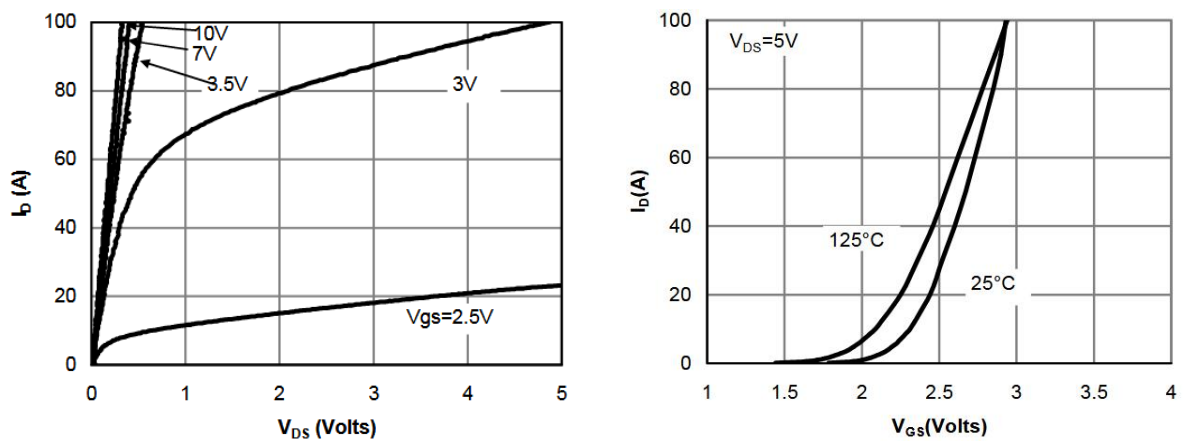


Рисунок 3.20 – Характеристики транзистора AOD240

Схема електрична принципова релейної схеми керування представлена на рис. 3.21.

						КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			

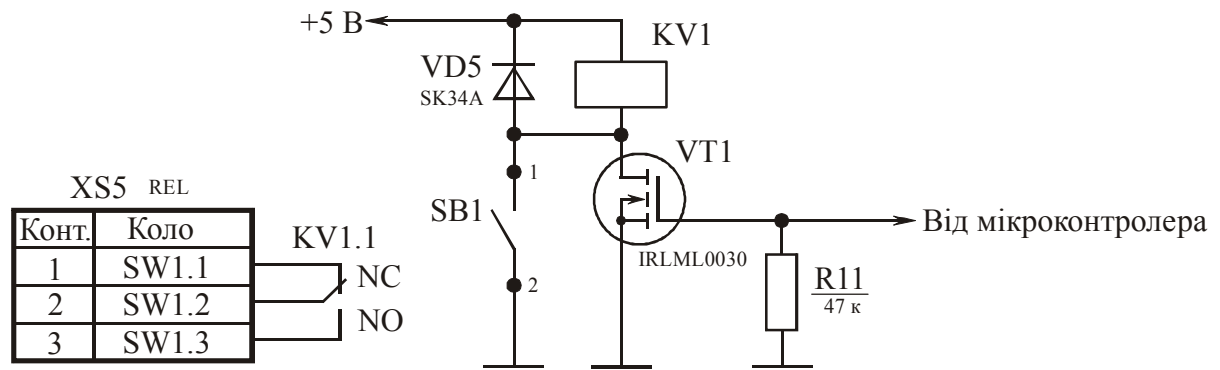


Рисунок 3.21 – Релейна схема керування

Керування транзисторним ключем VT1 здійснюється сигналами від мікроконтролера. Реле KV1 має пару нормально замкнених контактів (NC) та нормально розімкнених (NO) із сумісним центральним контактом.

Перемикач SB1 дозволяє організувати так званий режим "bypass", тобто примусове ручне ввімкнення виконавчого пристрою.

### 3.3. Схема живлення, контролю заряду-розряду акумулятора.

Схема живлення та контролю заряду-розряду акумулятора представлена на рис. 3.22. Її структурна схема приведена на рис. 2.6 і детально розглянута в 2 розділі пояснювальної записки кваліфікаційного проекту.

Спроекований пристрій може мати варіативне живлення: в стаціонарному режимі – від зовнішнього адаптера, в автономному – від вбудованих акумуляторів та UPS.

Напруга живлення +14-24 В поступає на схему живлення. Діод VD2 забезпечує захист від переполюсування. Діоди VD3 і VD4 здійснюють комутацію кіл основного живлення та кіл заряду акумулятора. В залежності від потужності навантаження можливе встановлення потрібної кількості паралельно з'єднаних акумуляторів. Накопичена в них енергія використовується для живлення самого пристрою та використовується для роботи виконавчих пристроїв. Акумулятори також забезпечують роботу UPS, який являється покупним пристроєм із

зовнішніми акумуляторами. Промисловістю випускається достатньо широкий номенклатурний ряд подібних безперебійних блоків живлення. UPS використовується у тому випадку, коли виконавчі пристрої потребують напруги живлення 220 В. Наприклад, це може бути насосна станція забору води, глибинний насос або будь-які інші потужні виконавчі пристрої з мережною напругою живлення.

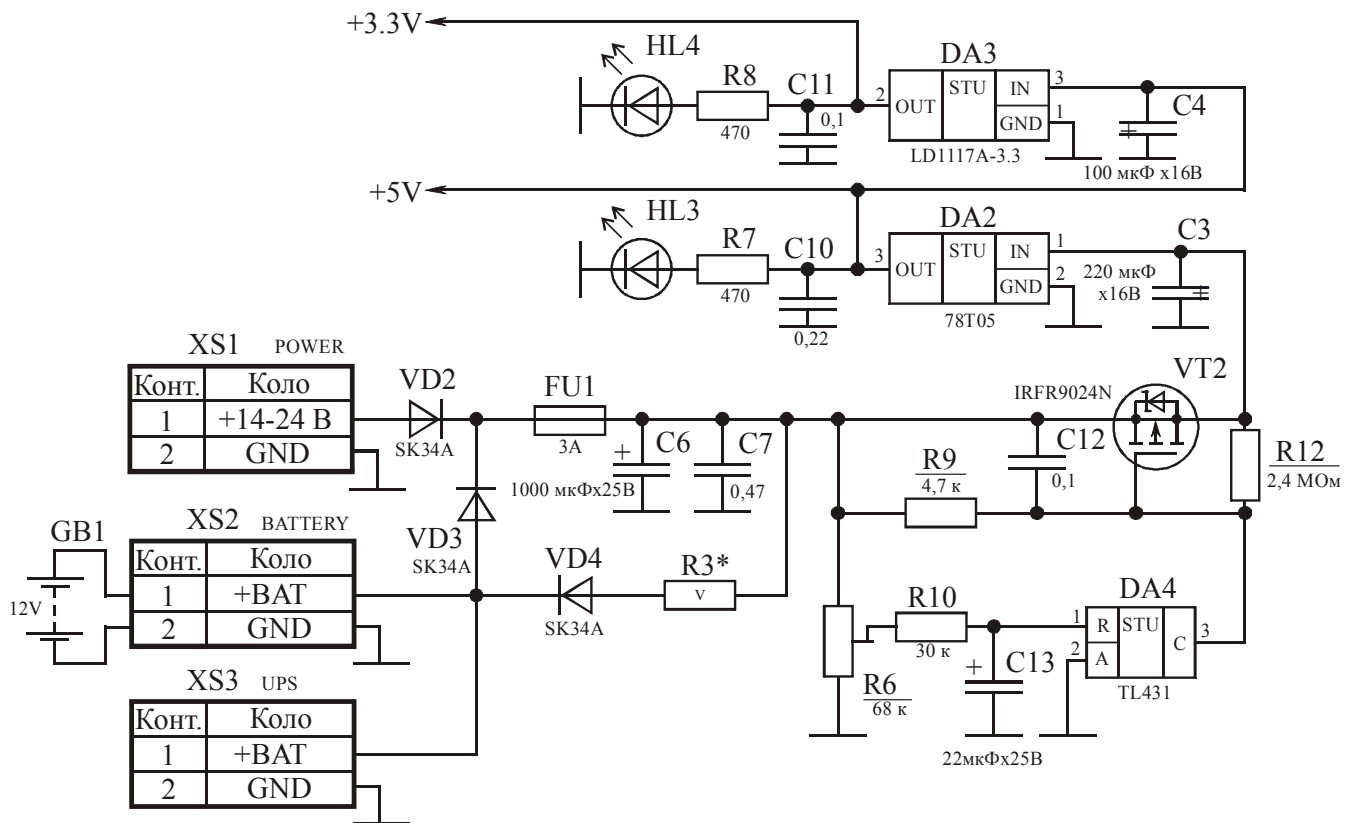


Рисунок 3.22 – Схема електрична принципова кіл живлення, контролю заряду-розряду акумулятора

В колі споживання встановлено запобіжник FU1. Конденсатори С6 і С7 – фільтруючі. Резистор R3 являється варіативним елементом, його номінал потрібно підбирати в залежності від ємності акумуляторних батарей, які будуть встановлені в системі. Роль даного резистора – обмеження струму заряду. Так, наприклад для гелевого акумулятора типу MERLION GL1290F2 12 В 9 А-год, струм заряду може сягати значення:

$$(0,1-0,3)C_a=(0,1-0,3)9=0,9-2,7 \text{ A}$$

Таким чином, опір обмежуючого резистора:

$$R3^* = \frac{14,4}{0,9 \dots 2,7} \cong 16 \dots 5,3 \text{ Ом}$$

На практиці зарядні струми краще забезпечувати не максимальними, а обирати із середніх значень діапазону. Тому опір обмежувального резистора слід взяти порядку 10 Ом для одного акумулятора 12 В, 9 А·год.

Елементи R6, R9, R10, C12, C13, VT2, DA4 формують схему захисту акумулятора від глибокого розряду. Дана схема забезпечує формування нижнього порогу відсікання напруги, яка встановлюється резистором підлаштування R6. Наприклад, для розглянутого вище акумулятора MERLION GL1290F2 12 В 9 А·год оптимальна напруга відсікання – 10,5 В.

Блок живлення також забезпечує формування кілька вторинних напруг живлення: +5 В і +3,3 В. Напруга +5 В формується інтегральним стабілізатором DA2 типу 78T05CT ф. Motorola з наступними параметрами (рис. 3.23):

- напруга стабілізації ..... 5 В;
- максимальний струм ..... 3 А;
- полярність ..... додатна;
- тип виходу ..... фіксований;
- максимальна вхідна напруга ..... 35 В;
- кількість входів ..... 1;
- робоча температура ..... -40...+125 °С;
- температурна стабільність ..... 0,5%
- середньоквадратичне значення шуму (RMS) ..... 0,004 %
- корпус ..... TO-220.

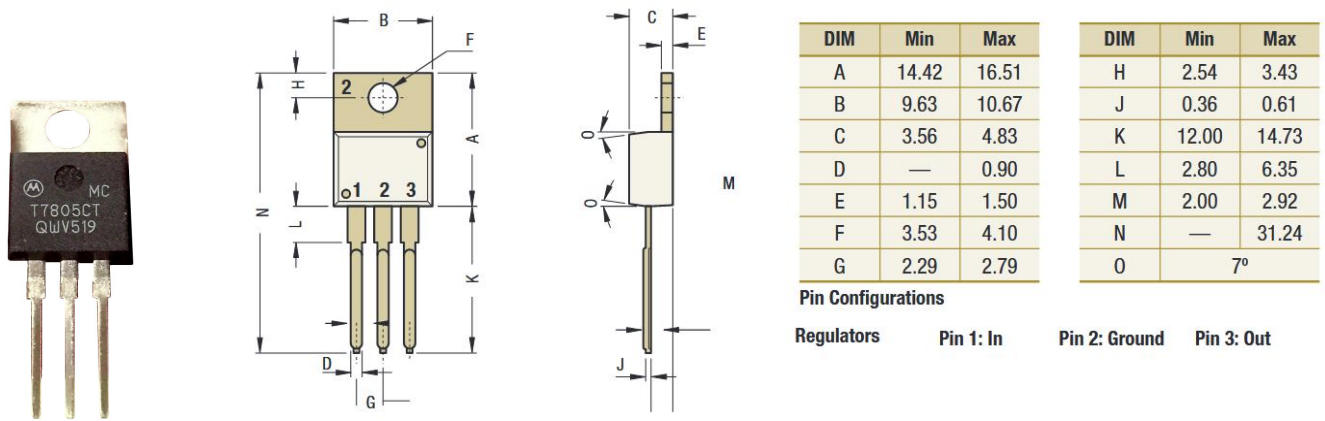


Рисунок 3.23 – Зовнішній вигляд та конструктивні параметри інтегрального стабілізатора 78T05CT

Напруга +3,3 В формується інтегральним стабілізатором DA3 типу AMS1117 з малим падінням напруги (рис. 3.24):

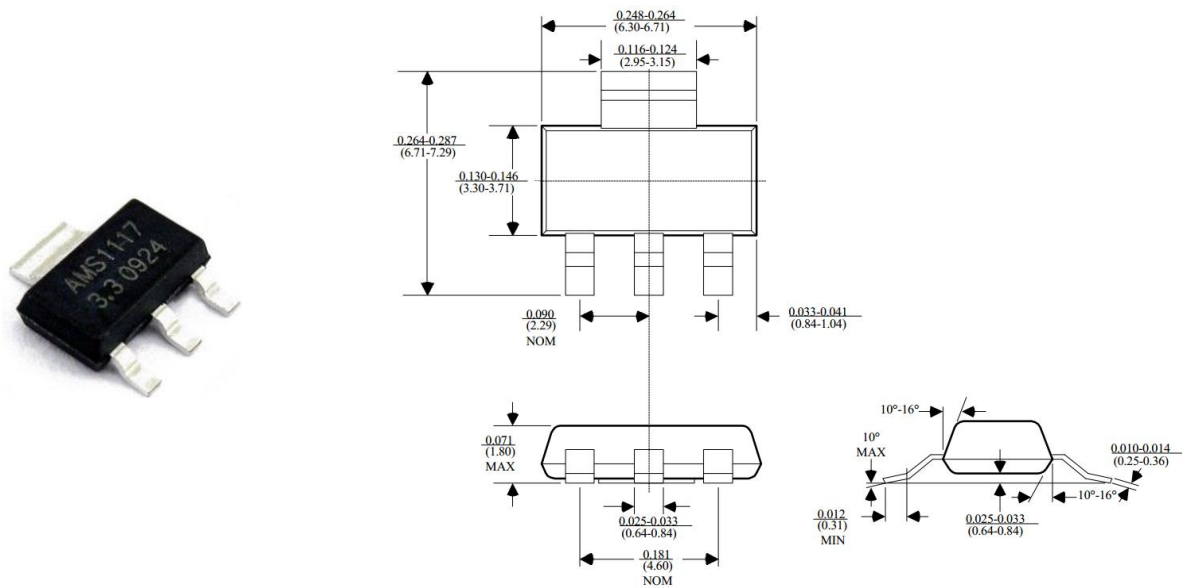


Рисунок 3.24 – Зовнішній вигляд та конструктивні параметри інтегрального стабілізатора AMS1117

Інтегральний стабілізатор AMS1117 має наступні характеристики:

- напруга стабілізації ..... 3,3 В;
- максимальний струм ..... 1 А (короткочасно 1.5А);

- полярність ..... додатна;
- тип виходу ..... фіксований;
- максимальна вхідна напруга ..... 15 В;
- кількість входів ..... 1;
- робоча температура ..... -40...+125 °С;
- температурна стабільність ..... 0,3 %
- середньоквадратичне значення шуму (RMS) ..... 0,003 %
- корпус ..... SOT-223.

### 3.4. Інтерактивний блок

Сьогодні все частіше телекомунікаційні пристрої, особливо SMART направлення наділяють голосовим інтерфейсом. Це надає спроектованій системі “людяності” наближає її до користувача, робить більш приємною та інтерактивною. В нашому випадку також було вирішено наділити систему інтерактивними здібностями. Схема електрична принципова реалізації представлена на рис. 3.25.

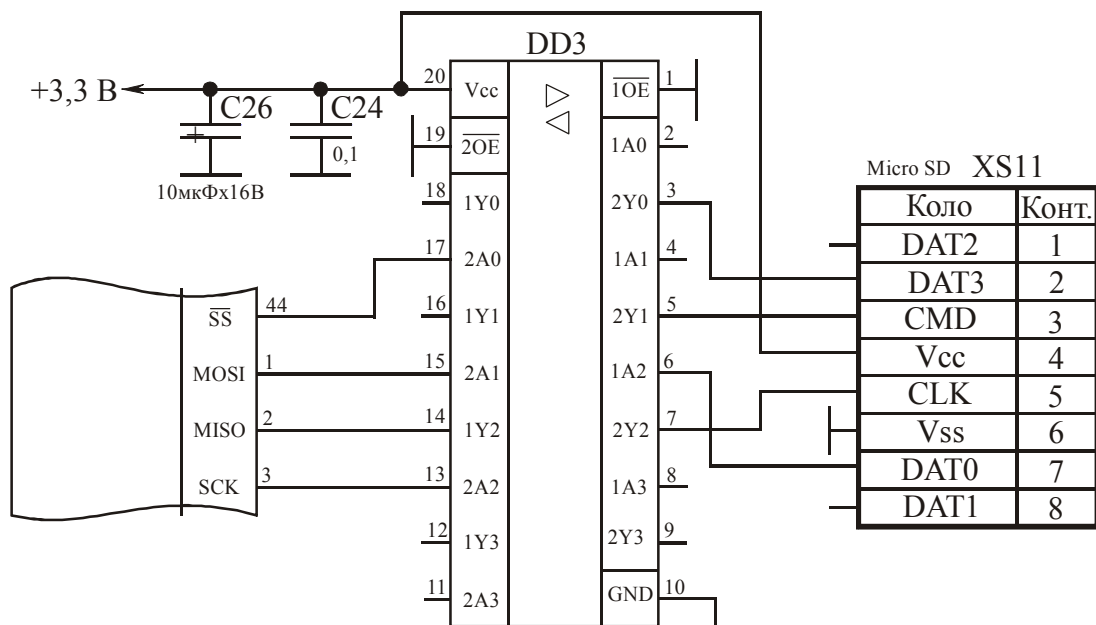


Рисунок 3.25 – Схема електрична принципова інтерактивного блоку

Голосові та музикальні повідомлення записані на MicroSD картку, яка вставляється в слот XS11 (рис. 3.26) і викликаються за командою мікроконтролера у потрібному порядку.



Рисунок 3.26 – Слот під MicroSD картку

Однак MicroSD картки вимагають напруги живлення 3,3 В. Для узгодження рівнів сигналів та організації обміну інформацією між картою і мікроконтролером необхідне встановлення двонаправленого буфера, наприклад LVC244A (рис. 3.27).

Конструктивні розміри

DIM.	mm.		
	MIN.	TYP	MAX.
A	2.35		2.65
A1	0.1		0.30
B	0.33		0.51
C	0.23		0.32
D	12.60		13.00
E	7.4		7.6
e		1.27	
H	10.00		10.65
h	0.25		0.75
L	0.4		1.27
k	0°		8°
ddd			0.100

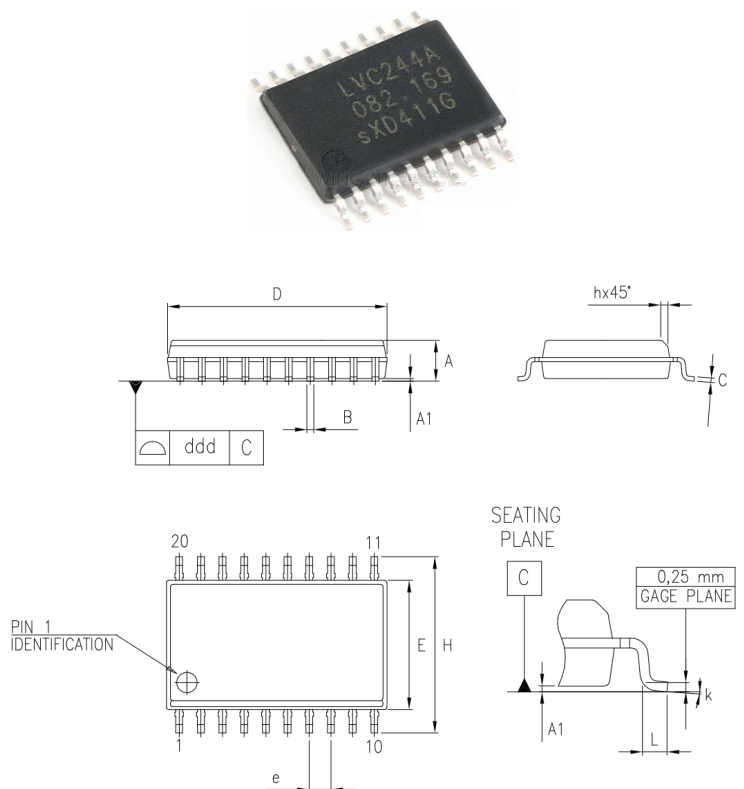


Рисунок 3.27 – Зовнішній вигляд та призначення виводів буфера 74LVC244

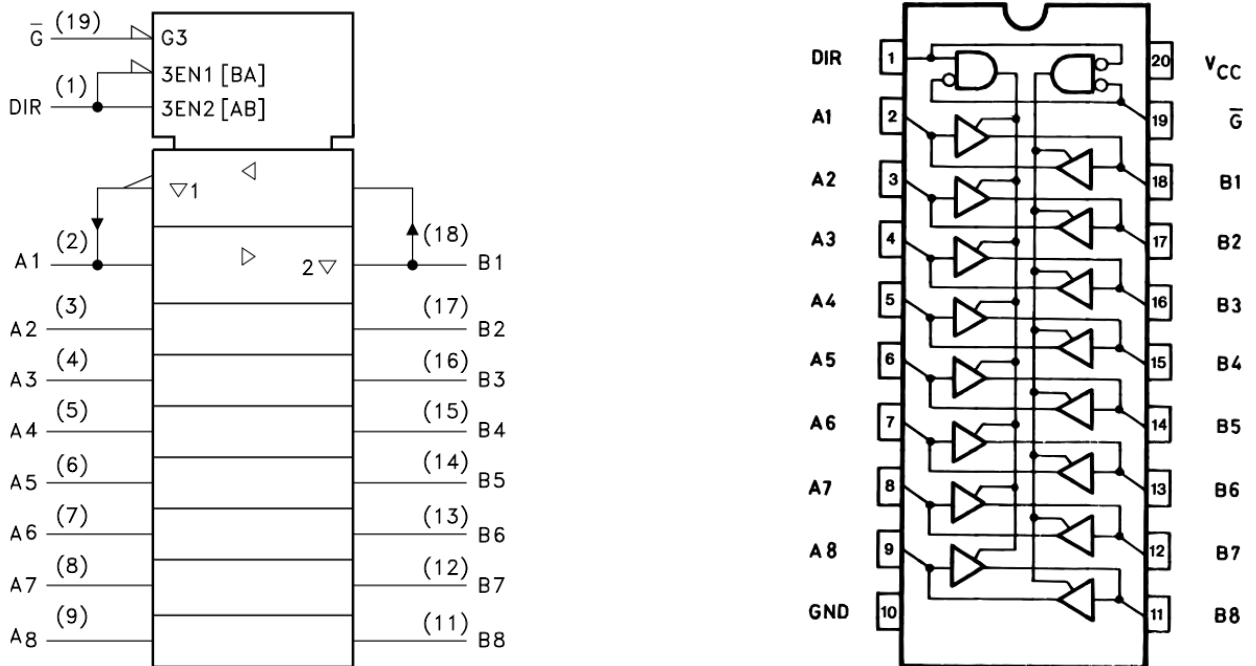


Рисунок 3.28 – Двонаправлений буфер LVC244A

### 3.5. GSM модуль

Для роботи із GSM модулем виділено окремий порт мікроконтролера, причому це апаратний UART. Як і всі інші модулі, GSM можна або реалізувати на центральній платі або використати готовий промисловий модуль. Все залежить від вартості та зручності проектування конкретного пристрою. В нашому випадку ми використали готовий модуль на основі SIM800 (рис. 3.29). Це 4-діапазонний GSM/GPRS модуль із повноцінним функціоналом. Стандартний інтерфейс керування SIM800L надає доступ до сервісів мереж GSM/GPRS 850/900/1800/1900МГц для надсилання SMS-повідомлень, дзвінків та обміну цифровими даними GPRS.

Модуль містить вбудовану антену та штирьові роз'єми, які дозволяють оперативно встановлювати та знімати модуль. При подачі напруги живлення сигнальний світлодіод (LED на рис. 3.29) починає швидко блимає, сигналізуючи пошук сигналу станції мобільного зв'язку. А у разі встановлення з'єднання з мобільним оператором частота миготіння знижується.



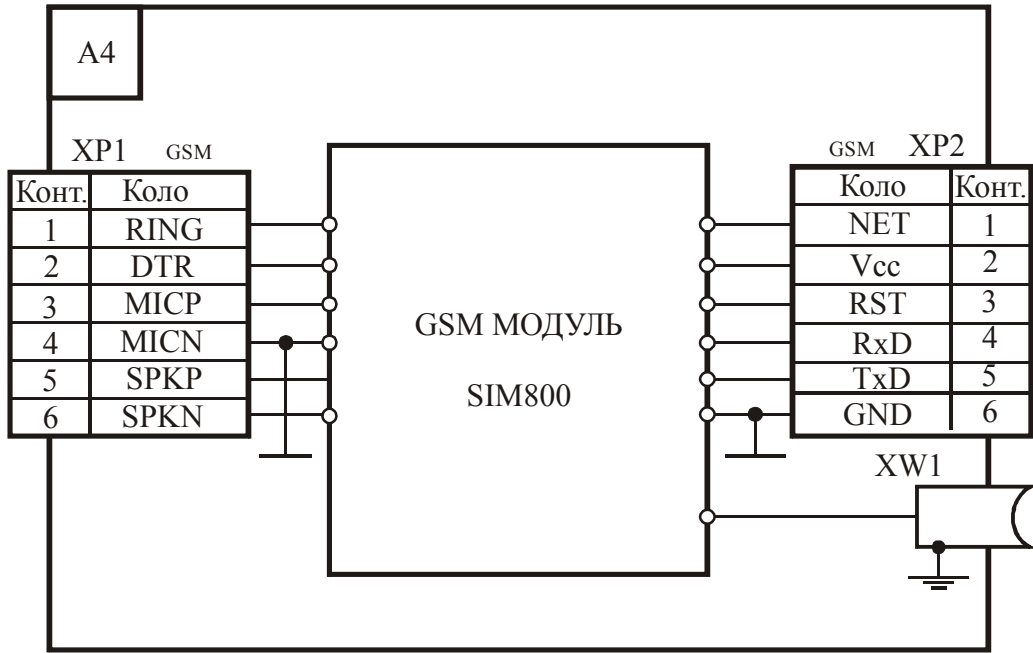


Рисунок 3.30 – Схема електрична принципова GSM модуля на базі мікробірки SIM800

Розробка передбачає організацію двостороннього голосового дуплексного зв'язку, а також сумісну роботу із домофонними системами. Для цього схему необхідно оснастити власним аудіо-мікшером, який поєднуватиме сигнали мікрофонного каналу із сигналами гучномовця.

Схема електрична принципова розробленого аудіо-мікшера представлена на рис. 3.31. Аудіо-мікшер містить мікрофонний і гучномовний тракти. Сигнал мікрофону підсилює частина операційного підсилювача DA5.2. Після підсилення сигнал виводиться на мікрофонний вхід GSM модуля (MICP). А сигнал гучномовця підсилюється іншою частиною – DA5.3.

Вхідний сигнал поступає на роздільний конденсатор C23, обмежувальний резистор R29 і далі на інший (інвертуючий) вивід операційного підсилювача DA5.2. Підсилений сигнал поступає на розв'язуючий ОП DA5.1, з виходу якого через роздільний конденсатор C23 сигнал знову надходить у лінію передачі. Таким чином відбувається мікшування обох аудіо каналів і абоненти можуть чути один одного, а також свій власний голос.

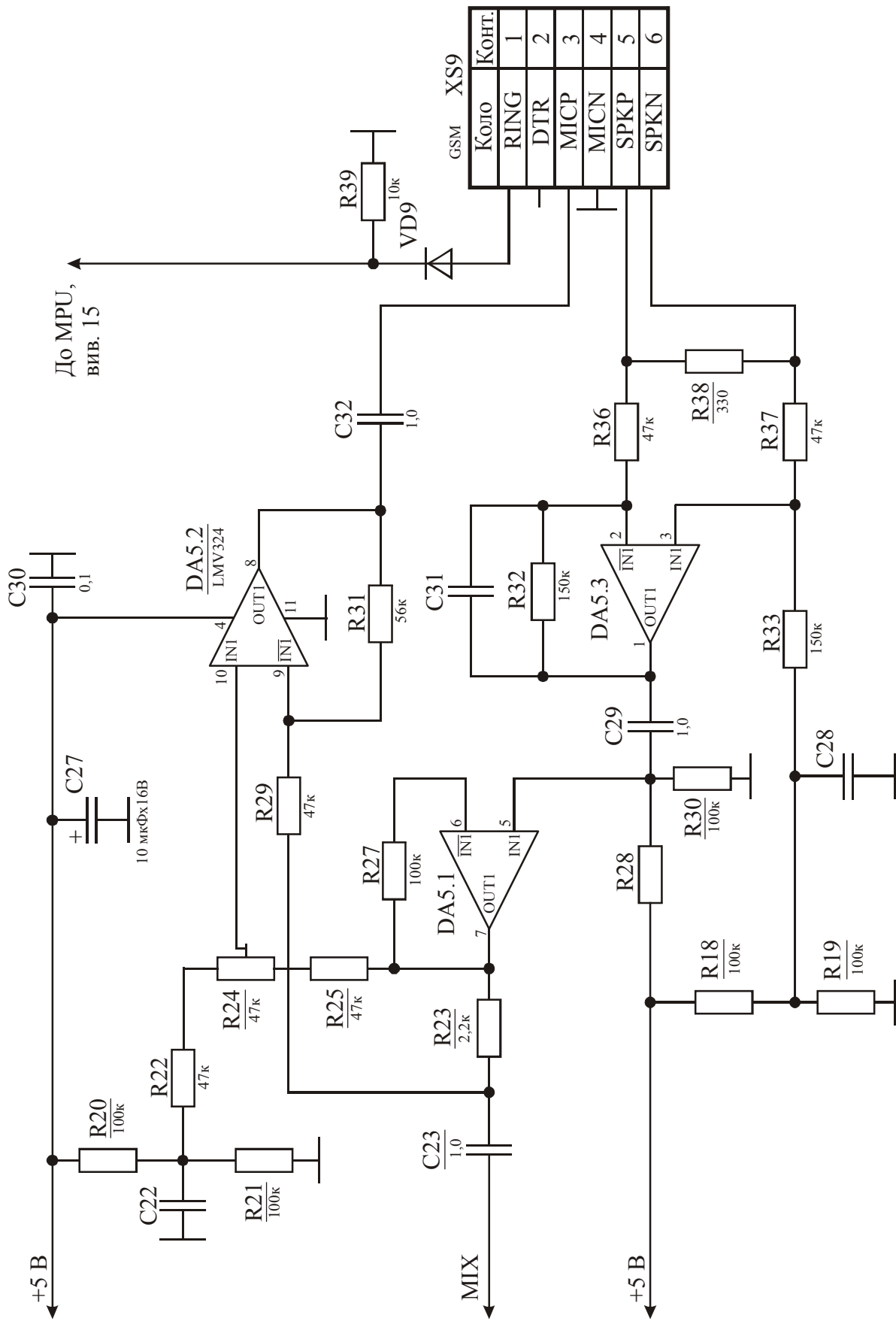


Рисунок 3.31 – Схема електрична принципова аудіомікшера



### 3.7. Модуль LAN.

Модулі LAN можуть бути реалізовані як дискретні розроблені індивідуально плати (як у нашому випадку) або бути покупними виробами у вигляді готової плати. В кваліфікаційному проекті ряд модулів є розробленими, а ряд готовими промисловими пристроями. В конкретному випадку було прийнято рішення розробити свій LAN модуль, щоб максимально адаптувати його під свої потреби та свою топологію плати (рис. 3.33).

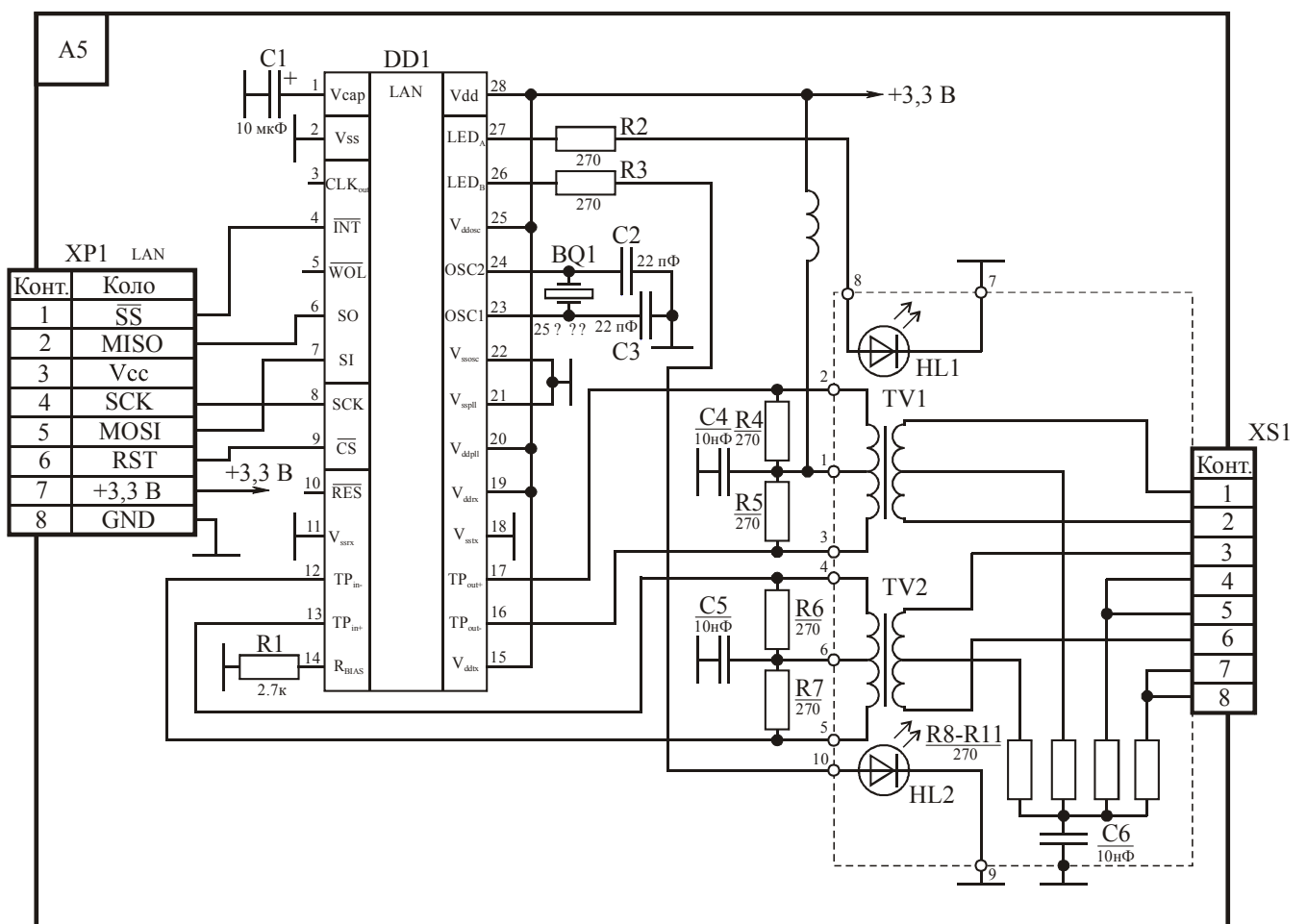


Рисунок 3.33 – Схема електрична принципова LAN модуля

Основою спроектованого модуля є мікросхема ENC28J60 (рис. 3.34), яка представляє собою автономний контролер Ethernet з інтерфейсом SPI.

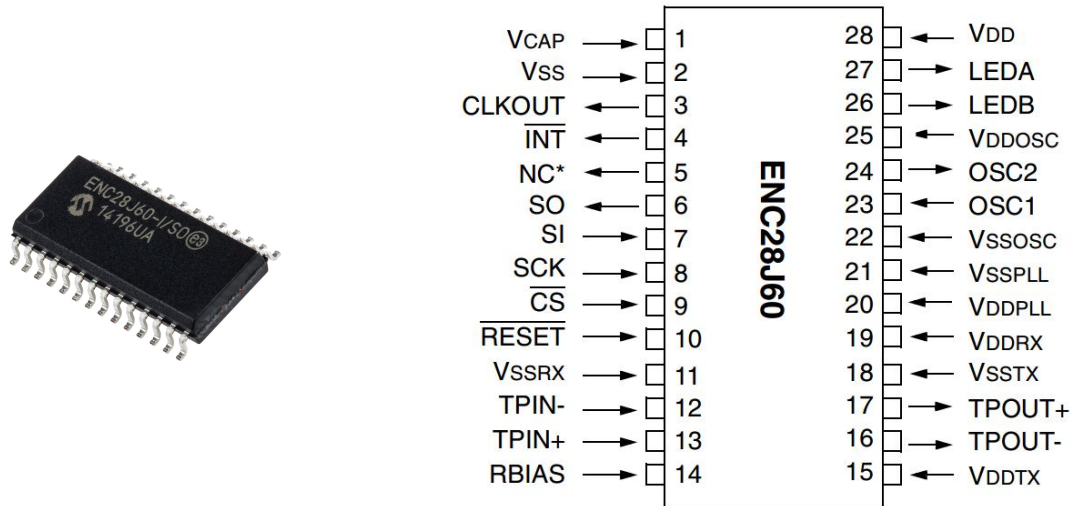


Рисунок 3.34 – Зовнішній вигляд та призначення виводів мікросхеми ENC28J60

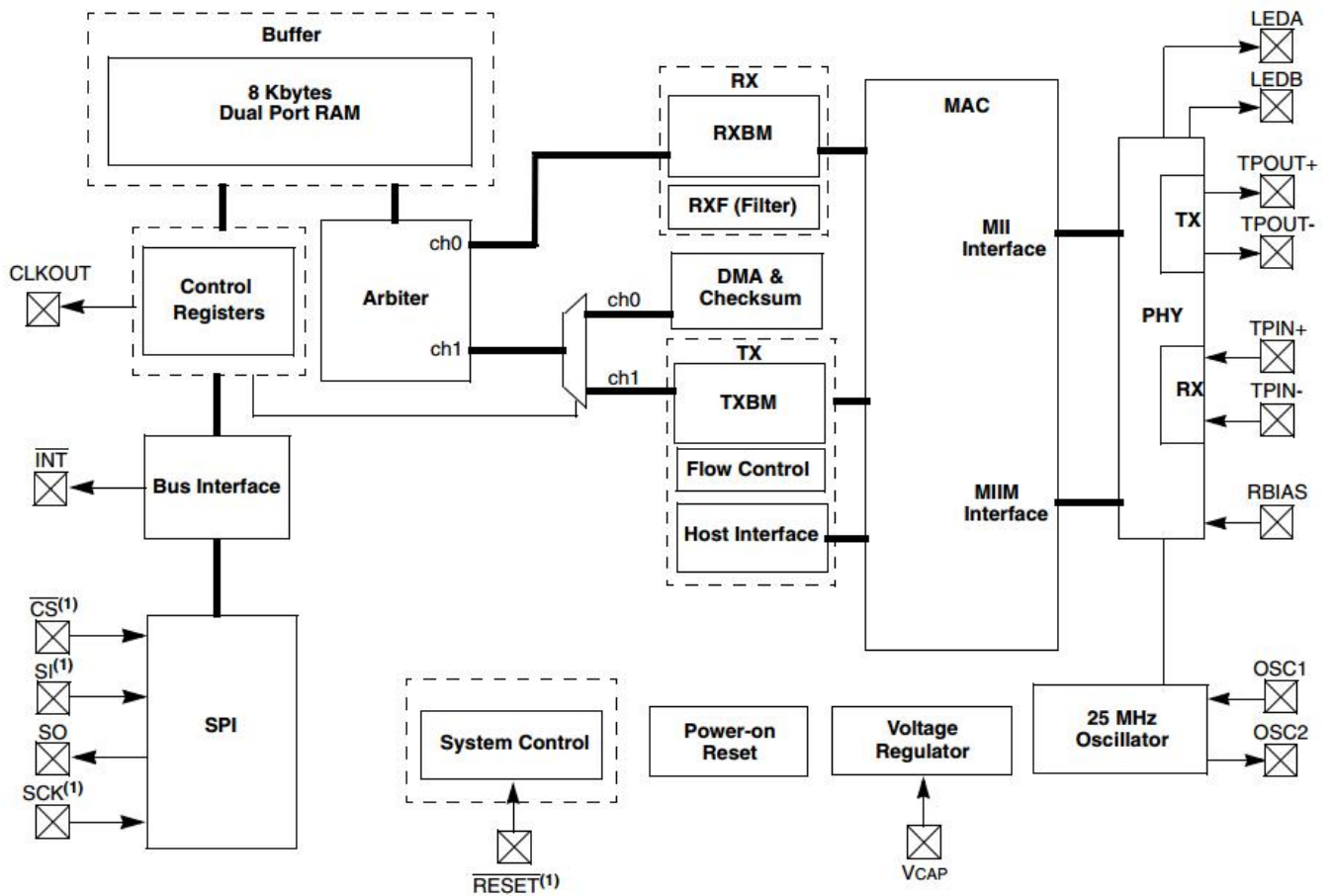


Рисунок 3.35 – Внутрішня будова мікросхеми ENC28J60

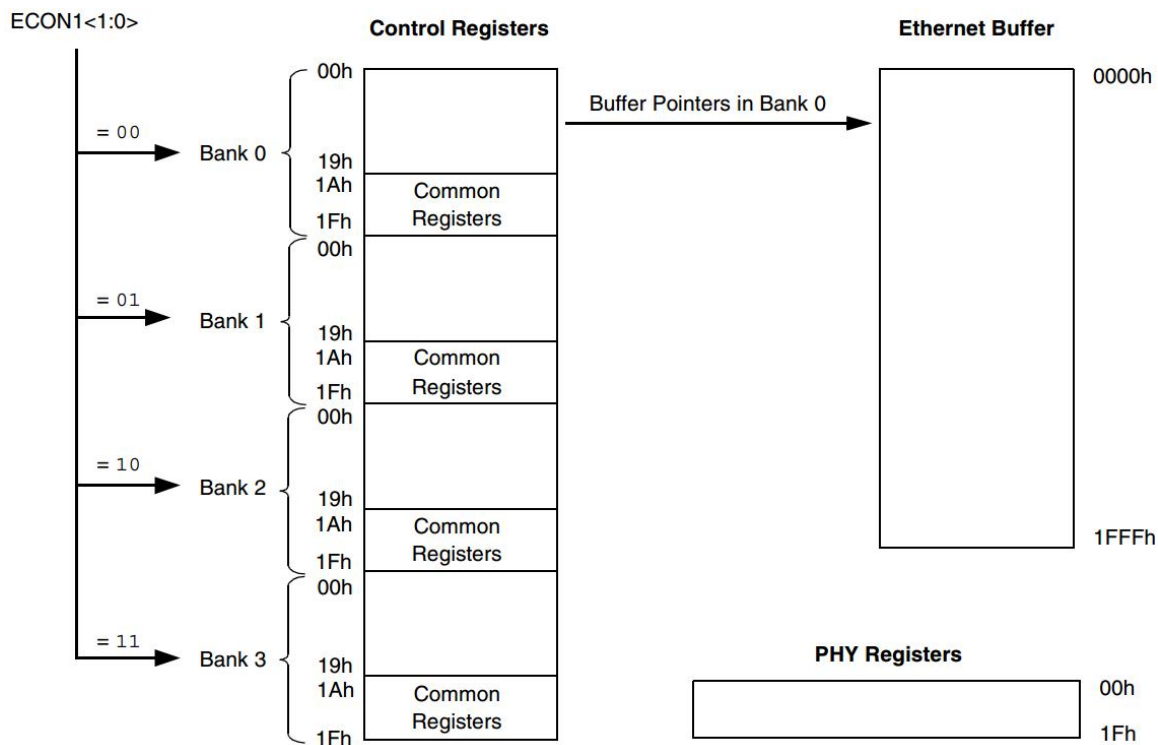


Рисунок 3.36 – Карта пам'яті ENC28J60

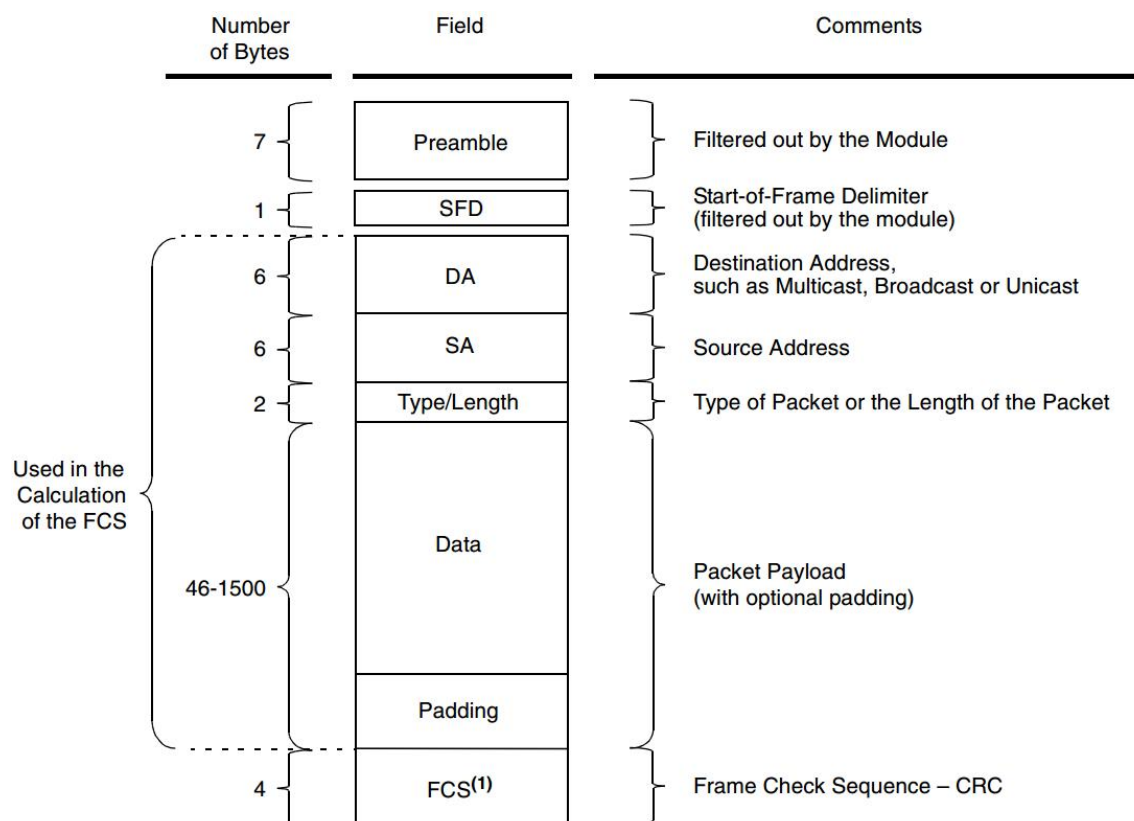


Рисунок 3.37 – Формат Ethernet пакетів ENC28J60

Модуль працює в локальній мережі TCP/IP і в мережі Internet. Поєднуючи апаратні можливості великої інтегральної схеми (ВІС) ENC28J60 та відповідну програму частину мікроконтролера Atmega32-16PU, ми отримуємо простий WEB-шлюз. Модуль зв'язує даний мікроконтролер із мережею TCP/IP, використовуючи вбудований у контролер інтерфейс SPI. Ведучою у зв'язці Atmega32-16PU-ENC28J60 є остання. Від самого мікроконтролера потрібно лише подавати пакети для відновлення та вибрати прийняті через інтерфейс SPI.

Мікросхема ENC28J60 має наступні технічні характеристики:

- напруга живлення ..... 3,14 – 3,45 В;
- оптимальна напруга живлення ..... 3,3 В;
- максимальний струм споживання, ..... 250 мА;
- номінальний струм споживання, ..... 170 мА;
- режим роботи ..... повний і напівдуплекс;
- інтерфейс ..... SPI;
- тактова частота ..... до 20 МГц;
- інтерфейс ..... RJ45;
- швидкість передачі даних ..... до 100 МБіт/с;
- підтримка IEEE 802.3;
- повна сумісність із мережами 10/100/1000 Base-T;
- інтегрований MAC та 10 Base-T PHY;
- підтримка одного 10 Base-T порту з автоматичним визначенням полярності та корекцією;
- програмована функція повтору передачі помилки;
- програмовані функції Padding і генерування CRC;
- програмована функція фільтрації помилкових пакетів.

Вихідна частина LAN модуля побудована із використанням спеціалізованого Ethernet-конектора Magjack RJ45 – розетка для кабельної мережі TCP/IP (рис. 3.38). Вона містить трансформатор (коефіцієнт трансформації 1:1), що забезпечує гальванічну розв'язку модуля від кабелю TCP/IP і 2 світлодіода різного кольору (жовтий і зелений), які сигналізують про обмін даними.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

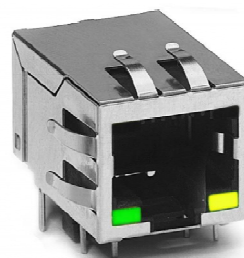
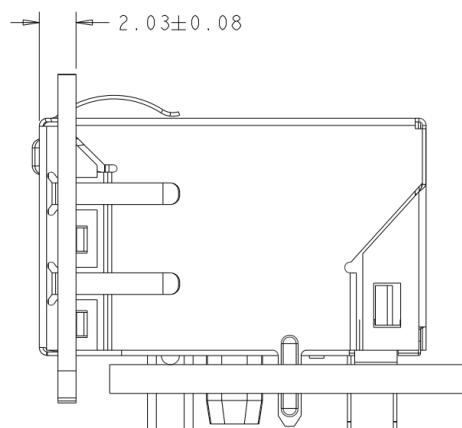
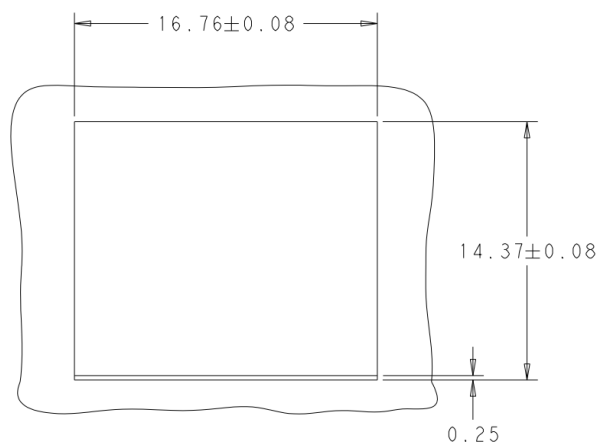
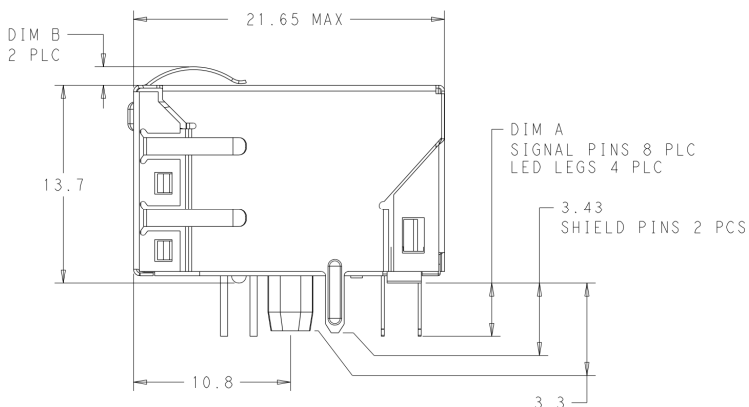
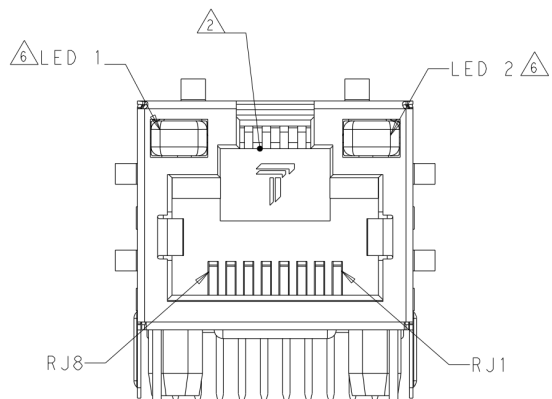
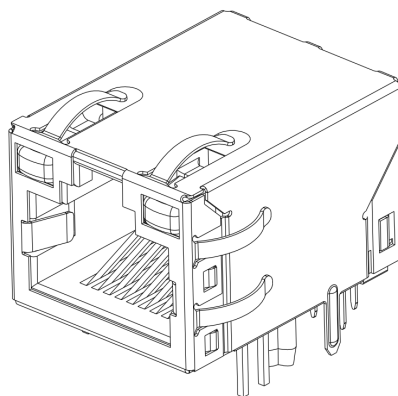
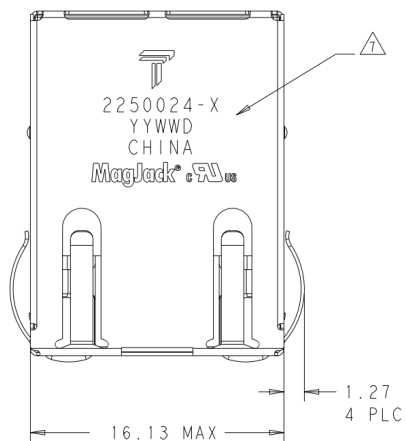


Рисунок 3.38 – Зовнішній вигляд та призначення виводів Ethernet-конектора Magjack RJ45

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.8. Модуль ZigBee.

Модуль ZigBee також повністю розроблений під власні потреби, адже кількість стандартних інтерфейсів самого мікроконтролера обмежена і в наявності залишається тільки ІС (І<sup>2</sup>С). Серед джерел технічної документації [ ] було знайдено мікросхему ZigBee, сумісну із протоколом І<sup>2</sup>С. Таким чином поставлена задача була виконана. Створена окрема плата (А6) модуля ZigBee (рис. 3.39).

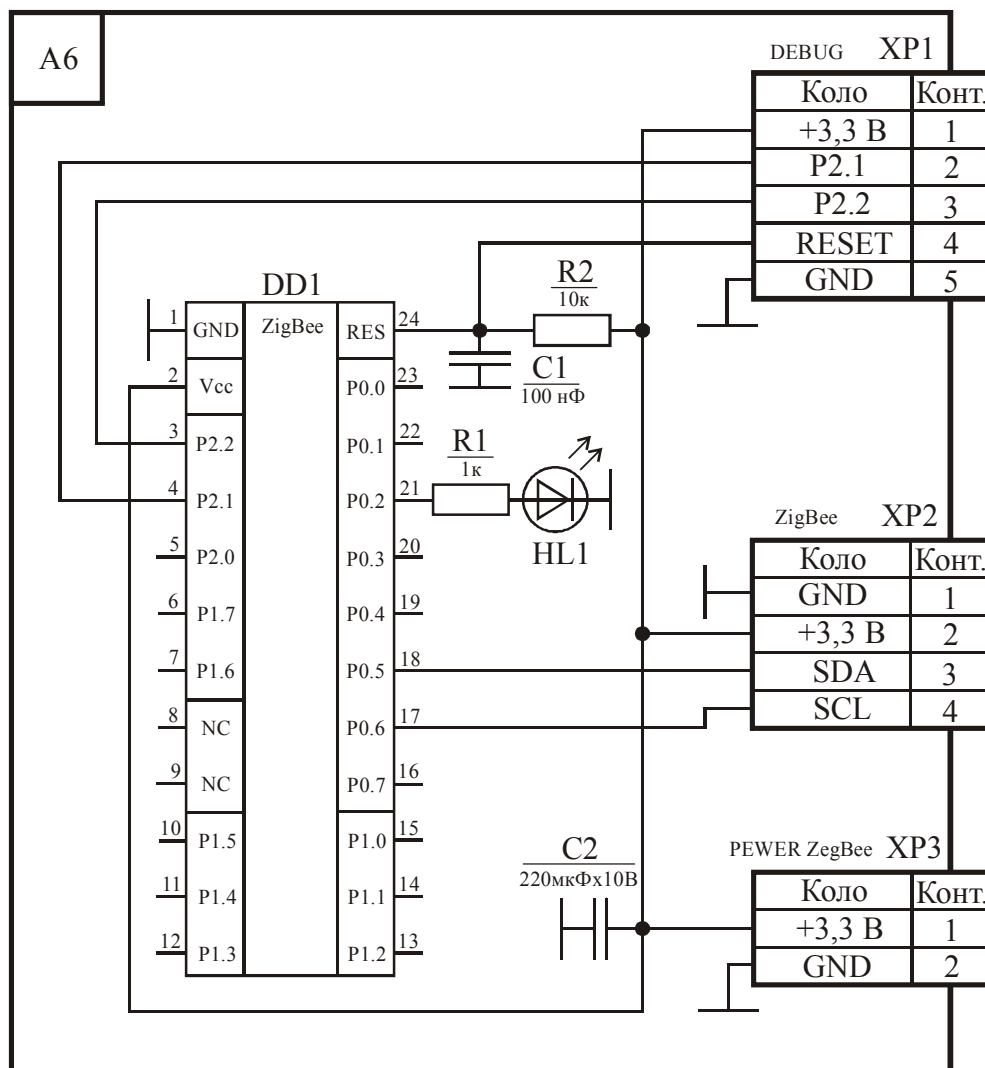


Рисунок 3.39 – Схема електрична принципова модуля ZigBee

Як бачимо схема достатньо аскетична. Вона містить мікросхему мікросхему мікросхему ZigBee – E18-MS1PA1 на основі мікрочіпа CC2530 із тактовою частотою 2,4 ГГц.

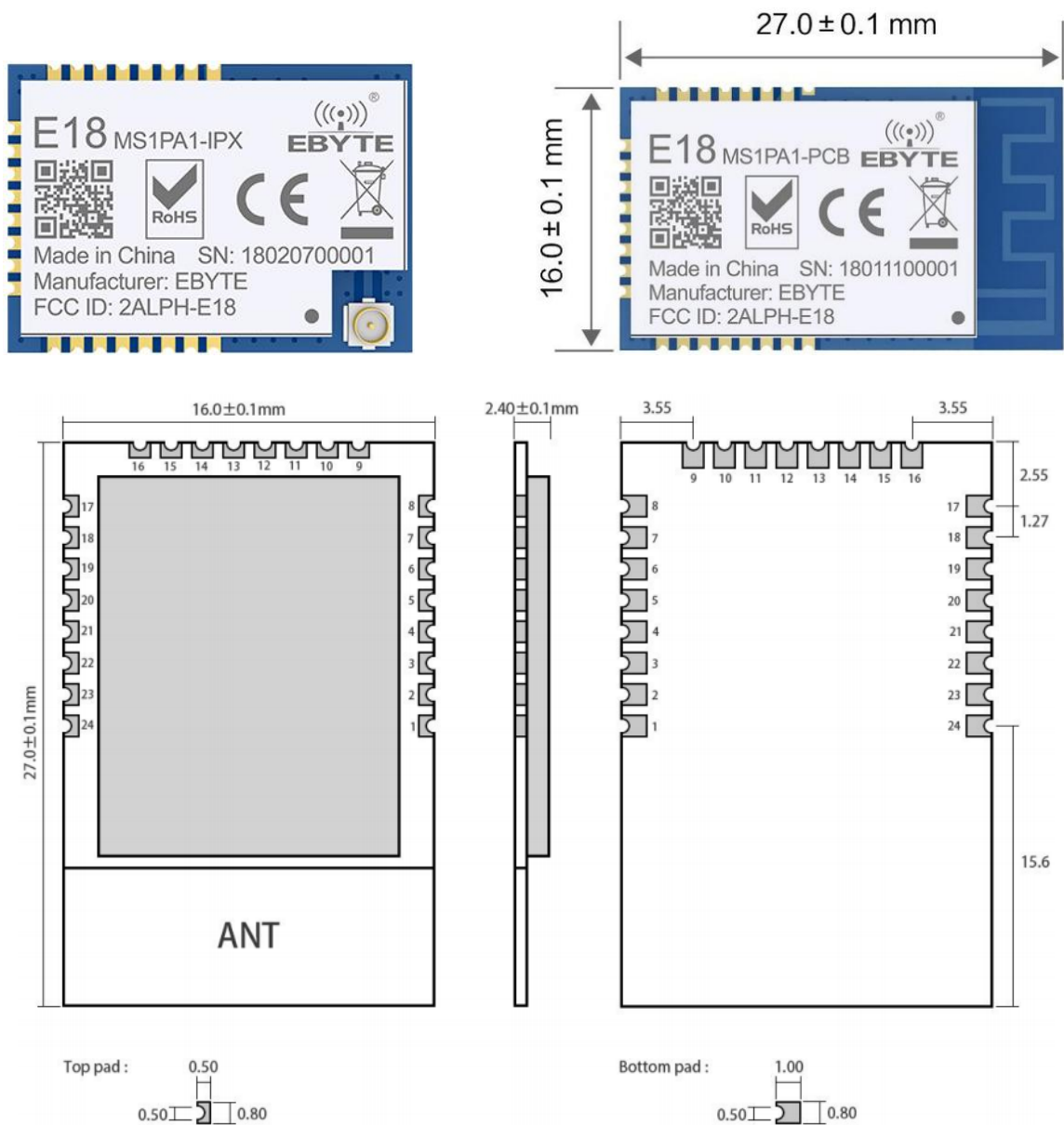


Рисунок 3.40 – Конструктивні параметри мікробірки ZigBee – E18-MS1PA1 на основі мікрочіпа CC2530

Технічні характеристики мікробірки E18-MS1PA1:

- тип пристрою – бездротовий SMD прийомо-передавач 2,4 ГГц;
- напруга живлення – 2,0...3,6 В;
- частота – 2400...2480 МГц;
- інтерфейси підключення – I/O;
- протокол передачі – ZigBee;
- потужність передавача: 20 dBm;

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- чутливість приймача – (-97,6) dBm (передача повітрям 250 kbps);
- відстань передачі – 800 м на відкритому просторі;
- антена – мікροстрічкова на платі.

Світлодіод HL1 сигналізує роботу модуля.

### 3.9. Модуль Wi-Fi.

На відміну від попередніх телекомунікаційних модулів, модуль Wi-Fi являється готовим промисловим покупним виробом. Центральна плата А1 спроектована таким чином, щоб стандартні роз'єми даного модуля (XP1 та XP2) могли під'єднуватися з точним співпадінням без будь-яких перехідних рішень.

Таким чином модуль Wi-Fi представлений у вигляді готової плати А3 (рис. 3.41), основою якого являється промислова розробка ESP-01 на базі мікроконтролера ESP8266.

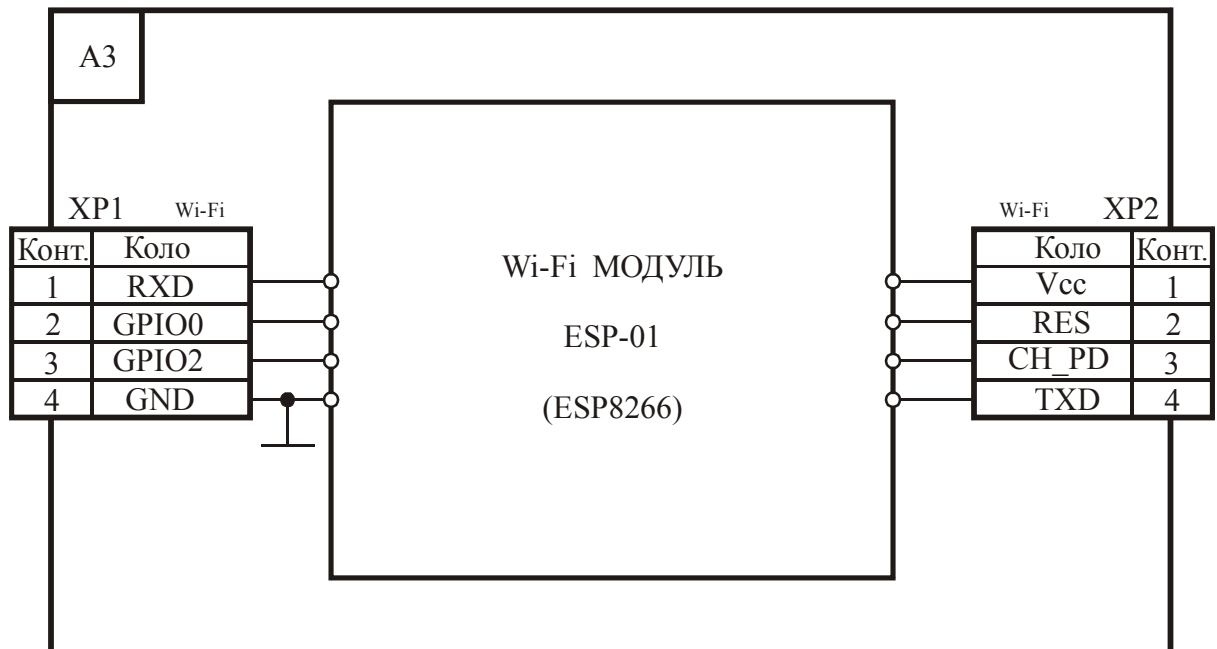


Рисунок 3.41 – Схема електрична принципова модуля Wi-Fi

### 3.10. Модуль Bluetooth.

Аналогічно попередньому спроектований модуль Bluetooth, який також являється готовим промисловим покупним виробом – HC-06. Модуль Bluetooth міститься на окремій платі A2 і може бути встановлений у відповідний власний роз'єм центральної плати керування A1 (рис. 3.42).

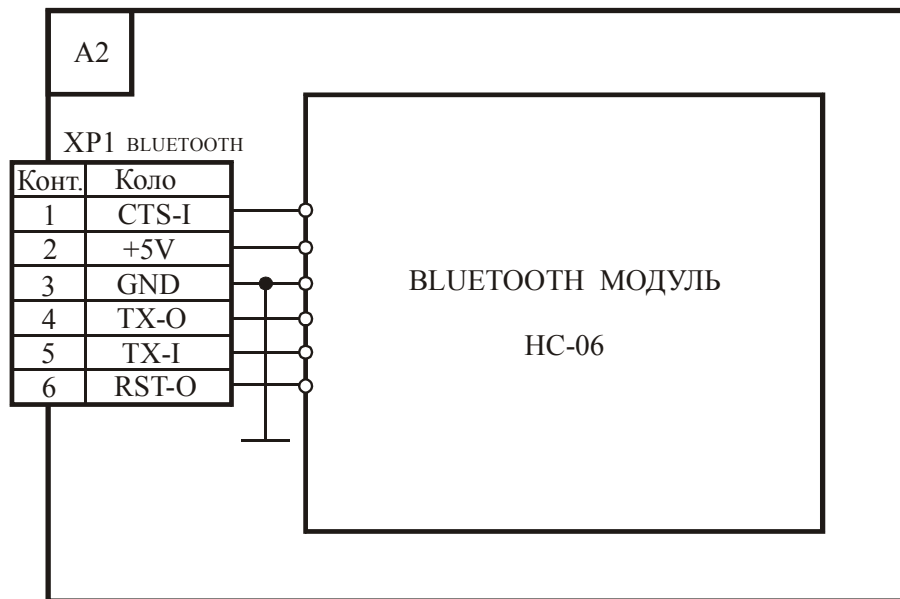


Рисунок 3.42 – Схема електрична принципова модуля Bluetooth

Однак, не дивлячись на те, що він має власний роз'єм і може бути встановлений постійно, працювати даний модуль може лише як альтернатива Wi-Fi модулю. Тобто або працює модуль Wi-Fi або модуль Bluetooth. Це пояснюється відсутністю “зайвих” інтерфейсів мікроконтролера. Більш того, організований додатковий інтерфейс – програмний UART. Для цього встановлюються відповідні джампери на виводах мікроконтролера: DJ1 – активізує роботу модуль Wi-Fi, DJ2 – активізує роботу модуль Bluetooth.

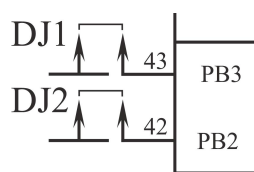


Рисунок 3.43 – Керуючі джампери мікроконтролера

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. У 3 розділі кваліфікаційного проекту інтелектуальної системи індивідуального водопостачання розроблено комплект конструкторської документації. Розроблено схему електричну структурну, схему електричну принципову, здійснено розрахунок і вибір елементної бази, яка представлена у вигляді переліку елементів.

2. Розробка містить центральну плату на основі мікроконтролера Atmega32-16PU, яка являється керуючим контролером розумного будинку та ряд периферійних модулів: GSM, LAN, ZigBee, Bluetooth/Wi-Fi, які можуть бути встановлені одночасно або використовуватися за потребою. На основі розробленої платформи і вказаних телекомунікаційних модулів може бути побудована повноцінна SMART система.

3. Інтелектуальної системи індивідуального водопостачання являється частиною системи “розумний будинок” і виконує функцію центрального керуючого контролера, телекомунікаційного пристрою та керування виконавчими пристроями. В якості одного каналу керування демонструється система водопостачання на основі насосної станції, глибинного насоса або центрального клапана подачі води. Окрім каналу керування потужним технологічним обладнанням, розроблена система містить 8 малопотужних каналів керування виконавчими пристроями на вибір користувача.

4. Центральна плата керування має канали давачів сигналів (температура, вологість, протікання, тощо) та канали зворотного зв'язку від виконавчих пристроїв. Разом із блоком голосового режиму забезпечується інтерактивність спроектованого комплексу обладнання.

					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційному проекті “Інтелектуальна система індивідуального водопостачання” здійснено огляд найбільш популярні технології організації “розумного будинку”, серед яких: X10, KNX, Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave та Insteon. Проведений аналіз кожної із зазначених технологій та обрано власну концепцію, яка полягає в об’єднанні різноманітних телекомунікаційних модулів, тобто створенні універсального керуючого контролера розумного будинку.

2. Розроблено і детально розглянуто структурну схему інтелектуальної системи індивідуального водопостачання на базі мікроконтролера та зовнішніх телекомунікаційних модулів: GSM, LAN, ZigBee, Bluetooth і Wi-Fi. Дана розробка фактично являється центральним керуючим контролером, на базі якого можна організувати повноцінну систему розумного будинку. Розглянуті та проаналізовані варіанти частково автономної та повністю автономної систем індивідуального водопостачання на базі сонячних панелей. Вказано на переваги та недоліки даних систем.

3. Розроблено комплект конструкторської документації: схему електричну структурну, схему електричну принципову, здійснено розрахунок і вибір елементної бази. Проект містить центральну плату на основі мікроконтролера Atmega32-16PU, яка являється керуючим контролером розумного будинку та ряд периферійних модулів: GSM, LAN, ZigBee, Bluetooth/Wi-Fi, які можуть бути встановлені одночасно або використовуватися за потребою. На основі розробленої платформи і вказаних телекомунікаційних модулів може бути побудована повноцінна SMART система.

4. Інтелектуальної системи індивідуального водопостачання являється частиною системи “розумний будинок” і виконує функцію центрального керуючого контролера, телекомунікаційного пристрою та керування виконавчими пристроями. В якості одного каналу керування демонструється система водопостачання на основі насосної станції, глибинного насоса або центрального

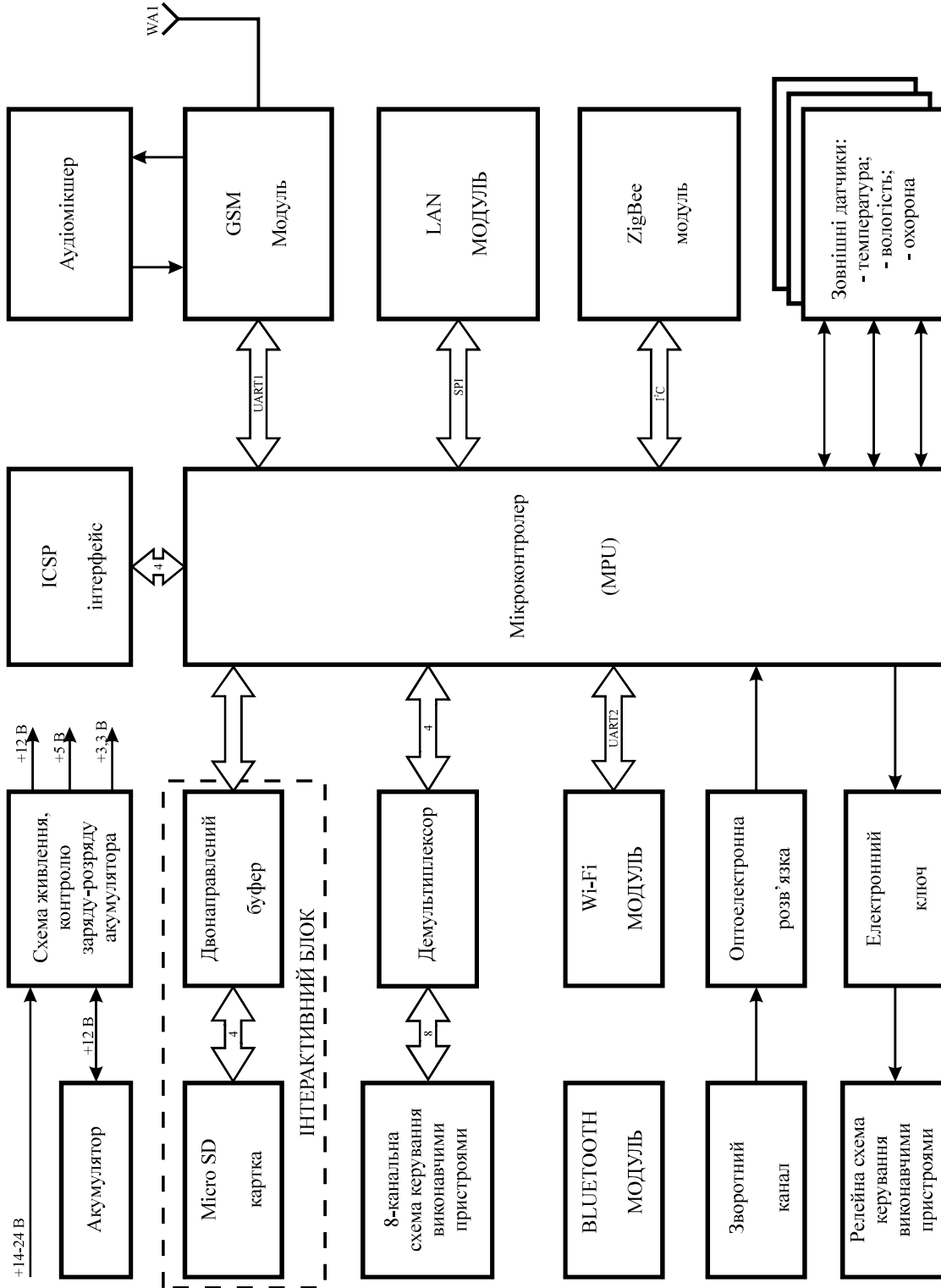
					КПТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

клапана подачі води. Окрім каналу керування потужним технологічним обладнанням, розроблена система містить 8 малопотужних каналів керування виконавчими пристроями на вибір користувача.

5. Центральна плата керування має канали датчиків сигналів (температура, вологість, протікання, тощо) та канали зворотного зв'язку від виконавчих пристроїв. Разом із блоком голосового режиму забезпечується інтерактивність спроектованого комплексу обладнання.

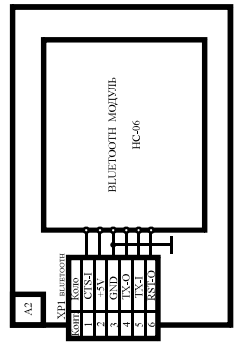
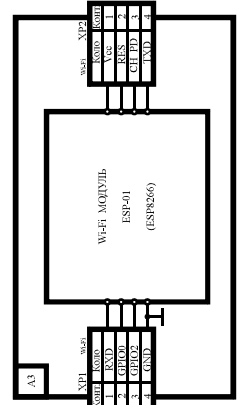
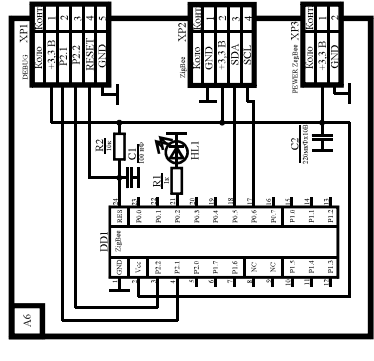
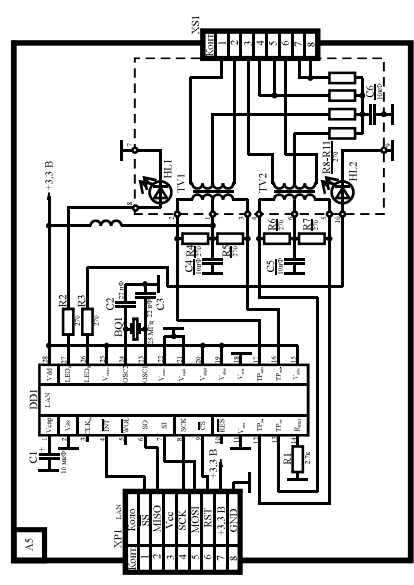
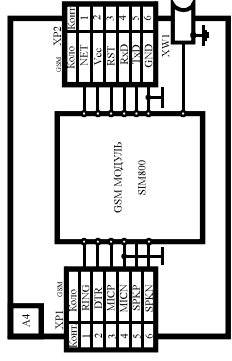
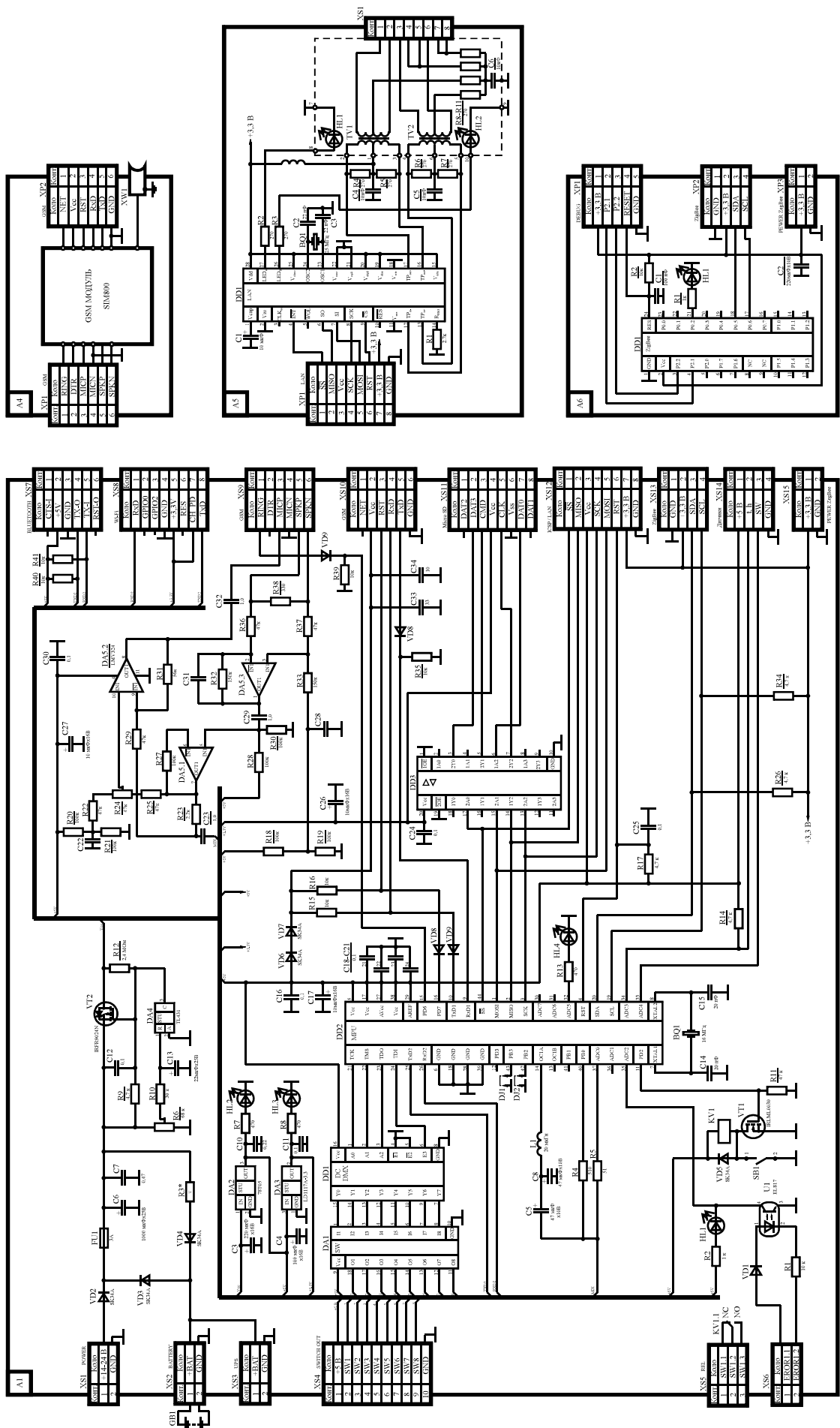
					КІТР.019038.01.01 ПЗ	Арк.
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		





ІНТЕРАКТИВНИЙ БЛОК

КІПТРО19038.01.01.ЕІ		Інженер	Проєктант	Перевірив	Затвердив
Інженерська система індивідуального використання		Інженер	Проєктант	Перевірив	Затвердив
Схема електроживлення		Інженер	Проєктант	Перевірив	Затвердив
ХІУ, гр. ТРЗ-19-1		Інженер	Проєктант	Перевірив	Затвердив



КИПР019038.01.01.E3	
Исполнитель	Исполнитель
Проверенный	Проверенный
Утвержденный	Утвержденный
Создатель	Создатель
Дата	Дата
Версия	Версия
Статус	Статус
Комментарий	Комментарий
Исполнитель	Исполнитель
Проверенный	Проверенный
Утвержденный	Утвержденный
Создатель	Создатель
Дата	Дата
Версия	Версия
Статус	Статус
Комментарий	Комментарий
Система электрических принципиальных соединений системы индивидуального радиомониторинга	
Система электрических принципиальных соединений	
ИХЗ, пр. ТР20-19-1	

# ПРОТОКОЛИ ТЕХНОЛОГІЇ “РОЗУМНИЙ БУДИНОК”

## ПРОТОКОЛ 1-WIRE



Рисунок 1.1 – Водонепроникний

цифровий датчик температури

Рисунок 1.2 – Адаптер USB - 1-Wire, USB-1-Wire RPI



Рисунок 1.3 – Пристрої iButton в якості

індивідуального ідентифікатора в системах

## ПРОТОКОЛ Wi-Fi



Рисунок 1.9 – Технологія Wi-Fi у “розумному домі”



Рисунок 1.10 – Лампочка LiFi з протоколом Wi-Fi

## ПРОТОКОЛ X10



Рисунок 1.4 – Димер на Dip-рейку



Рисунок 1.5 – Будинкова автоматика

із протоколом X10

## ПРОТОКОЛ ZigBee

(освітлення, розетки, комп'ютери,



розетки, вимірювачі температури)

Рисунок 1.12 – Модуль ZigBee



Рисунок 1.13 – Міні Zigbee мережний

міст / шлюз / концентратор / пульт дистанційного

## ПРОТОКОЛ KNX

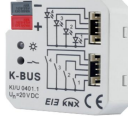


Рисунок 1.7 – 4-канальний універсальний

KNX датчик температури



Рисунок 1.8 – Інтелектуальна панель

сенсорного екрану KNX/EIBA

## ПРОТОКОЛ Z-Wave



Рисунок 1.14 – Реалізація “розумного будинку”



Рисунок 1.15 – Топологія мережі Z-Wave

## ПЛАКАТ 2

### СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ,

### ЯК ЧАСТИНА КОМПЛЕКСУ ОБЛАДНАННЯ “РОЗУМНОГО БУДИНКУ”

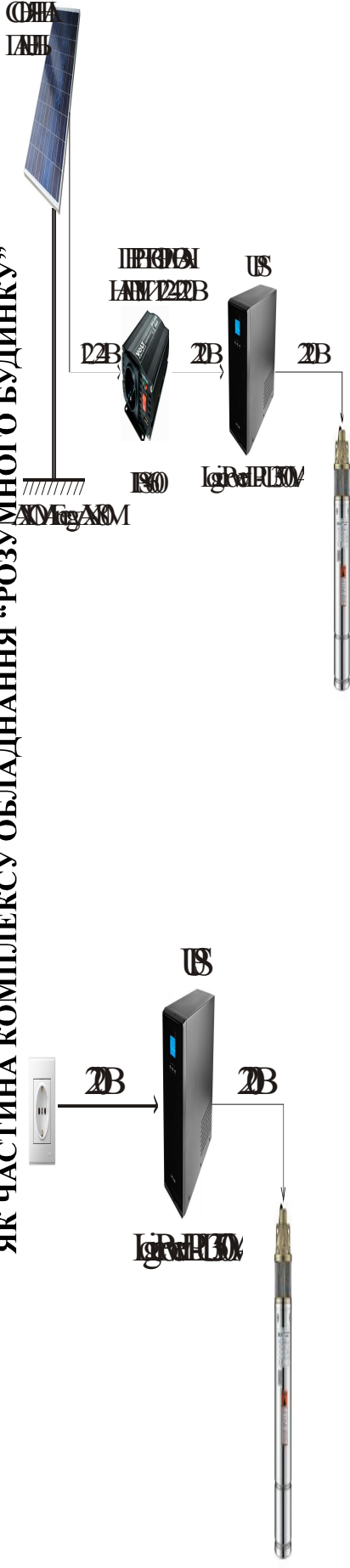


Рисунок 2.1 – Частково автономна система

індивідуального водопостачання

Рисунок 2.2 – Повністю автономна система індивідуального водопостачання

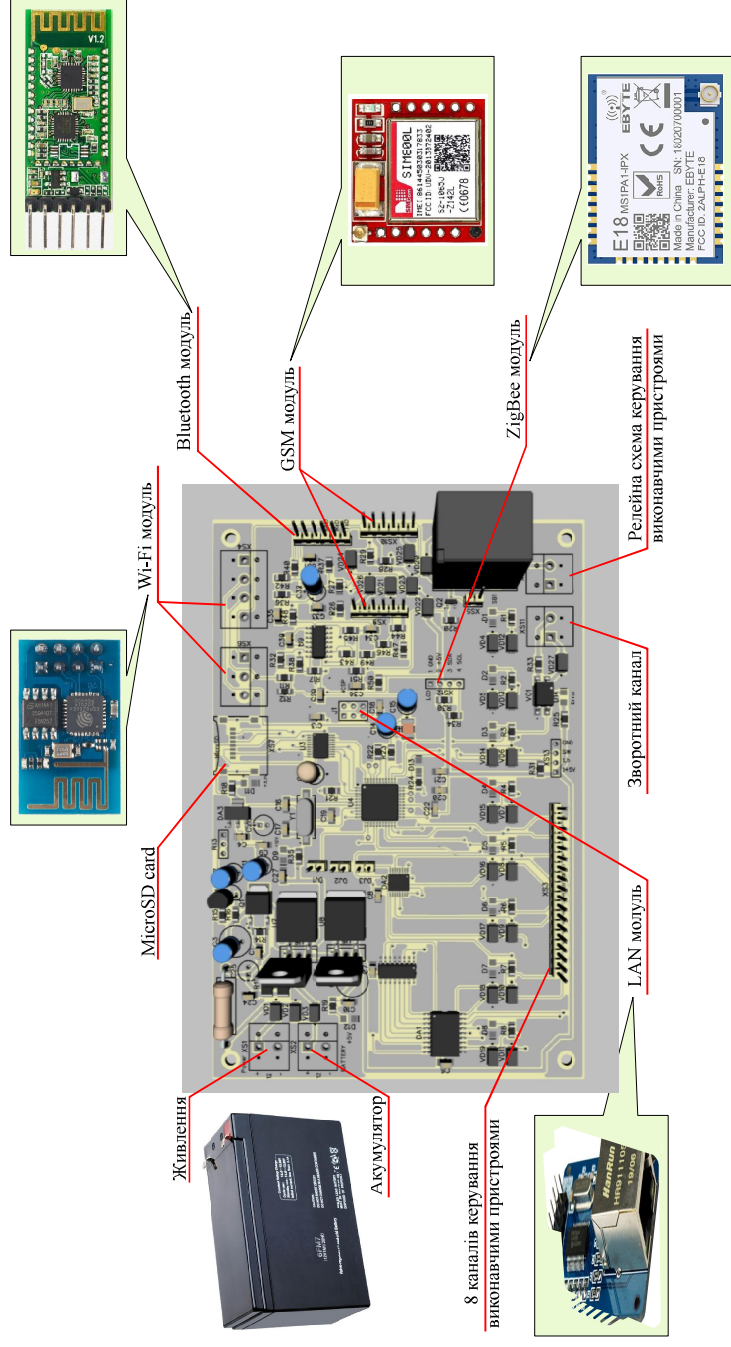


Рисунок 2.3 – Спроектвана система індивідуального водопостачання

Имя пользователя:  
Kafedra TMIT KhNU

ID проверки:  
1011462498

Дата проверки:  
04.06.2022 21:07:16 EEST

Тип проверки:  
Doc vs Internet

Дата отчета:  
04.06.2022 21:14:47 EEST

ID пользователя:  
100005657

Название файла: Новицкий\_TP2с-19-1

Количество страниц: 78 Количество слов: 11768 Количество символов: 85339 Размер файла: 4.51 MB ID файла: 1011340757

Обнаружены модификации текста (могут влиять на процент совпадений)

## 2.84% Совпадения

Наибольшее совпадение: 0.42% с Интернет-источником ([https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/2492/1/V100\\_P13..](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/2492/1/V100_P13..))

2.84% Источники из Интернета

190

Страница 80

Поиск совпадений с Библиотекой не производился

## 0.08% Цитат

Цитаты

2

Страница 81

Не найдено ни одной ссылки

## 0% Исключений

Нет исключенных источников

## Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы

19

Подозрительное форматирование

18  
страниц

РІШЕННЯ КАФЕДРИ  
**ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованою системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Інтелектуальна система індивідуального водопостачання

Автор: **Новіцький Едуард Юрійович**

Спеціальність: **172 Телекомунікації та радіотехніка**

Освітня програма: Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: **к.т.н., доц. Підченко Сергій Костянтинович**

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	<b><u>Відповідає</u></b>
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укріття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 2,8 %, виявлені в роботі відповідають частині тексту стандартних бланків та стандартних назв, що використовується в кваліфікаційних проектах, решта запозичень є випадковими і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.

6.06.2022 р.

Керівник проекту:



С. К. Підченко

Зав. каф. ТМІТ



С. К. Підченко

## РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційний проект студента Новіцького Едуарда Юрійовича  
“ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО  
ВОДОПОСТАЧАННЯ ”

Пояснювальна записка складається з чотирьох основних розділів. В цілому проект містить 85 сторінок, 68 рисунків, 1 таблицю, 10 джерел посилаць. Графічна частина складається із 2 плакатів, 2 креслень, 11 слайдів презентації.

В проекті розроблено комплект конструкторської документації: схему електричну структурну та схему електричну принципову. Пристрій відповідає вимогам до сучасних SMART систем.

Перевагами даного кваліфікаційного проекту є надзвичайна актуальність теми, сучасна елементна база, наявність фактично всіх найбільш вживаних телекомунікаційних інтерфейсів.

Однак в кваліфікаційному проекті міститься ряд незначних неточностей, деякі орфографічні помилки присутня англійська термінологія

Загалом кваліфікаційний проект повністю відповідає вимогам до дипломних робіт бакалаврів та заслуговує на оцінку "ВІДМІННО".

Рецензент: завідувач каф. АКІТ,

д.т.н., проф.



Валерій Мартинюк

## ВІДГУК

на кваліфікаційний проект  
“ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ”  
студента Новіцького Едуарда Юрійовича

Кваліфікаційний проект “Інтелектуальна система індивідуального водопостачання” присвячений розробці сучасного комплексу апаратно-програмного обладнання SMART призначення.

Проект складається з трьох основних розділів.

В проекті проведено аналітичний огляд існуючих джерел наукових і технічних публікацій. Розроблено структурну схему пристрою та здійснено його техніко-економічне обґрунтування. Всі структурні складові детально охарактеризовані, їх вибір і поєднання логічно інтегруються в загальну концепцію побудови SMART HOUSE систем. Розроблено комплект конструкторської документації у вигляді схеми електричної структурної та принципової інтелектуальної системи індивідуального водопостачання. Розроблена система являється частиною загального комплексу розумного будинку, яка здійснює функцію інтелектуального водопостачання. До особливостей кваліфікаційного проекту відноситься широкий функціонал даного пристрою, легкість його впровадження у загальну систему розумного будинку.

В дипломному проекті в додатках розглянуті також питання алгоритмічного та програмного забезпечення.

Результати дозволяють зробити висновок, що студент Новіцький Е. Ю. має відмінні знання по загальнотехнічним та спеціальним дисциплінам, вміє використовувати ці знання для рішення конкретних інженерних задач.

В цілому дипломний проект заслуговує оцінки “відмінно“, а студент Новіцький Е. Ю. присвоєння кваліфікації професіонала в галузі електроніки та телекомунікацій за спеціальністю 172 – “Телекомунікації та радіотехніка”.

Керівник кваліфікаційного проекту



С. К. Підченко

Завідувачу кафедри  
телекомунікацій, медійних та  
інтелектуальних технологій  
(ТМІТ) Підченко С.К.  
здобувача вищої освіти студента  
4 курсу, гр. ТР2с-19-1  
Новіцького Едуарда Юрійовича

## ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіантах. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

20.05.2022 р.



Новіцький Е. Ю.

*Хмельницький національний університет*  
*Факультет інформаційних технологій*  
*Кафедра телекомунікацій, недійних та інтелектуальних технологій*

НОВИЦЬКИЙ ЕДУАРД ЮРІЙОВИЧ

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО  
ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Спеціальність: 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

Освітня програма: «*Телекомунікації, медійні технології  
та інтелектуальні мережі*»

*Науковий керівник – д.т.н., доцент, Підченко С. К.*

*Хмельницький, 2022 р.*

**МЕТА ПРОЕКТУ:** створення інтелектуальної системи індивідуального водопостачання, як складової системи “розумний будинок”.

**ОСНОВНІ ЗАВДАННЯМ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ:**

1. Здійснити детальний огляд і аналіз ринку SMART технологій.
2. Розробити структурну схему інтелектуальної системи індивідуального водопостачання.
3. Розробити принципову схему інтелектуальної системи індивідуального водопостачання.
4. Зробити детальний аналіз отриманих результатів та привести висновки.

**КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ МІСТИТЬ:**

1. Текстову документацію:
  - пояснювальна записка (3 розділи) - 85 арк.;
  - перелік елементів - 2 арк.;
2. Графічну документацію (креслення, плакати) - 4 арк.

## ПРОТОКОЛИ ТЕХНОЛОГІЇ “РОЗУМНИЙ БУДИНОК”

### ПРОТОКОЛ 1-WIRE



Рисунок 2.1 – Водонепроникний цифровий датчик температури 1-wire DS18B20



Рисунок 2.2 – Адаптер USB - 1-Wire, USB-1-Wire RJ11



Рисунок 2.3 – Пристрої iButton в якості індивідуального ідентифікатора в системах контролю та управління доступом

### ПРОТОКОЛ X10



Рисунок 2.4 – Димер на Din-рейку з протоколом X10



Рисунок 2.5 – Будинкова автоматика із протоколом X10 (освітлення, контроль, комутатори, розетки, виконавчі пристрої)

# ПРОТОКОЛИ ТЕХНОЛОГІЇ “РОЗУМНИЙ БУДИНОК”

## ПРОТОКОЛ KNX

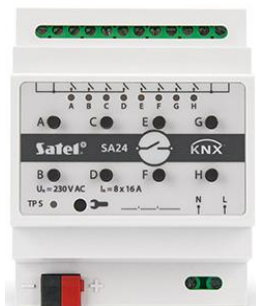


Рисунок 2.6 – Модуль KNX-SA24 – універсальний програмований вимикач за протоколом KNX (освітлення, вентиляція)

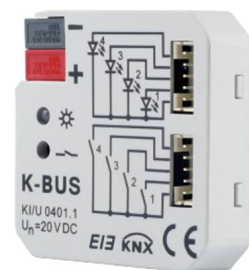


Рисунок 2.7 – 4-канальний універсальний KNX інтерфейс для системи “розумний будинок”



Рисунок 2.8 – Інтелектуальна панель сенсорного екрану KNX/EIBA для розумного будинку

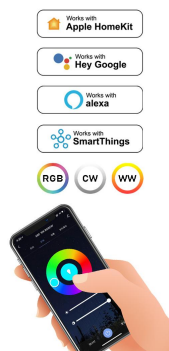
## ПРОТОКОЛ WI-FI



Рисунок 2.9 – Технологія Wi-Fi у “розумному будинку”



Wi-Fi  
Control by Voice



- Works with Apple HomeKit
- Works with Hey Google
- Works with alexa
- Works with SmartThings
- RGB CW WW

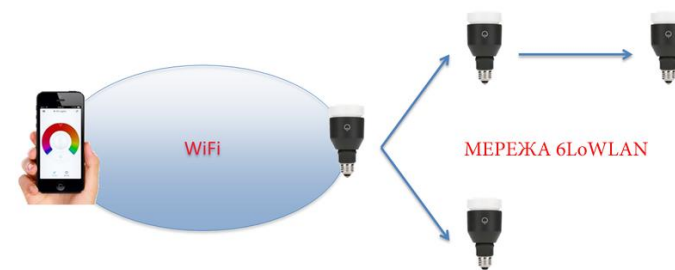


Рисунок 2.10 – Лампочка LIFX з протоколом Wi-Fi

# ПРОТОКОЛИ ТЕХНОЛОГІЇ “РОЗУМНИЙ БУДИНОК”

## ПРОТОКОЛ ZIGBEE



Рисунок 2.12 – Модуль ZigBee

## ПРОТОКОЛ Z-WAVE



Рисунок 2.14 – Реалізація “розумного будинку” на технології Z-Wave



Рисунок 2.13 – Міні Zigbee мережний міст / шлюз / концентратор / пульт дистанційного керування для “розумного будинку”



Рисунок 2.15 – Топологія мережі Z-Wave

## СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ, ЯК ЧАСТИНА КОМПЛЕКСУ ОБЛАДНАННЯ “РОЗУМНОГО БУДИНКУ”

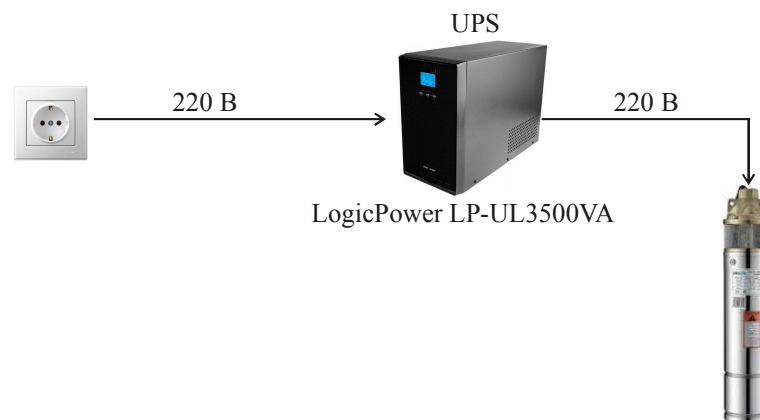


Рисунок 3.1 – Частково автономна система індивідуального водопостачання

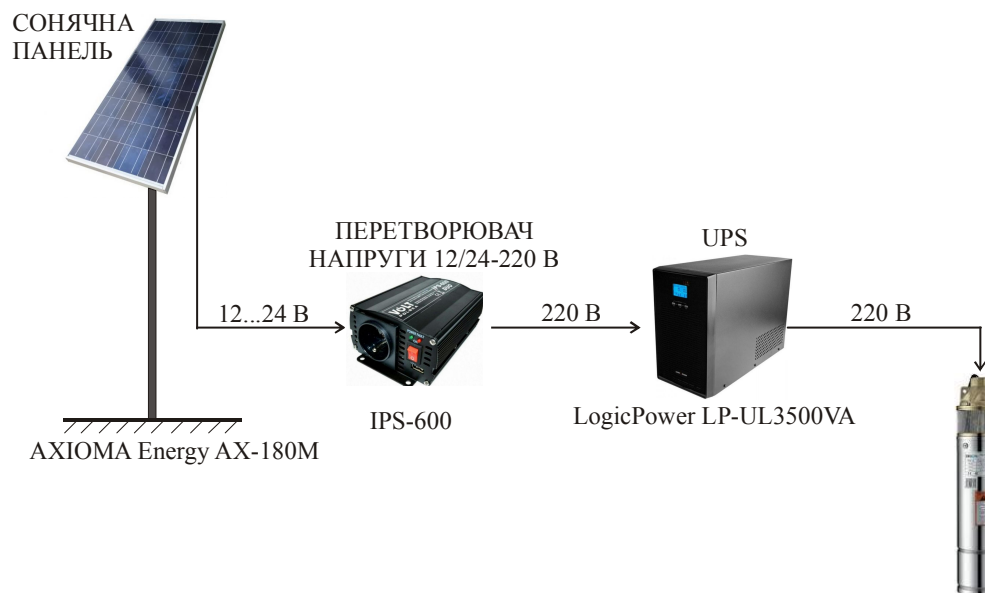
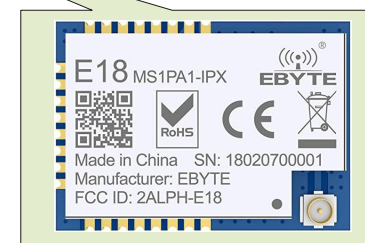
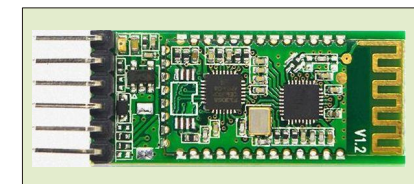
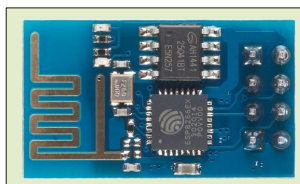
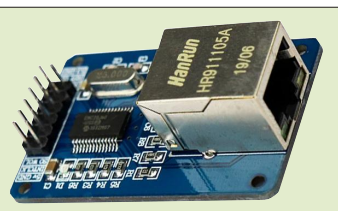
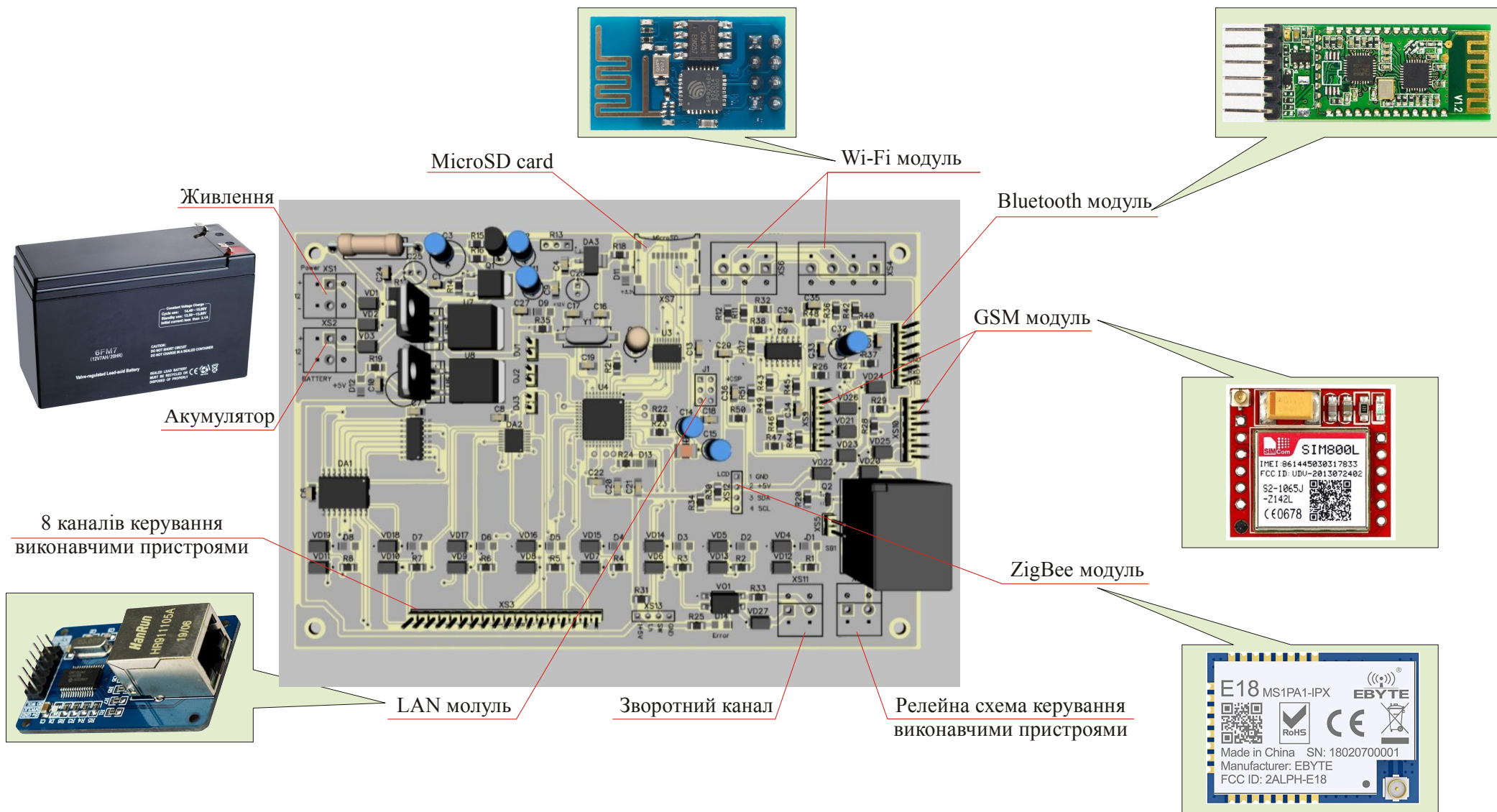
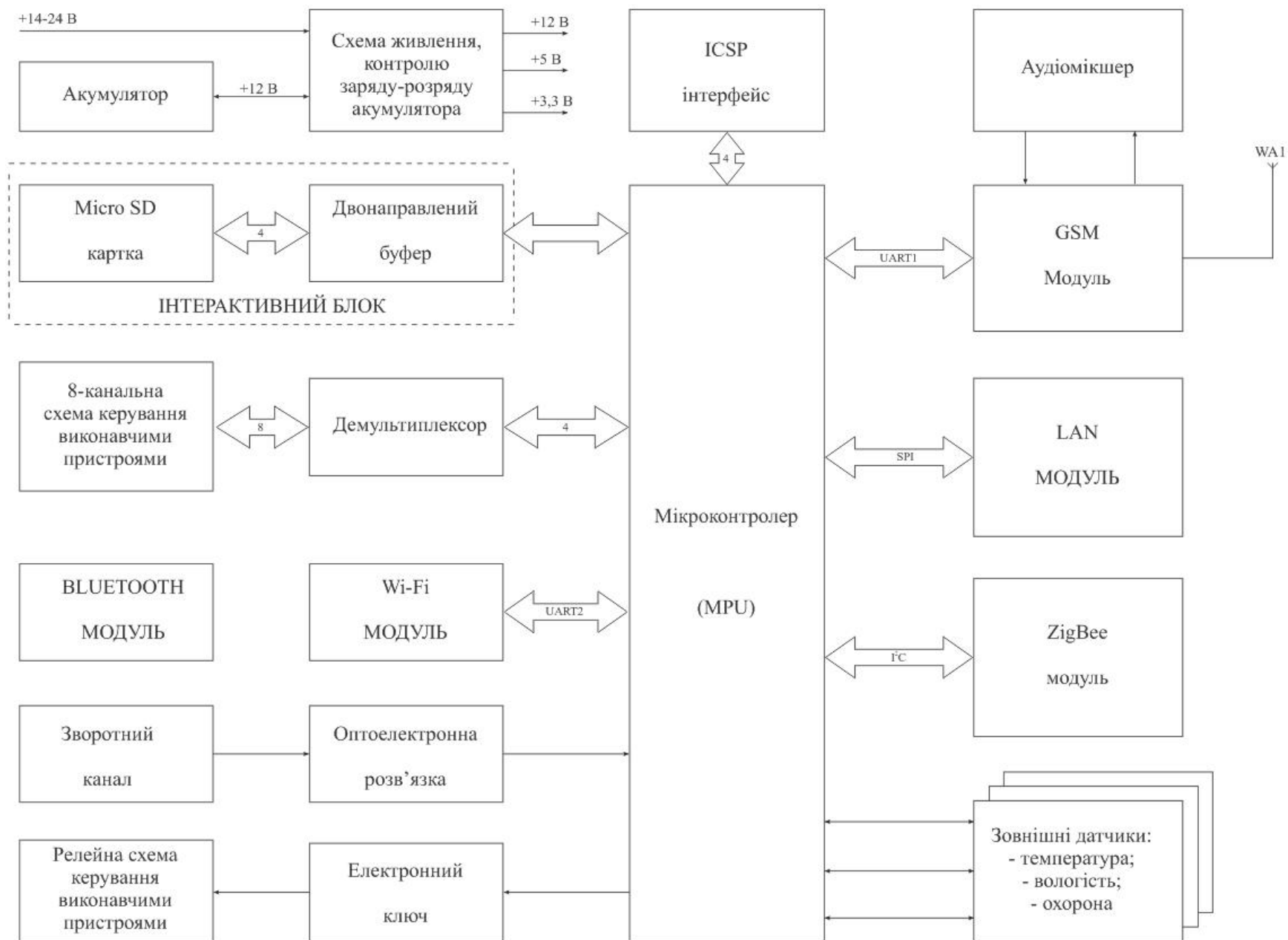


Рисунок 3.2 – Повністю автономна система індивідуального водопостачання

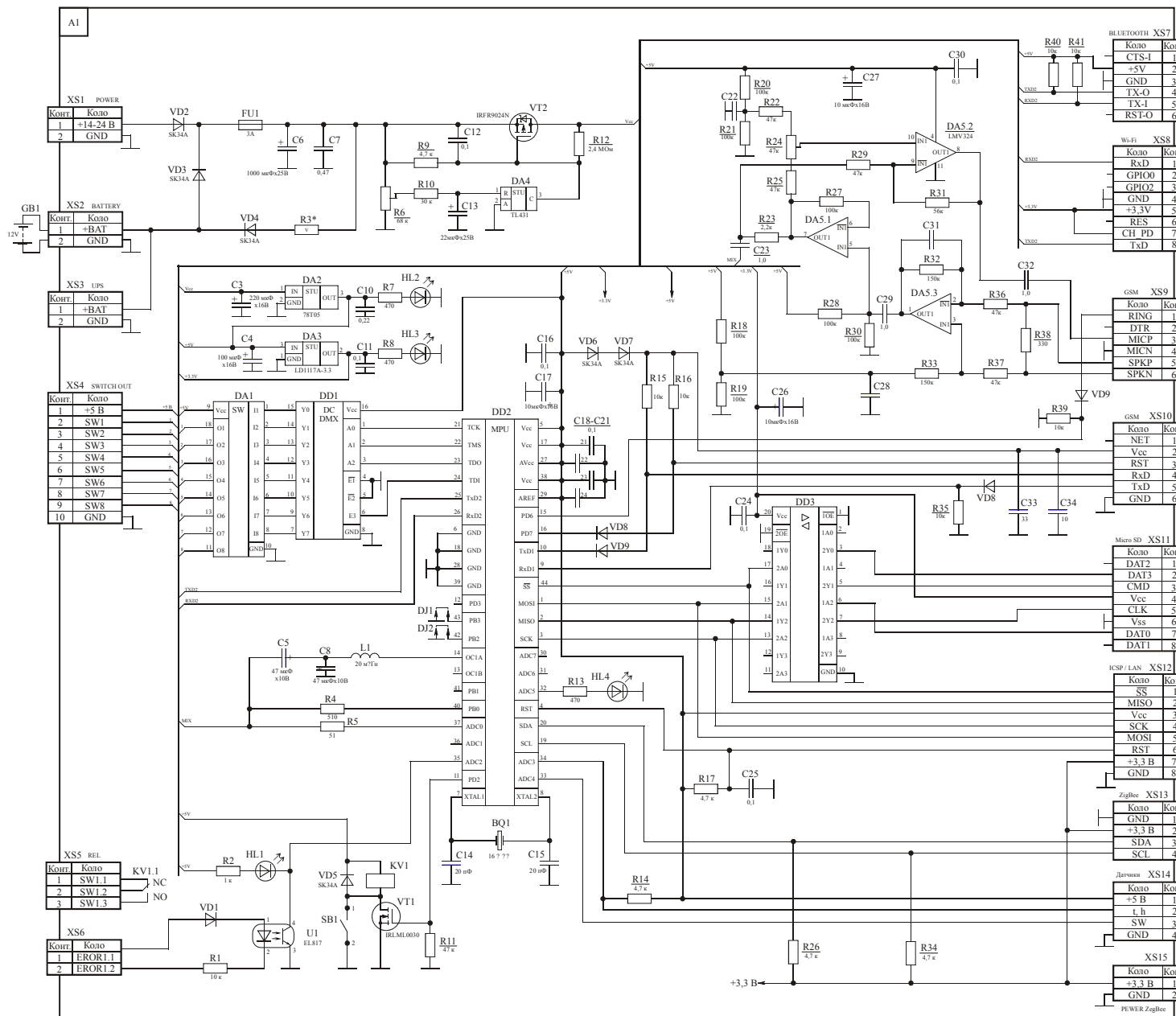
# СИСТЕМА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ, ЯК ЧАСТИНА КОМПЛЕКСУ ОБЛАДНАННЯ “РОЗУМНОГО БУДИНКУ”



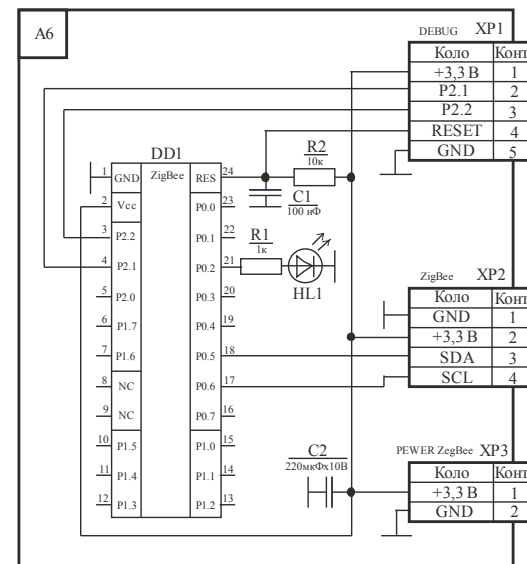
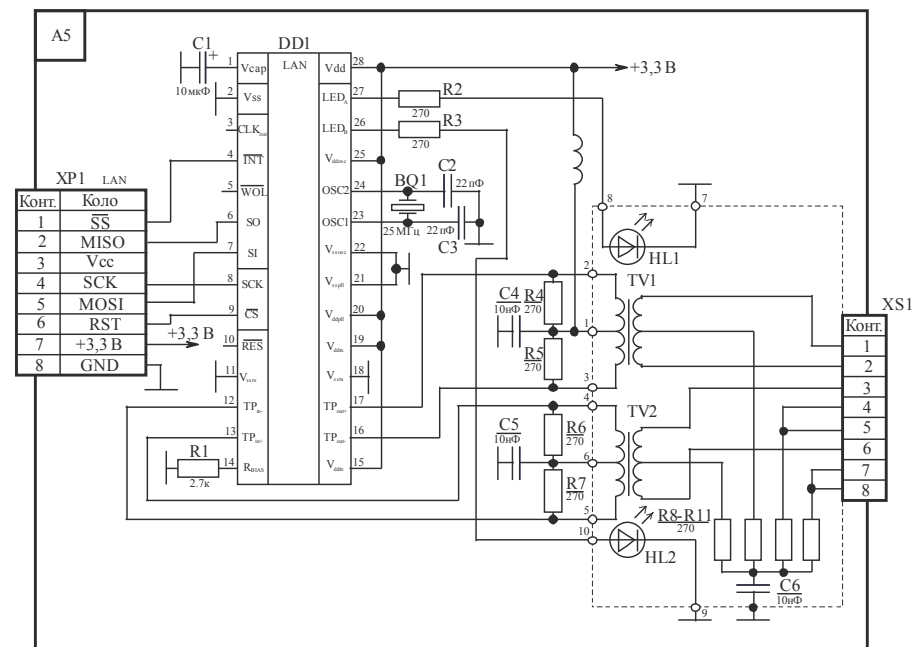
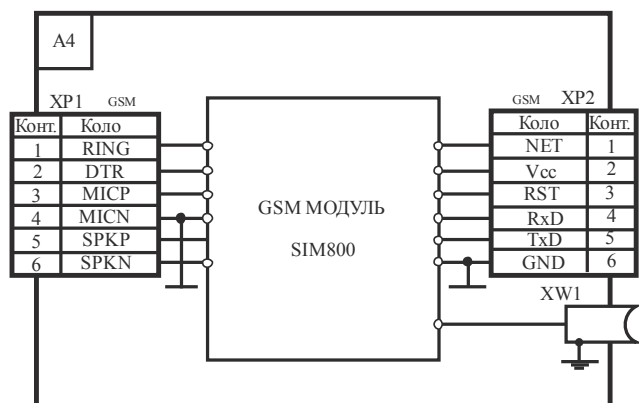
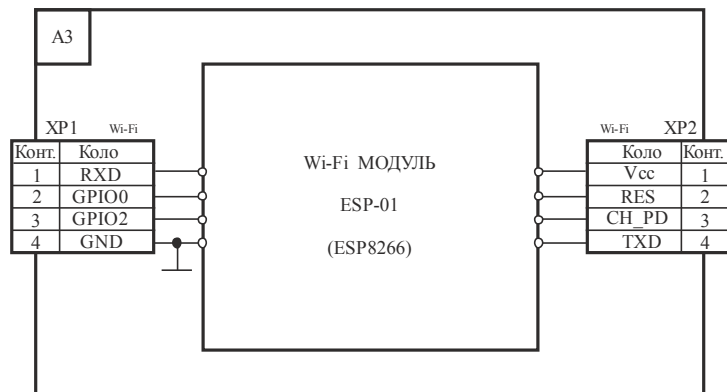
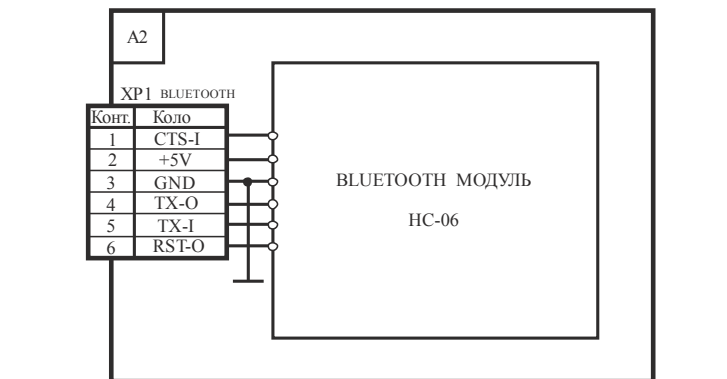
# СТРУКТУРНА СХЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ



# ПРИНЦИПОВА СХЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ



# ПРИНЦИПОВА СХЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ



## ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційному проєкті “Інтелектуальна система індивідуального водопостачання” здійснено огляд найбільш популярні технології організації “розумного будинку”, серед яких: X10, KNX, Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave та Insteon. Проведений аналіз кожної із зазначених технологій та обрано власну концепцію, яка полягає в об’єднанні різноманітних телекомунікаційних модулів, тобто створенні універсального керуючого контролера розумного будинку.

2. Розроблено і детально розглянуто структурну схему інтелектуальної системи індивідуального водопостачання на базі мікроконтролера та зовнішніх телекомунікаційних модулів: GSM, LAN, ZigBee, Bluetooth і Wi-Fi. Дана розробка фактично являється центральним керуючим контролером, на базі якого можна організувати повноцінну систему розумного будинку. Розглянуті та проаналізовані варіанти частково автономної та повністю автономної систем індивідуального водопостачання на базі сонячних панелей. Вказано на переваги та недоліки даних систем.

3. Розроблено комплект конструкторської документації: схему електричну структурну, схему електричну принципову, здійснено розрахунок і вибір елементної бази. Проєкт містить центральну плату на основі мікроконтролера Atmega32-16PU, яка являється керуючим контролером розумного будинку та ряд периферійних модулів: GSM, LAN, ZigBee, Bluetooth/Wi-Fi, які можуть бути встановлені одночасно або використовуватися за потребою. На основі розробленої платформи і вказаних телекомунікаційних модулів може бути побудована повноцінна SMART система.

4. Інтелектуальної системи індивідуального водопостачання являється частиною системи “розумний будинок” і виконує функцію центрального керуючого контролера, телекомунікаційного пристрою та керування виконавчими пристроями. В якості одного каналу керування демонструється система водопостачання на основі насосної станції, глибинного насоса або центрального клапана подачі води. Окрім каналу керування потужним технологічним обладнанням, розроблена система містить 8 малопотужних каналів керування виконавчими пристроями на вибір користувача.

5. Центральна плата керування має канали давачів сигналів (температура, вологість, протікання, тощо) та канали зворотного зв’язку від виконавчих пристроїв. Разом із блоком голосового режиму забезпечується інтерактивність спроектованого комплексу обладнання.