

Міністерство освіти і науки України  
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки  
(повна назва кафедри)

Коржак Анатолій Тарасович  
Korzhak Anatolii

УДК 004:681.5

Спеціальність 6.050102 «комп'ютерна інженерія»  
(шифр та назва спеціальності)

Кваліфікаційна робота  
на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Автоматизована система керування очисткою  
лобового скла автомобіля  
Automated Control System for Cleaning the Windshield  
of the Car

Науковий керівник:  
кандидат технічних наук,  
доцент Грига В.М.

Рецензент:  
Доктор фіз.-мат. наук,  
професор кафедри  
матеріалознавства і  
новітніх технологій  
Яремій І.П.

Івано-Франківськ  
2020



Міністерство освіти і науки України  
 Державний вищий навчальний заклад  
 «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
 Фізико-технічний факультет  
 Кафедра «Комп'ютерної інженерії та електроніки»

**Пояснювальна записка**  
 до кваліфікаційної роботи на тему:

Автоматизована система керування очисткою лобового скла  
 автомобіля

					6.050102.КІ-41.13			
<i>Змн.</i>	<i>Арк. А</i>	<i>№ докум. №</i>	<i>Підпис/Пі</i>	<i>Дата</i>				
Розробив	Коржак А.Г.				Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірив/Пе	Грига В.М.						3	60
Н. Контр.								
Затвердив								

## АНОТАЦІЯ

В бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено автоматизований мікропроцесорний пристрій ввімкнення склоочисників автомобіля. Даний пристрій складається з мікроконтролера, зовнішньої пам'яті, інфрачервоних світлодіодів та фотодіодів. Інформація з фотодіодів обробляється вбудованим в мікроконтролер АЦП, відповідно до отриманих параметрів мікроконтролер визначає чи потрібно включати склоочисники автомобіля. В роботі розроблено схему електричну структурну, функціональну, принципову та алгоритм функціонування пристрою. Проведено економічне обґрунтування розробки.

Загальний обсяг роботи – 60 сторінок, 40 рисунків, 4 таблиці та 13 посилань.

Ключові слова: датчик дощу, АЦП, мікропроцесорний модуль, блок-схема алгоритму.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

In this bachelor qualification work developed a device for automatic switching-on car wipers. The unit consists of a microcontroller, external memory, infrared LEDs and photodiodes. Information from the photodiode is processed by a built-in microcontroller ADCs, and in accordance with the parameters obtained microcontroller determines whether to switch-on wipers. In this work elaborated electrical structural, functional, principal schemes and algorithm the device works. Provided an economical reasoning of development.

Total volume of work - 60 pages, 40 drawings, 4 tables, 13 links.

Key words: rain sensor, ADC, microprocessor module, algorithm flowchart.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВВІМКНЕННЯ СКЛООЧИСНИКІВ АВТОМОБІЛЯ .....	10
1.1. Аналого-цифрове перетворення.....	10
1.2. Принцип дії та характеристики фотодіодів .....	12
1.3. Принцип дії давача дощу.....	15
1.3.1 Будова давача дощу.....	16
1.3.2 Основні проблеми.....	17
1.4. Аналоги давачів дощу .....	18
1.5. Переваги застосування мікропроцесорів.....	20
2. ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ВВІМКНЕННЯ СКЛООЧИСНИКІВ АВТОМОБІЛЯ.....	22
2.1. Вибір мікроконтролера.....	22
2.1.1 Основні технічні характеристики.....	22
2.1.2 Структурна блок-схема.....	23
2.1.3 Ядро ARM7TDMI-21 .....	23
2.1.4 Призначення контактів .....	27
2.1.5 Організація пам'яті мікроконтролера.....	28
2.2. Вибір мікросхеми пам'яті.....	30
2.3. Вибір модуля реле.....	31
2.4. Вибір стабілізатора напруги.....	32
3. РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ВВІМКНЕННЯ СКЛООЧИСНИКІВ АВТОМОБІЛЯ.....	34
3.1. Розробка схеми електричної структурної.....	34
3.2. Розробка схеми електричної функціональної.....	35
3.3. Розробка схеми електричної принципової.....	39
3.3.1 Проектування вузла синхронізації.....	39
3.3.2 Проектування вузла скиду .....	39

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3.3.3 Підключення зовнішньої пам'яті.....	40
3.3.4 Підключення регулятора напруги та модуля реле.....	44
3.4. Алгоритм роботи пристрою.....	45
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	47
ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ.....	53

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## ВСТУП

Сучасні автомобільні системи оснащені різноманітною багатофункціональною електронікою. Деякі із вбудованих електронних пристроїв призначені для певних розваг, інші дозволяють підвищити комфорт, а ще інші можливість підвищити безпеку автомобіля в процесі руху.

Компанія General Motors проводила перші експерименти по розробці автомобільних давачів дощу ще в 1950-роки. Давач створювався для культової моделі автомобіля Cadillac Eldorado. Але на той час технології були не настільки розвинуті, як сьогодні і з часу появи перших інженерних розробок таких здавачів і сучасними давачами дощу, пройшли десятиліття конструкторських розробок.

Одним з перших серійних автомобілів з давачом дощу став Nissan Silvia - спортивне купе. У 2000-х роках давачі дощу з'явилися на автомобілях марок Volkswagen, Cadillac і інших провідних виробників [11].

Іноді часто буває, коли в дощову погоду автомобіль рухається по вузькій дорозі чи трасі, і на зустріч рухається інший автомобіль, і на лобове скло автомобіля потрапляє на швидкості бруд. А іноді, коли в дощову погоду автомобіль їде по трасі і здійснює обгін великогабаритного транспорту, з-під коліс якого на лобове скло автомобіля, який виконує обгін потрапляють великі потоки води. В таких ситуаціях давач дощу є дуже корисним і затребуваним. При виконанні відповідного налаштування такого пристрою захисту автомобільного скла від води, можна реагувати не тільки на вологу на поверхні лобового скла автомобіля, але і на краплі на деякій відстані від нього, що забезпечує швидке автоматичне ввімкнення склоочисників [10].

Автоматичне управління склоочисниками автомобіля можливо завдяки розробці відповідного пристрою, який позбавить водія від

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



необхідності в ручному режимі керувати роботою склоочисників, і служитиме для підвищення комфорту і безпеки керування автомобілем.

Метою даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є розроблення автоматизованого мікропроцесорного пристрою ввімкнення склоочисників автомобіля із наступними характеристиками:

- потужність споживання – 12 В;
- 4 сенсори;
- час відгуку на забруднення: не більше 0.1сек;
- робоча температура: -25°C - 80°C.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВВІМКНЕННЯ СКЛООЧИСНИКІВ АВТОМОБІЛЯ

## 1.1. Аналого-цифрове перетворення

Процес аналого-цифрового перетворення полягає у послідовному виконанні таких дій:

- процедура вибірки – вибірка значень вхідної аналогової величини у деякий заданий момент часу, тобто відбувається дискретизація сигналу у часі. Один із показників якості трансформації безперервного аналогового сигналу в цифровий сигнал – це частота дискретизації;

- процес квантування - округлення до деяких відомих величин (рівнів квантування) отриманих у дискретні моменти часу значень аналогової величини. У даному випадку на якість аналого-цифрового перетворення впливає кількість рівнів квантування, використовуваних для заміни безперервного аналогового сигналу на цифровий сигнал ;

- кодування - заміна знайдених окремих у часі значень вхідного сигналу на числові коди [4].

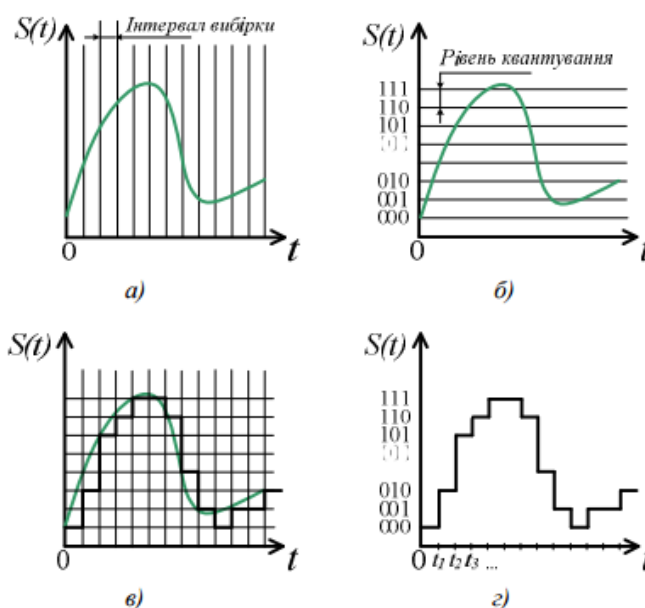


Рис. 1.1. Перетворення аналогового сигналу у цифровий: а) процедура вибірки; б) процес квантування; в) вибірка і квантування; г) цифровий сигнал.

Одна з основних проблем, з якою стикаються при перетворенні безперервного сигналу в дискретний, це проблема вибірки інтервалу дискретизації (частоти дискретизації). Розглянемо вибірку сигналу форми синусоїди. На рис. 1.2 наведений випадок, коли період сигналу  $T$  і інтервал дискретизації вибірки збігаються. У результаті виходить, що сигнал не змінюється в часі і відповідно не відображає форми початкового сигналу.

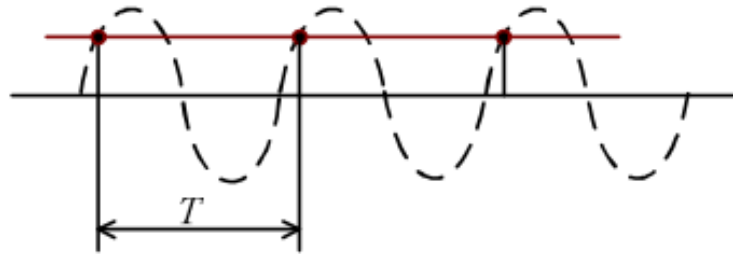


Рис. 1.2. Сигнал з періодом  $T$ .

Зменшимо інтервал дискретизації вибірки до половини періоду сигналу. У цьому випадку є імовірність набрати тільки нульових значень сигналу.

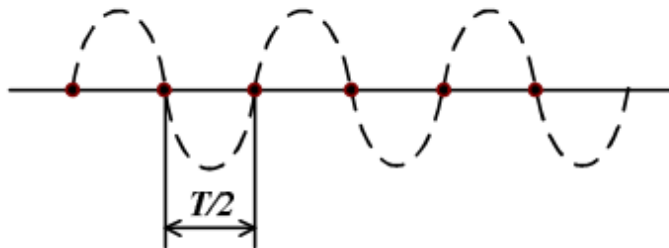


Рис. 1.3. Сигнал з періодом  $T/2$ .

Звузимо інтервал дискретизації вибірки - візьмемо менший, ніж  $T/2$ .

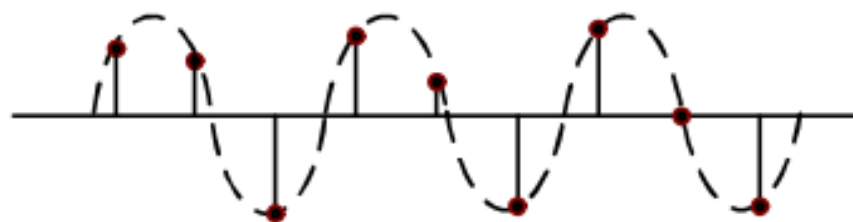


Рис. 1.4. Сигнал з періодом меншим за  $T/2$ .

При такій вибірці вже можливо отримати уявлення про форму сигналу. Отже, інтервал дискретизації вибірки повинен бути менший половини періоду. Тоді для сигналу із максимальною частотою  $f$ , частота дискретизації повинна бути більшою, ніж  $2f$ . Ця частота дискретизації називається частотою Найквіста. Правило вибору інтервалу дискретизації вибірки відображається в теоремі Котельникова. Теорема Котельникова (теорема відліків, теорема Найквіста - Шенона) свідчить, що якщо аналоговий сигнал має обмежений по ширині спектр, то він може бути відновлений однозначно і без втрат за своїми дискретними відліками, узятими із частотою строго більше подвоєної верхньої (максимальної) частоти [4].

## 1.2. Принцип дії та характеристики фотодіодів

Фотодіод – це фотогальванічний приймач випромінювання без внутрішнього підсилення, фоточутливий елемент якого містить структуру напівпровідникового діода.

На рис. 1.5а показані енергетичні зони в областях р-типу та n-типу напівпровідника за відсутності їх контакту. Під час дотикання областей (рис.1.5б) відбувається взаємна дифузія електронів та дірок – електрони дифундують з n- області в р- область, дірки – навпаки. У результаті р- область заряджена негативно, n- область – позитивно, і в районі переходу виникає електричне поле різниці потенціалів, що утворює потенціальний бар'єр  $U_0$ .

При попаданні на р-n- перехід фотонів, енергії яких достатньо для внутрішнього фотоефекта, відбувається поглинання світла з утворенням електронно-діркової пари. Під дією електричного поля  $U_0$  електрон переміщується в n-область, а дірка у р- область. На контактах, що підведені до n- та р- областей, виникає вентильне фото-е.р.с.  $\Delta U$ .

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

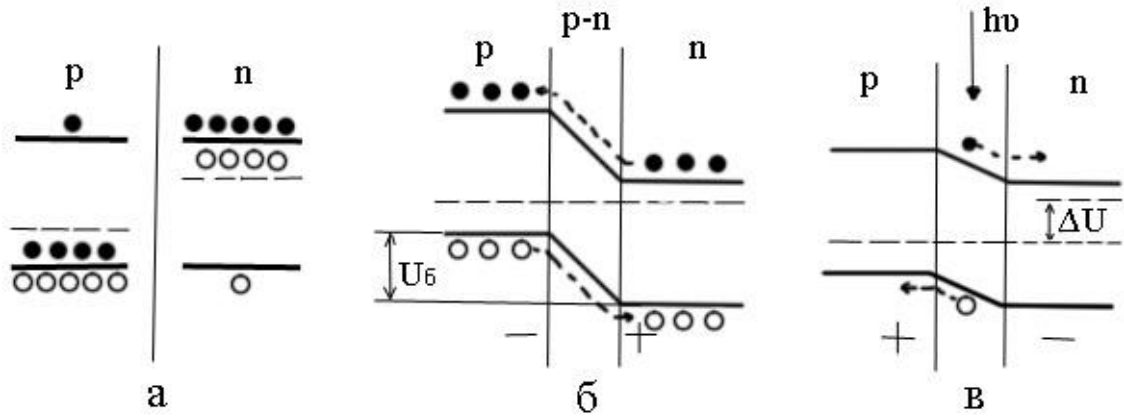


Рис. 1.5. Енергетичні зони р- та n- областей напівпровідника: без контакту (а), у темряві (б) при освітленні (в)

Відгук фотоприймача з р-n-переходом можна реєструвати двома способами: у фотодіодному режимі, коли фотоприймач безпосередньо підключений до вимірювального пристрою, та в фотовентильному, коли фотоприймач безпосередньо підключений до вимірювального пристрою та вимірюється його власний фотострум.

У фотодіодному режимі до р-n- переходу прикладена замикаюча напруга (додатній полюс до в n- області, від'ємний – до р- області). У темряві через фотодіод тече слабкий темновий струм. При освітленні величина потенціального бар'єра  $U_0$  зменшується на  $\Delta U$ , струм збільшується. Величина струму в широких межах пропорційна інтенсивності падаючого світла і практично не залежить від напруги зміщення, що вигідно відрізняє фотодіоди від фоторезисторів. За своїми характеристиками фотодіоди подібні до вакуумних фотоелементів з зовнішнім фотоелементом.

При відсутності зовнішньої напруги фотодіоди працюють у фотовентильному режимі. Фотодіодний режим у порівнянні з фотовентильним характеризується кращою швидкістю, стабільністю, більшим динамічним діапазоном лінійного відгуку, покращеною чутливістю у довгохвильовій області. Недолік фотодіодного режиму – темновий струм у відсутність засвітки, що призводить до додаткових шумів, які залежать від температури.

Фотодіод має такі характеристики:

1. Вольтамперна характеристика  $I_n = f(U_n)$  при визначає залежність струму фотодіода від напруги на ньому при постійній величині світлового потоку. Характерною особливістю робочої області вольт амперної характеристик є практично повна незалежність фотодіодного струму від прикладеної напруги. Такий режим настає при зворотних напругах на діоді порядку 1 В. Оскільки темновий струм малий, то відношення струму при освітленні до темнового струму велике, що досить важливо при індикації освітлення. Якщо зворотна напруга перевищить деяке допустиме значення, то у р-п- переході виникне ефект лавиноподібного розмноження носіїв заряду, який може вивести фотодіод зі строю.

2. Світлова характеристика зображує залежність струму фотодіода від величини світлового потоку при постійній напрузі на фотодіоді:  $I_n = f(U)$  при  $U = const$ . У широкому діапазоні змін світлового потоку світлова характеристика фотодіода виявляється лінійною.

3. Спектральна характеристика показує залежність спектральної чутливості від довжини хвилі падаючого на фотодіод світла. Спектральні характеристики германієвих та кремнієвих фотодіодів показані на рис 1.8 [10].

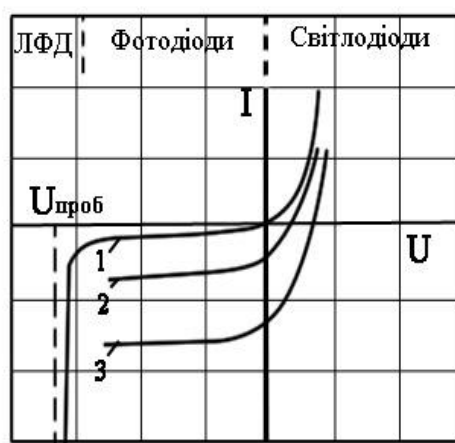


Рис. 1.6. Вольтамперна характеристика: 1 – за відсутності освітлення, 2 – при слабкому освітленні, 3 – при більш сильному освітленні.

Показані області роботи фотодіода, світлодіода та ЛФД. Вентильний режим відповідає  $U=0$ .

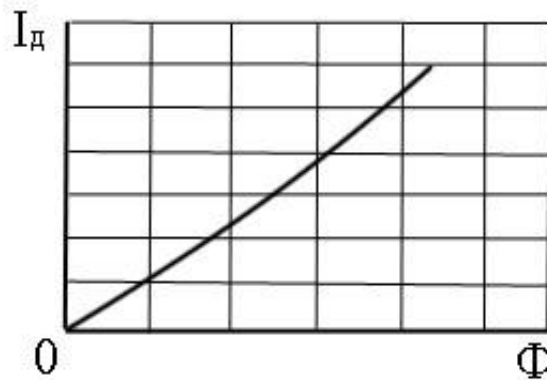


Рис. 1.7. Світлова характеристика фотодіода.

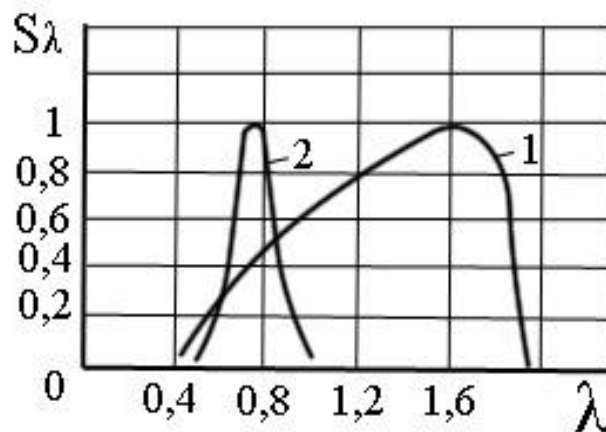


Рис. 1.8. Спектральна характеристика фотодіода (1 – германієвий фотодіод, 2 – кремнієвий фотодіод).

Інтегральна чутливість фотодіода – відношення фотоструму діода до інтенсивності падаючого немонахроматичного випромінювання заданого спектрального складу:

Питома чутливість – це відношення фотоструму до добутку величини падаючого на фотодіод світлового потоку на прикладену до нього напругу [5].

### 1.3. Принцип дії давача дощу

Давач дощу - це оптико-електронний пристрій, що встановлюється на внутрішню поверхню лобового скла автомобіля, поруч із дзеркалом заднього виду. Конструкція складається із світлодіода і фотодіода.

Принцип дії давача дощу досить простий: світлодіод випромінює світло невидиме для людського ока, яке частково відбивається від лобового скла автомобіля і повертається на фотодіод, який визначає ступінь зволоженості скла. У програму пристрою «прошиті» параметри заломлення світла для сухих і вологих поверхонь, завдяки яким давач визначає, коли варто включати склоочисники.

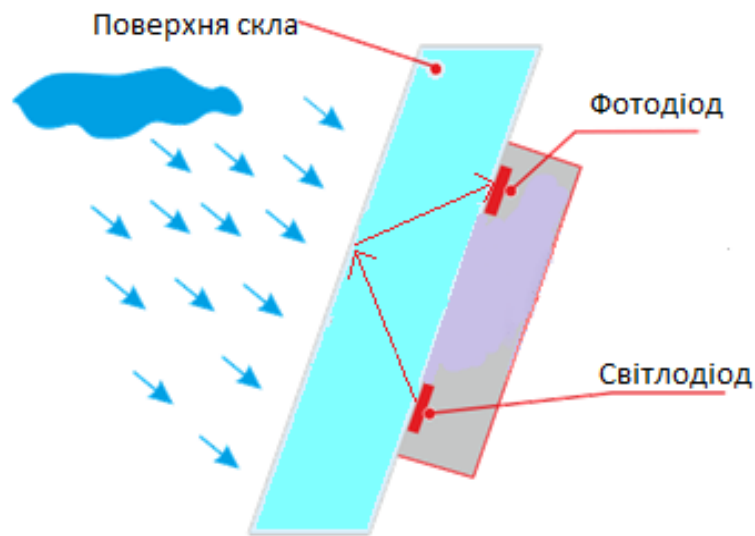


Рис. 1.9. Принцип дії давача дощу.

Суть в тому, що якщо скло сухе, то на приймач повертається велика кількість світла. Якщо скло мокре або брудне — світла повертається менше і датчик посилає команду очищення скла [10].

### 1.3.1 Будова давача дощу

Давача дощу складається із блоку керування системою і блоку реле. Блок керування - це оптично-електронний пристрій, який в залежності від стану вітрового скла автомобіля під час дощу, снігу або у будь-якому вигляді забруднення дає команду виконавчому пристрою на ввімкнення склоочисників від регульованого переривчастого режиму до другої швидкості.

Блок управління (сенсорний блок) встановлюється на внутрішній поверхні вітрового скла в зоні дії щіток в місці, де він не буде заважати огляду водія та добре обдувається обігрівачем. Вітрове скло не повинно мати дефектів, що впливають на роботу оптичної системи блоку, а щітки



повинні добре очищати скло, в іншому випадку це може викликати зайві помаху щітками до повного очищення скла.

Блок реле - це виконавчий пристрій, яке здійснює безпосереднє управління склоочисником. Крім того, блок реле захищає систему від динамічних змін напруги в електропроводці автомобіля і від впливу кондуктивних перешкод. Блок реле встановлюється в місці, передбаченому конструкцією автомобіля або зручному для електричних з'єднань.

### **1.3.2 Основні проблеми**

Деякі моделі давачів крім функцій управління механізмом склоочисників також можуть автоматично закривати бічні вікна і люк. І ця здатність приховує у собі певну небезпеку. Багато людей люблять триматися за верхню рамку дверей під час їзди. І при наявності датчика дощу їм слід бути обережними, щоб піднімаючись скло не затиснуло руку або пальці руки.

Потрібно враховувати і той факт, що встановлення пристрою висуває особливі вимоги до лобового скла автомобіля. Якщо скло має царапини та інші пошкодження, то це може некоректно позначитися на роботі давача дощу, так як світло, що проходить через лобове скло автомобіля може спотворюватися і заломлюватися, приводячи таким чином систему в оману. Для нормальної роботи давача на склі не повинно бути пошкоджень.

Також до недоліків при використанні здавачів, можна віднести помилкове спрацювання склоочисників навіть в суху погоду. Це можливо в тих випадках, якщо на вітровому склі присутні відбитки пальців, царапини або інші незначні забруднення. Крім цього вліснику системи доведеться заpastися хорошими щітками, щоб забезпечити нормальну роботу всієї системи.

Потрібно дуже обережно користуватися засобами для очищення стекол, так як попадання вологи у внутрішню частину блоку управління є вкрай небажаним. У разі виникнення таких випадків може знадобитися заміна датчика дощу. Також не можна виконувати тонування вітрового

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

скла, бо процес тонування перешкоджає проходженню інфрачервоних променів і заважає роботі системи. Проблему може вирішити невеликий отвір в плівці якраз навпроти діодів [10].

#### 1.4. Аналоги датчиків дощу

На сьогоднішній день у світі існує багато видів автомобільних датчиків дощу які відрізняються як ціною так і технічними характеристиками, серед них найпоширенішими є:

- ДДА-25;
- ДДА-35;
- RS 102RS.

ДДА-35 призначений для автомобілів з вбудованим, електронним реле склоочисника. Кабель від датчика замість реле закінчується роз'ємом.



Рис. 1.10. Давач ДДА-35.

Підключення датчика вимагає розуміння схеми склоочисника автомобіля [3].

1. Жовтий провід - живлення датчика + 12вольт. Струм споживання 40мА. Живлення можна подати окремим вимикачем або використовувати один з режимів підрульового перемикача.

2. Зелений провід - підключається до плюсового виводу двигуна склоочисника або до відповідного контакту, на якому під час руху щіток + 12 Вольт.

3. Червоний дріт - вихід датчика. Якщо напругу на датчик не подано, вихід ніяк не впливає на підключену до нього схему автомобіля. Якщо напруга подано, вихід залишається вільним. При спрацьовуванні датчика, вихід "замикається на масу". Напруга комутації до 60 Вольт. Допустимий струм комутації до 300мА. Можливе підключення на вихід реле, з опором обмотки не менше 50 ом.

4. Чорний провід - живлення «-» (маса автомобіля).

#### **ДДА-25**



Рис. 1.11. Давач ДДА-25.

Датчик ДДА-25 на відміну від ДДА-35 складається з оптичного блоку та блоку реле, та має такі технічні характеристики:

- Напруга живлення : 10В-16В
- Струм споживання : 60мА
- Маса: 80гр
- Габарити оптичного блоку : 54 x 50 x 19мм
- Довжина кабеля : 2,1 м
- Температура навколишнього середовища : - 40 до +55 ° С
- Час відгуку на забруднення: не більше 0.1сек
- Чутливість: 0.005мл. води (туман)
- Регулювання чутливості

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Перехід в режим стандартної паузи

## **RS 102RS**

Датчик дощу RS 102RS є універсальним пристроєм для автоматичного очищення вітрового скла транспортного засобу, коли мокре скло реле автоматично активує склоочисники. В залежності від інтенсивності опадів змінюється режим їх роботи (переривчастий/повільний/швидкий).

Робоча напруга: 10-13,5 Вольт

Споживаний струм: менше 200мА

Робочий діапазон температур: -20 С...+80 С

Час відгуку 0.1 с. дозволяє миттєво активувати двірники і очистити скло від води.

Режим включення склоочисників: переривчастий/повільний/швидкий

### **1.5. Переваги застосування мікропроцесорів**

Мікропроцесор – це напівпровідниковий прилад, який складається з однієї або кількох програмно-керуючих великих інтегральних схем і виконує функції автоматичної обробки інформації. Сучасні мікропроцесорні вимірювальні прилади можуть бути подані як засоби вимірювання, що здійснюють двосторонню взаємодію: з оператором і системою збирання інформації, і односторонньою: з об’єктом вимірювання і навколишнім середовищем. Застосування у вимірювальних приладах мікропроцесорів, що мають можливість програмної обробки інформації, вводить у прилад деякий „інтелект” і дозволяє не тільки поліпшити параметри приладу, але й надати йому абсолютно нових якостей.

Мікропроцесорне управління в вимірювальних приладах дозволяє здійснити:

#### **1. Розширення вимірювальних можливостей.**

Застосування мікропроцесорів (МП) дозволяє істотно розширити можливості переліку параметрів сигналів і характеристик пристроїв. Це пов’язано, перш за все, з використанням, здавалося б, застарілих видів

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

вимірювань: непрямих та сукупних. Через необхідність застосування кількох приладів, зняття деяких відліків і наступних обчислень непрямі вимірювання сприймаються багатьма експериментаторами, як примітивні, несучасні. Корінним чином змінюється положення при включенні до складу приладу мікропроцесорів. За командою, одержаною з клавіатури, автоматично відповідно до заданої програми визначаються режими вимірювань, запам'ятовуються результати прямих вимірювань, виконуються необхідні обчислення і видається значення вимірюваної фізичної величини на дисплей.

## 2. Поліпшення метрологічних характеристик.

Наявність у приладі МП дозволяє скоригувати, виключити систематичні похибки і зменшити вплив випадкової складової похибки. Інваріантність, реалізована за допомогою мікропроцесорів, дозволяє додатковими вимірюваннями і операціями над ними виробити таку корекцію результату вимірювання, яка дозволить у відомих межах зробити результат вимірювання нечутливим до зовнішніх умов, змін внутрішніх параметрів приладу і інформативних параметрів вимірюваного сигналу.

## 3. Сервіс.

У процесі взаємодії приладу з оператором останньому надається значний сервіс у розумінні як надання результатів у зручній формі, так і спрощення керування приладом. Легко реалізується нормалізація результату, збільшення інформативності зображення результату вимірювання шляхом зміни кольору, мигтіння, звукової сигналізації тощо.

## 4. Організація вимірювальних систем.

Прилад, що містить МП, як правило, оснащений чи доповнений різними інтерфейсами, що дозволяють вмикати його до мікро-ЕОМ. Це дає можливість об'єднувати певну сукупність приладів у єдину вимірювальну систему.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ВВІМКНЕННЯ СКЛЮОЧИСНИКІВ АВТОМОБІЛЯ

### 2.1. Вибір мікропроцесора

Основними вимогами до мікропроцесора є [1]:

- достатня потужність для швидкої обробки даних, що поступають від фотодіодів;
- вбудований АЦП;
- підтримка зовнішньої пам'яті для збереження проміжних даних.

Даним вимогам задовольняє мікропроцесор AduC7021 фірми Analog Devices, він має велику обчислювальну потужність, виводи для підключення зовнішньої пам'яті.

#### 2.1.1. Основні технічні характеристики

Мікропроцесор AduC7021 фірми Analog Devices має такі технічні характеристики :

- ядро: ARM7TDMI з продуктивністю 45 млн. операцій/сек.;
- АЦП: 12 біт, 8 каналів, частота перетворення 1 МГц;
- ЦАП: 12 біт, 2 канали;
- число портів вводу-виводу: 13;
- Flash пам'ять: 62 Кбайт;
- RAM: 8Кбайт;
- інтерфейси: UART(1), SPI(1), I2C(2);
- компаратор;
- вбудована ПЛМ (PLA);
- живлення: 2,7-3,6 V;
- робочий діапазон: від -40°C до 125°C.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.1.2. Структурна блок-схема

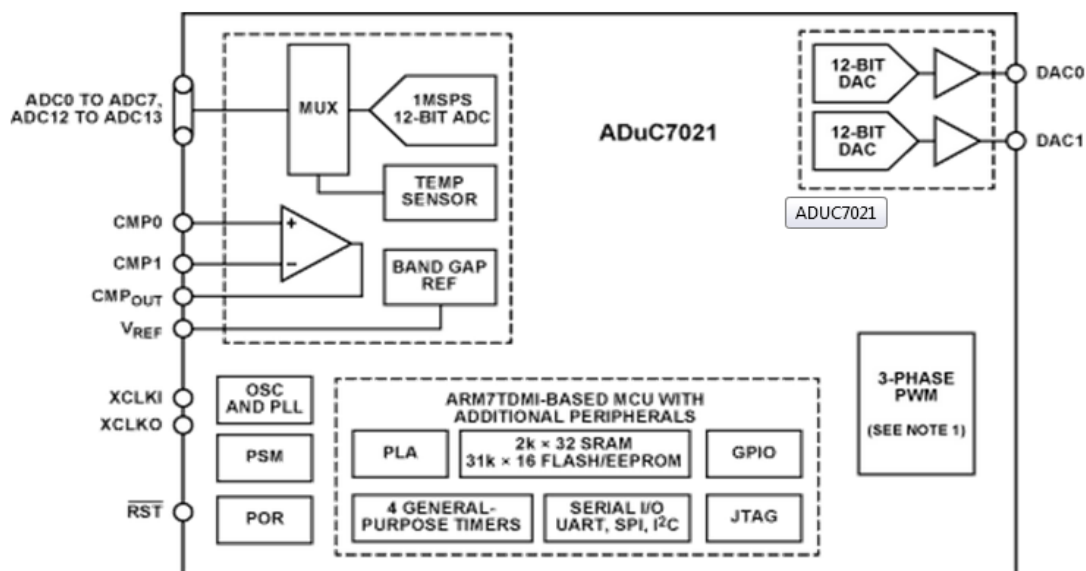


Рис. 2.1. Структурна схема ADuC7021.

12-БИТ ADC- 12-розрядний АЦП

12-БИТ DCA- 12-розрядний ЦАП

Temp Sensor- Контроль температури

POR- внутрішній вбудований вузол Reset

PLA- вбудована ПЛМ

PSM- система контролю живлення

PWM-Трьохфазний широтно-імпульсний модулятор

## 2.1.3. Ядро ARM7TDMI

Ядро ARM7® представляє собою 32-розрядний RISC процесор. Ядро ARM7®core використовує одну 32 - бітну шину для команд і даних. Довжина даних може бути 8 біт , 16 біт або 32 біт . Довжина слова інструкція становить 32 біта. ARM7TDMI є ядром ARM7 з чотирма додатковими особливостями [7]:

- T:додатковий 16 - бітових набір інструкцій;
- D:підтримка режиму налагодження;
- M:підтримка перемноження 32-розрядних слів;
- I:включає в себе модуль EmbeddedICE для підтримки вбудованих налагоджень системи;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

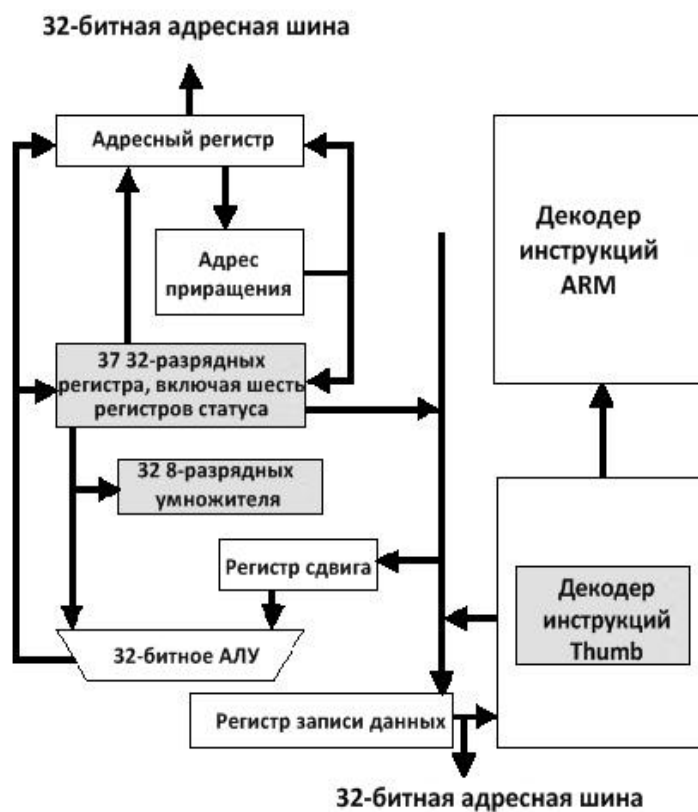


Рис. 2.2. Блок-схема ядра ARM7TDMI.

#### Режим 16-бітних команд Thumb (T)

Інструкції ARM процесорів мають довжину 32 біта. Ядро ARM7TDMI підтримує додатковий набір команд 16-розрядної довжини, так званий набір Thumb. При використанні набору Thumb замість 32-розрядних інструкцій забезпечується більш швидке виконання і більш висока щільність коду, що робить процесор ARM7TDMI особливо привабливим для вбудованих систем.

Однак режим Thumb вносить два обмеження:

- у програмі Thumb більше інструкцій, ніж в програмі, написаної в кодах ARM, при рівному обсязі обчислень, тому програма ARM зазвичай краще підходить для тих ділянок коду, де потрібно висока швидкість виконання;
- у набір інструкцій Thumb не належать деякі інструкції, необхідні для управління винятковими ситуаціями, тому ядро буде в таких випадках автоматично перемикається в режим ARM.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



## Підтримка перемноження 32-розрядних слів (M)

В набір команд ARM7TDMI входять чотири додаткових інструкцій, які дозволяють перемноження 32-бітні числа і отримувати 64-бітний результат, і також виконувати 32-бітну операцію множення з накопиченням (MAC) з 64-бітним результатом. Цей результат досягається за меншу кількість циклів ніж потрібно на стандартному ядрі ARM7.

## EmbeddedICE(I)

Система EmbeddedICE представляє собою вбудовану в мікросхему систему доступу до ядра. Модуль EmbeddedICE містить регістри точок зупинки і точок очікування, які дозволяють зупинити виконання програми в режим відлагодження. Ці регістри управляються через інтерфейс JTAG. Коли програма доходить до точки зупинки чи очікування, процесор зупиняється і переходить в режим відлагодження. В режимі відлагодження є доступ до регістрів процесора, до пам'яті Flash / EE, SRAM і також відображених в пам'яті регістрів.

## Винятки

Ядро ARM підтримує п'ять типів виключень і привілейований режим обробки для кожного типу. П'ять типів виключень :

- Звичайне переривання або IRQ. Призначеного для обслуговування внутрішніх і зовнішніх переривань загального призначення;
- Швидке переривання або FIQ. Призначеного для обслуговування передачі даних або каналів зв'язку з низькою затримкою. FIQ має пріоритет над IRQ;
- Передчасне припинення пам'яті;
- Спроба виконання невизначеної команди;
- Програмне переривання (SWI), яке може бути використане для виконання виклику до операційної системи.

Як правило, використовує переривання IRQ, але якщо необхідний більший пріоритет переривання, і більш швидкий час відповіді, використовується переривання FIQ.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

## Регістри ARM

ARM7TDMI має в цілому 37 регістрів: 31 загального призначення і 6 регістрів стану. Кожен режим роботи має свої регістри. При написанні користувацької програми використовуються 15 32-розрядних регістри загального призначення (R0-R14), лічильник команд (R 15), і поточний регістр стану програми (CPSR). Решта регістри використовуються для програмування на системному рівні і для керування винятковими ситуаціями. Коли є виняткова ситуація, деякі із стандартних регістрів замінюються спеціальними регістрами, призначених для даного режиму. Для кожного режиму існує блок регістрів який заміняє покажчика стека (R13) і регістр зв'язку (R14), як показано на рис. 2. 3. Режим швидкого переривання(FIQ) має більше регістрів (R8-R12) для швидкої обробки переривань. Це означає, що обробка переривань може початися без необхідності збереження або відновлення цих регістрів і таким чином, заощадити критичний час в процесі обробки переривань.

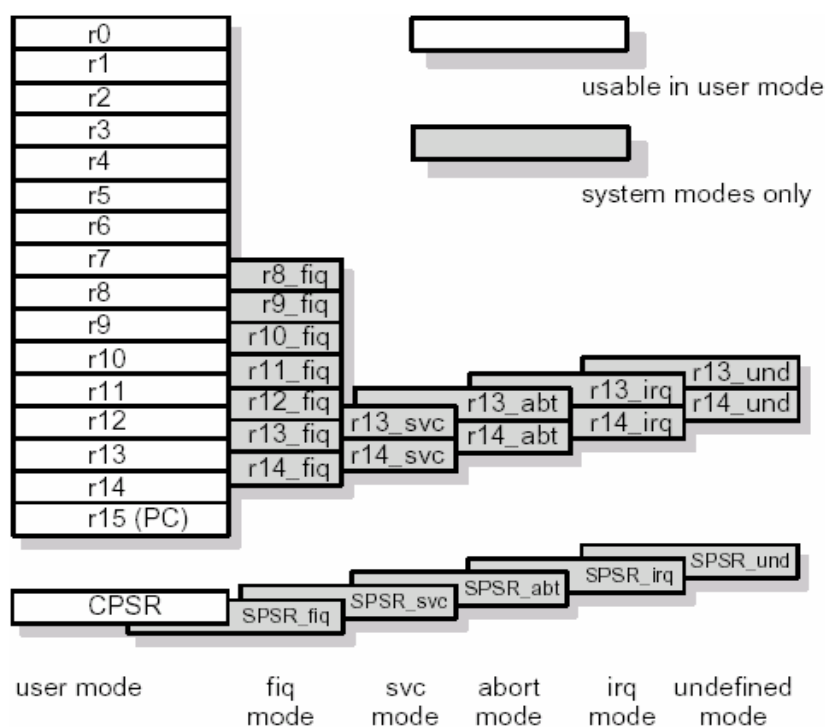


Рис. 2.3. Структура регістрів.

## 2.1.4. Призначення контактів

Виводи мікроконтролера ADuC7021 у корпусі зображено на рис. 2.4, а їх призначення – в табл. 2.1[7].

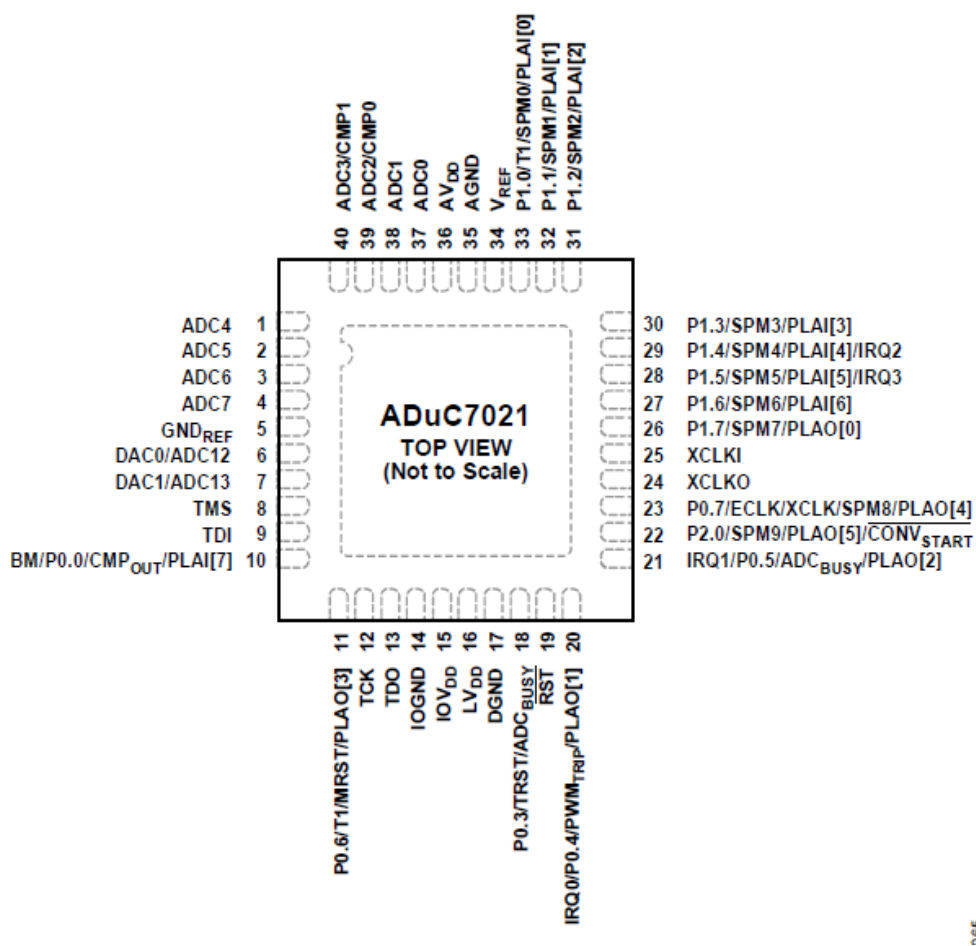


Рис. 2.4. Діаграма контактів ADuC7021.

Таблиця 1.2.

Номер вивода	Позначення	Тип	Призначення
37	ADC0	I	Однополярний або диференційний аналоговий вхід 0
38	ADC1	I	Однополярний або диференційний аналоговий вхід 1
39	ADC2/CMP0	I	Однополярний або диференційний аналоговий вхід 2 Прямий вхід компаратора
40	ADC3/CMP1	I	Однополярний або диференційний аналоговий вхід 3 Інверсний вхід компаратора
1	ADC4	I	Однополярний або диференційний аналоговий вхід 4

## 2.1.5. Організація пам'яті мікроконтролера

До складу мікросхеми входять два окремі блоки пам'яті, 8 Кбайт SRAM і 64 Кбайт Flash/EE пам'яті. 62 Кбайт Flash/EE пам'яті доступні для користувача, а 2 Кбайт зарезервовані для програми завантаження. Ці два блоки пам'яті показані на рис.2 .5. За замовчуванням, після скидання, пам'ять Flash / EE знаходиться за адресою 0x00000000. Можна відобразити пам'ять SRAM за адресою 0x00000000, очистивши біт 0 REMAP MMR.

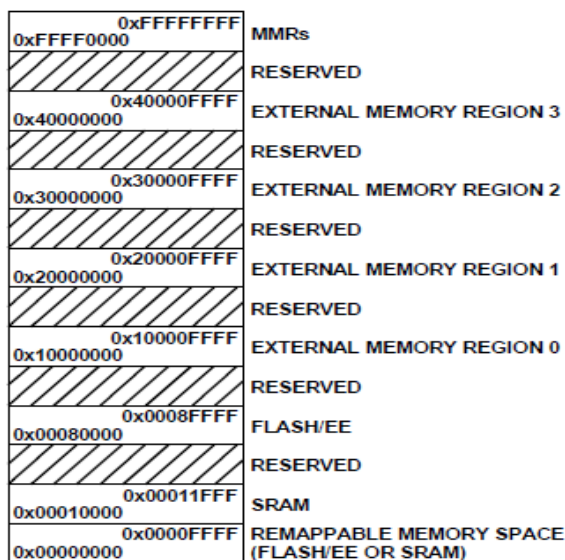


Рис. 2.5. Карта пам'яті.

Ядро ARM7 бачить пам'ять як лінійний масив довжиною  $2^{32}$  байт , де окремі блоки пам'яті, відображені як на рис.2.6. Пам'ять ADuC7021 організована по принципу «молодші спочатку»: молодший байт знаходиться по найнижчому адресу в пам'яті , а старший байт знаходиться в більш старшому адресу.

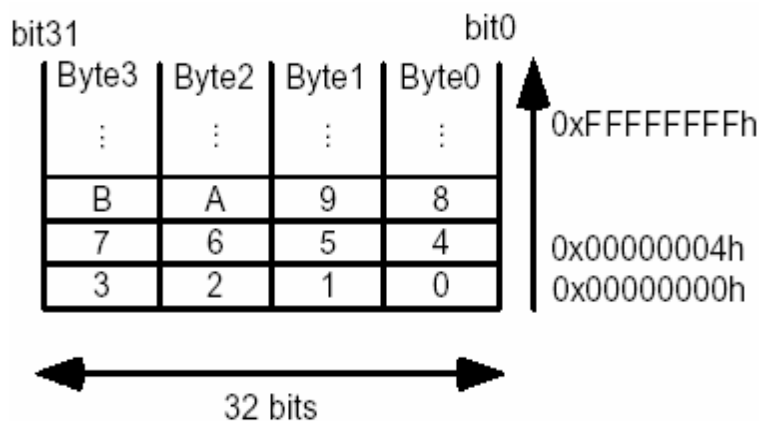


Рис. 2.6. Формат пам'яті.

## FLASH/EE пам'ять

Загальний обсяг 64 Кбайт пам'яті Flash / EE організований як 32 до × 16 біт. Із них 31 К × 16 біт простору користувача та 1 К × 16 біт зарезервованих для ядра. Розмір сторінки пам'яті Flash / EE становить 512 байт. 62 Кбайт пам'яті Flash / EE доступні для розміщення коду і для енергонезалежного збереження даних. Немає жодної різниці між даними і програмою. Фізично ширина пам'яті становить 16 біт, це означає, що в режимі ARM (32-розрядні інструкції) необхідно двічі звернутися до пам'яті для вилучення 32-бітного коду. Тому коли програма виконується з пам'яті Flash / EE, рекомендується застосовувати режим Thumb для оптимізації швидкості доступу. Максимальна швидкість доступу до пам'яті Flash / EE становить 45 МГц в режимі Thumb і 22,5 МГц у 32-бітному ARM-режимі.

## SRAM

Вісім кілобайт SRAM доступні користувачеві, організовані у вигляді 2 К по 32 біт, тобто, два слова. ARM код може працювати безпосередньо з SRAM на частоті 41,78 МГц, враховуючи що масив SRAM є налаштований як масив пам'яті шириною 32-бітної.

## Регістри, відображенні в пам'яті

Простір регістрів, відображених в пам'яті (MMR) розташовується у верхніх двох сторінках масиву пам'яті, вміст регістрів доступний за допомогою непрямої адресації. За допомогою простору MMR організований інтерфейс між обчислювальним ядром (CPU) і периферією яка знаходиться на кристалі. Всі регістри, за винятком регістрів ядра, відображені в області MMR. Всі адреси, показані на рис. 2.7 сірим кольором є незайнятими або зарезервованими адресами і користувача програма не повинна звертатися до цих адрес.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

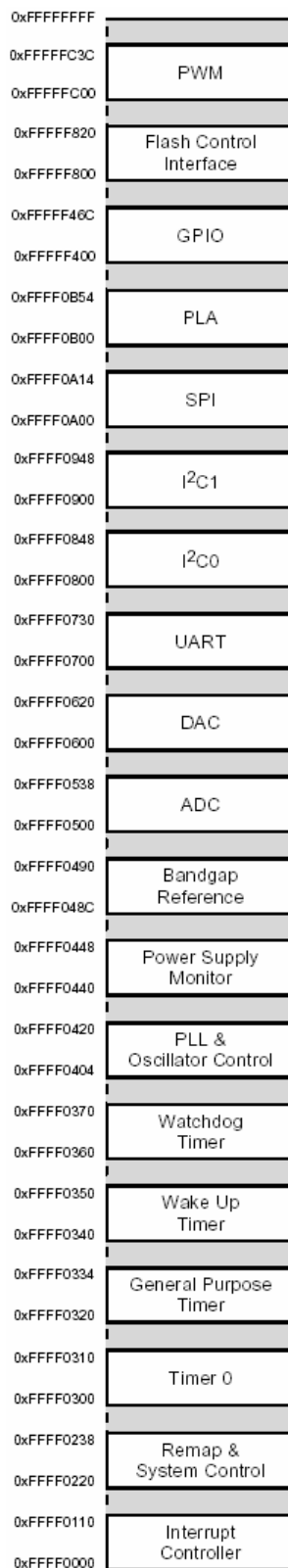


Рис. 2.7. Регістри, відображені в пам'яті.

## 2.2 Вибір мікросхеми пам'яті

Для проектування даного пристрою була вибрана пам'ять FM24CL64 з такими характеристиками [8].

- ємність-64 кбит(8192 x 8 бітів)
- необмежена кількість циклів читання/запис
- робоча напруга: 2.7-3.6 В
- робоча температура: -40°C – +85°C
- термім збереження інформації: 10 років

Розташування виводів:

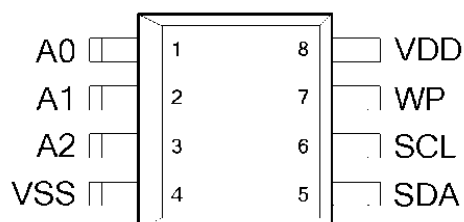


Рис. 2.9. Розташування виводів FM24CL64.

Опис виводів:

Таблиця 2.2

Опис виводів FM24CL64.

Найменування виводу	Опис
A0-A2	Входи задання адреси пристрою на послідовній шині
SDA	Введення/виведення послідовних даних/адреси
SCL	Вхід тактування послідовної зв'язку
WP	Вхід захисту від запису
VSS	Земля
VDD	Напруга живлення

### 2.3. Вибір модуля реле

Модуль реле є одноканальним. Він потребує лише 15-20 мА для спрацювання, тобто може керуватись мікроконтролером напряму.

Робоча напруга становить від 3 В до 5В. Сигнал керування подається на вхід IN, якщо "1" то ключ замикається.

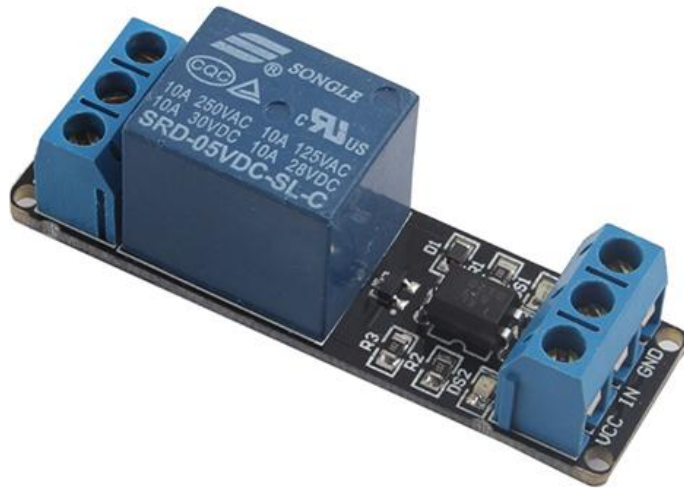


Рис. 2.10. Модуль реле.

#### 2.4. Вибір стабілізаторів напруги

ADP3333ARMZ-3.3-RL - регулятор напруги фірми Analog Devices який має такі технічні характеристики [10]:

- Вхідна напруга від 2,6 В до 12 В.
- Вихідна напруга: 3.3 В.
- Робоча температура: -25°C - 80°C.
- Висока точність :  $\pm 0.8\%$  при 25°C.

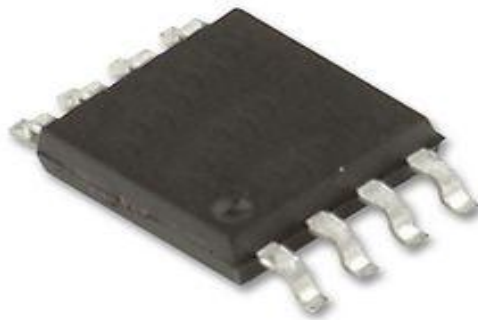


Рис.2.11. ADP3333ARMZ-3.3-RL.

МРС1703- стабілізатор фірми Microchip. Основні характеристики:

- Вхідна напруга : 2.7...16 В;
- Точність: 0.4%;
- Вихідна напруга: 3.3В;
- Робоча температура : -40°C - 125°C
- Захист від КЗ;



- Температурний моніторинг і захист від перегріву;

Принцип дії даного LDO стабілізатора досить простий. Частина напруги на VOUT через ланцюг зворотного зв'язку попадає на підсилювач, де порівнюється зі значенням вбудованого прецизійного опорного джерела. Вихід даного підсилювача задає струм Р-канального транзистора, що забезпечує регулювання напруги в навантаженні.

Будь-яка зміна у вхідній напрузі або струмі навантаження призведе до появи помилки, що, в свою чергу, відіб'ється на струмі транзистора, повернувши вихідну напруга в необхідний діапазон [9].

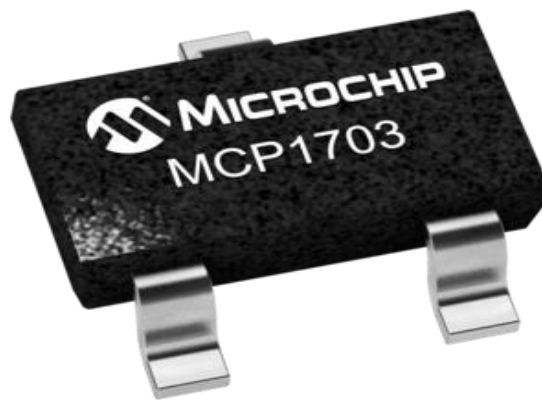


Рис. 2.12. Стабілізатор MCP1703.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. РЕАЛІЗАЦІЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ВВІМКНЕННЯ СКЛООЧИСНИКІВ АВТОМОБІЛЯ

В даному розділі здійснюється розробка електричної структурної, функціональної та принципової схем мікропроцесорної системи автоматизованого ввімкнення склоочисників автомобіля, блок-схеми алгоритму роботи пристрою.

#### 3.1. Розробка схеми електричної структурної

Основні вузли, які реалізуються в розробленій системі наступні: зовнішня постійна пам'ять, вузол синхронізації, вузол живлення, вузол початкової установки, модуль реле та інфрачервоні сенсори. Загальна структурна схема мікрокомп'ютера представлена на рис. 3.1.

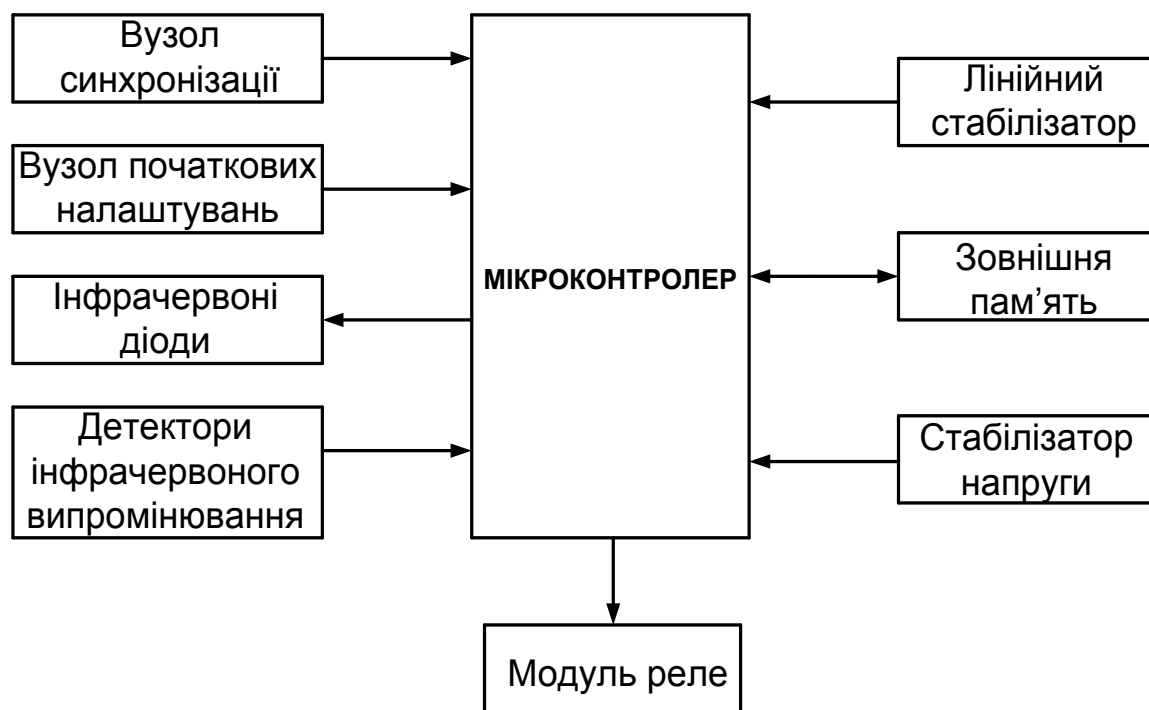


Рис. 3.1. Структурна схема мікропроцесорної системи автоматизованого ввімкнення склоочисників автомобіля.

Датчик складається з чотирьох світлодіодів та чотирьох фотодіодів. Інфрачервоні промені попавши на скло відбиваються і попадають на фотодіод, який передає дані на мікроконтролер. Мікроконтролер обробляє

дані і перевіряє чи не змінились параметри заломлення світла. Якщо дані змінились то мікроконтролер передає відповідний сигнал на модуль реле, яке у свою чергу включає склоочисники автомобіля.

Мікроконтролер виконує автоматично операцію початкового скидання, при ввімкненні живлення і посилає сигнал RESET всій системі. Ця операція носить назву “power-on-reset”. Для виконання “ручного” скиду мікроконтролера достатньо лише під’єднати до входу RESET відповідний перемикач.

Вузол синхронізації призначений для генерації тактових сигналів, які забезпечують функціонування всіх вузлів мікропроцесора. Мікроконтролер має вбудовану систему фазової автопідстройки частоти (PLL). Для реалізації зовнішнього генератора використовують кварц, частота якого становить 32,768КГц.

### **3.2. Розробка схеми електричної функціональної**

Схема електрична функціональна складається з наступних вузлів:

- мікроконтролера (DD1);
- модуля зовнішньої пам’яті (DD4);
- модуля реле (DD3);
- вузла скиду;
- вузла синхронізації;
- вузла живлення (DD5);
- лінійного стабілізатора (DD2);
- 4 інфрачервоних сенсорів.

Вузол скиду призначений для затримки сигналу на деякий час, для того, щоб мікропроцесорні вузли встигли перезавантажитись та встановитись в початковий режим роботи. Сигнал RESET спрацьовує по високому логічному рівні та використовується для початкового скидання та ініціалізації процесора.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Вузол синхронізації призначений для формування тактових сигналів, які забезпечують функціонування усіх вузлів мікропроцесора. До мікропроцесора під'єднується кварцовий резонатор за допомогою виводів XCLKO і XCLKI.

На рис. 3.2 представлено фрагмент електричної функціональної схеми з підключенням вузлів синхронізації та скиду [1].

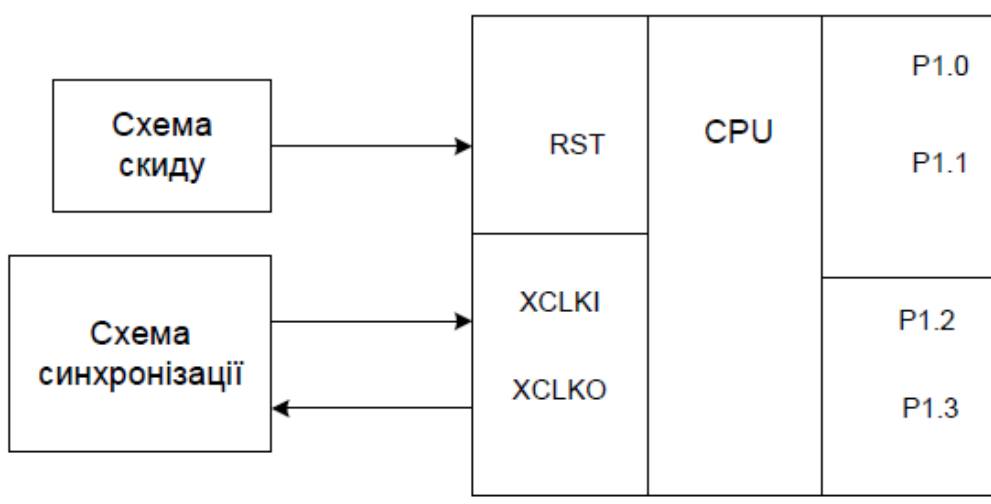


Рис. 3.2. Фрагмент функціональної схеми підключення схеми скиду та синхронізації.

В даній системі використовуються оперативний запам'ятовуючий пристрій DD2 з організацією 64К. Даний ОЗП підключається за допомогою інтерфейсу I<sup>2</sup>C і керується сигналом WP (дозвіл на запис).

Схема підключення зовнішньої пам'яті зображена на рис. 3.3:

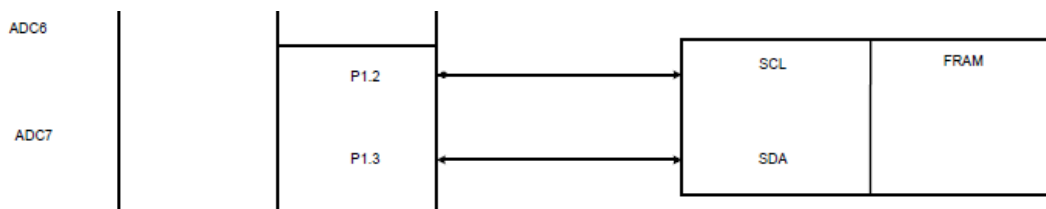


Рис. 3.3. Під'єднання оперативної зовнішньої пам'яті.

Для того щоб визначити стан забруднення вітрового скла використовуються 4 сенсори (4 інфрачервоні світлодіоди та 4 фотодіоди). Схема під'єднання до мікроконтролера наведена на рис. 3.4 та рис 3.5.

Інжекція електронів відбувається при протіканні через діод прямого струму.

Процес самовільної рекомбінації інжектованих електронів, що відбувається, як в базовій області, так і в самому р-п переході, супроводжується їхнім переходом з високого енергетичного рівня на нижчий. Електрон після рекомбінації знаходиться у дуже нестабільному стані, оскільки він має зайву енергію ( $E_{вх.}$ ). В такому стані електрон довго перебувати не може. Він перейде на стаціонарну орбіту з нижчим енергетичним рівнем ( $E_{ст.}$ ) і випромінить квант світла.

Варіюючи склад напівпровідників, можна створювати світлодіоди різних довжин хвиль, — від ультрафіолету (GaN) до середнього інфрачервоного діапазону (PbS).

Коли фотон, що має достатню енергію, потрапляє на фотодіод, в останньому відбувається внутрішній фотоэффект: фотон збуджує електрон з матеріалу діода, таким чином створюючи пару носіїв заряду: вільний електрон і позитивно заряджену дірку. Якщо поглинання відбувається в області збіднення напівпровідника, ці нові носії виносяться з області її власним електричним полем. Завдяки цьому дірки рухаються до анода, а електрони до катода, і виникає фотострум. Струм фотодіода як діода визначається струмом неосновних носіїв (дрейфовий струм).

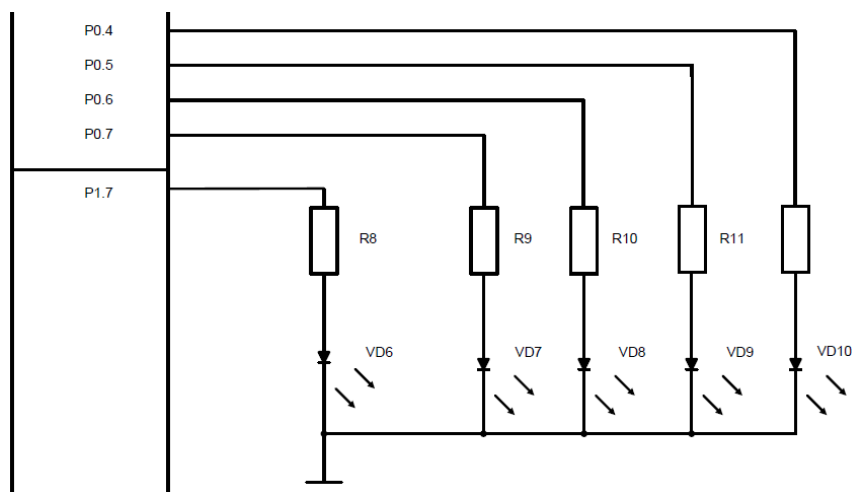


Рис. 3.4. Під'єднання світлодіодів.

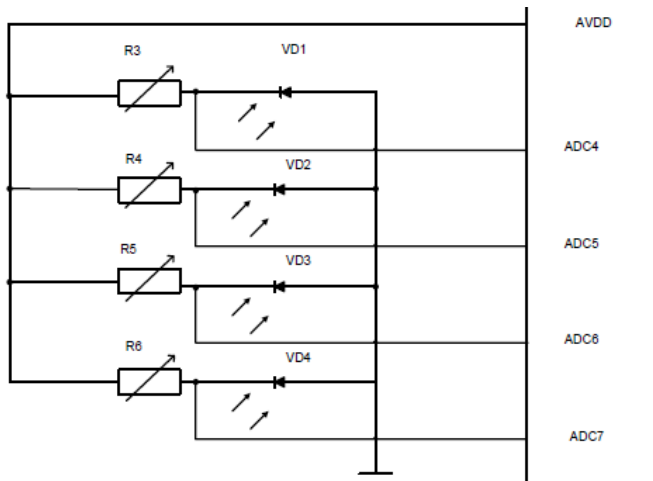


Рис. 3.5. Під'єднання фотодіодів.

Для підключення мікроконтролера до рушія склоочисників використовується модуль реле, який буде керуватись сигналом з мікроконтролера.

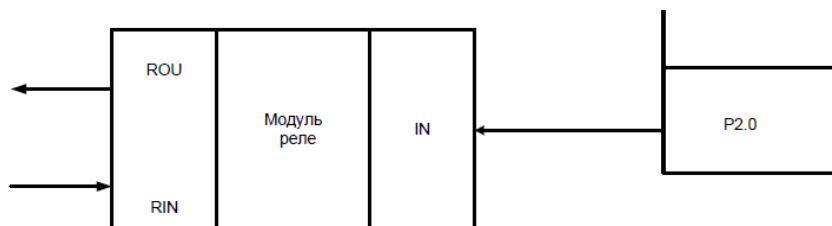


Рис.3.6. Під'єднання модуля реле.

Так як вибраний мікроконтролер працює від 3.3В, а наша система живиться від 12В то потрібно ставити стабілізатор напруги. Схема підключення стабілізатора показана на рис 3.7.

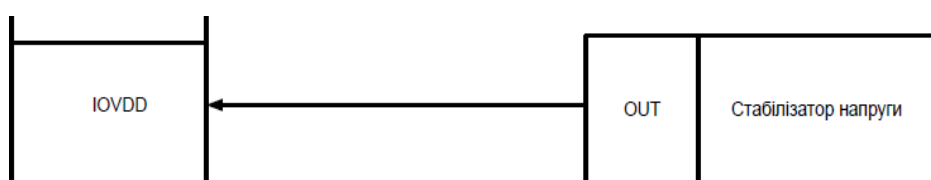


Рис.3.7. Під'єднання стабілізатора напруги.

Лінійний стабілізатор потрібен для перетворення сигналу з мотора склоочисників, який буде сповіщати систему чи включені склоочисники.

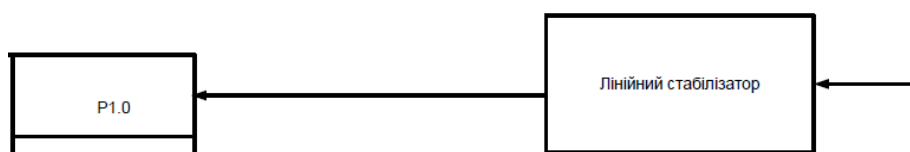


Рис.3.8. Під'єднання лінійного стабілізатора.

### 3.3. Розробка схеми електричної принципової

#### 3.3.1. Проектування вузла синхронізації

Синхронізація мікропроцесора виконується за допомогою зовнішнього тактового генератора, який складається з кварцового резонатора з частотою 32,768КГц (рис. 3.9).

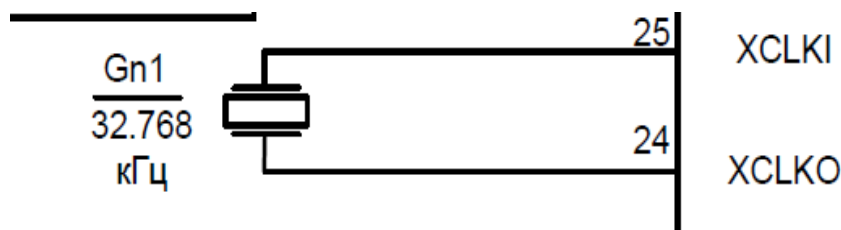


Рис. 3.9. Вузол синхронізації на базі кварцового генератора

Він призначений для формування тактових сигналів, які забезпечують функціонування усіх вузлів мікропроцесора та під'єднується до мікропроцесора за допомогою виводів XCLKI і XCLKO [1].

#### 3.3.2. Проектування вузла скиду

При ввімкненні живлення мікроконтролер ADuC7021 виконує операцію початкового скидання автоматично, при чому посилає сигнал RESET всій системі. Така операція називається “power-on-reset” (POR). Затримка POR забезпечує достатній час, щоб перезавантажити всі функціональні вузли мікроконтролер та дозволити ініціювати коректно всі складові частини після ввімкнення живлення.

Щоб реалізувати схему „ручного” скиду мікроконтролера потрібно під'єднати до входу Reset, як показано на рис. 3.10, відповідний перемикач.

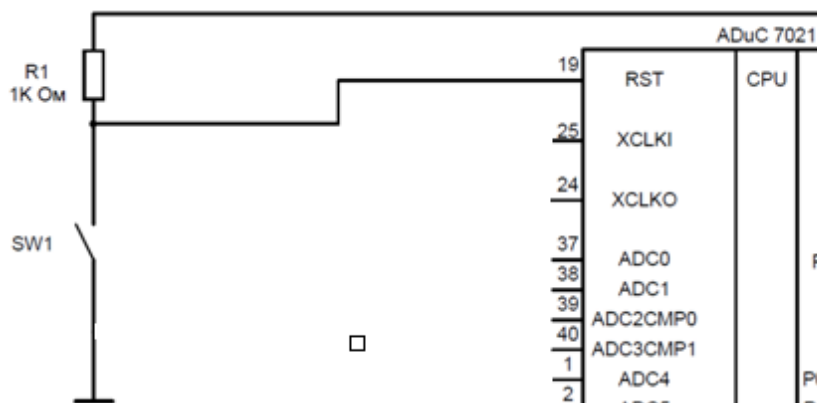


Рис. 3.10. Схема ручного формування сигналу RESET.

Reset має найвищий пріоритет з усіх переривань і перериває будь-яку операцію, що виконується. Лічильник команд РС встановлюється в значення 0000H і вибірка команд відбувається з зовнішньої пам'яті програм за цією адресою.

### 3.3.3. Підключення зовнішньої пам'яті

FM24CL64 - енергонезалежна пам'ять ємністю 64Кбіт, виконана за сегнетоелектричною технологією. Сегнетоелектричний оперативний запам'ятовуючий пристрій або FRAM є енергонезалежним і виконує операції читання і запису подібно ОЗП. Вона забезпечує надійне зберігання інформації протягом 10 років, при усуненні проблем пов'язаних зі складністю, обмеженим швидкодією запису і рівнем системної надійності EEPROM та іншої незалежної пам'яті.

FM24C64 виконує операцію запису на швидкості шини. При цьому не виникає ніяких затримок при записі. Наступний цикл шини може бути розпочато негайно без необхідності опитування даних. Крім того, пам'ять має зносостійкість, яка на багато перевищує зносостійкість EEPROM. Також FRAM споживає набагато меншу потужність при записі, ніж EEPROM, якому потрібно додаткове джерело живлення схеми програмування.

Дані можливості роблять FM24CL64 ідеальним для додатків з енергонезалежним зберіганням інформації, де потрібно часто і швидко записувати даних. Приклади таких додатків спостерігаються від накопичувачів даних, де час запису може бути критичним параметром, до промислового управління, де затримки при записі в EEPROM можуть привести до втрати інформації. У сукупності дані переваги дозволяють записувати дані з більшою частотою, не викликаючи при цьому незручності в програмуванні.

Для користувачів EEPROM, які хочуть перейти на дану технологію, FM24CL64 пропонує можливість безпосередньої апаратної заміни EEPROM. FM24CL64 випускається в стандартному 8-вивідному корпусі

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



SOIC і використовує стандартний 2-дротовий інтерфейс. Виконання технічних характеристик передбачено для всього промислового температурного діапазону:  $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$  [8].

Структура пам'яті наведена на рис.3.11.

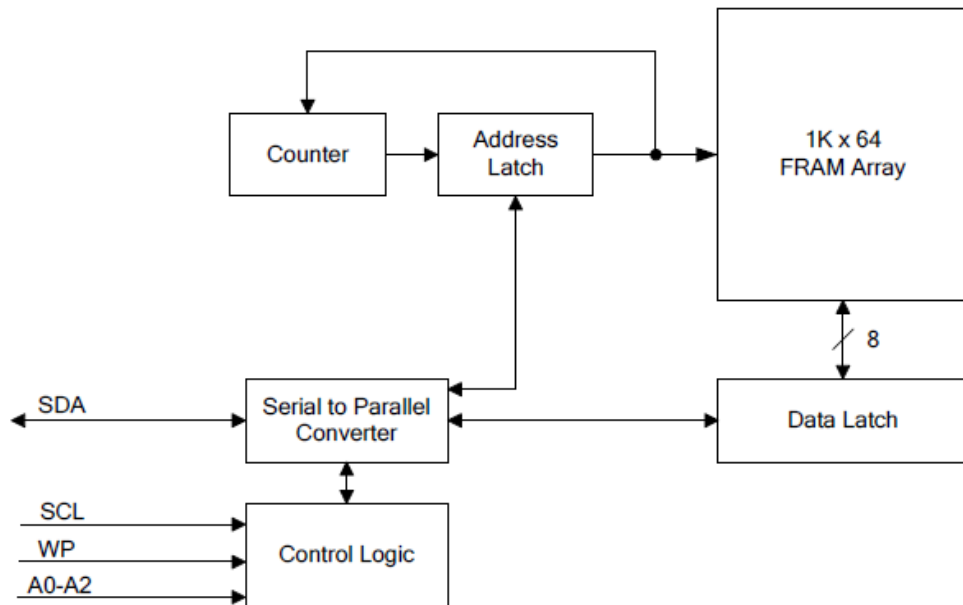


Рис. 3.11. Блок-схема пристрою пам'яті FM24CL64.

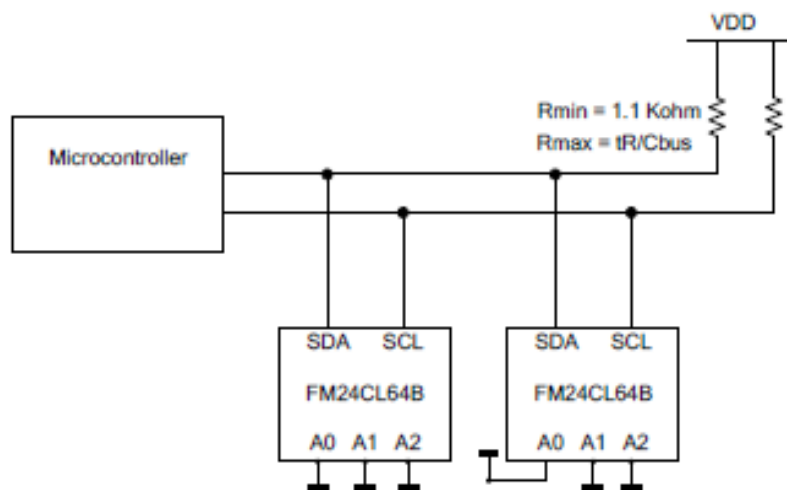


Рис. 3.12. Типова схема підключення пам'яті FM24CL64 до мікроконтролера.



транзакції читання або запису. Біти 7-4 є тип пристрою (ID) і повинен бути встановлений на 1010В для M24CL64В. Ці біти дозволяють іншим видам функції знаходитися на 2-провідній шини в ідентичних діапазону адрес. Біти 3-1 вказують біти адреси. Вони мають збігатися з відповідним значенням на зовнішніх контактів адреси, щоб вибрати пристрій. До восьми FM24CL64В пристроїв можуть знаходитися на одній двохпровідній шині, призначивши іншу адресу для кожного з них. Біт 0 читання / запису біта.  $R / W = 1$  вказує на операції читання і  $R / W = 0$  вказує на операцію запису.

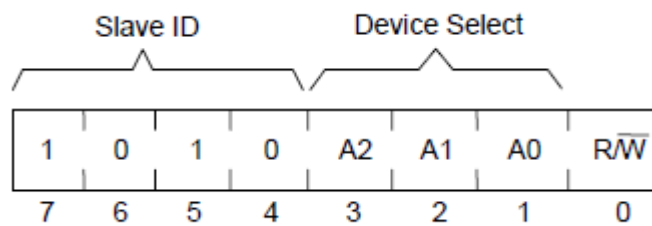


Рис. 3.14. Адреса Slave.

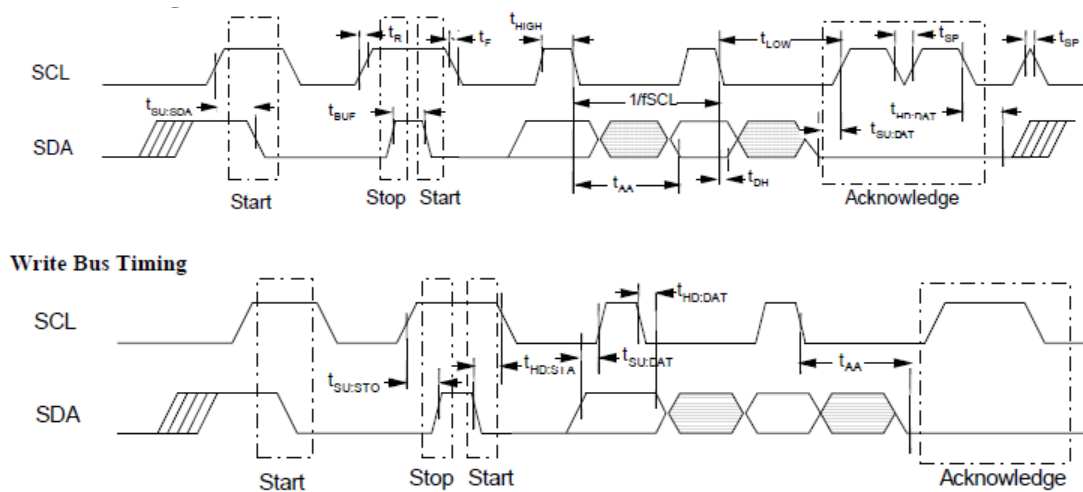


Рис. 3.15. Часові діаграми читання і запису пам'яті.

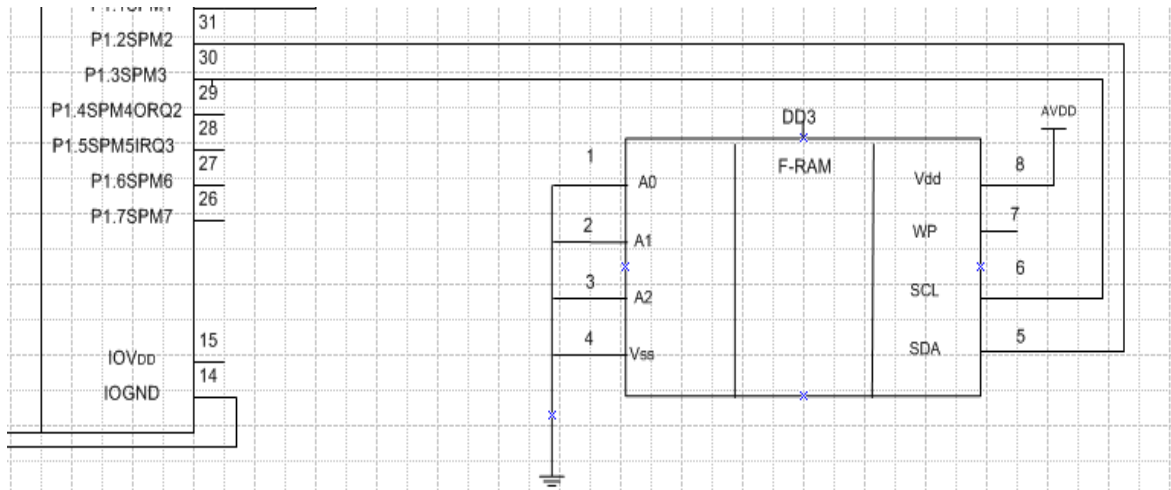


Рис. 3.16. Схема підключення зовнішньої пам'яті.

### 3.3.4. Підключення регулятора напруги та модуля реле

В якості регулятора напруги використовується ADP3333ARMZ-3.3 на вхід якого подається напруга 12В, а на виході буде напруга 3,3В, яка необхідна для живлення мікроконтролера.

Модуль реле необхідний для того щоб керувати включенням мотора склоочисників. На вхід Vcc подається напруга 3.3В, а на вхід IN подається сигнал з мікроконтролера який і буде включати чи виключати мотор склоочисника. Вихід ROUT підключений до мотора.

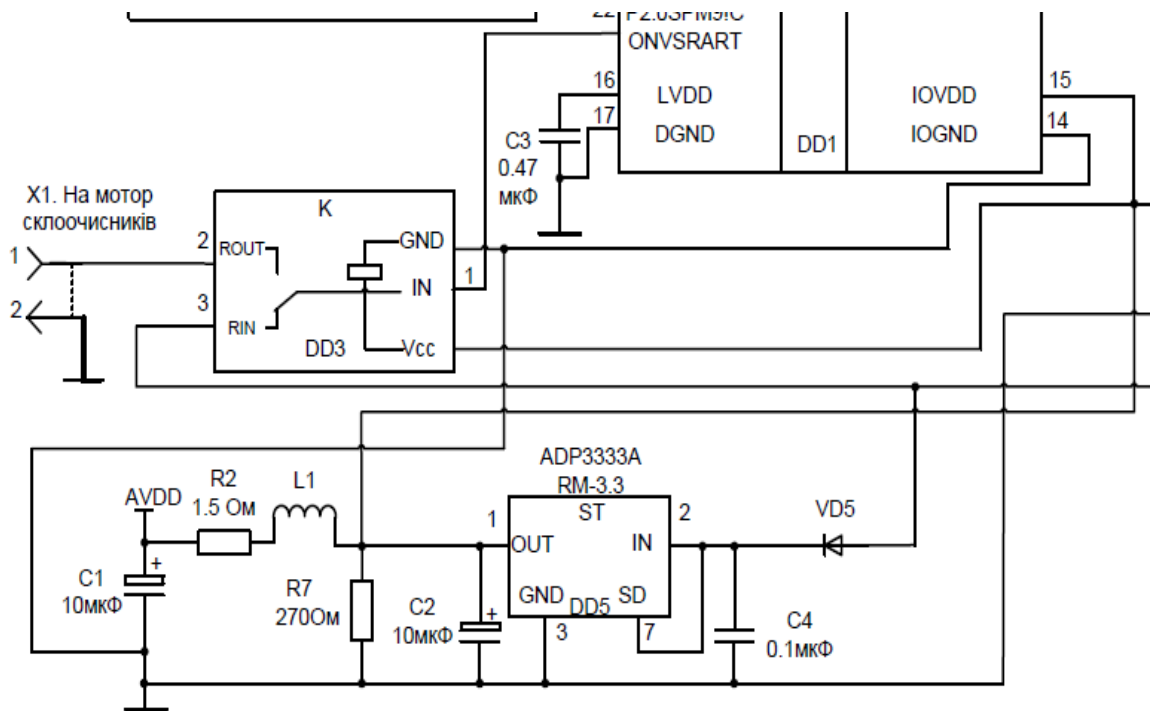


Рис.3.17. Схема підключення регулятора напруги та блоку реле.

### 3.4. Алгоритм роботи пристрою

На рис. 3.18 подано основний алгоритм роботи пристрою автоматизованого очищення лобового скла автомобіля.

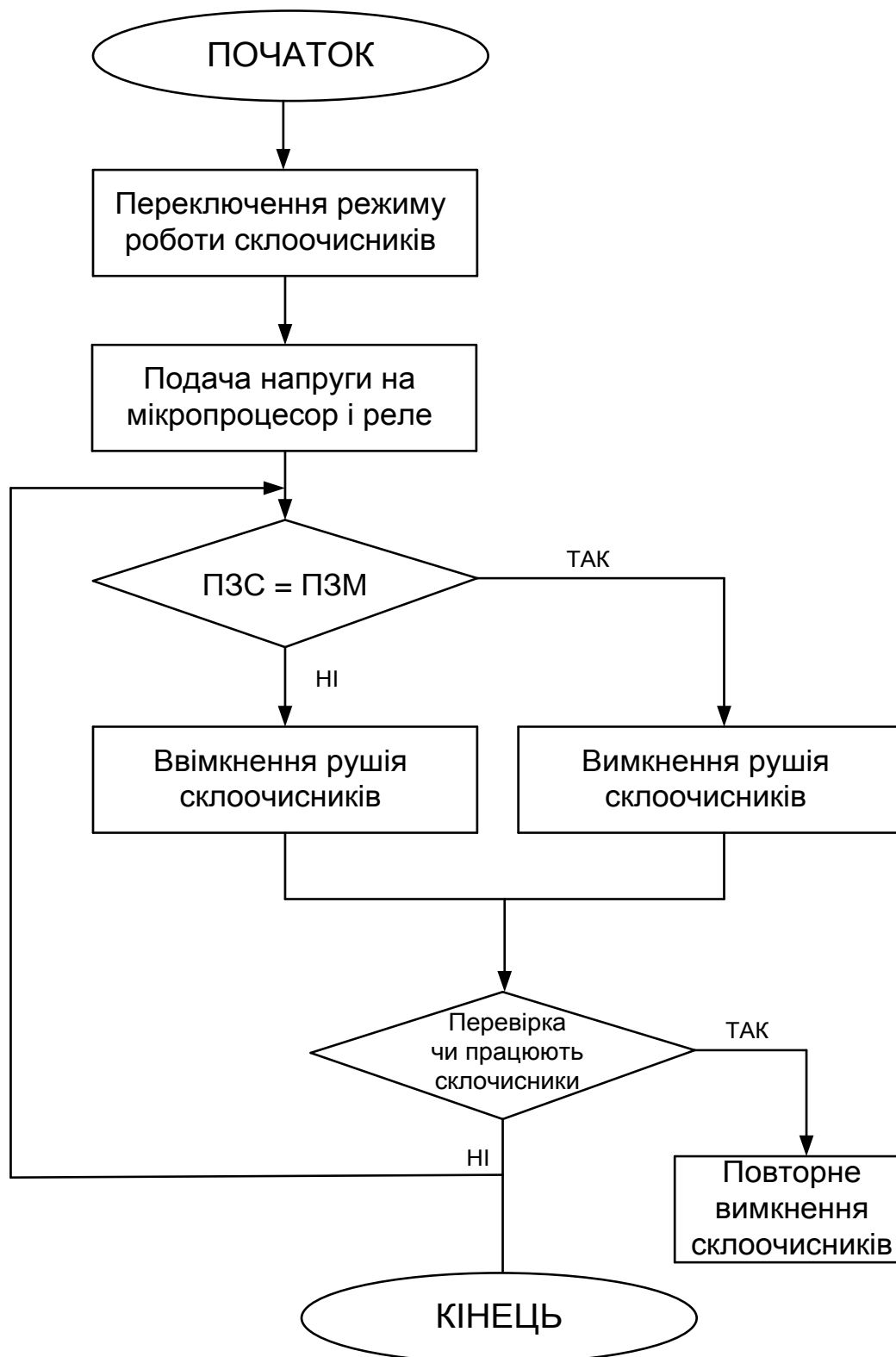


Рис.3.18. Основний алгоритм роботи системи склоочищення.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.050102.KI-41.13

Арк.

45

Алгоритм роботи спроектованого пристрою працює наступним чином:

1. Пристрій починає працювати коли переключити на переривчастий режим роботу склоочисників. Подається напруга на мікропроцесор і реле мотора склоочисників.

2. Отримані параметри заломлення світла від фотодіодів порівнюються із параметрами які занесені в мікроконтролер.

3. Якщо параметри змінились то подається сигнал на реле для ввімкнення мотора (рушія) склоочисників.

4. Склоочисники працюють до того часу, поки параметри заломлення світла не стануть відповідати тим параметрам, які занесені в мікроконтролер.

5. Коли параметри нормалізувались, подається сигнал на вимкнення мотора склоочисників.

6. Перевіряється сигнал. Якщо на ньому "0" значить наші склоочисники не працюють, якщо "1" тоді потрібно повторно вимкнути мотор склоочисників.

7. Переходим до пункту 2.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Мета даної бакалаврської кваліфікаційної роботи розробити автоматизований пристрій ввімкнення склоочисників автомобіля.

Головне призначення пристрою позбавити водія від необхідності вручну керувати роботою двірників, і служить для підвищення комфорту керування машиною і безпеки автомобіля

Принцип роботи давача дощу заснований на порівнянні оптичних властивостей лобового скла при різних атмосферних умовах, точніше - на відмінностях у відображенні інфрачервоного променя чистою і зволоженою або забрудненою поверхнею скла.

На сьогоднішній день є багато аналогів даного пристрою. Тому для забезпечення його конкурентоздатності в ході розробки було вибрано такі основні критерії, на які потрібно було орієнтуватись. Це собівартість пристрою, яка має бути як найменша, компактність і адаптивність.

Тому основним етапом в проектуванні даного пристрою було вибір елементної бази, яка б задовольняла всі ці вимоги.

Для того, щоб визначити сумарні витрати на проектування і виготовлення автоматизованого пристрою ввімкнення склоочисників в автомобілі, нижче викладено послідовний перелік обчислень, які необхідно обрахувати.

##### 4.1 Визначення собівартості і ціни системи

Визначення виробничої собівартості спроектованого приладу здійснюється за питомою вагою у ньому окремих елементів витрат.

$$C_{вир2} = 100 / U_m * M2 \quad (4.1)$$

де  $C_{вир2}$  – виробнича собівартість спроектованого приладу, розрахована методом питомих ваг (грн.);

$U_m$  – питома вага вартості основних матеріалів і комплектуючих виробів у виробничій собівартості аналога (65%);

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$M_2$  – вартість основних матеріалів і комплектуючих виробів спроектованого приладу. У таблиці 4.1 подано вартість основних елементів з яких складається автоматизована система.

Таблиця 4.1

Елементи системи та їх вартість

Комплектуючі вироби	Кількість, шт.	Вартість за од, грн.	Сума, грн.
AduC7021	1	248	248
FM24CL64	1	42,50	42,50
Фотодіод КДФ115А-3	4	3,50	14
Модуль реле 3,3 В	1	34	34
Світлодіод зелений (304-series)	1	0,80	0,80
Світлодіод(ІЧ) L-53F3C	4	3,05	12,20
Лінійни стабілізатор МСР 1703 3.3В	1	11,50	11,50
Кварцевий резонатор DT-26	1	4	4
Резистор CF-25 56 Ом	5	0,60	3
Резистор CF-100 – 1кОм	1	0,50	0,50
Стабілізатор напруги ADP3333ARMZ-3.3	1	37,48	37,48
Змінний резистор 3296P-1-103LF 10кОм	4	4,75	19
Конденсатор К50-35 1мкФ	2	1	2

Конденсатор КМ - 5а - 100 – н90 - 47мкФ	1	1	1
Конденсатор К50-35 10 мкФ	2	0,60	1,20
Конденсатор КМ -5а - 100 – н90 - 0,1мкФ	1	0,40	0,40
Резистор CF-100 (С1-4) 1.5 Ом	1	0,60	0,60
Резистор CF-100 (С1-4) 270 Ом	1	0,60	0,60
Діод 1N004	1	0,50	0,50
Кабель	3м	5,50	16,50
Клеми (“мама” і “папа”)	6	1,20	7,20
Корпус	1	1	20
Всього			476.98

Річний економічний ефект на витратах на енергію визначається:

$$E_{ен} = (M_1 - M_2) * T * a \quad (4.2)$$



де,  $M_1$ ,  $M_2$  – споживані потужності відповідно аналога та спроектованого приладу.

$a = 0,99$  грн – тариф за 1 кВт/год;

$T = 264 \cdot 8$  – кількість робочих годин на рік (згідно з прийнятим бюджетом робочого часу на відповідний період);

$E_{\text{ен}} = (0,03 - 0,02) \cdot 2112 \cdot 0,9052 = 13,40$  грн. /рік;

Річний економічний ефект по заробітній платі у нашому випадку :

$E_{\text{зпл.}} = 0$ , так як зарплата фахівця з обслуговування залишилася такою самою.

Оскільки конструкцією камери ремонт не передбачений, то  $E_p = 0$ .

Тоді сумарний економічний ефект за термін експлуатації становить:

$E_e = 13,40 \cdot 4,77 + 13,40 \cdot 3,81 + 13,40 \cdot 3,05 + 13,40 \cdot 2,44 + 13,40 \cdot 1,95 + 13,40 \cdot 1,56 + 13,40 \cdot 1,25 + 13,40 \cdot 1 = 265,72$  грн.

Загальний економічний ефект:

$E_z = E_v + E_e = 106,34 + 265,72 = 372,06$  грн.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи виконано наступні завдання:

1. Розглянуто будову, основне призначення та принципи роботи здавачів дощу. Визначено їх основні позитивні сторони та недоліки.

2. Розглянуто відомі аналоги здавачів дощу та визначено їхні основні переваги та недоліки. На основі проведеного аналізу визначено необхідні технічні характеристики проектованого пристрою.

3. Виконано вибір та обґрунтування апаратних засобів реалізації пристрою, вибрано мікроконтролер AduC7021 фірми Analog Devices, мікросхеми зовнішньої пам'яті, модуль реле та стабілізатор напруги.

4. Розроблено схему електричну структурну, функціональну та схему електричну принципову автоматизованого пристрою ввімкнення склоочисників автомобіля.

5. Розроблено програмне забезпечення автоматизованого пристрою ввімкнення склоочисників та описано основну блок-схему алгоритму його роботи.

6. Розроблено економічну оцінку готового пристрою та оцінку його експлуатації, яка у порівнянні з аналогом є дешевшою.

Запропонований пристрій може бути використаний в автомобільних системах і основна його функція - це позбавити водія від необхідності вручну керувати роботою склоочисників, і служить для підвищення комфорту керування і безпеки автомобіля.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бучма І.М. Мікропроцесорні пристрої Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. – 236 с.
2. Фисенко В. Т., Фисенко Т. Ю., Компьютерная обработка и распознавание изображений: уч. Пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008, - 192 с.
3. Датчики дощу ДДА-25, ДДА-35 з інтернет-ресурсу за посиланням: <http://dda-viko.ru/> – Дата доступу: 19.04.2020 р.
4. Інформація про аналого цифрове перетворення з інтернет-ресурсу за посиланням: <http://nadoest.com/metodichni-vkazivki-do-vikonannya-laboratornih-robit-doslidjen-v2> – Дата доступу: 19.04.2020 р.
5. Інформація про світлодіоди та фотодіоди за посиланням: <http://lektsii.org/5-54067.html> – Дата доступу: 19.04.2020 р.
6. Лінійний стабілізатор Мср1703 з інтернет-ресурсу за посиланням: <http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mcp1703> – Дата доступу: 19.04.2020 р.
7. Мікроконтролер ADuC7021 з інтернет-ресурсу за посиланням: <http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Aduc7021> - - Дата доступу: 19.04.2020 р.
8. Пам'ять Fm24cl64 з інтернет-ресурсу за посиланням: <http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Fm24cl64> - - Дата доступу: 19.04.2020 р.
9. Стабілізатор напруги ADP3333 з інтернет-ресурсу за посиланням: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADP3333.pdf> - Дата доступу: 19.04.2020 р.
10. Стаття «Що таке датчик дощу і як він працює» з інтернет-ресурсу за посиланням: <http://autopark.pp.ua/56-scho-take-datchik-doschu-yak-vn-pracyuye.html> – Дата доступу: 19.04.2020 р.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

11. Стаття «Як працює датчик дощу» :  
<http://www.olimpiaautoglass.ru/rain-sensor> - – Дата доступу: 19.04.2020 р.

12. Економіка підприємства: Підручник / за заг. редакцією Й.М. Петровича.- Львів: “Магнолія плюс”, Видавець В.М. Піча– 2004.– 680 с.

13. О.О. Гетьман, В.М. Шаповал Економіка Підприємства : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К: Центр навчальної літератури) 2006. – 488 с.

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ДОДАТКИ

### Додаток А. Лістинг виконавчої програми при завантаженні в мікропроцесор

\*\*\*\*\*Оголошення констант та змінних\*\*\*\*\*

```
stan-dat-br EQU 0A ;стан датчика браку
stan-dat-yak EQU 0B;стан датчику якості
stan-dat-all EQU 0C;стан датчика загальний (вхідного)
kilk-yak1 EQU 0D;
kilk-yak2 EQU 0E;
kilk-brak EQU 0F;не може бути більше ніж 256
kilk-zag1 EQU 10;
kilk-zag2 EQU 11;
percent EQU 12;процент якісних виробів
typ-timer EQU 15;стан прийому даних від порта RS232C
stan-dsr EQU 16;попередній стан сигналу від ваги
typ-ind EQU 17;задається тип даних, які виведені на індикатори
masa EQU 18;
poper-kiaw EQU 19;попередній стан кнопок і сигналу RD
poch-stan EQU 00010000b;задається початковий стан порта C
```

\*\*\*\*\*Початкова ініціалізація\*\*\*\*\*

```
clrf stan-dat-br; початковий стан
clrf stan-dat-yak; початковий стан
clrf stan-dat-all; початковий стан
clrf typ-ind
clrf kilk-yak1
clrf kilk-yak2
clrf kilk-brak
clrf kilk-zag1
clrf kilk-zag2
clrf percent
movlw 1
molwf typ-timer; програмування таймера в режим очікування
movlw 00000111b;
movwf poper-kiaw
clrf stan-dsr; деталі на вазі немає, dsr-не активне
movlw 0FFh
tris A; програмуємо на отримання даних
movlw 0
tris B
tris C; програмуємо на отримання даних
movlw poch-stan
movlw 07; в регістр записується початковий стан порта C
```

\*\*\*\*\*Виключення індикаторів\*\*\*\*\*

```
clrf 06
movlw 00001111b; індикатори засвічуються
iorwf 07,1
movlw 11110000b; індикатори гасяться
andwf 07,1
```

\*\*\*\*\*Програмування таймера\*\*\*\*\*

```
BCF OPTION, 3; PSA=0
BCF OPTION, 5; RTS=0
BCF OPTION, 1
BCF OPTION, 2
BSF OPTION, 0
movlw 0FFh
movwf 01
call osn-prg; виклик основної програми
```

\*\*\*\*\*Основна програма\*\*\*\*\*

```
cycle:
bt fss 05,1; Дбр=1
```

										Арк.
										53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.050102.KI-41.13					

```

goto is_brak; якщо рівне 1, то пропускаємо брак; 0-переходимо на брак
movlw 50
subwf stan_dut_br,0; a=br_50
bt fss 03,2; zero=1?; перевіряємо чи стан рівний 50, якщо так, то
goto obnul_stan_br; пропускаємо команду goto, а якщо ні- обнуляємо стан
incf kilk_brak, 1; якщо світло почало проходити через датчик і стан датчика рівні
50, то збільшуємо кількість бракованих виробів
movlw 2
subwf typ_ind;
btfsc 03,2; zero=0?
call vyvid_brakovan
obnul_stan_brak:
clrf stan_dat_br
goto scan_yak
is_brak:
movlw 50
subwf stan_dat_br, 0;
bt fss 03,2; zero=1?
incf stan_dat_br, 1
scan_yak

scan_yak:
btfss 05,2; Д як=1?
goto is_gak
movlw 50
subwf stan_dat_yak, 0; a=yak-50
btfss 03,2; zero=1?
goto obnul_stan_yak
incf kilk_yak 1,1
btfsc 03,0; carry=0?
incf kilk_yak 2,1
movlw 1
subwf typ_ind;
btfss 03,2; zero=0?
call vyvid_yakisni
goto scan_all
obnul_stan_yak:
clrf stan_dat_yak
goto scan_all

is_yak:
movlw 50
subwf stan_dat_yak; 0;
btfss 03,2; zero=1?
incf stan_dat_yak, 1
scan_all
scan_all
btfss 05, 3; Дпар.=0?
goto not_all
movlw 50
subwf stan_dat_all, 0; a=st-50
btfss 03,2; zero=1?
incf stan_dat_all, 1
goto vaha

not_all:
movlw 50
subwf stan_dat_all; 0
btfss 03,2; zero=1?
clrf stan_dat_all
incf kilk_all 1,1
btfsc 03,2; cary=0?
incf kilk_all 2,1

```

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

```

call scan_time; фіксуємо час, який був затрачений на вивід даного виробу
movlw 3
subwf typ_ind, 0
btfss 03,2; zero=0?
call vyvid_param
vaha:
btfss 05,0; DSR=1?
goto knopky
movlw 1; якщо dsr з 0 перейшов в 1, то важимо деталь
subwf stan_dsr, 0
    btfss 03,2, zero=0?
goto knopky
movlw 1
movmf stan_dsr
movlw 1000 0000b
iorwf 07,1; подаємо сигнал підтвердження
call read_masa
movlw 150
subwf masa, 0; ак=masa-200
btfss 03,0 i carry=1?; перевіряємо чи виник перенос
goto yakisna
movlw 0010 0000b
iorwf 07,1; переводимо стрілки на браковані
goto vykl_motor
yakisna:
movlw 0100 0000b; обертаємо в іншу сторону
iorwf 07,1
vykl_motor
movlw 1001 1111b
andwf 07,1

```

\*\*\*\*\*Опитування кнопок\*\*\*\*\*

```

knopky
movlw 0FFh
this B
movlw 1110 1111; відкриваємо шинний формувач
andwf 07,1
movf 06,0; ак=port B; записуємо дані з порта B в акумулятор
subwf poper_klav, 0; а=поп-нов
btfss 03,2; zero=0?
goto end_osn
movwf poper_klav
    movlw 0001 0000b
iorwf 07,1
btfss 06,0; як=1? якщо в0=1, то кнопка не натиснута
call vyvid_yakisni
btfss 06, 1; бр.=1?
call vyvid-brakovani
btfss 06,2; параметр=1?
call vivid_parametr
movlw 06,0
end_osn:
movlw 0001 0000b
iorwf 07,1
goto cycle
*****vyvid yakisni *****

movlw 0
this B; програмуємо на вивід
movlw 0111 0111b; буква A
movlw 06; код букви A у порт B
movlw 1111 0111b
andwf 07,1; відкриваємо виходи регістра індикатора 1

```

					6.050102.KI-41.13	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

movlw 0000 1000b
iorwf 07,1; записуємо код в регістр
movf kilk_yak1,0
movwf 1F; запис молодших розрядів в регістр 1F
movf kilk_yak2,0
movwf 1A; запис старших розрядів в регістр 1A
CALL indykacia; виводимо к-сть якісних виробів на 3 індикатори
movwf typ_ind
RET

```

\*\*\*\*\*vyvid brakovani\*\*\*\*\*

```

movlw 0
this B; програмуємо на вивід
movlw 0111 1101b; буква Б
movlw 06;
movlw 1111 0111b
andwf 07,1
movlw 0000 1000b
iorwf 07,1
movf kilk_brak,0
movwf 1F
clrf 1A
CALL indykacia;
movlw 2
movwf typ_ind
RET

```

\*\*\*\*\*Vyvid parametr\*\*\*\*\*

```

movlw 0
this B; програмуємо на вивід
movlw 0011 0111b; буква П
movwf 06;
movlw 1111 0111b
andwf 07,1;
movlw 0000 1000b
iorwf 07,1
movf percent,0
movwf 1F
clrf 1A
CALL indykacia
movlw 3
movwf typ_ind
RET

```

\*\*\*\*\* індикація\*\*\*\*\*

```

clrf 1B; сотні
clrf 1C; десятки
clrf 1D; одиниці
clrf 1E; допоміжні регістри
movf 1F,0
movwf 1D
movf 1A,0
movf 1E; старший байт аргумента переносимо допоміжний регістр
movf 1F,0; молодший байт аргумента-в акумулятор
sotni:
movwf 1D; запис в акумулятор регістр 1D
movwf 100
subwf 1D,0; ак=мол-100
btfss 03,0; carry=1(мол<100)?
goto end_sotni; якщо мол>100, то перехід
decf 1E,1; якщо мол<100, то декремент старших розрядів
btfsc 03,0; якщо результат>0?
goto vyvid_sotni; якщо р<0, то виходимо з відніманням сотень
end sotni:

```



```

incf 1B,1;
goto sotni
vyvid_sotni:
movf 1B,0; записуємо к-сть сотень в акумулятор
call convert;подаємо код числау порт В
movwf 06;
movwf 1111 1000b
andwf 07,1
movwf 0000 0100b
iorwf 07,1; запис. к-сть сотень у регістр індикатора 2
movf 1D,0
desyatku:
movwf 1D4 тимчасово зберігаємо вміст акумулятора в регістрі 1D
movwf 10
subwf 1D,0; ак=число-10
btfsc 03,0;carry=0
goto vyhid_desyatku; якщо результат<0, то вихід з циклу
incf 1c,1
goto desyatku
vyhid_desyatku: збільшуємо к-сть десятків
movf 1C,0;
call convert; перетворюємо число в код
movwf 06;
movwf 0000 0010b
iorwf 07,1
movf 1D,0;
call convert
movwf 06;
movwf 0000 0001b
iorwf 07,1
movwf 1111 0000b
andwf 07,1;подаємо 0 на всі4 регістри(запалюємо їх)
RET
*****Convert*****

```

```

MOVWF 16;           ЗБЕРІГАЄМО АРГУМЕНТ
MOV LW 9;
SUB WF 16,0;
BTFSS 03,2;        ЯКЩО APR=9, ТО A=1
GO TO NEXT8;      ІНАКШЕ ПЕРЕВІРЯЄМО ДАЛІ
MOV LW 0110 1111;  КОД ДЕВ'ЯТКИ
GO TO END CONVERT
NEXT8:
    MOV LW 8;
    SUB WF 16,0;
    BTFSS 03,2;        ЯКЩО APR=8, ТО F=1
    GO TO NEXT 7;     ІНАКШЕ ПЕРЕВІРЯЄМО ДАЛІ
    MOV LW 0111 1111;  КОД ВІСІМКИ
    GO TO END CONVERT
NEXT7:
    MOV LW 7;
    SUB WF 16,0;
    BTFSS 03,2;        ЯКЩО APR=7, ТО F=1
    GO TO NEXT6;     ІНАКШЕ ПЕРЕВІРЯЄМО ДАЛІ
    MOV LW 0000 0111;  КОД СІМКИ
    GO TO END CONVERT;
NEXT6:
    MOV LW 6;
    SUB WF 16,0;
    BTFSS 03,2;        ЯКЩО APR=6, ТО F=1
    GO TO NEXT5;     ІНАКШЕ ПЕРЕВІРЯЄМО ДАЛІ
    MOV LW 0111 1101;  КОД ШІСТКИ
    GO TO END CONVERT;

```

						6.050102.KI-41.13	Арк.
							57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



```

goto end_masa
btfsc 06,7; B7=0?
goto end_masa
incf typ_timer, 1
movlw 9
movwf 0,1
clrf 1E
RET
end_masa:
movlw 3
movwf 01
RET
get_masa
;
btfss 06,7; RD=0?
incf 1E,1;
rlf 1E,1
movlw 9
movwf 0,1
incf typ_timer, 1
movlw 10
subwf typ_timer, 0
btfss 03,2; zero=1?
RET
movf f1E,0
movwf masa
movwf 3
movwf 01
RET
*****update percent*****

MOV LW
SUB WF KILK_ALL, 0; KILK-0
BTFSS 03,2; ЯКЩО ZERO==1, ТО ЧИСЛО
GO TO CHOTYRYSTA;
MOV LW 25
SUBWF KILK_ALL 1, 0;
BTFSS 03,2;
GO TO NEXT_P1
MOVF KILK_YAK1<BR1>, 0;
MOVWF PERCENT
RF PERCENT, 1
RF PERCENT, 1;
GO TO END_SUB
NEXT_P1
MOVLW 50
SUBWF KILK_ALL1, 0;
BTFSS 03,2;
GO TO NEXT_P2;
MOVF KILK_YAK1<...>, 0;
MOVWF PERCENT
RLF PERCENT, 1;
GO TO END_SUB
NEXT_P2
MOVLW 100
SUBLW KILK_ALL1, 0;
BTFSS 03,2;
GO TO NEXT_P3;
MOVF KILK_YAK1<...>, 0;
MOVWF PERCENT;
GO TO END_SUB
NEXT_P3
MOVLW 200
SUBWF KILK_ALL, 0;

```

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

```

    BTFSS 03,2;
    GO TO END_SUB;
    MOVF KILK_YAK1,0<BRAK>;
    MOVWF PERCENT
    RRF PERCENT,1;
CHOTYRYSTA:
    MOVLW1
SUBWF KILK_ALL2,0
    BTFSS 03,2;
    GO TO NEXT_P4;
    MOVLW 1001 0000;
    SUBWF KILK_ALL1,0
    BTFSS 03,2;
    GO TO NEXT_P4
    MOVF KILK_YAK2,0
    MOVWF 14;
    RRF 14,1
    MOVF KILK_YAK1,0<BRAK>
    MOVWF PERCENT
    RRF PERCENT,1;
    RRF PERCENT,1;
    GO TO END_SUB
NEXT_P4:
    MOVLW 0000 0011
    SUBWF KILK_ALL2,0
    SUBWF 03,2;
    GO TO END_SUB;
    MOVLW 0010 0000
    SUBWF KILK_ALL,0
    BTFSS 03,2;
    GO TO END_SUB;
    MOVF KILK_YAK2,0
    MOVWF 14;
    RRF 14,1
    MOVF KILK_YAK1,0<BRAK>
    MOVWF PERCENT
    RRF PERCENT,1;
    RRF 14,1;
    RRF PERCENT,1;
    RRF PERCENT,1;
END_SUB:
    RET

```

					6.050102.KI-41.13	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60