

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА  
НА ТЕМУ:

**МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ІМІТАЦІЇ  
ПРИСУТНОСТІ ДЛЯ СИСТЕМИ SMART HOUSE**

Завідувач кафедри електроніки  
і комп'ютерної техніки

\_\_\_\_\_ А.С. Опанасюк

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ І.А. Кулик

Виконав студент гр. ЕС-81

\_\_\_\_\_ О.О. Косов

Суми 2022

## РЕФЕРАТ

В бакалаврській роботі було запропоновано пристрої охорони та імітації присутності. Розроблені пристрої представляють собою відносно прості та автономні, відносно один одного, рішення. Розробки спрямовані на підвищення безпеки, комфорту перебування у приміщенні та можливості «приховати» свою відсутність за допомогою вище зазначених рішень.

В кваліфікаційній роботі було розглянуто поняття «розумного будинку», його типи та методи конструювання. Було проведено підбір необхідних компонентів, розробка функціональних та принципівих схем, а також написання програмного забезпечення для одного з пристроїв.

Випускна робота містить 53 сторінки, 4 креслення, 5 таблиць та 22 рисунки.

Ключові слова: «розумний будинок», пристрій імітації присутності, пристрій охорони.

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

МК – мікропроцесор

ПК – пристрій керування

КМОН – комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник

RAM – Random access memory

RST – Reset

ALE – Address Latch Enable

PSEN – Program Store Enable

EA – External Access Enable

SFR – Special Function Register

ЦП – центральний процесор

MIPS – Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages

ВЧ – високо частотні

РК – рідинно-кристальний

## ЗМІСТ

Список умовних позначень .....	4
Вступ.....	7
1 Огляд літератури і постановка завдання проектування .....	8
1.1. Сучасний стан технології "розумний будинок" .....	8
1.2. Апаратно-програмне забезпечення ітелектуальної автоматизації "розумний будинок" .....	13
1.3. Огляд характеристик мікроконтролерів	
фірми Atmel для вирішення задач автоматизації.....	15
1.3.1. Загальний опис МК AVR .....	15
1.3.2. Опис МК ATmega .....	17
1.3.3. Програмна модель AVR-мікроконтролерів .....	20
2. Аналіз та вибір елементної бази .....	22
2.1. Вибір компонентів для пристрою імітації присутності .....	22
2.1.1. Вибір МК .....	22
2.1.1.1. Характеристики генератора МК .....	25
2.1.1.2. Біти блокування пам'яті програм .....	27
2.1.2. Вибір РК-індикатора.....	28
2.1.3. Вибір регістру.....	28
2.1.4. Вибір діодів .....	29
2.1.5. Вибір резисторів.....	31
2.2. Вибір компонентів для охоронного пристрою .....	32
2.2.1. Вибір МК .....	32
2.2.2. Вибір конденсаторів .....	34
2.2.3. Вибір тумблера.....	35
2.2.4. Вибір реле .....	36
2.2.5. Вибір кінцевого вимикача.....	36
2.2.6. Вибір пьезоелектричного випромінювача .....	37
2.2.7. Вибір транзисторів та діоду.....	38
3. Розробка алгоритмів пристроїв.....	40

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Косов О.О.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кулик І.А.</i>			4/2	53	
					<i>СумДУ ЕліТ</i>		
					<i>Пояснювальна записка «Мікроконтролерний пристрій імітації присутності для системи</i>		

3.1.Розробка алгоритму для пристрою імітації присутності.....	40
3.2.Розробка алгоритму для охоронного пристрою .....	45
4. Розроблення програмного забезпечення	
для спроектованого пристрою .....	48
4.1.Загальна інформація про мову програмування.....	48
4.2.Код програми змодельованого пристрою .....	49
Висновок .....	52
Список літератури.....	53

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Косов О.О.</i>			<i>Пояснювальна записка «Мікроконтролерний пристрій імітації присутності для системи</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кулик І.А.</i>					<i>2/2</i>	<i>53</i>
						<i>СумДУ ЕліТ</i>		

## ВСТУП

Незважаючи на призначення будинку – будь то виробниче, житлове або адміністративне складається з визначеного набору підсистем, котрі мають первинний функціонал та вирішують визначені задачі. З плином часу такі рішення більш складними та охоплювали ширший діапазон функціоналу, проте й стрімко зросли витрати на обслуговування, ремонт та утримання обслуговуючого персоналу.

Традиційні системи життєзабезпечення в минулому проектувались як автономні. Такі системи створювались окремо для кожної функції. У будівлях встановлювались системи того класу та ступеню охопленості, що був необхідним на момент конструювання будівлі. Подальша модернізація таких рішень була складним та дорогокоштуючим завданням через безліч чинників. Витрати на експлуатацію такої системи складаються з витрат на експлуатацію кожної з автономних систем та вартості навчання персоналу. Вартість експлуатації цих систем висока – в силу їх автономності кожна з них підтримується окремо. Вартість навчання персоналу теж висока, оскільки операторам необхідно ознайомитися з експлуатацією кожної автоматичної системи у повному обсязі.

Ціллю дипломатичного проекту є розробка пристроїв з охорони та імітації присутності на базі МК для системи «Розумний будинок».

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

# 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1 Сучасний стан технології «Розмунний будинок»

«Розмунний будинок» (англ. Smart House) – гнучка система пристроїв, що допоможе організувати комфорт проживання за допомогою сучасних технологічних рішень.

Принцип «Системи інтелектуального керування» підвищує ефективність функціонування та надійність керування всіх систем.

Така система повина вміти розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будівлі, й відповідним чином реагувати на їх виникнення: одна з систем може контролювати функціонування інших за попередньо встановленим алгоритмом дій. Основною особливістю інтелектуального будинку є об'єднання окремих підсистем в єдиний керований комплекс, тобто відпадає необхідність використання декількох пультів керування, десятків вимикачів, окремих блоків керування вентиляційними та опалювальними системами, системами відеоспостереження та сигналізації, воротами та іншим.

Концепція інтелектуальної будівлі містить у собі наступні положення:

- створення інтегрованої системи керування будівлею - системи з можливістю забезпечення комплексної роботи всіх інженерних систем будівлі: освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування, водопостачання, контролю доступу та багатьох інших;
- усунення всього обслуговуючого персоналу будівлі та передача функцій контролю і прийняття рішень підсистем інтегрованої системи керування будівлею. У ці підсистеми закладається «інтелект» будівлі, як саме вона буде реагувати на зміну параметрів датчиків системи та інші події типу позаштатних ситуацій;
- реалізація механізму негайного відключення і передачі при необхідності керування людині будь-якою підсистемою «розумного будинку». Разом з цим людині має надаватися зручний і однаковий доступ до керування і відображення всіх підсистем і частин «розумного будинку»;
- забезпечення коректної роботи окремих підсистем у разі відмови інших частин системи або загального керуючого пристрою;

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

- наявність прокладеного комунікаційного середовища для підключення до неї пристроїв і модулів систем, можливість використання в якості комунікаційного середовища в системі керування різних типів фізичних каналів, таких як радіоканал, силові або слабкострумкові лінії.

Сучасний «розумний будинок» може поєднувати у собі домашній кінотеатр, цифрову систему відеоспостереження, охоронно-пожежну сигналізацію і контроль доступу, керування освітленням, клімат-контроль, водо-, газо- та електропостачання, мультирум, телебачення та зв'язок. Розглянемо кожну з них окремо.

*Домашній кінотеатр.* Підключення домашнього кінотеатру до системи «розумного будинку» забезпечує автоматизоване керування комплексом аудіо- та відеообладнання, а також низку допоміжних функцій. Ідеальний домашній кінотеатр включає одне або кілька джерел звуку і зображення (HD-плеєр, DVD-програвач, мультимедіа-сервер), багатоканальний AV-ресивер, комплект акустичних систем (зазвичай це наявність п'яти або семи колонок і сабвуфера), плазмову панель, РК-телевізор або проектор з екраном.

*Цифрова система відеоспостереження.* Відеокамера є сервером з адресою в Інтернеті. Система дозволяє переглядати дані спостереження з будь-якої відстані. Будинок ділиться на кілька зон, і в найважливіших устанавлюються керовані відеокамери. Як правило, об'єктами захисту і контролю є: прилегла до будівлі територія, включаючи огорожу та будівлі, що окремо стоять; вхідні ворота, двері, хвіртки, підходи та під'їзди до них; вхідні та ліфтові холи під'їздів, квартир. Камера може працювати постійно або вмикатися від руху, щоб не фіксувати зайву інформацію. Сигнали від камер зводяться до центру керування.

*Системи безпеки.* Вона містить в собі: охоронно-пожежну сигналізацію, відеоспостереження всередині будинку та відеонагляд за ділянкою. Система забезпечує:

- захист від протікання;
- захист від короткого замикання;
- автономне енергопостачання (дизель-генератор);
- автоматичну систему пожежогасіння;
- аварійну сигналізацію виклику сервісних служб;
- контроль цілісності охоронного об'єкту (двері та вікна);
- імітацію присутності;

						Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ	9
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



- автоматизований контроль доступу до приміщення;
- відеоспостереження за прилеглою територією;
- керування захисними жалюзі.

Поточний стан зон контролюються дротовими та бездротовими датчиками (датчики вікон, дверей, руху, задимленості). Залежно від типу сигналу вони викликають відповідну реакцію керуючої системи.

*Керування освітленням.* Робота систем освітлення підпорядкована вимикачам, кнопковим, на мікроконтролерах та сенсорним панелям. Автоматичний режим роботи системи освітлення здійснюється за допомогою різних датчиків (зовнішніх та внутрішніх) і таймерів для програмованого включення та вимкнення світильників у заданий час. Система дозволяє керувати яскравістю освітлення, керувати освітленням за таймером та часом доби, створювати ефект присутності у будинку та світлові сцени.

*Клімат-контроль.* Роботу системи забезпечують: вентиляція, кондиціонери, електричне або водяне опалення, тепла підлога, приводи відкривання вікон. Для керування застосовують датчики, що фіксують поточний стан мікроклімату в будинку, а також засоби керування – перемикачі та панелі. Система клімат-контролю дозволяє керувати такими параметрами, як температура, вологість, надання свіжого повітря індивідуально для кожної кімнати, вмикати/вимикати систему фільтрації повітря, створити для кожного члена сім'ї індивідуальну систему клімату в будинку (наприклад, у дитячій кімнаті завжди свіже повітря без протягів).

*Керування електроживленням.* Системи безперебійного електроживлення та електропостачання включають акумуляторні батареї, перетворювачі напруги, зарядні пристрої, бензинові та дизельні генератори (для потужних енергоспоживачів). При короткочасному відключенні живлення система здатна згладжувати коливання напруги. За тривалої відсутності струму відбувається відключення електронного обладнання (за винятком підсистем безпеки, зв'язку та ЦП).

*Мультирум.* Така функція розподіляє аудіо- та відеосигнал, дозволяючи сприймати джерело сигналу (один або кілька) у незалежних зонах (кімнатах), керувати джерелом із будь-якої зони та регулювати гучність. Кількість зон і джерел сигналу може бути не обмежена. допомогою стаціонарних (настінних та настільних) кнопкових панелей, пульта дистанційного керування або сенсорних

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

панелей. Вони дозволяють керувати параметрами джерела сигналу кожної зони.

*Телебачення та зв'язок.* Можливість їх використання забезпечується структурованими кабельними мережами (супутникове та ефірне телебачення, телефонія, комп'ютерна мережа). Система дозволяє вести прийом та розподіл ефірного або супутникового ТБ по всіх приміщеннях на будь-яке джерело відтворення, а також розподіляти інші потоки цифрових даних. Інтеграція із системою відеоспостереження дозволить отримувати зображення від камер спостереження на будь-якому телевізорі у будинку. Сигнал телевізійного/супутникового телебачення з антени надходить у систему «мультирум», а далі розподіляється між різними кімнатами з телевізорами, ТВ-тюнерами та керуючими пристроями.

Розумний має масу переваг, до яких можна віднести:

- **Забезпечення безпеки.** Система повністю контролює приміщення. Якщо було здійснено незапланований доступ, вона надішле повідомлення про це. У разі виникнення надзвичайних подій «Розумний дім» спробує їх запобігти.
- **Простота використання.** Вся система контролюється одним пристроєм.
- **Гнучкі налаштування.** Система дозволяє підлаштувати пристрої під себе, міняти їх функції. Також до неї можна додавати інші прилади в будь-який зручний час.
- **Економія.** «Розумний будинок» знижує витрати на комунальні рахунки, через те, що система вимикає пристрої, які не використовуються в даний момент часу.
- **Автоматизація.** Більшість побутових предметів може бути підключена до «Розумного будинку». Відповідно, це дає можливість керувати ними в автоматичному режимі.
- **Дизайн.** Всі елементи системи (кнопки, термостати, датчики, розетки, вимикачі) виглядають сучасно та стильно вписуються у будь-який інтер'єр.

Але система також має і свої недоліки:

- **Ціна.** Незважаючи на те, що пристрій системи в основному складається з примітивних датчиків, камер, сенсорів, її вартість дуже висока.
- **Обслуговування.** Як і будь-яка інша техніка система може зламатися. У цьому випадку проблему можуть вирішити лише досвідчені

налаштувальники, до того ж несправність однієї деталі може вивести з ладу інші пристрої системи. параметрами джерела сигналу кожної зони. За основними критеріями системи «розумний будинок» можна поділити на:

- децентралізовані та централізовані;
- з відкритим або закритим протоколом доступу;
- провідні або безпроводні.

Можливі схеми побудови таких систем зображені на рисунку 1.

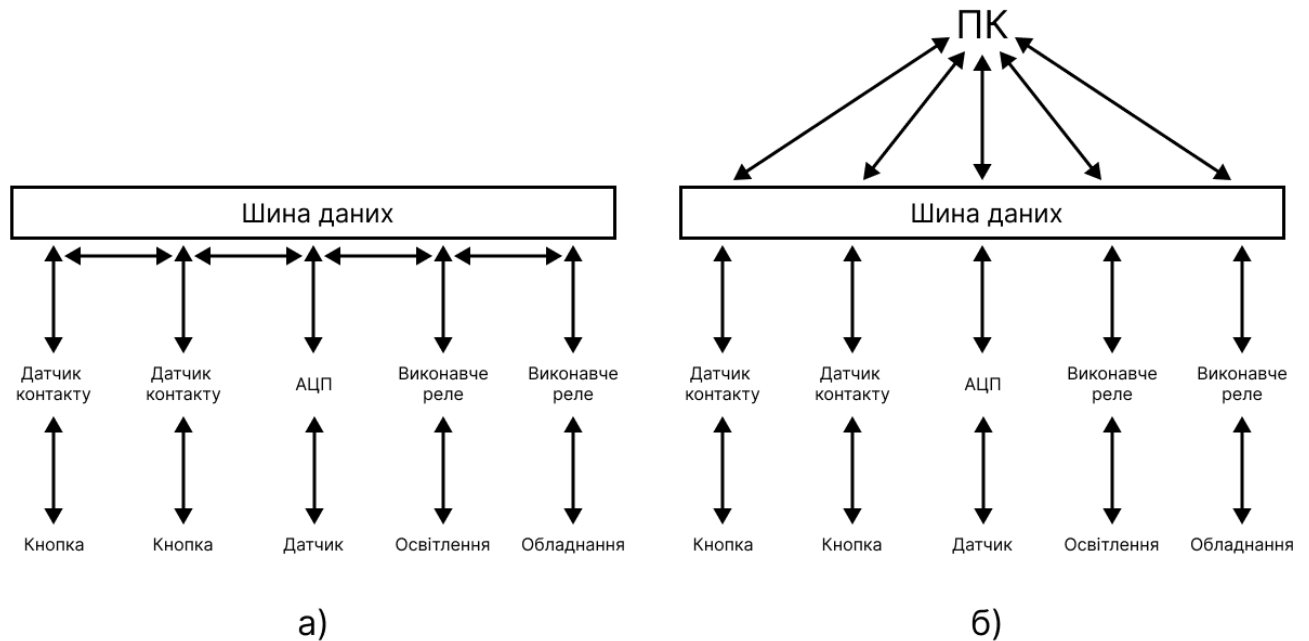


Рисунок 1 – Схемна реалізація децентралізованої (а) та централізованої (б) систем «розумний будинок»

*Децентралізація.* В такій системі кожен виконавчий пристрій відносно автономний, адже містить у собі керуючий елемент, при цьому єдиний центр прийняття рішень відсутній. Якщо один, або декілька елементів виходять з ладу, то система продовжить своє функціонування.

Переваги такого способу:

- Надійність. Пристрої в системі не залежать один від одного, наявна енергонезалежна пам'ять.
- Налаштування. Оскільки такий підхід реалізації достатньо поширений, тому інсує багато матеріалу щодо повноцінного створення та налаштування системи, також не виникає проблеми з сертифікованими спеціалістами, які зроблять це за вас.
- Вибір. Модельний ряд компонентів має широкий асортимент, як по функціоналу, так і по дизайну.

*Централізація.* Всі елементи системи керуються загальним центральним модулем, до котрого надходить вся інформація і лише він здатен приймати рішення щодо подальших дій компонентів системи. Це відкриває можливості використання сценаріїв з широким вибором обладнання. Централізовані системи можуть бути як дротові, і бездротові. При такій ієрархії системи виведення з ладу центрального модуля означатиме повноцінне вимкнення всієї системи.

Переваги цього способу формування системи:

- Єдиний інтерфейс керування всіма компонентами системи.
- Можливість створення багатозадачних сценаріїв.
- Можливість підключення широкого спектру сумісного обладнання.

*Відкритий та закритий протоколи системи.* Відкритий протокол забезпечує взаємодію пристроїв, створених різними виробниками, для цього кожен з пристроїв, що має енергонезалежну пам'ять має підтримувати цей стандарт передачі даних. Закритий протокол використовуються за зниження витрат і розширення функціоналу керування, але при цьому й втрачається можливість сумісності пристроїв інших виробників.

*Дротові та бездротові системи.* У дротовій системі «розумного будинку» всі елементи зв'язані однією провідною шиною, через яку віддаються команди (сигнали, телеграми) виконавчим пристроям. Роль шини може виконувати спеціальний дрід, або ж звичайна кручена пара. Таку систему обирають через надійність, швидкодію, широкий вибір елементів та інтегрованих систем. Бездротовий варіант «розумного будинку» обирають через можливість монтування у вже побудованому приміщенні та швидкість самого монтування.

## **1.2 Апаратно-програмне забезпечення інтелектуальної автоматизації «Розумний будинок»**

*«Розумний будинок»* – це система інтелектуальної автоматики для керування інженерними системами сучасної будівлі.

Основні завдання для такої системи – безпека та комфорт. Інтелектуальна автоматика керує всіма інженерними системами будинку, дозволяє людині централізовано встановлювати комфортні для себе - температуру, вологість, освітленість в кімнатах.

Система «розумний будинок» включає в себе наступні об'єкти

						Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

## автоматизації

- керування освітленням;
- керування електроприводами;
- клімат контроль;
- керування системою вентиляції;
- централізоване керування системами;
- домашнього кінотеатру;
- мультирум;
- системи відеоспостереження;
- ОПС (охоронно-пожежна сигналізація);
- СКД (системи контролю доступу);
- контроль навантажень і аварійних станів;
- керування інженерним обладнанням з сенсорних панелей;
- сервер керування.

Система «розумний будинок» забезпечує механізм централізованого контролю та інтелектуального керування в житлових, офісних та громадських приміщеннях. Загальна схема системи керування виглядає наступним чином:

- центральний процесор керування/головний блок керування;
- керуючі пристрої (реле, ІЧ-емітери та ін.);
- датчики (температури, задимленості, вологості, руху та ін.);
- інтерфейси керування (кнопкові вимикачі, ІК- та радіопульты, сенсорні панелі, електронний інтерфейс);
- власна мережа керування;
- допоміжні мережі (Ethernet, мережа, дистрибуція, аудіо та відео);
- керовані пристрої (кондиціонери, світильники, аудіо- та відеопристрої);
- програмне забезпечення.

Основна функція центрального процесора - керування підлеглими йому пристроями з використанням наступних інтерфейсів: Ethernet, RS-232, RS-485, IR, аналогових і цифрових входів/виходів і ін. Також ЦП керування містить багатозадачну ОС, інструментальні засоби програмування і в деяких випадках Web-сервер. Датчики розташовуються у визначених місцях приміщення, які безпосередньо або через проміжні пристрої пов'язані єдиною мережею.

Інтерфейси керування здійснюють загальне керування системами «розумний будинок». Загальна послідовність роботи системи «розумний

					ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

будинок»:

1. З власної мережі керування інформація від датчиків або інтерфейсів надходить до ЦП керування.
2. Програмне забезпечення ЦП обробляє отриману інформацію і генерує команди для керуючих пристроїв.

Команди надходять як з власної мережі, так і з допоміжної. Способи генерації команд, форма і склад відображуваної інформації про стан систем закладається на етапі розробки програмного забезпечення.

### 1.3 Огляд характеристик мікроконтролерів фірми Atmel для вирішення задач автоматизації

*Мікроконтролер* (МК, англ. Micro ControllerUnit, MCU) – мікросхема, яка поєднує в одному кристалі функції процесора та периферійних пристроїв, що містить ОЗП або ПЗП, тобто це однокристальний комп'ютер, здатний виконувати прості завдання.

На сьогоднішній день найбільш відомі сімейства мікроконтролерів:

- MCS-51 (Intel).
- MSP-430 (TI).
- ARM (ARM Limited).
- AVR (Atmel, ATmega, ATinity, XMega).
- PIC (Microchip).

В той час як 8-розрядні процесори загального призначення повністю витіснені більш продуктивними моделями, 8-розрядні мікроконтролери продовжують широко використовуватися. Це пояснюється тим, що існує велика кількість застосувань, у яких не потрібна висока продуктивність, але важлива низька вартість.

Розглянемо сімейство МК AVR більш детально.

#### 1.3.1 Загальний опис МК AVR

AVR – сімейство 8-бітних мікроконтролерів фірми Atmel, вперше випущені в 1996 р. Вони являють собою потужний інструмент, універсальну основу для створення сучасних економічних систем, що вбудовуються

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

багатоцільового призначення.

Ідея розробки нового RISC-ядра, о архітектурі котрого буде далі, належить двом студентам Норвезького університету наук та технологій (м. Тронхейм) – Альфу Богену (Alf-Egil Bogen) та Вегарду Воллену (Vegard Wollen). У 1995 р. Боген і Воллен вирішили запропонувати американській корпорації Atmel випускати новий 8-бітний RISC-мікроконтролер та забезпечити його Flash-пам'яттю для програм на одному кристалі з обчислювальним ядром. Нове ядро було запатентовано та отримало назву AVR. Існує кілька трактувань даної абревіатури. Хтось стверджує, що це Advanced Virtual RISC, інші вважають, що не обійшлося без ініціалів розробників Alf Egil Bogen Vegard Wollan RISC.

Мікроконтролери AVR мають гарвардську архітектуру (програма та дані знаходяться у різних адресних просторах) та систему команд, близьку до ідеології RISC. Процесор AVR має 32 8-бітні регістри загального призначення, об'єднані в регістровий файл. На відміну від "ідеального" RISC, регістри неабсолютно рівноправні:

- три «здвоєних» 16-бітних резистори-показчики X (R26:R27), Y (R28:R29) та Z (R30:R31);
- деякі команди працюють тільки з регістрами R16..R31;
- результат множення (у тих моделях, де є модуль множення) завжди міститься в R0:R1.

*Система команд МК AVR.* Система цих МК нараховує в різних моделях від 90 до 133 різних інструкцій, більшість команд виконуються в один такт, всю множину яких можна поділити на декілька груп:

- команди логічних операцій;
- команди зсуву та арифметичних операцій;
- команди бітових операцій;
- команди пересилання даних;
- команди передачі керування;
- команди керування системою.

Короткі характеристики вбудованих компонентів МК. МК має багатофункціональні, двонаправлені порти введення/виведення з вбудованими підтягувальними резисторами. Конфігурація портів введення/виведення задається програмно.

Як джерело тактових імпульсів може бути обраний:

						<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			16

- кварцевий резонатор;
- зовнішній тактовий сигнал;
- внутрішній RC-генератор.

Внутрішня флеш-пам'ять команд до 256 кБ (до 10 000 циклів перезапису). Налаштування програм здійснюється за допомогою інтерфейсів JTAG або debugWIRE. Внутрішні EEPROM даних до 4 кБ (на 100 000 циклів перезапису), SRAM до 8 кБ з часом доступу 1 такт. Зовнішня пам'ять об'ємом до 64 кБ, таймери з розрядністю 8 та 16 біт, ШИМ-модулятор (PWM) 8-, 9-, 10-, 16-бітний, в наявності аналогові компаратори.

АЦП з диференціальними входами, розрядністю в 10 біт (12 для Xmega AVR):

- програмований коефіцієнт підсилення перед АЦП 1, 10 або 200;
- опорна напруга 2,56 В.

Також наявні різні послідовні інтерфейси, включаючи:

- двопровідний інтерфейс TWI, сумісний із I<sup>2</sup>C;
- універсальний синхронно/асинхронний приймач/передавач UART/USART;
- синхронний послідовний порт Serial Peripheral Interface (SPI).

*Архітектура RISC.* RISC (англ. Restricted (reduced) instruction set computer – комп'ютер зі скороченим набором команд) – архітектура процесора, в якій швидкодія збільшується за рахунок спрощення інструкцій, щоб їхнє декодування було більш простим, а час виконання – коротшим. Перші RISC-процесори навіть мали інструкцій множення і поділу. Це також полегшує підвищення тактової частоти та робить більш ефективною суперскалярність (розпаралелювання інструкцій між декількома виконавчими блоками).

На сьогоднішній день багато архітектур процесорів є RISC-подібними, наприклад, ARM, DEC Alpha, SPARC, AVR, MIPS, POWER і PowerPC. Найбільш широко використовувані в настільних комп'ютерах процесори архітектури x86 раніше були CISC-процесорами, проте нові процесори, починаючи з Intel 486DX, є CISC-процесорами з RISC-ядром.

### 1.3.2 Опис МК ATmega

AVR-мікроконтролери, як уже згадувалося, містять на кристалі наступні

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ					



апаратні засоби: 8-розрядне процесорне ядро, пам'ять програм, оперативну пам'ять даних, енергонезалежну пам'ять даних, регістри введення-виводу, схему переривань, схему програмування, а також периферійні пристрої.

Схема з'єднань компонентів представлена на рисунку 2.

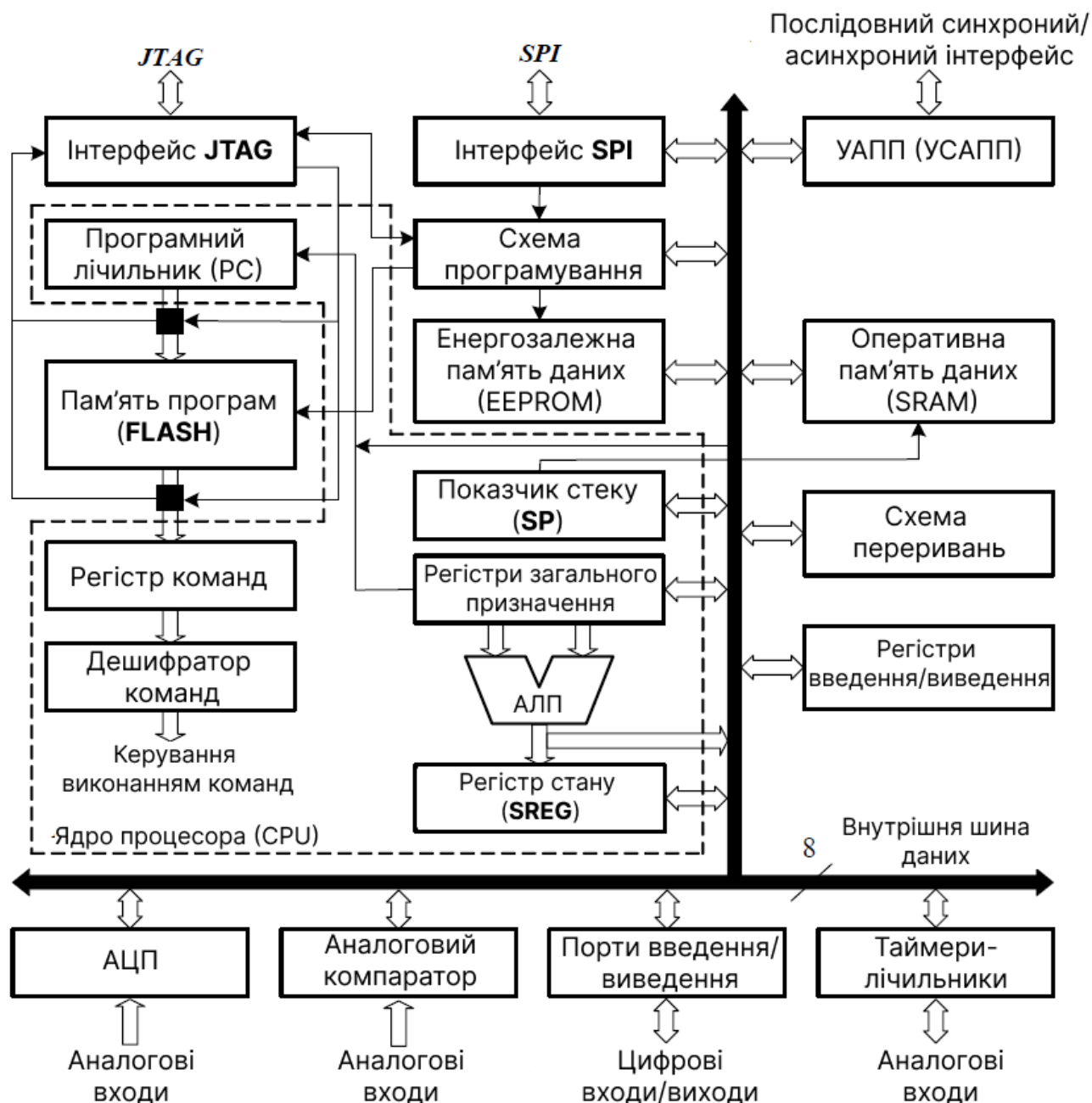


Рисунок 2 – Архітектура мікроконтролерів сімейства AVR

Ядро процесора (Central Processing Unit – CPU) AVR-мікроконтролерів містить арифметико-логічний пристрій (АЛП), регістри загального призначення (РЗП), програмний лічильник, показчик стеку, регістр стану, регістр команд, дешифратор команд, схему керування виконанням команд.

В АЛП виконуються всі обчислювальні операції. Операції виконуються лише над вмістом РЗП. На вибірку вмісту регістрів, виконання операції та запис

результату назад в РЗП витрачається один машинний такт (один період тактової частоти).

*Регістри загального призначення* - 8-розрядні комірки пам'яті зі швидким доступом, безпосередньо доступні АЛП. У AVR-мікроконтролерах є 32 РЗП.

*Програмний лічильник* (Program Counter – **PC**) містить адресу наступної команди, що виконується.

*Регістр стану* (Status Register - **SREG**) містить слово стану процесора.

*Регістр команд, дешифратор команд і схема керування* виконанням команд забезпечують вибірку з пам'яті програм команди, адреса якої міститься в програмному лічильнику, її декодування, визначення способу доступу до вказаних у команді аргументів і виконання команди. Для прискорення виконання команд використовується механізм конвеєризації, який полягає в тому, що під час виконання поточної команди програмний код вибирається з наступної пам'яті і декодується.

Пам'ять програм є перепрограмованим ПЗП типу Flash і виконана у вигляді послідовності 16-розрядних комірок, оскільки більшість команд AVR-мікроконтролера є 16-розрядними словами. Гарантується щонайменше 10 000 циклів перезапису. Пам'ять програм має розмір від 2 до 256 Кбайт (від 1 до 128К слів).

*Оперативна пам'ять* даних є статичним ОЗП (SRAM – Static Random-Access Memory) та організована як послідовність 8-розрядних комірок, може бути внутрішньою (до 16 Кбайт) та зовнішньою (до 64 Кбайт).

*Енергонезалежна (nonvolatile) пам'ять* даних організована як послідовність 8-розрядних комірок і є перепрограмовуване ПЗП з електричним стиранням (РПЗП-ЕС, або EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read-only Memory), має розмір до 64 Кбайт.

*Регістри введення/виведення* призначені для керування процесорним ядром та периферійними пристроями AVR-мікроконтролера.

*Схема переривань* забезпечує можливість асинхронного переривання процесу виконання програми за певних умов.

До *периферійних пристроїв* AVR-мікроконтролера відносяться: порти введення/виведення, таймери, лічильники, аналоговий компаратор, аналого-цифровий перетворювач, універсальний асинхронний (синхронно-асинхронний) приймач – УАПІ (УСАПІ), послідовний периферійний інтерфейс **SPI**,

						ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			19

інтерфейс **JTAG** та ін. Набором периферійних пристроїв визначаються функціональні можливості мікроконтролера.

Обмін інформацією між пристроями AVR-мікроконтролера здійснюється за допомогою внутрішньої 8-розрядної шини даних.

### 1.3.3 Програмна модель AVR-мікроконтролерів

Програмна модель мікропроцесора є сукупністю програмно доступних ресурсів. У програмну модель мікроконтролерів сімейства AVR входять: РЗП, регістри введення/виведення даних, пам'ять програм, оперативна пам'ять та енергонезалежна пам'ять даних.

Схема програмної моделі приведена на рисунку 3.

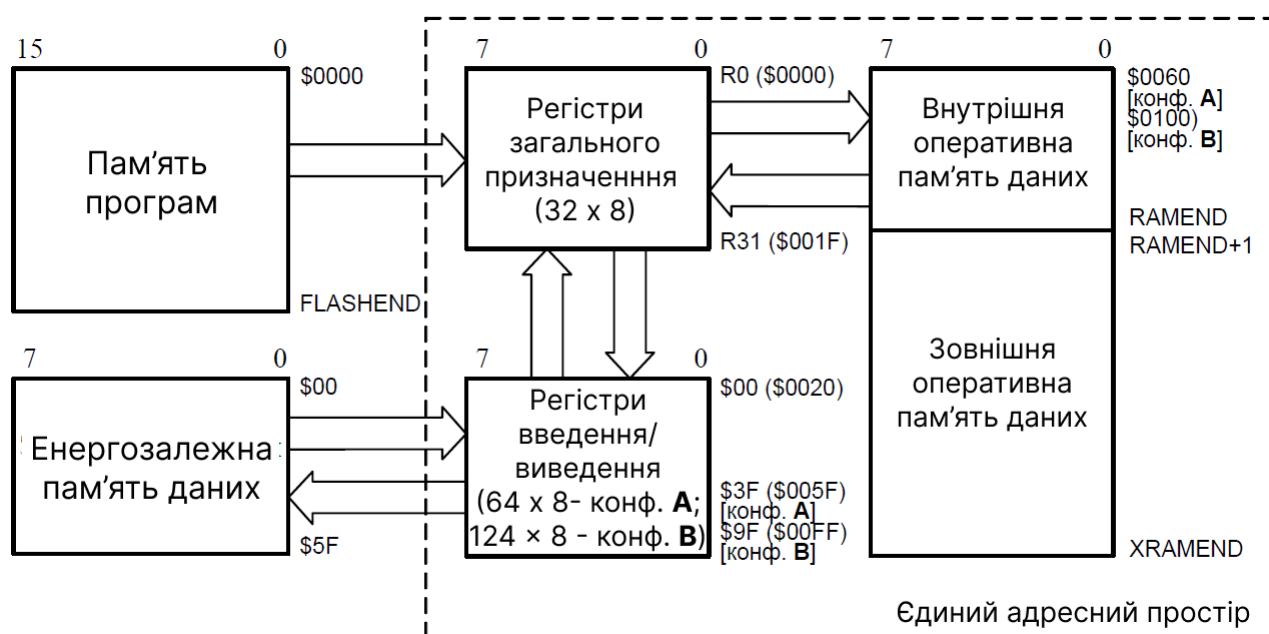


Рисунок 3 – Програмна модель AVR-мікроконтролерів

РЗП (R0...R31) можуть використовуватись у програмі для зберігання даних, адрес, констант та іншої інформації. Шість старших регістрів об'єднані попарно і складають три 16-розрядні регістри X [R27: R26], Y [R29: R28] і Z [R31: R30].

Схематичне об'єднання зображене на рисунку 4.

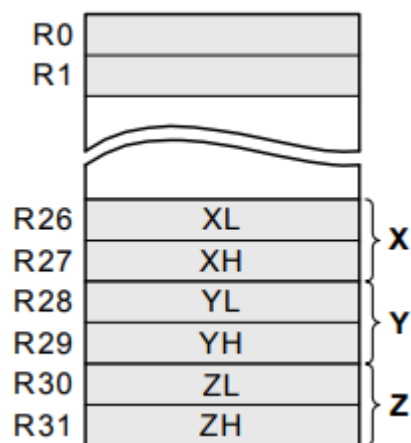


Рисунок 4 – Регістри загального призначення

РЗП, регістри введення/виведення та оперативна пам'ять даних утворюють єдиний адресний простір. Адресний простір – це безліч доступних комірок пам'яті, що різняться за адресами; адресою називається число, що однозначно ідентифікує комірку пам'яті (реєстр). Адреси комірок пам'яті зазвичай записуються у шістнадцятковій системі числення, на що вказує знак \$ у позначенні адреси.

Існує дві конфігурації єдиного адресного простору пам'яті AVR-мікроконтролерів. У конфігурації **A** молодші 32 адреси (\$0000...\$001F) відповідають РЗП, наступні 64 адреси (\$0020...\$005F) займають регістри введення/виведення, внутрішня оперативна пам'ять даних починається з адреси \$0060, розміщуються 160 додаткових реєстрів введення/виведення; внутрішня оперативна пам'ять даних починається з адреси \$0100. Конфігурація **A** використовується в молодших моделях мікроконтролерів та в деяких старших моделях у режимі сумісності з моделями, знятими із виробництва; конфігурація **B** – у старших моделях.

В пам'ять програм, окрім власне програми, можуть бути записані постійні дані, які не змінюються у процесі роботи мікропроцесорної системи (константи, таблиці лінеаризації датчиків тощо). Виконання програми при вмиканні вживлення або після скидання мікроконтролера починається з команди, що знаходиться за адресою \$0000 (тобто у першій комірці) пам'яті програм.

Енергонезалежна пам'ять даних призначена для зберігання інформації, яка може змінюватися безпосередньо у процесі роботи мікропроцесорної системи (калібрувальні коефіцієнти, конфігураційні параметри тощо). Енергонезалежна пам'ять даних має окремий адресний простір і може бути зчитана та записана програмним шляхом.

## 2 АНАЛІЗ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТРОЇ БАЗИ

### 2.1 Вибір компонентів для пристрою імітації присутності

#### 2.1.1 Вибір МК

За основу взятий мікроконтролер серії AT89C51 від фірми Atmel. Схема МК представлена на рисунку 5.

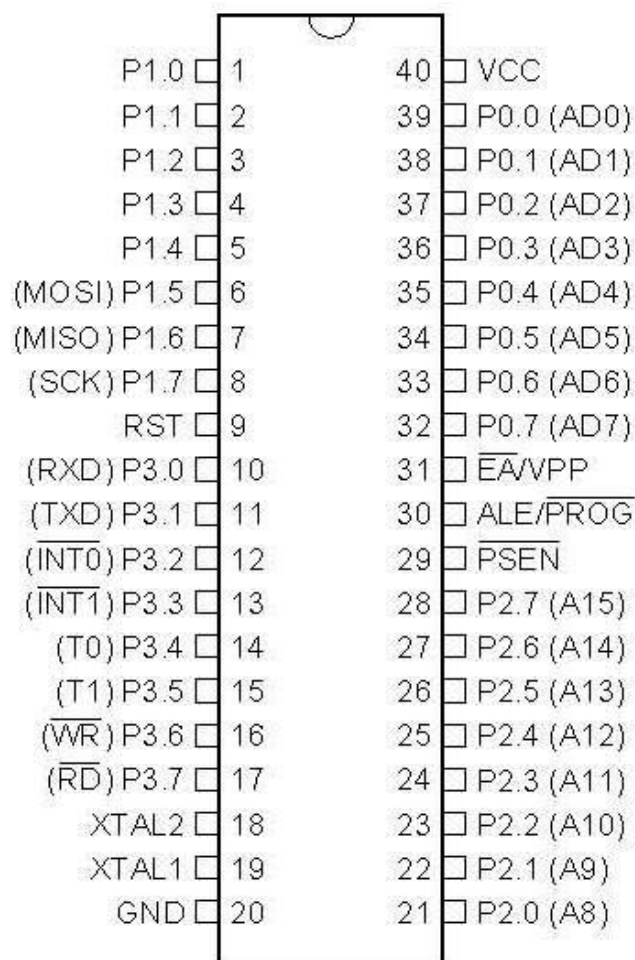


Рисунок 5 – Схематичне позначення МК AT89C51

AT89C51 – малопотужний, високопродуктивний КМОП 8-розрядний мікроконтролер оснащений Flash-програмованим ПЗП, МК сумісний по системі команд з іншими представниками сімейства MSC-51.

Основні характеристики МК AT89C51:

- 4кБ програмованої Flash-пам'яті та 1000 циклів запису/стирання;
- повністю статичний прилад з діапазоном частот до 24МГц;
- трирівневе блокування пам'яті програм;
- вбудований 128 x 8-біт ОЗП;
- 32 програмовані лінії введення/виведення;

- два 16-розрядних таймери/лічильники подій;
- шість джерел сигналів переривання;
- програмований послідовний канал UART;
- пасивний (idle) та зупинний (power down) режими.

Схема розміщення внутрішніх компонентів приведена на рисунку 6.

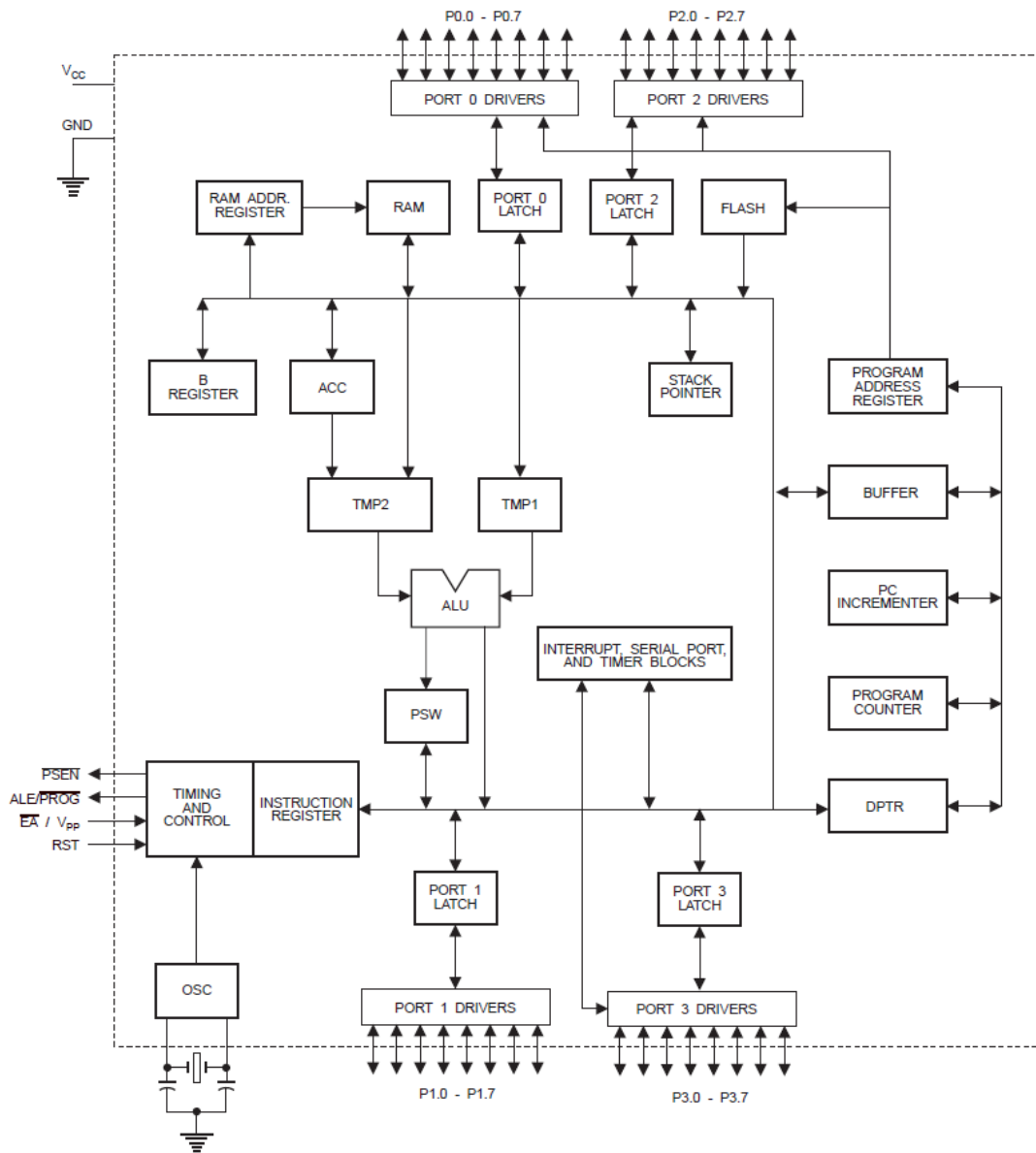


Рисунок 6 – Блокова діаграма розміщення компонентів МК

Опис портів:

- $V_{cc}$  – підтримка напруги.
- GND – заземлення.
- Port 0 – 8-бітний двонапрямлений порт введення/виведення з відкритим стоком. В якості порту виведення кожен вивід може подавати 8 TTL-входів. Коли на виводи Port 0 записується 1, виводи можуть використовуватись як високоімпедансні входи, сам Port 0 може бути

зконфігурований як мультиплексорна шина молодшого порядку шини адреси/даних під час доступу до зовнішньої пам'яті програм і пам'яті даних, даний порт також приймає кодові байти під час програмування Flash-пам'яті та виводить байти коду під час перевірки програми.

- Port 1 – 8-бітний двонапрямлений порт введення/виведення, вхідні буфери якого отримувати/передавати сигнал на чотири TTL-входи, коли на виводи порту записується 1, вони переносяться в підвищений стан і можуть використовуватись як входи, порт також приймає молодші байти адреси під час програмування та верифікації Flash-пам'яті.
- Port 2 – 8-бітний двонапрямлений порт введення/виведення, вхідні буфери якого можуть отримувати/передавати сигнал на чотири TTL-входи, при записі 1 на виводи порту, вони підтягуються к високому рівню і можуть використовуватись як входи, порт передає старший байт адреси при вибірці із зовнішньої пам'яті програм та при доступі до зовнішньої пам'яті даних, що використовує 16-бітні адреси (MOVX @DPTR). Під час доступу до зовнішньої пам'яті даних, що використовує 8-бітні адреси (MOVX @RI), порт передає зміст регістра спеціальних функцій P2, також приймає старші біти адреси та деякі сигнали керування під час програмування та верифікації Flash-пам'яті.
- Port 3 – аналогічний по функціоналу до портів 1 та 2, при записі на виводах порту 1, останні підтягуються та можуть використовуватись як входи, зовнішньо підтягуються до низького рівня, можуть бути джерелом струму.
- RST – вхід скидання, високий рівень на цьому виході протягом двох машинних циклів під час роботи осцилятора скидає пристрій.
- ALE/ $\overline{\text{PROG}}$  – відповідає за вихідний імпульс для фіксації молодшого байта адреси при зверненні до зовнішньої пам'яті, цей контакт також являється входом імпульсу програми (PROG) при Flash-програмуванні, в нормальному режимі порт відправляє сигнал з частотою 1/6 від частоти генератора і може використовуватись для зовнішньої синхронізації, відліку та підрахунку, один імпульс пропускається при кожному зверненні до зовнішньої пам'яті. При необхідності цей порт можна вимкнути, встановивши 0 біт в SFR, в комірку 8EH, в інший час

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24

вивіх слабо підтянутий до високого рівня, порт не вдасться вимкнути, якщо МК знаходиться в режимі зовнішнього виконання.

- $\overline{PSEN}$  – порт зовнішнього зчитування пам’яті, коли МК оброблює код із зовнішньої пам’яті, порт активується двічі в кожному машинному циклі, за виключенням того, що пропускаються дві активації кожно разу під час доступу до зовнішньої пам’яті даних.
- $\overline{EA}/V_{pp}$  – порт потребує заземлення, щоб пристрій мав змогу задіяти код із зовнішніх місць пам’яті програм, починаючи з 0000H до FFFFH, також цей порт потребує підключення до живлення, на цьому виводі подається 12- вольтова напруга дозволу програмування, під час програмування Flash-пам’яті.
- XTAL1 – вхід для підсилення інвертуючого генератора та вхід для системи керування внутрішнім годинником.
- XTAL2 – порт для вихідного сигналу підсилювача інвертувального генератора.

Port 3 виконує наступні функції, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Функціонал Port 3

Найменування порту	Функціонал порту
P 3.0	RXD (серійний вхідний порт)
P 3.1	TXD (серійний вихідний порт)
P 3.2	$\overline{INT0}$ (зовнішнє переривання 0)
P 3.3	$\overline{INT1}$ (зовнішнє переривання 1)
P 3.4	T0 (зовнішній лічильник 0)
P 3.5	T1 (зовнішній лічильник 1)
P 3.6	$\overline{WR}$ (запис в зовнішню пам’ять даних)
P 3.7	$\overline{RD}$ (зчитування із зовнішньої пам’яті даних)

### 2.1.1.1 Характеристики генератора МК

Порти XTAL1, XTAL2 – відповідно, порти входу та виходу інвертуючого підсилювача, котрий може бути налаштований в якості генератора на кристалі, для цього можна використовувати керамічний резонатор або кварцевий кристал.

Схема налаштування зображена на рисунку 3. Для керування пристроєм від зовнішнього джерела тактового сигналу необхідно залишити порт XTAL2 не



увімкненим, а XTAL1 задіяти як на рисунку 4. В такому випадку вимоги до робочого циклу зовнішнього тактового сигналу відсутні, так як вхід на внутрішню схему здійснюється за методом «flip-flop» (схема, що має два стійких стани і може використовуватись для збереження даних про стан) з дільником на два, але необхідно дотримуватись специфікацій мінімального та максимального часу високої та низької напруги.

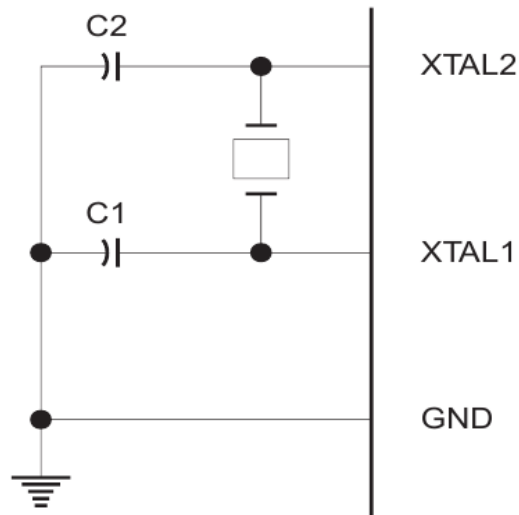


Рисунок 7 – Налаштування, як генератор

Примітка:  $C1, C2 = 30 \text{ пФ} \pm 10 \text{ пФ}$  для кристалу

$= 40 \text{ пФ} \pm 10 \text{ пФ}$  для керамічних резонаторів

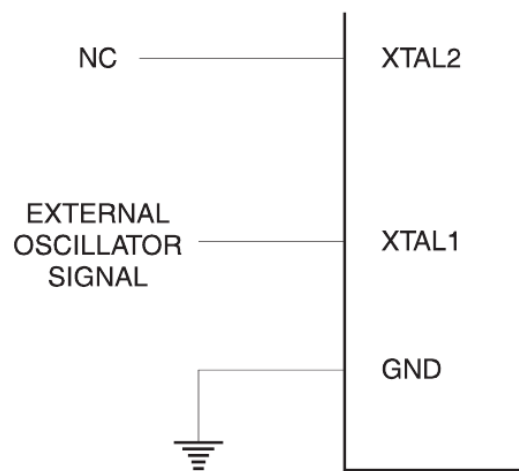


Рисунок 8 – Конфігурація приводу зовнішнього тактового генератора

Режим «очікування» – в цьому режимі ЦП знижує свою активність, в той час як периферійні пристрої продовжують свою роботу, сам режим активується програмно, зміст ОЗП і всіх регістрів спеціальних функцій в цьому режимі

залишається незмінним, вийти з режиму можна задіявши будь-яке переривання або апаратне скидання.

Режим «зупинки» – зупиняється постачання живлення на генератор, команда, що призводить до вимкнення живлення виконується останньою. ОП МК і спеціальні регістри зберігають свої значення до того часу, поки режим не завершиться, єдиним способом виходу з цього режиму є апаратне скидання, за допомогою SFR, при цьому не змінюючи ОЗП МК. Скидання не повинен активуватись до відновлення нормального робочого рівня живлення і має утримуватись в активному стані досить довго, щоб дозволити генератору перезавантажитись та стабілізуватись.

### 2.1.1.2 Біти блокування пам'яті програм

МК містить три біти блокування, котрі можна залишити незапрограмованими (Н) або запрограмувати (З) для отримання додаткових можливостей наведених нижче:

Таблиця 2 – Режими бітів блокування програм

Біти блокування програм				Тип блокування
Режим	LB1	LB2	LB3	
1	Н	Н	Н	Функції блокування відсутні.
2	З	Н	Н	Інструкції MOVС, що виконуються із зовнішньої пам'яті програми позбавлені можливості отримувати байти коду із внутрішньої пам'яті, ЕА відбирається та закривається при скиданні, а подальше програмування Flash-пам'яті вимкнено.
3	З	З	Н	Аналогічний до попереднього, перевірка також вимкнена.
4	З	З	З	Аналогічний до режиму 3, вимкнено зовнішнє виконання.

### 2.1.2 Вибір РК-індикатора

Для відображення інформації було обрано індикатор DV-16232 FBLY-H/R від фірми Data Vision, представлений на рисунку 9.

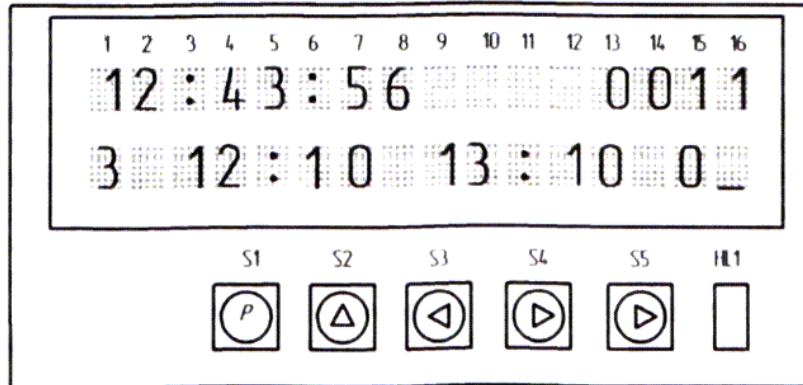


Рисунок 9 – Вигляд РК-індикатора

Індикатор має наступні характеристики:

- розмір модуля: 85 x 30 мм;
- розмір зони відображення: 66x16мм;
- розмір символу: 2.96 x 5.56мм;
- діапазон робочих частот по напрузі: до 7 В;

### 2.1.3 Вибір регістру

Компонент типу КР1554ИР – 8-розрядний керуючий регістр, котрий зображено на рисунку 10.

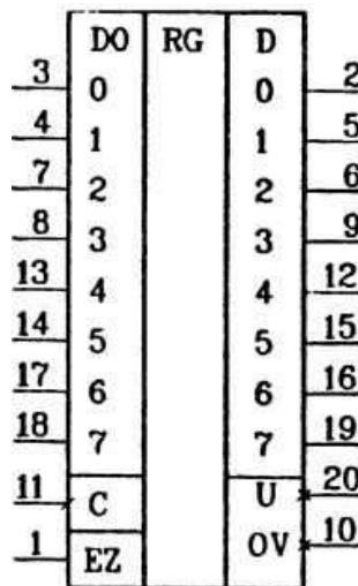


Рисунок 10 – Регістр КР1554ИР

Призначення виводів:

1 - вхід дозволу стану високого імпедансу виходу EZ;

2, 5, 6, 9, 12, 15, 19 – виходи даних D0..D7;

3, 4, 7, 8, 13, 14, 17, 18 – входи даних DO0..DO7;

10 – загальний;

11 – вхід тактового імпульсу за рівня C;

20 – напруга живлення.

Таблиця 3 – Таблиця істинності KP1554IP23

Тип сигналу	Вхід			Вихід	Режим
	EZ	C	DO	D	
L	Бінарний	H	H	H	Запис
L	Бінарний	L	L	L	Запис
L	X	X	DO	DO	Збереження
H	X	X	Z	Z	Стан високого імпедансу виходу

де L (Low) – слабкий/низький рівень,

H (High) – високий рівень

X – відсутність сигналу,

Бінарний – сигнал, що складається з послідовності чередування лог. 1 та 0

DO – повторення сигналу, що й на вході D0.

#### 2.1.4 Вибір діодів

КД522 – епітакціально планарний, кремнієвий діод, має глибокі виводи, корпус – скляний, масою до 0,15 г. Маркування на корпусі біля аноду чорними кільцевими смужками:

- КД522А – два кільця;
- КД522Б – три кільця;
- 2Д522Б – одне кільце.

Розміри компоненту приведені на рисунку 11.

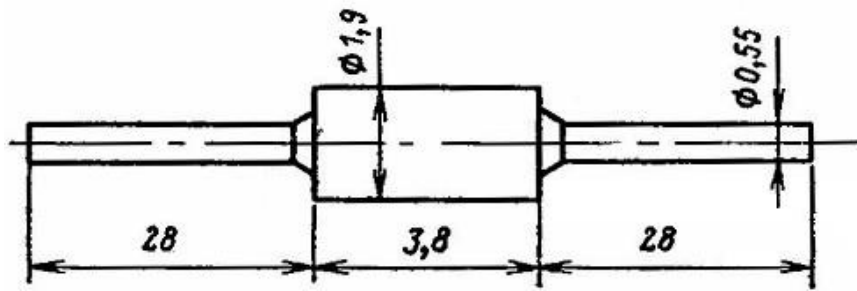


Рисунок 11 – Розміри КД522

Електричні падаметри діоду наступні:

Пряма постійна напруга при  $I_{пр} = 100 \text{ мА}$ , не більше:

2Д522Б при  $+25$  и  $+125^\circ\text{C}$  и КД522Б при  $+25^\circ\text{C}$  ..... 1,1 В

2Д522Б при  $+60$  и КД522А, КД522Б при  $+55^\circ\text{C}$  ..... 1,5 В

Зворотній постійний струм не більше:

КД522Б та 2Д522Б при  $U_{зв} = 50 \text{ В}$ ,  $+25^\circ\text{C}$  та 2Д522Б при  $U_{зв} = 50 \text{ В}$ ,  $+60^\circ\text{C}$

..... 5 мкА

КД522А при  $+25^\circ\text{C}$  при  $U_{зв} = 30 \text{ В}$ ,  $+25^\circ\text{C}$  ..... 2 мкА

2Д522Б при  $U_{зв} = 50 \text{ В}$ ,  $+125^\circ\text{C}$  ..... 100 мкА

КД522Б та КД522А при  $U_{зв} = 50/30 \text{ В}$ ,  $+85^\circ\text{C}$  ..... 50 мкА

Загальна ємність діода при  $U_{зв} = 0 \text{ В}$  ..... 4 пФ

Час встановлення зворотнього опору при  $I_{пр} = 10 \text{ мА}$ ,  $U_{зв} = 10 \text{ В}$ ,  $I_{відс} = 2 \text{ мА}$

..... 4 нс

КИПД 02Б-1К – напівпровідниковий діод, розміри якого приведені на  
рисунку 12.

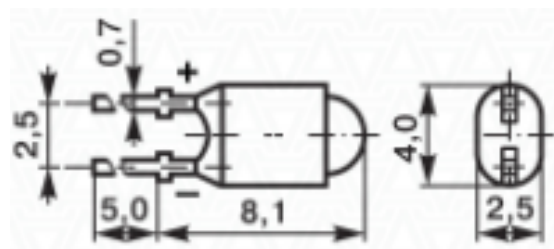


Рисунок 12 – Габарити КИПД 02Б-1К

Діод має наступні характеристики:

Прямий струм ..... 5 мА

Пряма напруга ..... 1,8 В

Кут випромінювання .....  $120^\circ$

Довжина хвилі ..... 655-680 нм

Сила світла ..... 0,9 мкд

Діапазон робочих температур..... 60..+70°C

### 2.1.5 Вибір резисторів

Резистор С2-33Н-0,125 – постійний, металодіелектризований неізолюваний, призначений для використання в контурах постійного, змінного та імпульсних струмів, з рядом номінальних опорів – Е96, Е24. Розміри компоненту приведені на рисунку 13.

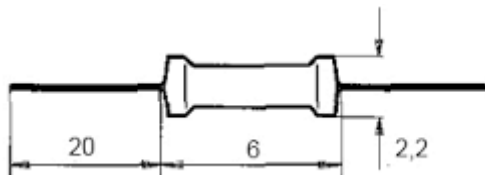


Рисунок 13 – Розміри резистора С2-33Н-0,125

Основні технічні параметри резистора:

Діапазон номінальних опорів ..... 1,0 Ом..3,01Мом

Номінальна потужність ..... 0,125 Вт

Максимальна напруга ..... 200 В

Допустимі відхилення опорів .....  $\pm 1$ ;  $\pm 2$ ;  $\pm 5$

Температурний рівень ..... -60..+155°C

Резистор СП5-2ВА – підлаштувальний з круговим переміщенням рухомої частини контактної системи, зміна опору від мінімального до максимального виконується за 40 повних обертів. Вигляд резистора приведено на рисунку 14.

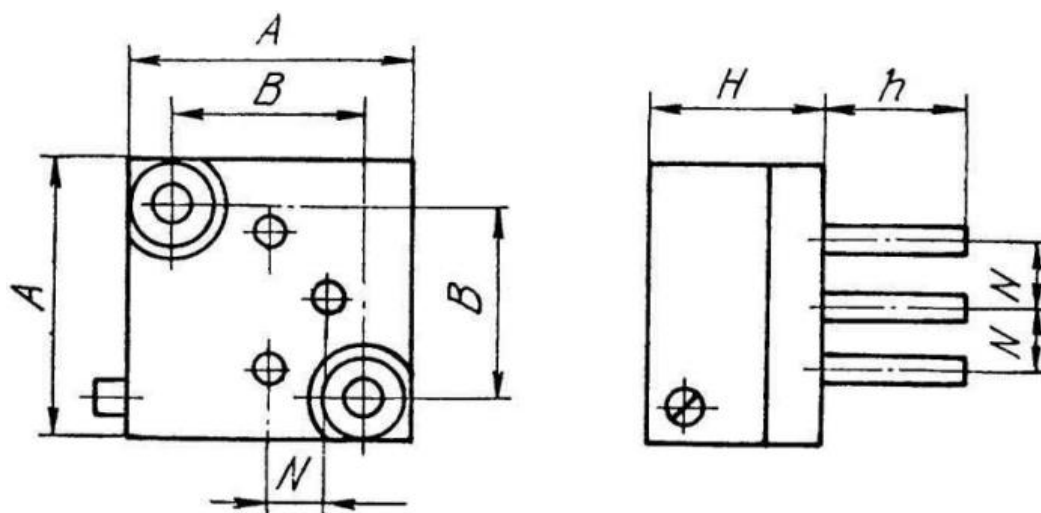


Рисунок 14 – Габарити резистора СП5-2ВА

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Технічні характеристики резистора:

Довжина сторони А.....	10 мм
Довжина сторони Н.....	5,4 мм
Довжина сторони h.....	4 мм
Довжина сторони N.....	3 мм
Діапазон опорів .....	3,3..47 кОм
Номинальна потужність розсіювання.....	0,5 Вт
Опір ізоляції.....	100 МОм

## 2.2 Вибір компонентів для охоронного пристрою

### 2.2.1 Вибір МК

Пристрій спроектовано на базі МК АТmega8535. Компонент представляє собою КМОП 8-бітний МК, сконструйований на AVR RISC-архітектурі. Використовуючи команди, що виконуються в один такт, МК досягає продуктивності в 1MIPS (million instructions per second) на робочій частоті в 1МГц, схема МК представлена на рисунку 15.

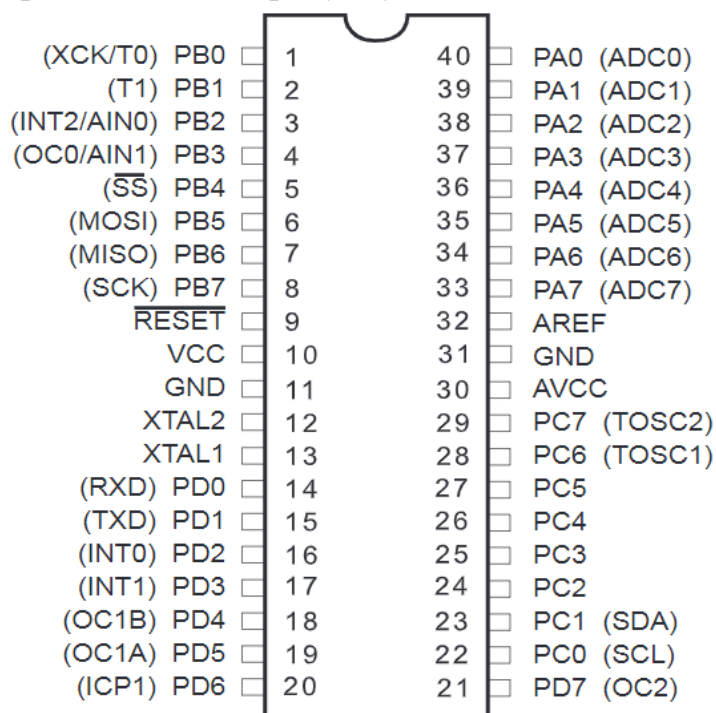


Рисунок 15 – Розташування виходів МК Atmega8535

Основні відмінності МК:

- Розвинена RISC архітектура:
  - 130 команд, більшість з яких виконується за один машинний такт;

- 32 x 8 робочих реєстри загального призначення;
- повністю статичний режим;
- до 16 MIPS при частоті в 16 МГц;
- вбудований 2-х тактний помножувач;
- 32 програмованих порти введення/виведення;
- Енергонезалежна пам'ять програм та пам'ять даних:
  - 8 кБ Flash-пам'яті програм з внутрішньосистемним керуванням;
  - Завантажувальна область пам'яті з незалежними ключовими бітами;
  - 512 байт EEPROM;
  - Програмований ключ доступу до програм пам'яті даних;
- Переферія:
  - два 8-бітних таймери/лічильники;
  - один 16-бітний таймер/лічильник;
  - лічильник реального часу;
  - чотири ШИМ генератора;
  - вбудований аналоговий компаратор;

Схема розміщень внутрішніх компонентів приведена у додатку А.

Опис портів, відмінних від АТ89С51:

- Port A (РА0..РА7) – аналогові виходи для АЦП. Порт А також служить 8-розрядним двонаправленим портом введення/виведення, якщо АЦП не використовується. Виводи порту можуть забезпечувати внутрішні підтягуючі резистори (вибираються для кожного біта окремо). Вихідні буфери порту А мають симетричні характеристики приводу з високими можливостями прийому та передаванням даних. Коли контакти РА0..РА7 використовуються як вхідні сигнали і зовні підтягуються до низького рівня, вони будуть джерелом струму, якщо активовані внутрішні підтягуючі резистори. Виводи порту А мають три положення, коли стан скидання стає активним, навіть якщо годинник не працює.
- Port B – 8-розрядний двонаправлений порт введення/виведення з внутрішніми підтягуючими резисторами (вибираються для кожного біта). Вихідні буфери порту В мають симетричні характеристики приводу з приймання та передачі. Як вхідні сигнали, контакти порту В, які зовні підведені до низького рівня, будуть джерелом струму, якщо активовані підтягуючі резистори. Виводи порту мають аналогічні

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33



з Port A положення.

- Port C – аналогічний за функціоналом до Port B.
- Port D – аналогічний за функціоналом до Port C.
- AVCC – живлення для Port A та АЦП. Для його роботи необхідно приєднати до  $V_{cc}$ , навіть якщо АЦП не використовується, якщо ж АЦП увімкнено – порт підключається через фільтр нижніх частот.
- AREF – аналоговий порт для АЦП.

### 2.2.2 Вибір конденсаторів

K50-35 – алюмінієвий оксидно-напівпровідниковий конденсатор, полядний з однонаправленими виходами, наведений на рисунку 16.

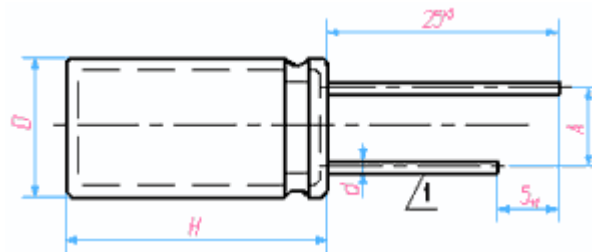


Рисунок 16 – Габарити конденсатора K50-35

Конденсатор має наступні характеристики:

Ємність ..... 0,1 мкФ  
Номінальна напруга ..... 100 В  
Допустимі відхилення ємності .....  $\pm 20\%$   
Струм витоку ..... 3 мкА  
Температурний рівень .....  $-40..+105^\circ\text{C}$

K10-17A – керамічний монолітний конденсатор постійної ємності універсального призначення, ізольований, з однонаправленими виводами, наведений на рисунку 17.

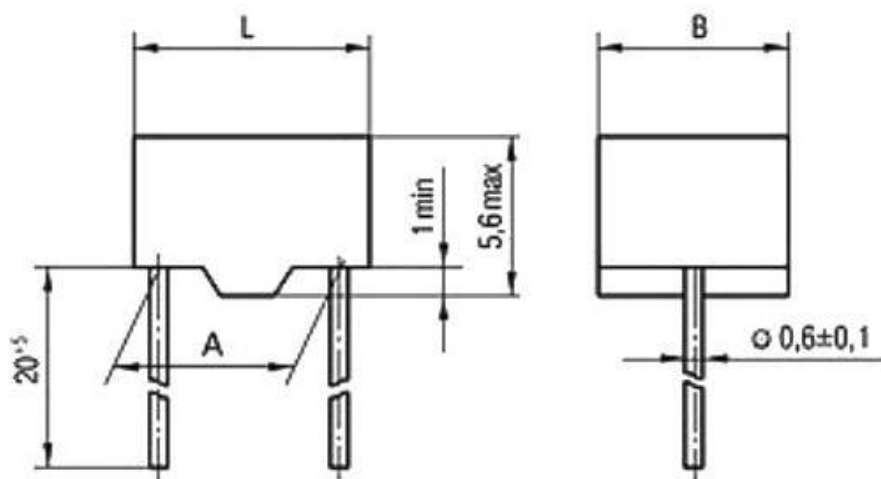


Рисунок 17 – Габарити конденсатора К10-17А

Характеристики конденсатора:

Ємність .....	0,1 мкФ
Номінальна напруга .....	50 В
Допустимі відхилення.....	±5.. ± 20%
Опір ізоляції.....	> 10 000Мом
Температурний рівень .....	-60..+125°С

### 2.2.3 Вибір тумблера

МТД1 – перекидний однополюсний перемикач з двопозиційною фіксацією ручки керування, наведений на рисунку 18. Призначений для роботи при напрузі до 250 В та силі струму до 4 А.

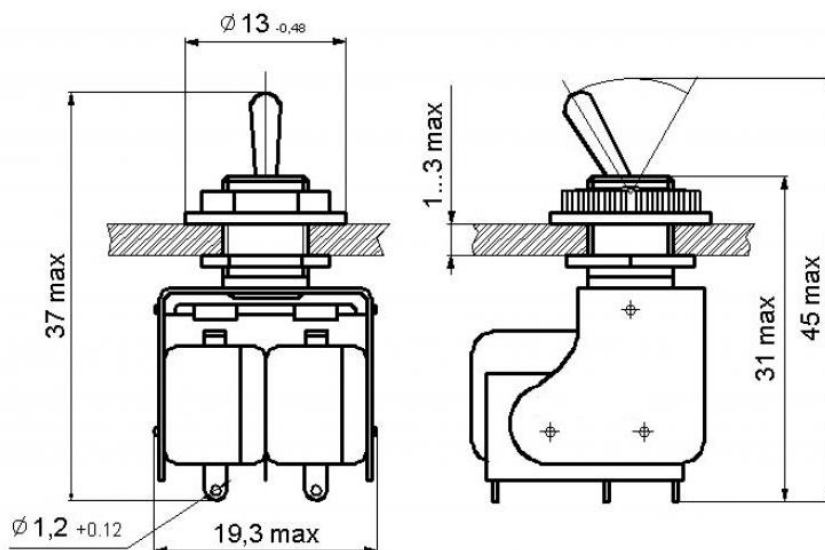


Рисунок 18 – Габарити тумблера МТД1

## 2.2.4 Вибір реле

РЕС48Б РС4.590.201 – електромагнітне неполяризоване реле, двопозиційне, наведене на рисунку 19.

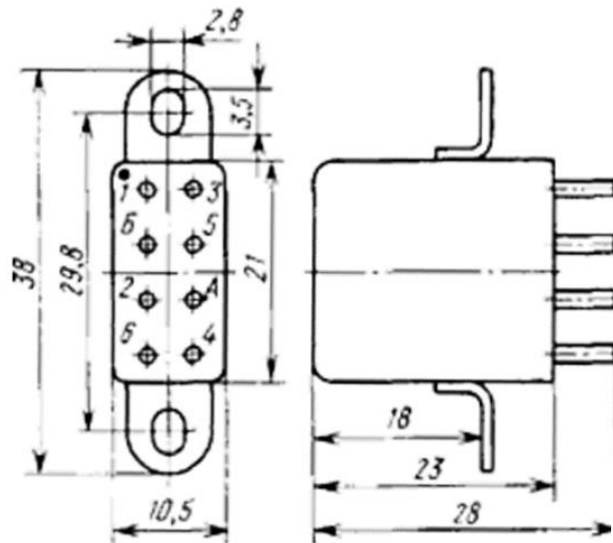


Рисунок 19 – Габарити реле РЕС48Б РС4.590.201

Реле має наступні характеристики:

Робоча напруга .....	20..36 В
Опір контактів .....	1,5 Ом
Опір обмотки .....	540..560 Ом
Струм спрацювання .....	23 мА
Постійний комутаційний струм.....	0,1..0,3 А

## 2.2.5 Вибір кінцевого вимикача

ВПК-2111 – кінцевий вимикач, наведений на рисунку 20.

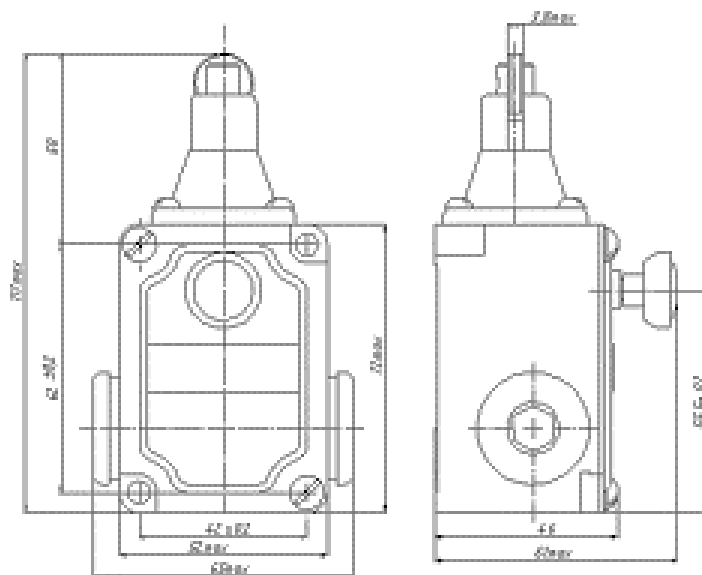


Рисунок 20 – Габарити вимикача ВПК-2111

Вимикач має наступні характеристики:

- Номінальний комутуючий струм ..... 10 А
- Номінальні робочі змінна/постійна напруги..... 660 В/440 В
- Ступінь захисту ..... IP65

### 2.2.6 Вибір пьезоелектричного випромінювача

НРМ14АХ – пьезоелектричний випромінювач зі штирьовими виводами, представлений на рисунку 21.

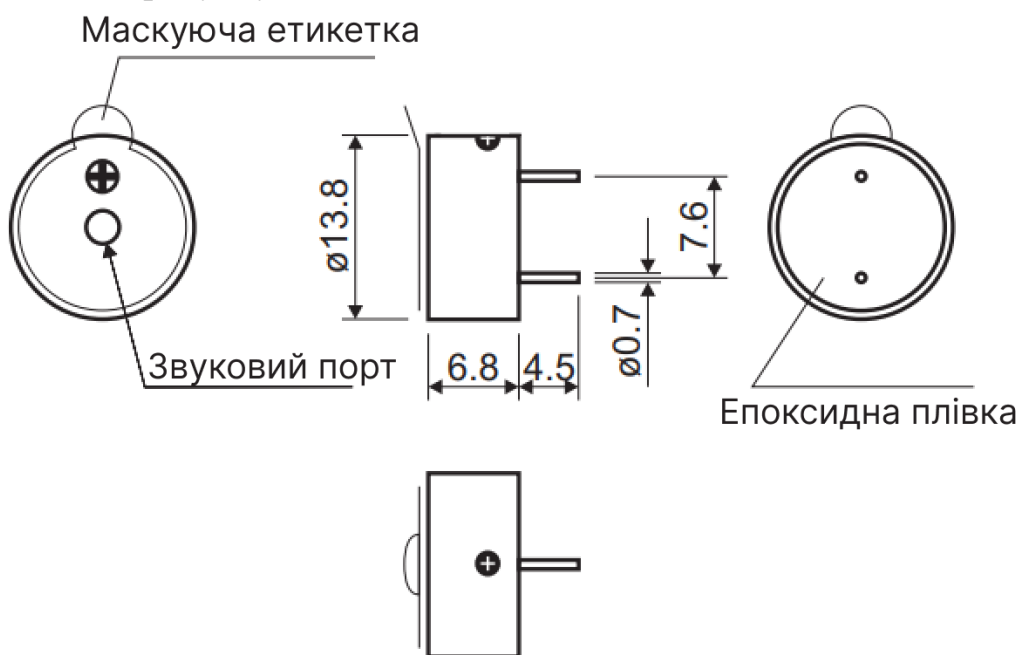


Рисунок 21 – Габарити пьезоелектричного випромінювача НРМ14АХ

Основні характеристики випромінювача:

Номінальна робоча напруга ..... 3..16 В  
 Максимальний струм ..... 7 мА  
 Частота ..... 4 кГц  
 Температурний рівень ..... -30..+80°С

### 2.2.7 Вибір транзисторів та діоду

КТ829А – кремнієвий мезапланарний підсилюючий n-p-n транзистор, приведений на рисунку 22.

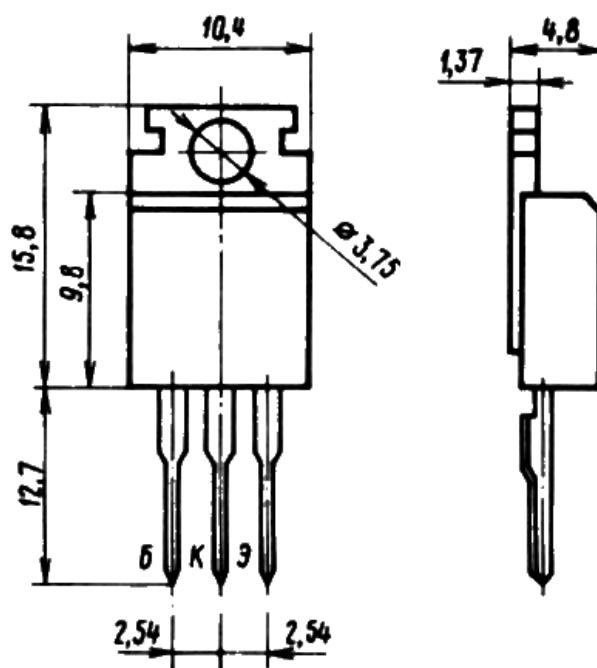


Рисунок 22 – Габарити транзистора КТ829А

Транзистор має наступні характеристики при  $T_n = 25^\circ\text{C}$ :

Максимальний струм колектора..... 8 А  
 Максимальний імпульсний струм ..... 12 А  
 Максимальна напруга між колектором і емітером ..... 100 В  
 Максимальна напруга емітер-база ..... 5 В  
 Максимально допустима потужність..... 60 Вт  
 Статичний коефіцієнт передачі струму ..... > 750  
 Температурний рівень ..... -40..+85 °С

КТ3107Е – кремнієвий епітаксіально-планарний p-n-p підсилений коефіцієнтом шуму на частоті 1 кГц, представлений на рисунку 23.

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ				

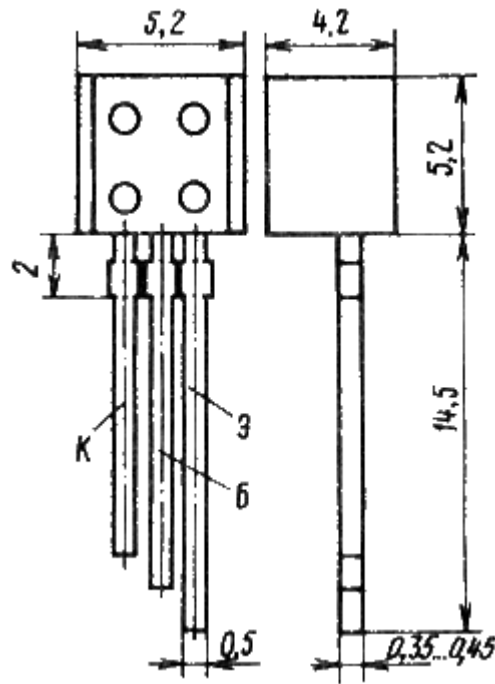


Рисунок 23 – Габарити транзистора КТ3107Е

Його характеристики при  $T_n = 25^\circ\text{C}$  наступні:

Максимальний струм колектора.....	100 мА
Максимальний імпульсний струм.....	200 мА
Максимальна напруга між колектором і емітером.....	45 В
Максимальна напруга колектор-база.....	5 В
Максимально допустима потужність.....	60 Вт
Статичний коефіцієнт передачі струму.....	> 750
Температурний рівень.....	-60..+125°C

АЛ307АМ – епітаксіальний діод з розсіювальним випромінюванням, приведений на рисунку 24

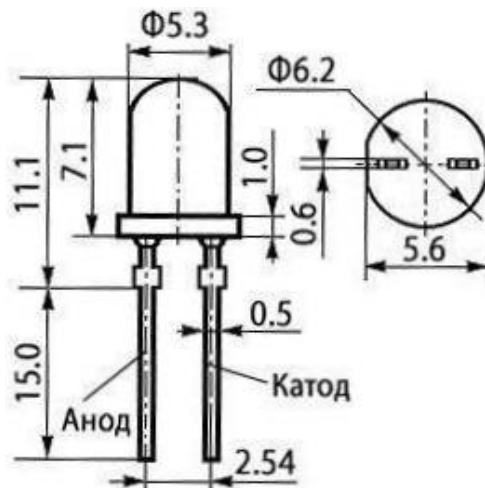


Рисунок 24 – Габарити світлодіоду АЛ307АМ

Діод має наступні характеристики:

Колір свічення ..... червоний

Максимальний постійний струм ..... 20 мА

Максимальний імпульсний струм ..... 100 мА

Максимальна постійна зворотня напруга ..... 2 В

Максимальна імпульсна зворотня напруга ..... 2 В

Температурний рівень ..... -60..+70°C

Інші елементи будуть аналогічними до вже обраних у попередньому пристрої.

### 3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ПРИСТРОЇВ

#### 3.1 Розробка алгоритму для пристрою імітації присутності

Плата контролера пристрою виконує наступні дії:

- відлік реального часу;
- індикація поточного часу у 24-часовому форматі в режимі години-хвилини-секунди;
- встановлення поточного часу та його корегування;
- встановлення дев'яти інтервалів часу, в яких вхідні канали №1..7 (відповідно, виводи 1..7 МК DD1), що керуються відповідно до алгоритму. Кінець будь-якого інтервалу є початком наступного;
- програмування інтервалів у рамках 24-годинного формату.

На платі контролера можна запрограмувати 9 «будильників», в момент активації яких вмикаються або вимикаються відповідні канали (навантаження). Обмежень в заданні часу немає. На дисплеї РК-індикатор HG1 можна тимчасово спостерігати поточний час та межі одного з інтервалів (час вмикання та вимикання), а також стан навантажень (ввімкнута або вимкнута) в цьому інтервалі. Якщо поточний час співпав з початком будь-якого іншого інтервалу, то в порт P1 МК DD1 завантажується байт керування навантаженнями для цього інтервалу часу.

Вибір та встановлення параметрів виконуються за допомогою 5-кнопочної клавіатури у котрої кнопка S1 (P) циклічно перемикає налаштовані інтервали (від першого до дев'ятого), до того ж, при ввімкненні живлення таймер №1 переходить в режим «інтервал 1».

Натискання на кнопку S2 збільшує на одиницю значення обраного розряду при встановленні поточного часу та часових інтервалів, а також керує поданням звукового та світлового сигналу на початку кожного інтервалу.

Вибір та встановлення параметрів виконуються за допомогою 5-кнопочної клавіатури у котрій кнопка S1 (P) циклічно перемикає налаштовані інтервали (від першого до дев'ятого), до того ж, при увімкненні живлення таймер №1 переходить в режим «інтервал 1».

Натискання на кнопку S2 збільшує на одиницю значення обраного розряду при встановленні поточного часу та часових інтервалів, а також керує поданням звукового та світлового сигналу на початку кожного інтервалу.

Кнопками S3 та S4 здійснюється вибір змінюваного розряду, при цьому обраний розряд помічається курсором на дисплеї.

В кожному рядку індикатора відображається 16 символів. Розряди дисплею мають наступні значення (зліва на право):

Таблиця 4 – Призначення розрядів дисплею індикатора HG1

Розряд	Відображення
Перший рядок	
1-й	Десятки годин поточного часу
2-й	Одиниці годин поточного часу
3-й	Символ « : » (під час роботи таймера блимає з періодичністю в 1с., під час корегування або встановлення поточного часу увімкнений постійно)
4-й	Десятки хвилин поточного часу
5-й	Одиниці хвилин поточного часу
6-й	Символ « : » (під час роботи таймера блимає з періодичністю в 1с., під час корегування або встановлення поточного часу увімкнений постійно)
7-й	Десятки секунд поточного часу
8-й	Одиниці секунд поточного часу
9-й	Пробіл (space)
10..16-й	Стан вихідних каналів 1..7 в поточному інтервалі часу («1» відповідає увімкненому часовому інтервалу)



Другий рядок	
1-й	Поточний режим роботи пристрою (відображуване число відповідає діючому часовому інтервалу)
2-й	Пробіл (space)
3..7-й	Час початку інтервалу (розділених символом « : ») у годинах-хвилинах
8-й	Пробіл (space)
9..13-й	Час закінчення інтервалу (розділених символом « : ») у годинах-хвилинах
14-й	Пробіл (space)
15-й	Флаг RAZ, дозволяє увімкнення навантаження у всіх запрограмованих інтервалах
16-й	Курсор (наявний у всіх режимах одразу після постачання напруги живлення)

Після постачання живлення плата МК переходить у режим «проміжок 1» (в першому розряді другого рядку дисплею відображається «1»). Лише в цьому режимі можливо встановити або скорегувати поточний час. Для цього необхідно використовуючи кнопки S3 або S4 підвести курсор до змінних розрядів поточного часу і кнопкою S2 змінити значення розряду. Для встановлення початкового й кінцевого значень інтервалів необхідно виконати аналогічні операції. Поточний час і флаг RAZ відображаються у всіх режимах. Для програмування вихідних каналів необхідно підвести курсор до необхідного розряду й кнопкою S2 змінити його значення. Кожне натискання кнопки S2 в цьому випадку інвертує попередній стан розряду. Після постачання живлення при ініціалізації у всі розряди (10..16) першого рядку заноситься «0» (канали вимкнено). Для дозволу керування каналами необхідно флаг RAZ (котрий відображається у 15-му розряді другого рядка на дисплеї індикатора) встановити в стан «1», кнопками S3 та S4, підвівши курсор до цього розряду, та кнопкою S2, теж встановивши «1». Для оперативного відключення всіх каналів необхідно цей розряд встановити «0». В процесі встановлення поточного часу в режимі «проміжок 1» забороняється його відлік. В інших режимах відлік поточного часу продовжується. Змінити флаг RAZ можна тільки в режимі «проміжок 1».

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

ПК-індикатор працює в режимі 4-розрядної шини даних. Для передавання даних задіяна старша тетрада байту, що пересилається МК в порт P0. З виводу 22 МК DD1 надходить сигнал, інформуючи індикатор щодо типу даних (якщо на RS надходить «1» – дані, «0» – сигнал). З виводу 23 МК DD1 надходить строб-сигнал, по зміні якого з «1» в «0» здійснюється запис даних в індикатор. Дані із індикатора не зчитуються, тому вивід 5 ( $\overline{RW}$ ) підключений до загального провідника. Зі змінного резистора R4 на вивід 3 індикатора надходить напруга, рівень якої регулює контраст зформованого зображення. В обраному індикаторі курсор автоматично переходить з першого на другий рядок після досягнення сорокового знакомісця. Якщо дісплей містить в рядку 16 символів, то для переходу на другий рядок необхідно знову встановити адресу комірки відеопам'яті індикатора (DD RAM).

У пам'яті даних МК DD1 за адресами з 30H до 35H, а також з 5AH до 61H організований буфер відображення для виведення інформації на дісплей. Згідно свого функціонального призначення адресний простір буферу розбито на дванадцять функціональних груп, що представлені у таблиці 5.

Таблиця 5 – Адресний простір буферу

Комірка	Зміст	Відображення на індикаторі
30H..35H	Значення поточного часу в хвилинах та секундах	У всіх режимах
36H..39H	Значення початку першого інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 1» та «проміжок 9»
3AH..3DH	Значення початку другого інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 1» та «проміжок 2»
3EH..41H	Значення початку третього інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 2» та «проміжок 3»
42H..45H	Значення початку четвертого інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 3» та «проміжок 4»

46Н..49Н	Значення початку п'ятого інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 4» та «проміжок 5»
4АН..4ДН	Значення початку шостого інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 5» та «проміжок 6»
4ЕН..51Н	Значення початку сьомого інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 6» та «проміжок 7»
52Н..55Н	Значення початку восьмого інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 7» та «проміжок 8»
56Н..39Н	Значення початку дев'ятого інтервалу у годинах та хвилинах	В режимах «проміжок 8» та «проміжок 9»
5АН..5ДН	Поточне значення початку інтервалу в годинах та хвилинах	Відображається в 3..7 розрядах другого рядка індикатора
5ЕН..61Н	Поточне значення кінця інтервалу в годинах і хвилинах	Відображається в 9..13 розрядах другого рядка індикатора

Напруга живлення надходить зі з'єднувача Х2. Конденсатор С2 фільтрує пульсації в контурі живлення +5 В. Споживання струму по каналу напруги +5 В, не перевищує 250 мА (за умови, що підсвічення індикатора НГ1 вимкнено). Сигнал з виходу 13 МК (з періодом 1 с) вмикає індикатор НЛ1. Через порт Р0 МК DD1 керує РК-індикатором НГ1 і через регістр DD2 – клавіатурою (що представлена кнопками S1..S4). Для функціонування клавіатури також задіяний вивід 12 МК DD1. Резистор R2 – струмообмежувальний для індикатора НЛ1. Одразу після постачання живлення на вивід 1 МК DD1 через RC-контур (резистор R2, конденсатор С1) формування сигнал апаратного скидання для МК DD1. Після його завершення виконується ініціалізація програми, в якій налаштовується індикатор НГ1. При цьому відбувається очищення його буферу і дозволяється відображення курсору. В порт Р1 записуються сигнали рівня

логічної 1 (навантаження вимкнені).

### 3.2 Розробка алгоритму для охоронного пристрою

Зовнішніми елементами по відношенню до системи являються 24 кінцеві вимикачі (S1..S24), які дозволяють контролювати стан 24 об'єктів – дверей та вікон. Один такий вимикач контролює стан одного об'єкту – дверей чи вікна. При закритому вікні кінцевий вимикач розімкнутий. Кожному датчику відповідає окремий індикатор, дозволяючи візуально контролювати стан дверей: відповідний індикатор не світиться, якщо двері зачинені і починає періодично світитись, якщо відчинені. В інтерфейс контролю та керування пристрою входять тумблери SA1, SA2 та індикатори HL1..HL25. Конструктивно всі вище зазначені компоненти умісно розмістити на окремій панелі керування.

Елементи інтерфейсу керування мають наступні призначення:

- SA1 (режим «Охорона») – тумблер вмикання сигналізації. При встановленні тумблера у положення «ВКЛ» приміщення стає під охороною приблизно через 15 секунд після замикання будь-якого кінцевого вимикача S1..SA24.
- SA2 – тумблер вимикача звуку. Цей перемикач функціонує лише в режимі контролю стану дверей (тумблер SA1 повинен бути встановлений в положення «ВІКЛ»). При встановленні SA2 в положення «ВКЛ», за умови, що одна з дверей буде відчинена, п'єзоелектричний випромінювач ВА1 одразу видасть звуковий сигнал тривалістю в ~ 2 секунди. Якщо цей тумблер у положенні «ВИМК», то при відкритті будь-якої з дверей буде лише періодично блимати відповідний індикатор.
- HL1 – індикатор активації режиму охорони. Якщо пристрій знаходиться в цьому режимі – індикатор світиться, якщо в «контроль стану дверей» - ні.

Спрацювання сигналізації означає активацію реле K1, при цьому замикаються його виводи 2, 3, 5 та 6. З періодичністю в 1 секунду вмикається та вимикається випромінювач ВА1. Для вимкнення сигналізації необхідно тумблер SA1 встановити у положення «ВИМК».

За основу взято МК DD1, робоча частота якого задається зовнішнім

						Лист
					ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ	45
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

резонатором ZQ1 і рівна 10МГц. До порту PD МК DD1 підключені вимикачі SA1 та SA2, пьезоелектричний випромінювач ВА1, індикатор HL1, а також ключ на транзисторах VT1 та VT2 для керування реле K1. До портів PB, PA, PC МК DD1 підключені кінечні вимикачі S1..S24 та індикатори HL2..HL25. Живлення на ці індикатори надходить через ключ на транзисторі VT3, котрий керується виводом 21 МК DD1. Резистори R10..R17, R20..R27, R28..R35 – струмообмежувачі для індикаторів HL2..HL25. Резистор R8 – струмообмежуючий для індикатора HL1. Реле K1 керується сигналом з виводу 14 МК DD1. Живлячі напруги +5 В та +12 В надходять до пристрою зі з'єднувача X1. Конденсатор С5 фільтрує пульсації в контурі живлення +5 В. Додаткову фільтрацію ВЧ-складових в контурі живлення МК DD1 виконує блокувальний конденсатор С4.

В алгоритмі роботи пристрою можна виділити два режими роботи: контроль стану дверей та охорона.

Розглянемо роботу пристрою у першому режимі. При цьому тумблер SA1 повинен знаходитись у положенні «ВИМК». Після подання живлення на пристрій при ініціалізації у всі розряди портів PA, PB та PC МК DD1 записуються лог. 1. Ключі на тиристорах VT1..VT2 закриті, індикатор HL1 вимкнено. Якщо всі двері зачинені, то кінцеві вимикачі S1..S24 розімкнуті, а індикатори HL2..HL25 погашені. З виводу 21 МК DD1 генерується періодичний сигнал (меандр) з переодом ~ 1 секунда. Якщо відчинити будь-які двері, наприклад № 1, то замкнеться кінцевий перемикач S5. Після чого індикатор HL2 почне блимати з переодичністю в 1 секунду, а пьезоелектричний випромінювач ВА1 надасть звуковий сигнал тривалістю в ~ 3 секунди. Звуковий сигнал буде звучати лише при увімкненому тумблері SA2. Якщо цей тумблер вимкнено, то спрацювання кінцевих перемикачів презвиде лише до блимання відповідних індикаторів.

Розглянемо роботу пристрою в режимі охорони. Спочатку тумблер SA1 встановлено в положення «ВИМК». Пристрій переходить в режим «Охорона» через ~15 секунд після встановлення тумблера SA1 у положення «УВМ». За цей час необхідно зачинити всі двері та покинути об'єкт, якщо це не можливо, то замикання дверей необхідно провести до увімкнення режиму «Охорони». Після завершення затримки при замиканні будь-якого з кінцевих вимикачів S1..S24, тобто, при відкритті будь-яких дверей чи вікна на відповідному виході портів PA, PB або PC МК DD1 з'явиться сигнал рівня лог. 0 і через ~ 10 секунд

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

увімкнеться звукова сигналізація (п'єзоелектричний випромінювач ВА1). До того ж. на виході 14 МК DD1 встановить рівень лог. 0, що спричинить перемикання реле К1. Для виключення сценарію спрацювання сигналізації необхідно протягом 10 секунд встановити тумблер SA1 у положення «ВИМК». Сигналізація увімкнеться навіть при короткочасному відчиненні дверей (наприклад, якщо їх відчинити, а після швидко зачинити).

Контакти реле К1 можна використовувати для замикання контурів керування або живлення різних виконуючих пристроїв, наприклад, механізму блокування дверей або увімкнення сирени чи іншого запису.

Незадіяні апаратні (лінії PD6 та PD7) та програмні ресурси МК DD1 можна використати для реалізації додаткових функцій. Наприклад, встановлення декількох кнопок й додати функцію встановлення та зняття з охорони пристрою через код доступу або керувати іншими виконуючими пристроями. Зміна констант в програмі дозволить встановити необхідні періоди блимання індикатора HL1, тривалість звукового сигналу в режимі контролю дверей, час встановлення пристрою під охорону, а також час затримки увімкнення сигналізації.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

## 4 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

### 4.1 Загальна інформація про мову програмування

Асемблер – загальна назва мов низького рівня, більшість з яких принципово схожі та використовують однаковий синтаксис.

Для директив і команд можна використовувати як великі, так і малі літери. Директиви можуть виділятися крапкою, що стоїть перед директивою без пробілів, щоб відокремити їх від інструкцій програми. І директиви, і команди пишуться не з першої колонки. З першої колонки можуть писати лише мітки.

За умовчанням використовується десяткова система обчислення. Для того щоб задати число в іншій системі обчислення, необхідно додати спеціальну літеру до кінця константи:

- В, b – двійкова система числення.
- О, о, Q, q – вісімкова система числення.
- D, d – десяткова система числення.
- H, h – шістнадцяткова система числення.

До того ж є спеціальна директива для зміни системи числення за замовчуванням. Це директива RADIX <значення>, де цей параметр може становити:

- 2 або В, b – для двійкової системи;
- 8 або О, о, Q, q – для вісімкової системи числення;
- 10 або D, d – для десяткової системи числення;
- 16 або H, h – для шістнадцяткової системи числення;

*Коментарі.* Рядки коментарів починаються крапкою з комою «;» або зі зірочки «\*» перед коментарями.

*Програмований лічильник.* Спеціальні символи долар "\$" і зірочка "\*" слід використовувати у виразах, щоб визначити програмний лічильник. Величина, присвоєна знаку долара та зірочки в інструкції, відповідає значенню лічильника команд на початку цієї інструкції.

*Мітки.* Мітки можуть складатися з будь-якої кількості символів, але лише 32 символи будуть значимими. Мітки ставляться в будь-якій колонці, якщо ім'я закінчується двокрапкою. Якщо двокрапка не використовується, мітка повинна починатися з першої колонки. Великі та маленькі літери вважаються різними.

											Лист
											48
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ						

## 4.2 Код програми для змодельованого пристрою

Надалі буде представлено код на мові Асемблер для ініціалізації МК.

Лістинг 1 – Процедура ініціалізації МК

```
ORG 0000H ; адреса початку програми
JMP BEGIN ; перехід до основної частини програми
ORG 0003H ; адреса обробника переривань за входом INTO
JMP EXT0 ; перехід на процедуру обробки переривань за входом INTO
ORG 000BH ; адреса обробника переривань від таймера T/C0
JMP TIMER0 ; перехід на процедуру обробки переривань від таймера T/C0
ORG 0013H ; адреса обробника переривань за входом INTO
JMP EXT1 ; перехід на процедуру обробки переривань за входом INT1
ORG 001BH ; адреса обробника переривань від таймера T/C0
JMP TIMER1 ; перехід на процедуру обробки переривань від таймера T/C0
```



	ORG 0023H	; адреса обробника переривань від послідовного порту
	JMP SERIAL	; перехід на процедуру обробки переривань від послідовного порту
BEGIN:	CLR EA	; заборона всіх переривань
CLEAR:	MOV R0, #7FH	; очищення оперативної пам'яті МК
	MOV @R0, #00H	
	DJBZ R0, CLEAR	
	MOV SP, #30H	; призначення стеку, початок основної програми
	...	
	JMP \$	; зупинка програми (команда переходу «самого на себе»)
EXT0:	...	; тут може знаходитись процедура обробки переривань від входу INTO
	RETI	; команда виходу з переривань
EXT1:	...	; тут може знаходитись процедура обробки переривань від входу INT1
	RETI	; команда виходу з переривань

TIMER0:	...	; тут може знаходитись процедура обробки переривань від таймера T/C0
	RETl	; команда виходу з переривань
TIMER1:	...	; тут може знаходитись процедура обробки переривань від таймера T/C1
	RETl	; команда виходу з переривань
SERIAL:	...	; тут може знаходитись процедура обробки переривань від послідовного порту
	RETl	; команда виходу з переривань

У цій процедурі виконується визначення векторів та процедур всіх переривань. Ця процедура дозволяє виключити всі можливі наслідки «випадкового влучення» в область векторів переривання.

Скидання прапора EA необхідне заборони всіх переривань до моменту ініціалізації всіх змінних, використовуваних як основний програмою, так і підпрограмами обробки переривань.

Перевизначення дна стека рекомендується виконувати, якщо передбачається активна робота зі стеком (команди POP, PUSH, CALL, ACALL, LCALL, RET). Ця операція необхідна при використанні апаратних переривань, т.к. при перериванні адреса програми, яка була перервана, зберігається в стеку і витягується зі стека при виході з переривання за командою RETI.

## ВИСНОВОК

В рамках дипломного проєкту було розроблено пристрій імітації присутності та охороний пристій. При проектуванні зверталась увага на більш економічні варіанти компонентів.

Основною метою дипломного проєкту було створення пристроїв охорони та імітації присутності, які б підвищили безпеку приміщення та заощадили час за рахунок автоматизації деяких процесів.

В першій частині була дещо розглянута сама система «розумний будинок», її види та способи побудови, сучасний стан цієї системи, програмно-апаратне забезпечення та огляд характеристик МК від Atmel.

В другій частині виконувався підбір компонентів для розроблюваного пристрою, наводилися характеристики цих компонентів.

В третій частині описувались алгоритми спроектованих пристроїв.

В четвертій частині наводились загальні ознаки мови програмування та сам код для пристрою.

					ЕліТ 6.171.00.10.411 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Розумний будинок [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.remdom.ru> (дата звернення: 17.03.2022)
2. Розумний будинок [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://smarton.com.ua> (дата звернення: 17.03.2022)
3. Розумний будинок [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.smarthouse.ua> (дата звернення: 19.03.2022)
4. Розумний будинок [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tech-house.su> (дата звернення: 20.03.2022)
5. МК сімейства AVR [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://dep\\_kipra.pnzgu.ru](https://dep_kipra.pnzgu.ru) (дата звернення: 23.03.2022)
6. MIPS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://citforum.ck.ua> (дата звернення: 24.03.2022)
7. МК AT89C51. ATmega8535 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com> (дата звернення: 03.04.2022)
8. РК-індикатор DV-16232 FBLY-H/R [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://radiostorage.net> (дата звернення: 03.04.2022)
9. Регістр КР1554ИР [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eandc.ru> (дата звернення: 03.04.2022)
10. Діод КИПД 02Б-1К [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://asenergi.com> (дата звернення: 03.04.2022)
11. Резистор С2-33Н-0,125 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eandc.ru> (дата звернення: 03.04.2022)
12. Вимикач ВПК-2111 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://electrokom.kiev.ua> (дата звернення: 11.04.2022)
13. НМР14А [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://doc.platan.ru> (дата звернення: 11.04.2022)
14. НРМ24АХ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://esxema.ru> (дата звернення: 11.04.2022)
15. Пристрій імітації присутності [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://issuu.com> (дата звернення: 21.04.2022)
16. AT89C51 опис та програмування [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://issuu.com> (дата звернення: 21.04.22)

						Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		