

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та системного програмування

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з
функцією пам'яті вимірювань
Назва теми

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Шифр KPKI.2022105.18.01.21 ПЗ

Виконав: студент IV курсу, група KI-18-V V.B. Medy В.О. Муляр
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник am В.М. Стецюк
Підпис Ініціали, прізвище

Нормоконтролер ds С.М. Дисенко
Підпис Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування ts Т.О. Говорушенко
Підпис Ініціали, прізвище

« 2 » червня 2022 р.

Хмельницький 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

" 11 " 01 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Муляр Вадим Олександрович

(Прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань

Керівник роботи Стецюк Василь Миколайович, ст.викладач

(Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце роботи)

Затверджено наказом ректора університету від 06.01. 2022 року №1, додаток №

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 07.06. 2022 р.

3. Вихідні дані до проекту Завдання на дипломне проектування



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

Здійснити огляд, провести аналіз та дослідження існуючих рішень по реалізації лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань. Описати етапи дослідження та здійснити проектування схеми мілівольтметра, плати та необхідні розрахунки. Виконати обґрунтування кваліфікаційної роботи та побудову лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань

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

Структурна схема лабораторного мілівольтметра, Схема електрична принципів, Фрагменти схем лабораторного мілівольтметра, Алгоритм роботи програми для управління мікроконтролером, Компонівка елементів лабораторного мілівольтметра


6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

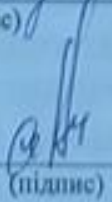
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання Видав	Завдання Прийняв
Нормо контроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Плагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання 06.01. 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапу (розділу) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапу роботи	Примітка
1.	Вступ. Огляд існуючих методів, засобів.	1 декада Лютий	Виконано
2.	Обґрунтування вибраного варіанту.	2 декада. Лютий	Виконано
3.	Опис характеристики та роботи .	3 декада. Лютий	Виконано
4.	Розробка організаційної структури	1 декада. Березень	Виконано
5.	Розробка схеми розташування станцій	2 декада. Березень.	Виконано
6.	Підготовка ескізів креслень.	3 декада. Березень	Виконано
7.	Розробка частини по захисту	1 декада . Квітень	Виконано
8.	Розрахункова частина.	2 декада . Квітень	Виконано
9.	Висновки.	3 декада. Квітень.	Виконано
10.	Погодження з консультантами.	1 декада. Травень	Виконано
11.	Оформлення графічного матеріалу.	1 декада. Травень	Виконано
12.	Оформлення пояснювальної записки.	2 декада. Травень	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікац. роботи.	3 декада. Травень	Виконано
14.	Подання роботи на плагіат	3 декада. Травень	Виконано
15.	Захист кваліфікаційної роботи	1 декада . Червень	Виконано

Студент  (підпис) В.О. Мудяр (Ініціали, прізвище)

Керівник роботи  (підпис) В.М. Стецюк (прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиц	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Текстові документи</u>		
A4		1	KPKI.022105.18.01.21 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Графічні матеріали</u>		
A4		2	KPKI. 022105.18.01.21 E8	Схема структурна загальна	1	
A4		3	KPKI. 022105.18.01.21E8	Схема принципова загальна	1	
A4		4	KPKI. 022105.18.01.21 E8	Компоновка елементів	1	
A4		5	KPKI. 022105.18.01.21E8	Плата мілівольтметра	1	
A4		6	KPKI. 022105.18.01.21 E8	Схема індикатора	1	
A4		7	KPKI. 022105.18.01.21 E8	Схема блоку пам'яті	1	
A4		8	KPKI. 022105.18.01.21 E8	Плата блоку пам'яті вимірювань	1	
A4		9	KPKI. 022105.18.01.21 E8	Алгоритм роботи 1	1	
A4		10	KPKI. 022105.18.01.21 E8	Алгоритм роботи 2	1	

KPKI.022105.18.01.21 ВП

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Муляр В.О.	<i>[Signature]</i>	26.7.20			
Перев.		Степан В.М.	<i>[Signature]</i>				
Н. контр.		Лисенко С.М.	<i>[Signature]</i>				
Затверд.		Гаворухинська Т.О.	<i>[Signature]</i>				

Лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань
Відомість проекту

XHY, K1-18-1

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань»

Автор роботи: Муляр Вадим Олександрович

Керівник роботи: Стецюк Василь Юрій Миколайович

Пояснювальна записка: 58 с., 21 рис., 1 табл., 25 джерел.

Графічна частина: 10 презентаційних слайдів.

МІКРОКОНТРОЛЕР, МІЛІВОЛЬТМЕТР, СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ, МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГІЯ ПАМ'ЯТІ ВИМІРЮВАНЬ.

Метою роботи є проектування та розробка лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань як пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні мікроконтролерів шляхом вдосконалення та розширення його функціональності, покращенню алгоритмів роботи, впровадженню та вдосконаленню вибору засобів, підвищенню ефективності при передаванні такої інформації та забезпечення її завадостійкості, а це:

- можливість його використання для процесів перевірки по любых елементах;
- великий запас надійності та якості роботи для будь яких вимірів;
- сумісність із сучасним комп'ютерним обладнанням;
- використання сучасних компонентів та елементної бази пристрою.

У роботі було спроектовано лабораторний мілівольтметр шляхом вдосконалення та розширення його функціональності за рахунок аналізу уже відомих пристроїв та покращено його роботи по надання послуг вимірювання. Поставлена у кваліфікаційній роботі мета досягнута розв'язанням наступних задач:

- 1) виконати дослідження та аналіз існуючих систем та пристроїв на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань;
- 2) уточнити шляхи підвищення ефективності роботи лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань;
- 3) виконати інфраструктурну реалізацію та спроектувати лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань.

Підпис студента

В. Муляр

Дата

02.06.2022

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ	9
1.1 Аналіз особливостей функціонування та побудови цифрових вимірювальних пристроїв	9
1.2 Обґрунтування вибору апаратних ресурсів та особливості застосування контролерів у вимірювальній техніці	17
1.3 Вимоги до технічного засобу при розробці лабораторного мілівольтметра	24
1.4 Висновки. Постановка задачі	26
2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЛАБОРАТОРНОГО МІЛІВОЛЬТМЕТРУ	27
2.1 Дослідження схем цифрових вольтметрів як аналогу проекту	27
2.2 Проектування структури лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань	30
2.3 Проектування фрагментів апаратних підсистем і відображення та принципової схеми лабораторного мілівольтметра	33
2.4 Висновок	39
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО МІЛІВОЛЬТМЕТРУ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ	40
3.1 Розробка алгоритму роботи програми для цифрового мілівольтметра ..	40
3.2 Проектування фрагменту програмно-апаратної реалізації системи з функцією пам'яті вимірювань	43
3.3 Програмні засоби для перевірки працездатності та функціонування лабораторного мілівольтметра	50
3.4 Висновок	53
ВИСНОВКИ	54
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	56
ДОДАТОК А Копії графічної частини	59
ДОДАТОК Б Лістинг програми перевірки мілівольтметра	60

					КРКІ.022105.18.01.21 ПЗ			
Вип.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Муляр В.О.	<i>[підпис]</i>	2.12.23			2	58
Перевіряв		Стецюк В.М.	<i>[підпис]</i>	2.12.23	Пояснювальна записка	ХНУ гр.КІ-18-1		
Н.контр.		Лисенко С.М.	<i>[підпис]</i>					
Затвердив		Говорушкіна Т.О.	<i>[підпис]</i>					

ВСТУП

Основним завданням при проектуванні сучасних вимірювальних приладів було та залишається досягнення певних метрологічних його основних характеристик. На різних етапах розвитку для обчислювальної техніки така задача вирішувалась різними її методами. Такі технологічні методи, які зводились до уже вдосконалення існуючих технологій, є конструктивні та структурні методи. Структурні методи отримали тут особливий розвиток при створенні цифрових їх вимірювальних приладів. Для покращення ж метрологічних характеристик та розширення їх функціональних можливостей для таких приладів тут досягалось реалізацією певних її структур, які знаходяться у більшості випадків простим евристичним шляхом. Удосконалення ж елементної її бази та велика інтеграція таких цифрових схем призвели до розробки нових структурно-алгоритмічних методів, у яких вдосконалені її структури сполучаються із реалізацією уже обчислювальних операцій. Використання ж зазначених методів тут дозволило виконувати корекцію низки похідних її вимірювань та сполучити різні методи для перетворення форми інформації та забезпечувати при цьому досить високу швидкодію та розширення її функціональних можливостей для усіх таких приладів. У останні роки досить відзначено масове наповнення такого ринку усілякою автоматизованою апаратурою для різного виду призначення та різної її складності. Самі ж контролери входять в усі сфери життєдіяльності для сучасної людини, їхня насиченість у нашому оточенні швидко росте щорічно.

На сьогодні мікроконтролерні системи досить широко використовуються для побудови різних типів сучасних радіоелектронних пристроїв для різноманітного їх призначення. Використання у сучасному такому мікроконтролері достатньо потужного обчислювального його пристрою із широкими можливостями, побудованого на одній мікросхемі замість використання цілого набору, де значно знижує її розміри, його енергоспоживання та вартість побудованих на його основі уже різноманітних пристроїв. Контролери все частіше використовуються у системі для управління різними сучасними пристроями та у їх окремих блоках. У побутовій електроніці та різноманітних її пристроях, у яких використовуються цілі

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		5

електронні системи для її управління це є у пральних машинах, у мікрохвильових печах, у посудомийних машинах та інших сучасних технічних її пристроях.

Також сучасні контролери широко використовують у промисловості, а це пристрої для промислової автоматики від програмованих реле у вбудованих системах до різних програмованих логічних їх контролерів та для систем по управлінню для верстатів тощо. Так як контролерні системи застосовуються у різних областях роботи, то вони у процесі їх експлуатації піддаються самим різноманітним зовнішнім впливам, а це підвищеної вологості їх зовнішнього повітря, знижений чи підвищений їх атмосферний тиск, високі чи низькі температури тощо. Тому на етапі розробки лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи із функцією пам'яті вимірювань необхідно враховувати і область застосування для розроблюваних контролерів, а також здійснювати їх постійний контроль по відповідності мікросхемам тим чи іншим її параметрам. Для відбракування ж несправних мікросхем та їх контролю по необхідних параметрах, на стадіях розробки її системи та виробництва, де усі ці мікросхеми піддають різним видам таких випробувань. У процесі ж такого випробування контролерів різним їх впливам, необхідна використання для установки певного електричного режиму. Такий режим задається відповідно до їх технічного завдання на випробовуванні самої системи та має на увазі:

- подачу основної напруги живлення на ядро та її периферії;
- подачу усіх необхідних синхронізуючих її сигналів;
- подачу сигналу для її скидання.

При побудові лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи із функцією пам'яті вимірювань виникає потреба у розробці компактного портативного пристрою, що включає у себе усі необхідні функції. У розроблює пристрою мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті для вимірювань планується введення нових та додаткових синхроімпульсів зміщених від них по основної по фазі, бо такі уже послідовності можуть бути використані для трактування швидкодіючих сучасних ІМС, що тут можуть використовувати до восьми їх фаз для тактових імпульсів. Також уже буде здійснюватися індикація його контролю для всіх вихідних напруг та струму його споживання. Для системи із

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		6

функцією пам'яті вимірювань уже необхідна індикація частоти та шпаруватості яка стає тут можливою, завдяки застосуванню її у якості генератора - контролера, керуючою його програмою та для якого можна отримати різні види таких вихідних сигналів.

На практиці ж для роботи із різними інформаційними мережами та електронними пристроями часто буває важливо та уже необхідно проводити вимірювання їх електричних величин. Бажано при цьому, щоб усі ці вимірювання проводилися за допомогою одного вимірювального їх приладу. Тому було розроблено та створено прилад, який у даний час називається мультиметром, в даному випадку це мілівольтметр. Попередником такого мультиметру був прилад авометр – це є прилад для вимірювання сили його струму (амперметр), її напруги (вольтметр) та його опору (омметр). Пізніше такий уже прилад стали називати тестером, а уже в даний час за ним закріпилася його назва як прилад мультиметр. Сучасні прилади мультиметри можуть виконувати багато більшу кількість її функцій, бо із їх допомогою можна вимірювати і ємність конденсаторів та частоту її змінного струму, визначати коефіцієнт по посиленню транзисторів, проводити перевірку різних діодів та перевіряти їх з'єднання тощо. Ускладнення та модифікація таких електронних схем для цих мультиметрів із використанням нових його елементів дозволяють поступово доповнювати новий уже перелік для виконуваних ними функцій.

На сьогодні зазвичай сам же мультиметр є автономним, досить компактним приладом який уже керується за допомогою перемикачів та його клавіатури, що розміщена на його основному корпусі. У зв'язку із цим то метою даної роботи було визначено розробку лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань. Такий лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи представляє систему, що складається із вимірювальної частини, ядром для якої є контролер та її керуючої частини, а це програми. Користувачеві уже доступно використання двох вимірювальних його клем та керуючого її додатку, здатного уже видавати виміряні тут результати та функцією його пам'яті вимірювань. Для кожного із таких вимірювальних режимів для роботи мультиметру - мілівольтметра передбачені різні діапазони вимірювання. Вони

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		7

можуть бути уже змінені виходячи із необхідності роботи. Розроблюваний даний лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань для використання у навчальному процесі є досить актуальним пристроєм.

Актуальність кваліфікаційної роботи полягає у вдосконаленні архітектури побудови лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань як пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні сучасних 16-розрядних мікроконтролерів, шляхом впровадження покращеної системи передачі інформації при зростанні динаміки передачі цих потоків, що і зумовлює актуальність теми для цієї кваліфікаційної роботи. Прикладною ж задачею, яка вирішується у цій кваліфікаційній роботі, є забезпечення інформаційної та функціональної безпеки архітектури побудови лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи для обробки інформації шляхом побудови інформаційної та функціонально захищеної її системи.

Метою роботи є проектування та розробка лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань як пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні 16-розрядних мікроконтролерів шляхом вдосконалення та розширення його функціональності, покращенню алгоритмів роботи, впровадженню та вдосконаленню вибору засобів, систем функціональної безпеки із підвищенням ефективності при передаванні такої інформації та забезпечення її завадостійкості. Поставлена у цій кваліфікаційній роботі мета досягається розв'язанням наступних **задач**:

- 1) виконати дослідження та аналіз існуючих систем та пристроїв на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань;
- 2) уточнити та визначити шляхи підвищення ефективності роботи лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань;
- 3) виконати інфраструктурну реалізацію та спроектувати лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань.

Отримані результати і їх новизна – лабораторний пристрій для формування вхідних сигналів при випробуванні 16-розрядних контролерів, що дозволяє задавати

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		8

електричний режим для ІМС при їх випробуванні, контролювати її струми споживання та задавати частоту для такту. У одному приладі тут об'єднані усі необхідні інструменти для формування вхідних сигналів для перевірки мікроконтролерів.

Область для застосування це перевірка працездатності інтегральних схем під час та уже після проведення випробувань на різноманітні впливи.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

1.1 Аналіз особливостей функціонування та побудови цифрових вимірювальних пристроїв

У процесі проектування приладу для вимірювання необхідно розуміти усі фізичні процеси що протікають у ньому, знати його закономірності та зв'язки які вони характеризують тут своїми величинами. У класичній фізиці прийнято основними електричними величинами завжди і всюди вважали силу струму, напругу та опір. Ці основні величини уже пов'язані між собою законом Ома - де сила струму у однорідній ділянці його ланцюгу прямо пропорційна напрузі на цій же ділянці та обернено пропорційна опорю цієї ділянки передачі [1]. Вимірювання усіх цих трьох величин є завданням для простого мультиметру, у тому числі і мілівольтметра. У основі роботи такого приладу вимірювання лежить дія самого електричного поля на заряджені його частин, а джерелом самого поля є його заряджені частини. Переважна ж більшість елементів для електричних та електронних схем тут виготовляється із металевих чи напівпровідникових різних матеріалів, носіями електричного струму у яких є саме просто електрони. Електричний же струм у цих матеріалах є спрямований рух для електронів під дією прикладеного до них матеріалу такого електричного поля. На сьогодні більш зручними у їх експлуатації приладами по вимірюванню напруги є сучасні прості цифрові вольтметри. Такі вольтметри можуть вимірювати постійні та змінні напруги, а клас їх точності до 0,001, діапазон роботи від одиниць мікрвольт до декількох кіловольт. Такі сучасні мікропроцесорні цифрові вольтметри уже оснащені клавіатурою та часто дозволяють проводити вимірювання не тільки просто напруги, але і струму, різного

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		9

опору тощо, тобто вони є багатофункціональними різноплановими вимірвальними приладами чи тестерами.

Аналіз та дослідження показують, що серед вимірвальних приладів такі сучасні цифрові вольтметри займають тут особливе місце, так як уже дозволяють забезпечити тут автоматичний вибір їх межі та полярності для вимірюваних напруг, їх автоматичну корекцію для похибок, малі похибки для виміру десь 0,010 – 0,0010% при широкому їх діапазоні для вимірюваних напруг а це від 0,10 мкВ до десь 1000В, та видачу результатів їх виміру у цифровому наглядному вигляді, їх документальну реєстрацію, увід різної вимірвальної інформації комп'ютер та у різні складні інформаційні вимірвальні системи для регістру. Самі ж цифрові вольтметри у порівнянні із аналоговим містить уже аналогово-цифровий перетворювач , який кодує - АЦП, пристрій для цифрового відліку тощо. Сучасні цифрові вольтметри класифікують за їх способом перетворення основної безперервної величини у її дискретну, самої структурної схеми АЦП, різних технічних засобів та способу компенсації. За основним способом перетворення розрізняють такі цифрові вольтметри із порозрядним їх кодуванням, із час-імпульсним та частото-імпульсним перетворенням. За головним способом для структурної схеми АЦП такі цифрові вольтметри діляться уже на вольтметри їх прямого перетворення та урівноважую чого їх перетворення. За основними технічними засобами такі цифрові вольтметри діляться уже на електромеханічні вольтметри та прості електронні вольтметри. За способом їх рівноваги такі цифрові вольтметри діляться на вольтметри із слідкуючою і згорнутою рівновагою.

До основних параметрів цифрового вольтметру відносяться точність перетворення яка визначається похибкою їх квантування по рівню, що тут характеризується кількістю розрядів у їх вихідному коді. Похибка ж самого цифрового вольтметру має дві його складові, одна із яких залежить від його вимірюваної величини та є мультиплікативною, а інша уже не залежить та є адитивна. Таке просте представлення пов'язано із дискретним принципом їх вимірювання для безперервної величини, так як у процесі їх квантування виникає тут абсолютна похибка, яка обумовлена кінцевою кількістю їх рівнів квантування. Абсолютна ж похибка для вимірювання напруги, а це $\Delta U = \pm vx \cdot U \cdot x + m$ знаків, де

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		10

вх. це відносна похибка самого вимірювання, а U_x – це значення вимірюваної напруги, m знаків – значення, яке визначає одиницю молодшого розряду для цифрового відлікового пристрою його адитивна похибка для дискретності. Для лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи із функцією пам'яті вимірювань допустимо, що основна припустима її відносна похибка представляється тут також у іншому вигляді, де $v_x = \pm a + b U_k z / U_x$), де a та b – це постійні числа, що характеризують її клас точності для приладу. Перший член для похибки не залежить від показників самого приладу, а другий уже збільшується при зменшенні U_x , по гіперболічному її закону.

Саме електронні вольтметри складають найбільш численну групу серед різних радіовимірювальних приладів. Ці вольтметри мають великий опір на низьких та на високих частотах, високу чутливість, споживають досить малу потужність від вимірювального кола, придатні для вимірювання різних середніх випрямних, середніх квадратичних та максимальних значень змінних напруг і імпульсних сигналів тривалістю, яка починається із нано секунд. Загалом електронним вольтметром називається прилад, показання якого відповідають величині його вимірюваної напруги. Сама вимірювана напруга надходить на входи схем електронних приладів, завдяки чому вхідний опір цих електронних вольтметрів досягає вельми великих значень та допускаються значні перевантаження. Загалом електронні вольтметри за родом вимірюваної напруги поділяють на наступні види [2]:

- це вольтметри постійної напруги;
- це вольтметри змінної напруги;
- це вольтметри імпульсної напруги;
- це селективні вольтметри;
- це універсальні вольтметри;
- це вимірювачі відношення напруг та їх різниці.

Електронні вольтметри діляться на аналогові та дискретні типи. У аналогових вольтметрах напруга уже перетворюється у пропорційне значення постійного струму, а значення яке вимірюване магнітоелектричним мікроампер метром, шкала якого градується у одиницях напруги (вольти, мілівольти,

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		11

мікровольти). В дискретних вольтметрах напруга піддається ряду перетворень, в результаті чого аналогова вимірювана величина перетвориться у дискретний сигнал, значення якого відображується на індикаторному пристрої. Аналогові та дискретні вольтметри часто називають стрілочними та цифровими відповідно. У даний час усі цифрові вимірювальні прилади застосовуються дуже широко, поскільки мають цілий ряд переваг у порівнянні із аналоговими приладами - це є висока точність та роздільна його здатність, широкий діапазон вимірів та представлення результатів вимірів у цифровій формі. До недоліків при використанні таких цифрових вольтметрів відносяться складність їх схем та конструкції, високу вартість та малу надійність, поскільки використання високоякісних електронних приладів потребувало досить високої точності та якості їх роботи. Усі ці недоліки можна віднести до розряду тимчасових, поскільки у даний час вони уже усуваються завдяки швидкому розвитку сучасної мікроелектроніки. Принцип же роботи цифрових вимірювачів складається у фазі перетворення вимірювальної постійної напруги, що повільно змінюється у електричний код, який відображається на табло у цифровій формі. Узагальнена структурна схема цифрового вольтметра складається із вхідного пристрою, його аналого-цифрового перетворювача та цифрового індикатора. Аналогово-цифрові перетворювачі призначені для швидкого перетворення усіх аналогових сигналів у відповідних їм цифрові, що мають дискретну шкалу їх значень. Кінцевий пристрій відображає значення цих величини у цифровій формі. У вимірювальних вольтметрах використовуються різні схеми інтегруючого АЦП, тому прилад відображення тут не є виключенням. До складу двох тактних інтегруючих АЦП входять операційні підсилювачі, компаратори напруги, аналогові ключі, джерело для опорної напруги, двійково-десяткові лічильники, генератори такт імпульсів, вихідні схеми управління тощо.

Вольтметр для змінної напруги це є електронний вольтметр для змінної напруги який складається із перетворювача його змінної напруги у постійне, підсилювача та магнітоелектричного його індикатору [3]. Часто на вході такого вольтметра встановлюється ще дільник напруги, що тут калібрує та за допомогою якого збільшується верхня межа вимірюваної напруги. Загалом же залежно від вигляду перетворення показники такого вольтметра може бути пропорційним його

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		12

амплітудному, середньо випрямленому чи середньостатистичному значенню його напруги, що вимірюється. При проектування та розробці електронних вольтметрів враховуються основні вимоги до нього, а це висока чутливість, широкі межі вимірюваної напруги, широкий діапазон частот, великий вхідний його опір та мала вхідна ємність, мала погрішність та значна залежність показників від форми кривої вимірюваної напруги.

Аналіз особливостей функціонування та побудови цифрових вимірювальних пристроїв дозволяє дійти до висновку, що чим менша її похибка для вимірювання, тим вища уже його точність, а отже тим менша уже різниця між її істинним значенням та результатом його її вимірювання. І тому із збільшенням її похибки уже зменшується точність, а сама точність вимірювання це є головна характеристика для якості вимірювання, що відображає тут близькість його результату по вимірюванню до істинного його значення такої вимірюваної величини. Кількісно ж точність для вимірювання уже визначається як величина, що обернена до відносної її похибки. Окрім точності для вимірювань на практиці також застосовують уже такі характеристики для якості вимірювань, а це правильність, збіжність та її відтворюваність для її вимірювань. Сама ж правильність вимірювань є характеристика для якості вимірювання, що відображає тут близькість до нуля її систематичної похибки для вимірювання. Сама ж збіжність результатів для вимірювання є характеристика для якості її вимірювань, що відображає близькість для повторних результатів її вимірювань однієї та тієї ж величини у однакових умовах роботи. Збіжність же по результатах вимірювань відображає її близькість до нуля її випадкової похибки. Також збіжність тут може бути оцінена як кількісною дисперсією для результатів вимірювань. Сама відтворюваність вимірювань це є характеристика якості для вимірювань, що тут відображає близькість результатів її вимірювань однієї та тієї ж величини, які виконані у різний час та у різних умовах, різними методами та засобами. Також розрізняють і надмірну похибку та промах де надмірна її похибка це є похибка її вимірювання, що суттєво перебільшує уже очікувану у даних умовах її похибку, а промах це результат вимірювання, що має тут надмірну її похибку.

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		13

При аналізі особливостей функціонування та побудови цифрових вимірювальних пристроїв у методиках оцінки її результатів для вимірювання ці промахи вилучають із ряду для багаторазових спостережень, як уже аномальні результати для вимірювання. За основним характером зміни похибки для вимірювання поділяють на систематичні та випадкові де систематична похибка це складова її похибки, що залишається завжди сталою чи прогнозовано уже змінюється у ряді її вимірювань для тієї ж величини. Випадкова ж похибка це є складова похибки, що не прогнозовано сама змінюється у ряді вимірювань для тієї ж величини. При вимірюванні у загальному випадку сама похибка для результату вимірювання уже містить систематичну та випадкову її складові, навіть якщо тут було введено поправки на різні систематичні похибки, які викликані відомими факторами їх впливу. Пояснюється все це тим, що значення її факторів не залишаються у процесі вимірювання є постійними і тим, що на результат вимірювання також впливають фактори, уже дія яких у даному експерименті тут не передбачалася чи фактори уже дію яких тут неможливо врахувати. По скільки у похибку для вимірювання входить також випадкова складова, то її уже слід вважати величиною досить випадковою. Значення для повної похибки її вимірювання для будь-якого моменту часу тут визначається. Тут використовуючи апарат для підсумовування частинних похибок їх випадкового характеру та часткових похибок систематичного їх характеру, можна оцінити саму похибку для вимірювання.

Ще досить давно з'явилася рекомендація робочої групи вчених, що пропонувала розділити похибку результату вимірювань на дві основні групи - А та В. Складові для групи А оцінюються тут статистичним методом, а уже складові групи В різними іншими методами. Саме поняття як систематична похибка признається тут неточним, а тому уже може вводити у оману. Там вказується, що розходження між самими групами А та В має скоріше практичне їх значення, ніж фундаментальне. Тому рекомендується внесок у таку загальну похибку похибок для обох їх категорій розглядати як досить випадковий, що визначає порядок для суми цих складових загальної їх похибки. Систематичні похибки вимірювання у свою чергу поділяються за причиною їх виникнення та за їх характером зміни у поточному часі. За причиною ж виникнення ці систематичні похибки поділяються

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		14

на такі як інструментальні та методичні, суб'єктивні та похибки встановлення. Сама ж похибка встановлення позначає, що до них належать такі, прояви у яких зумовлені уже неправильним застосуванням їх міри, а це встановлення приладу із нахилом чи відхилення різних зовнішніх умов від нормальних як то наявність зовнішніх їх полів, відхилення зовнішньої температури від нормальної тощо.

Аналіз особливостей функціонування та побудови цифрових вимірювальних пристроїв показав, що суб'єктивні похибки проявляються у результаті особливостей для самого спостерігача. Наприклад, при підрахунку самих поділок шкали різні люди зовсім по-різному оцінюють одне та те саме положення її стрілки. Один споживач схильний завжди занижувати його покази, а інший їх завищувати. Методичні ж похибки виникають через самі недоліки для самого методу вимірювання чи через неточність застосованих у них спрощених формул, при непрямому вимірюванні площі їх перерізу для круглого стержня прямим вимірюванням діаметра із наступимо для обчислення площі і результат буде із систематичною його методичною похибкою через обмежене число його знаків та значення числа. Інструментальні ж похибки властиві для усіх вимірювальних приладах та їх мірам. Усі ці похибки тут виникають у результаті уже допущених при виготовленні та градуюванні де є порушення самої технології при нанесенні таких міток на шкалі його стрілочних приладів та за рахунок різних їх відхилень при підгонці дійсних значень до їх номінального значення. При використанні таких різних засобів для вимірювальної техніки всі усі виміри тут будуть супроводжуватися їх постійною похибкою. За характером зміни у поточному часі систематичні похибки уже поділяються на постійні, прогресивні та періодичні де постійні похибки, до них належать такі, які досить тривалий час залишаються незмінними та на протязі вимірювального експерименту є постійними. Різні прогресивні похибки це такі похибки, які у процесі даної серії їх вимірювань дають неперервне зростають чи зменшуються, тобто є функцією від часу. Різні періодичні похибки, де до їх числа належать самі систематичні похибки, значення яких є тут періодичною функцією чи часу або уже самої вимірюваної величини.

Аналіз особливостей функціонування та побудови цифрових вимірювальних пристроїв показує, що за місцем виникнення самої похибки

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		15

вимірювання їх розподіляються на інструментальні та методичні де інструментальна похибка це є уже складова похибки її вимірювання, яка зумовлена властивостями самих засобів вимірювальної техніки. Методична ж похибка є складовою похибки для вимірювання, що уже зумовлена неадекватністю самого об'єкту вимірювання та його моделі, яка прийнята при вимірюванні. Різні інструментальні похибки складаються із похибки для засобів їх вимірювання та похибки від їх основної взаємодії із об'єктом вимірювання. Похибка від їх взаємодії тут є складовою їх інструментальної похибки, що тут виникає унаслідок впливу для засобів вимірювальної техніки на їх стан для самого об'єкту вимірювання. Основна похибка для засобів вимірювальної техніки тут є складовою інструментальної її похибки, що виникає уже внаслідок наявності похибки для певного засобу їх вимірювання. Основні похибки для засобів вимірювальної техніки у свою чергу поділяються на їх абсолютні, відносні та зведені, різні систематичні та випадкові, адитивні та мультиплікативні і нелінійні, основні та додаткові, статичні і їх динамічні. Аналіз показує, що абсолютною похибкою для засобу вимірювань тут називають різницю між її показом для засобу вимірювань та істинним її значенням для вимірюваної величини за відсутності їх методичних похибок та похибок від взаємодії такого засобу вимірювань із об'єктом їх вимірювання.

Дослідження та аналіз особливостей функціонування та побудови цифрових вимірювальних пристроїв показує, що відносною похибкою для засобу вимірювань називають таке відношення абсолютної її похибки засобу вимірювань до істинного її значення для вимірюваної величини. Самою зведеною похибкою для засобу вимірювань називають таке відношення абсолютної її похибки для засобу вимірювань до нормованого його значення. Основна ж похибка це є похибка для засобу вимірювальної техніки за уже нормальних умов для його використання. Основна додаткова похибка це є похибка для засобу вимірювальної техніки, що додатково виникає під час його використання для засобу вимірювань в умовах їх відхилення хоча б однієї із вплив них величин від його нормального значення чи її виходу за границі нормальної зони їх значень. Адитивна похибка це є складова для абсолютної похибки їх засобу для вимірювальної техніки, що не залежить від вимірюваної величини. Мультиплікативна похибка це складова похибки для засобу

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		16

їх вимірювальної техніки, що пропорційна вимірюваній величині. Нелінійна ж похибка це складова для похибки засобу їх вимірювальної техніки, що нелінійно залежить від вимірюваної їх величини. Сама систематична похибка для засобу вимірювання це складова її похибки засобу вимірювання, що є постійною під час самого проведення вимірювань чи змінюється за певним її законом. Випадкова похибка для засобу вимірювання це складова похибки для засобу вимірювання, що під час проведення вимірювань змінюється досить випадково. Динамічна її похибка це складова похибки, що виникає тут додатково до її статичної під час різних динамічних вимірювань. Статична похибка це є похибка для засобу вимірювання, що тут виникає при проведенні статичних його вимірювань. Імовірність же появи випадкових похибок можлива при проведенні їх вимірювань разом із детермінованими процесами де виникають стохастичні процеси, для яких уже неможливо передбачити їх ступінь для їхньої дії та її характер, що впливає на результат такого виміру. При оцінці такого значення що тут вимірюється, говорять уже не про одне її фіксоване значення, а про всю область у якій можуть уже знаходитись значення цього вимірювання. Тому при повторних вимірах через зміну їх характеру та інтенсивності впливу, що раз буде з'являтися новий результат його вимірювання.

Таким чином результати таких вимірювань слід розглядати як досить випадкові величини, що підкоряються визначеним її закономірностям, що з'ясовуються при обробці цілого ряду результатів для багатократних вимірювань. Одержані тут результати відносяться до виду випадкових величин та характер їх поведінки уже описується теорією ймовірностей та математичної статистики.

1.2 Обґрунтування вибору апаратних ресурсів та особливості застосування контролерів у вимірювальній техніці

Сучасні контролери входять в усі сфери життєдіяльності людини, їхня насиченість в нашому житті росте щорічно. Широкою областю застосування сучасних контролерів є вимірювальна техніка. Поява вже перших

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		17

мікроконтролерних вимірювальних приладів, тобто “інтелектуальних” приладів, визначило нове направлення для розвитку приладобудування. По мірі вдосконалення нової мікропроцесорної техніки зростає складність таких приладів, а також це ще у більшій мірі реалізуються можливостями сучасних мікроконтролерів. Використання мікроконтролерів визначило вже новий підхід до проектування і до експлуатації вимірювальних приладів. Мікроконтролер чи одно кристална мікро ЕОМ - виконана у вигляді мікросхеми спеціалізована мікропроцесорна система, що включає у себе мікропроцесор, блоки пам'яті для збору та збереження коду програм і даних, порти вводу-виводу та блоки зі спеціальними функціями (лічильники, компаратори, АЦП тощо).

Вибір та використовується мікроконтролерів для керування електронними пристроями є на сьогодні основним структурним елементом такої архітектури. По суті, це є одно кристальний комп'ютер, який здатний виконувати прості завдання вимірювання. Використання однієї мікросхеми значно знижує всі розміри, енергоспоживання та вартість пристроїв, побудованих на базі мікроконтролерів. Сучасні мікроконтролери можна зустріти у багатьох сучасних приладах, таких як телефони, пральні машини, де вони відповідають за роботу двигунів та систем гальмування сучасних автомобілів, за їх допомогою створюються системи контролю та системи збору інформації. Вимірювання фізичних величин здійснюється шляхом експерименту та обчислень за допомогою спеціальних технічних пристроїв та засобів. Залежно від виду вимірюваних величин, необхідної точності, умов проведення експериментів та виду необхідної інформації використовуються різноманітні пристрої та засоби вимірювальної техніки, що видають відповідні сигнали для вимірювальної інформації. Будь-яка фізична вимірювана величина завдяки засобам вимірювання перетворюється на її відповідний сигнал, який спостерігач сприймає безпосередньо на шкалі приладу чи після перетворення та опрацювання передається через канал зв'язку на інші засоби вимірювання можливо у вигляді сигналу іншої фізичної величини [4].

Стрімкий хід розвитку цифрових технологій привів до інтенсивного використання нових приладів із цифровою формою представлення її результатів вимірювання. Цифрові вольтметри вже міцно увійшли до системи метрології, що

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		18

стало слідством таких їх значних достоїнств, як висока точність та роздільна здатність, широкий діапазон вимірювань, представлення її результатів вимірювань у цифровій формі, можливість отримання результатів спостережень у формі, зручній для уведення в комп'ютер та можливість включення їх до складу обчислювального комплексу. Застосування сучасних мікропроцесорів дозволяє різко підвищити степінь автоматизації таких вимірювань, надати цим засобам вимірювання властивість само налагодження на їх оптимальне виконання для покладених на них функцій. Виконання ж вимірювань без безпосередньої участі самої людини, тобто автоматично, дає змогу досить різко підвищити продуктивність її праці, забезпечити її високу об'єктивність для отриманих результатів унаслідок усунення похибок її вимірювань, які вносяться самим оператором. Це дає змогу забезпечити при вимірюванні:

- збір вимірювальної інформації у тих місцях, які недоступні Для безпосередньої ж участі самої людини у процесі такого вимірювання та контролю;
- тривалі та багатократно повторні їх вимірювання;
- одночасне вимірювання для великої кількості їх величин;
- вимірювання основних параметрів для швидкоплинних процесів, час вимірювання параметрів та обробки отриманих результатів мале і прийняття рішення;
- вимірювання, що характеризуються великими масивами для отриманої інформації та складними алгоритмами її обробки.

Вимірювальна інформація, що отримується у ході виконання сучасних наукових таких досліджень чи під час проведення їх технологічних процесів, у основному не може бути сприйнята та інтерпретована самою людиною без додаткової обробки та подання у такій формі, що є зручною для її аналізу. Складність алгоритмів для обробки вимірювальної інформації є досить різною та час, що витрачається на обробку такої інформації без використання техніки, стає досить великим, ніж вимагається для простого забезпечення нормального його функціонування. Це викликає уже необхідність для створення автоматичних вимірювальних пристроїв, які дають тут змогу максимально звільнити саму людину від збору та переробки вимірювальної такої інформації. Тут потрібно розрізняти повну та часткову автоматизацію вимірювань. У першому її випадку увесь процес

вимірювання від отримання її первинної інформації про самого об'єкту вимірювання до уже виводу її кінцевих результатів таких вимірювання на пристрій чи у коло їх зворотного зв'язку для керування здійснюється без участі самої людини. При частковій автоматизації вимірювання сам оператор є однією із ланок у колі уже отримання вимірювальної інформації. У його функції тут входить в основному це підтримання нормального їх функціонування для засобів вимірювання, увід початкових умов та основних програм вимірювання, аналізу результатів таких вимірювань та задані керуючі дії на виконавчі механізми. Після виконання цих операцій технічні засоби виконують вимірювання уже автоматично.

При проектуванні розглянемо етапи розвитку засобів вимірювання та контролю, що застосовуються у системах. На першому їх етапі розвитку вимірювальної інформації та її реєстрації на аналогових пристроях. Обробку їх результатів вимірювання та вироблення відповідних рішень та їх виконавчих команд здійснював сам оператор. У подібних системах засоби вимірювань являли собою набір окремих вимірювальних їх приладів. У результаті при вимірюванні досить великої кількості їх

параметрів оператор не міг охопити усю отриману інформацію та прийняти уже оптимальне рішення щодо виміру, а це призводило до розширення і до зниження надійності та якості роботи і зростання різних експлуатаційних витрат. На другому етапі вимоги до засобів вимірювання, які зумовлені інтенсифікацією таких потоків вимірювальної інформації, що призвели до створення інформаційних вимірювальних систем. На відміну від вимірювального приладу така система забезпечує вимірювання великої кількості параметрів і здійснює автоматичну обробку такої вимірювальної інформації за допомогою обчислювальних засобів. На третьому етапі розвитку з'явилися нові інформаційно-керуючі системи у яких здійснюється повний замкнутий цикл передачі потоків вимірювальної інформації від її його отримання до повної обробки, прийняття відповідних рішень. До складу таких систем входять машини різних класів, універсальні чи спеціалізовані, із різною їх продуктивністю, та застосування дає змогу обробляти масиви вимірювальної інформації. Головна перевага таких систем полягає у

тому, що алгоритм роботи систем став програмно-керованим, легко переналагоджується. Окрім того, праця зводиться у цьому разі до діагностики стану системи, забезпеченню її працездатності та розробці методик вимірювання і програм її функціонування. Характерною особливістю для другого та третього етапів є її бурхливий розвиток уже цифрових вимірювальних приладів. Найбільший же розвиток отримали вимірювальні прилади для електричних величин, поскільки у практиці таких вимірювань для неелектричних фізичних величин вони перетворюються у електричні як найбільш зручні для їх передачі, реєстрації, досить точного відтворення мір тощо. У цілому ж більшість цих приладів, володіючи досить високою точністю та швидкістю, автоматизують тільки сам процес збирання та реєстрації вимірювальної інформації, поскільки обчислювальні та керуючі функції у них розвинуті досить

погано через обмеження, що накладаються елементною їх базою, допустимими габаритними її розмірами, масою тощо. На даний час завдяки досягненням сучасної мікроелектроніки уже значно зменшуються габаритні їх розміри, маса та вартість для засобів вимірювання та контролю. А з застосування мікропроцесорних пристроїв у вимірювальних засобах дало якісно новий щабель для розвитку процесів вимірювання.

Сучасні мікроконтролерні системи на основі процесорів частіше за все використовуються уже в якості систем для вирішення своїх завдань. Важливою особливістю такого застосування є їх робота у реальному режимі часу, забезпечення реакції на різні зовнішні події протягом певного їх інтервалу. Такі вбудовуванні системи, виконані у вигляді уже окремих мікросхем та працюють у реальному масштабі часу і називаються мікроконтролерами, бо це уже функціонально закінчена система, яка виготовлена на одній НВІС - надвеликій інтегральній схемі. Сам контролер уже містить у собі такі блоки [5] як процесор, ОЗП, ПЗП, порти для вводу-виводу для підключення різних їх зовнішніх пристроїв, деякі модулі для вводу аналогового сигналу його АЦП, різні контролери інтерфейсів тощо. Найпростіший такий контролер створюються для рішення якоїсь окремої задачі чи групи близьких її задач та зазвичай не мають уже можливостей для підключення додаткових вузлів та пристроїв. Їх основна системна шина часто буває недоступна

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		21

для користувача. Структура ж контролеру проста та оптимізована під її максимальну швидкодію. У більшості ж випадків її програми, що виконуються, зберігаються тут же у постійній пам'яті та уже не змінюються. До основних переваг такого вимірювання та застосування цих систем із мікроконтролером відносять наступні [6]:

- це значно підвищується їх гнучкість;
- це істотно знижується їх вартість;
- це знижується час розробки та поточної модифікації;
- це підвищується надійність системи за рахунок її скорочення корпусів та з'єднань.

На сьогодні уже розрізняють наступні типи та види мікроконтролерів:

1) Це периферійні чи інтерфейс мікро контролери які призначені для реалізації самих простих систем. Вони тут мають малу їх продуктивність та малі габаритні їх розміри та можуть використовуватися різними периферійними пристроями.

2) Це універсальні 8-розрядні мікро контролери які уже призначені для реалізації систем малої та середньої їх продуктивності. Мають уже просту систему для команд та велику їх номенклатуру для убудованих пристроїв.

3) Це універсальні 16-розрядні мікро контролери які також призначені для реалізації систем реального часу при середній їх продуктивності. Структура їх системи команд уже адаптовані на швидку реакцію із зовнішніми її подіями. Найбільше вони уже використовуються у системах управління електродвигунами.

4) Це спеціалізовані 32-розрядні мікро контролери які уже реалізують високопродуктивну їх архітектуру та уже призначені для систем телефонії, передачі інформації тощо, що вимагають високошвидкісної обробки для її інформації.

5) Це цифрові сигнальні процесори які призначені для досить складної математичної обробки усіх вимірюваних сигналів у режимі реального часу. Вони досить широко використовуються у системах для телефонії та передачі зв'язку.

Для особливості застосування контролерів у вимірювальній техніці розглянемо усі основні типи їх архітектури та системи команд для процесорів мікро контролерів. У таких сучасних контролерів уже використовуються такі типи для системи команд їх процесорів:

- Це RISC- архітектура із малим набором команд.

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		22

- Це CISC - традиційна архітектура із розширеним набором команд.
- Це ARM - вдосконалена RISC архітектура.

Головне та основне завдання для RISC архітектури це є забезпечення найвищої її продуктивності для процесору. Її характерними ознаками тут є:

- це мала кількість команд для процесору;
- це кожна команда виконується за всього мінімальний час 1-2 циклу чи такту;
- це максимально можлива уже кількість регістрів для загального їх призначення для процесору;
- це збільшена розрядність самого процесору.

Сучасна така RISC архітектура уже включає тільки останні три пункти, тому що уже за рахунок щільності її компоновання для великої схеми стало можливим уже реалізувати велику кількість команд керування. Розглянемо далі архітектуру для сучасних мікро контролерів. До основних їх архітектури для організації мікро контролерів входять [7]:

- Це Фон-Нейманівська (Прінстонська) архітектура.
- Це Гарвардська архітектура.
- це модифікована та оптимізована Гарвардська CISC архітектура.

До переваг Фон-Нейманівської архітектури відноситься (рис. 1.1):

- це простота апаратної їх реалізації;
- це універсальність виконання для команд.

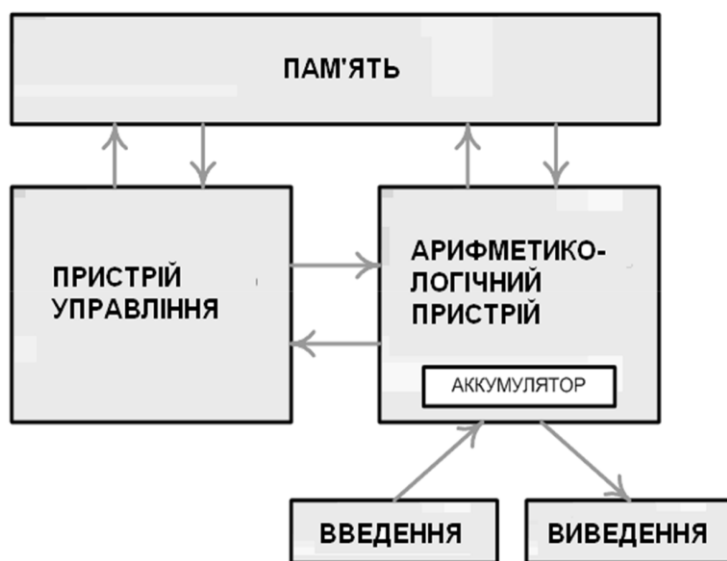


Рисунок 1.1 – Загальновідома організація Фон-Нейманівська архітектура

Головними ж ознаками Гарвардської архітектури для організації роботи контролерів є (рис.1.2) наступні ознаки:

- це реалізація пам'яті у вигляді різних її пристроїв – різних фізичних типів пам'яті;
- це використання двох паралельно працюючих і незалежних шин для читання даних та команд.

Основним недоліком Гарвардської архітектури є неможливість для її динамічного розподілення потоків даних та коду програм у пам'яті. Це все збільшує час завантаження та призводить до неефективного використання її пам'яті.

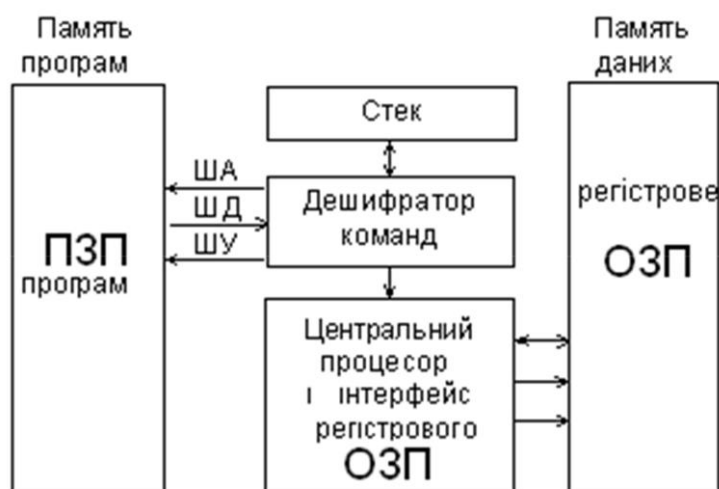


Рисунок 1.2 – Загальновідома структура Гарвардської архітектури

У оптимізованій та модифікованій Гарвардській архітектурі (рис. 1.3) використовуються роздільні шини для адреса та даних. Така побудова архітектури має гарвардську швидкість та також Фон-Нейманівську економічність для використання її ресурсів пам'яті. У даний час використовуються також обидві архітектури при організації її пам'яті де Гарвардська у 8-розрядних контролерах, Фон-Нейманівська в уже універсальних 16 - розрядних пристроях та також вище.

складається у перетворенні їх вимірювальної постійної напруги, що може досить повільно змінюватися у їх електричний код, що відображається на табло у цифровій формі. Згідно із цим його представленням сама узагальнена структурна схема для такого цифрового вольтметра загалом складається із вхідного пристрою, його аналого-цифрового перетворювача та основного цифрового індикатору.

Усі сучасні аналогово-цифрові перетворювачі загалом призначені для їх перетворення для аналогових сигналів у відповідні їм цифрові сигнали, тому тут для перетворення таких сигналів із неперервною шкалою їх значень у сигнали, що мають дискретну цифрову їх шкалу для значень [8]. А сам відповідний пристрій тут відображає значення уже вимірюваної величини у його цифровій формі. У таких різних вимірювальних вольтметрах використовують різні схеми інтегруючого АЦП, тому цей проект не є тут виключенням. До складу таких відомих двотактних інтегруючих АЦП зазвичай уже входять різні операційні підсилювачі, компаратор їх напруги, аналогові ключі та джерела опорної напруги, двійково-десятковий лічильник та регістр для дешифратора, генератор тактових імпульсів та вихідні схеми для управління тощо. Сам же електронний вольтметр для змінної напруги складається із перетворювача його змінної напруги у постійне електричне поле, підсилювача та його магнітоелектричного індикатору. Часто ще на його вході для такого вольтметра встановлюється дільник напруги, що тут калібрує та де за допомогою якого збільшується верхня межа для вимірюваної ним напруги. Залежно від вигляду такого перетворення свідчення самого вольтметра може бути пропорційне амплітудному, середньо випрямленому чи середньостатистичному його значенню напруги.

При розробці таких нових електронних вольтметрів враховуються уже наступні основні їх технічні вимоги, а це висока чутливість та широкі межі для вимірюваної напруги, досить широкий діапазон їх робочих частот та великий вхідний опір, мала вхідна ємність та мала їх погрішність, залежність показників вимірювання від форми кривої вимірюваної напруги. Вимірювання різних фізичних величин тут здійснюється шляхом простого експерименту та обчислень їх за допомогою уже технічних засобів. Залежно від виду вимірюваних величин, усі його необхідні точності та умов для проведення експерименту та виду уже потрібної

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		26

інформації використовуються різноманітні пристрої та засоби для вимірювальної техніки, що видає відповідні сигнали для такої вимірювальної інформації. Стрімкий розвиток цифрових технологій уже призвів до досить інтенсивного їх використання із цифровою формою представлення результатів їх вимірювань.

1.4 Висновки. Постановка задачі

В розділі проведено аналіз особливостей функціонування та побудови цифрових вимірювальних пристроїв, обґрунтування вибору апаратних ресурсів та особливості застосування контролерів у вимірювальній техніці, розглянуто вимоги до технічного засобу при розробці лабораторного мілівольтметра. Для виконання поставленої задачі по побудові лабораторного мілівольтметра який міг би ефективно тут працювати, він повинен бути спроектована та реалізований із урахуванням необхідних його параметрів. Аналіз його інформаційних вимог показує, що у результаті дослідження вимог була виявлена необхідність розробки цифрового пристрою і мають бути виконані задачі для надання необхідних послуг вимірювання:

- 1) виконати дослідження та аналіз існуючих систем та пристроїв на базі мікроконтролерних систем з функцією пам'яті вимірювань;
- 2) уточнити та визначити шляхи підвищення ефективності роботи і функціонування лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи;
- 3) виконати інфраструктурну реалізацію та спроектувати сам лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань.

Область застосування лабораторного пристрою це перевірка працездатності інтегральних схем під час та після проведення випробувань на різноманітні впливи.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЛАБОРАТОРНОГО МІЛІВОЛЬТМЕТРУ

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		27

2.1 Дослідження схем цифрових вольтметрів як аналогу проекту

При проектуванні лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань розглянемо як аналог схему цифрового вольтметра із час-імпульсним перетворенням (рис.2.1) та цифрового вольтметра із подвійним її інтегруванням (Рис.2.2) [9].

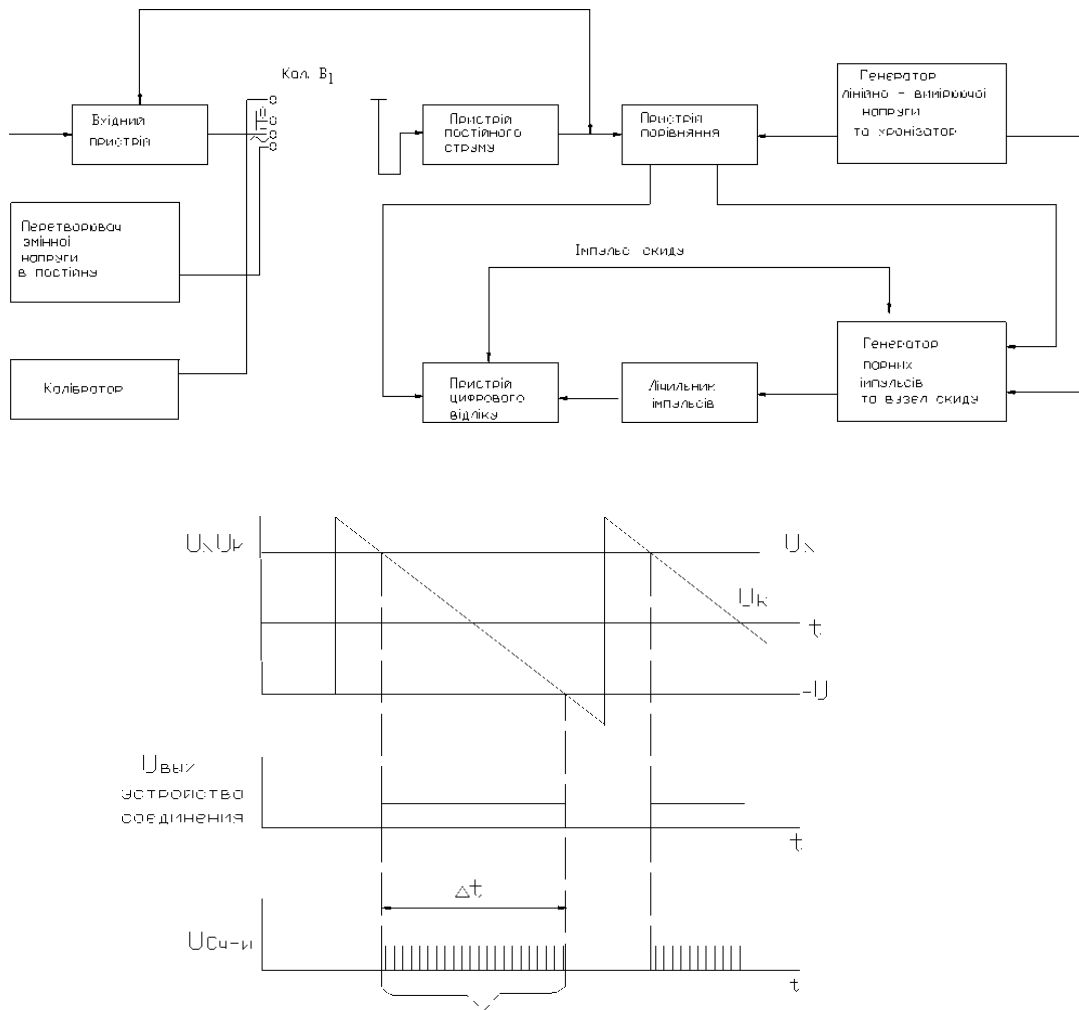


Рисунок 2.1- Схема цифрового вольтметра із час-імпульсним перетворенням та часові діаграми напруг з поясненням принципу компенсації

У основі роботи такого цифрового вольтметра для постійного струму із час - імпульсним перетворенням цей даний час-імпульсний метод перетворення для постійного струму у прямо пропорційний його інтервал часу із подальшим уже вимірюванням тривалості його інтервалу. Похибки для такого приладу будуть уже

залежати від лінійності та швидкості для їх вимірювань напруги такої компенсації, стабільності його генератору, від генератору лічильних імпульсів, його чутливості для пристрою по зрівнянню, точності установки для нуля його опорної напруги.

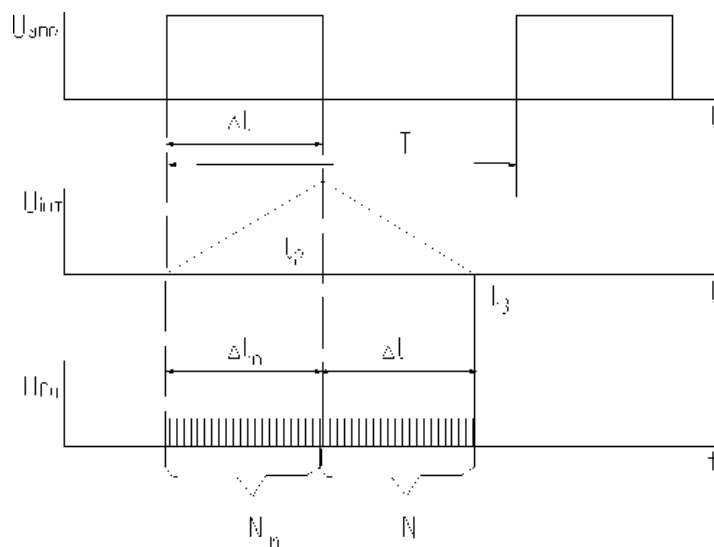
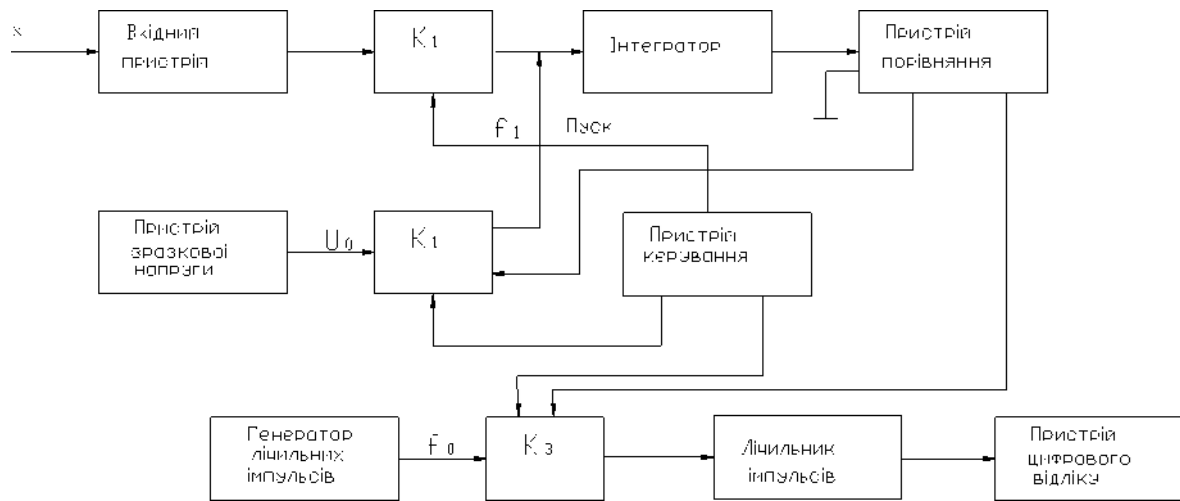


Рисунок 2.2 - Схема цифрового вольтметра із подвійним інтегруванням та його часові діаграми напруг

Дослідження принципів його роботи тут подібне принципу час-імпульсного перетворення, із тією лише різницею, що далі утворюються два часових інтервали уже на протязі циклу для його вимірювання, де тривалість для якого встановлюється кратної його періоду поміхи. Тут таким же чином визначається середнє його

значення для напруги вимірювання, а його деяка завада тут же подавляється. Такі відомі схеми вольтметрів є більш точними та завадостійкими у порівнянні із їх цифровими вольтметрами із час-імпульсним та частотним їх перетворенням, проте час виміру у них уже значно більший. Сам же метод час-імпульсного перетворення у сполученні із подвійним його інтегруванням тут уже дозволяє більш ефективно послабити вплив таких завад, виміряти також напругу для різної полярності, отримати його вхідний опір який рівний одиницям та малу похибку для вимірювання без представлення його особливих вимог до постійності лінійної напруги.

Поява широкодоступних та порівняно дешевих сучасних мікроконтролерів вивела цю індустрію до створення електронних вимірювальних приладів на новий та якісний рівень. Цей розвиток дав змогу не лише усунути відомі недоліки, а і наділило нові цифрові прилади значними перевагами. Тепер вимірювання для електричних величин стало легким та доступним навіть для школярів. Зараз зникла потреба у складних обрахуваннях похибок для старих аналогових вимірювачів напруги. Сучасні цифрові вимірювальні системи – це системи майбутнього і тому із часом їх роль буде збільшуватися, якість покращуватися. Такі схеми під керуванням різних програм повинен тут виконувати слідуєчи його функції, а це підключати до потрібного каналу його АЦП канал для виміру, запускати АЦП та вираховувати код його результату, по отриманню самого коду АЦП розраховувати значення його напруги, яка тут вимірюється, перетворювати значення його напруги, яка вимірюється у семи сегментний його код та виводити дані на його індикатор та підтримувати процес динамічної його індикації.

2.2 Проектування структури лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		30

У кваліфікаційній роботі при розробці структурної схеми лабораторного мілівольтметра необхідно врахувати усі функції для такого нового розроблюваного тут пристрою, а саме (рис.2.3):

- це регулювання частоти, шпаруватості та амплітуди їх вихідних імпульсів;
- це візуальна індикація частоти та її шпаруватості;
- це можливість дистанційного контролю для сили струму його споживання.

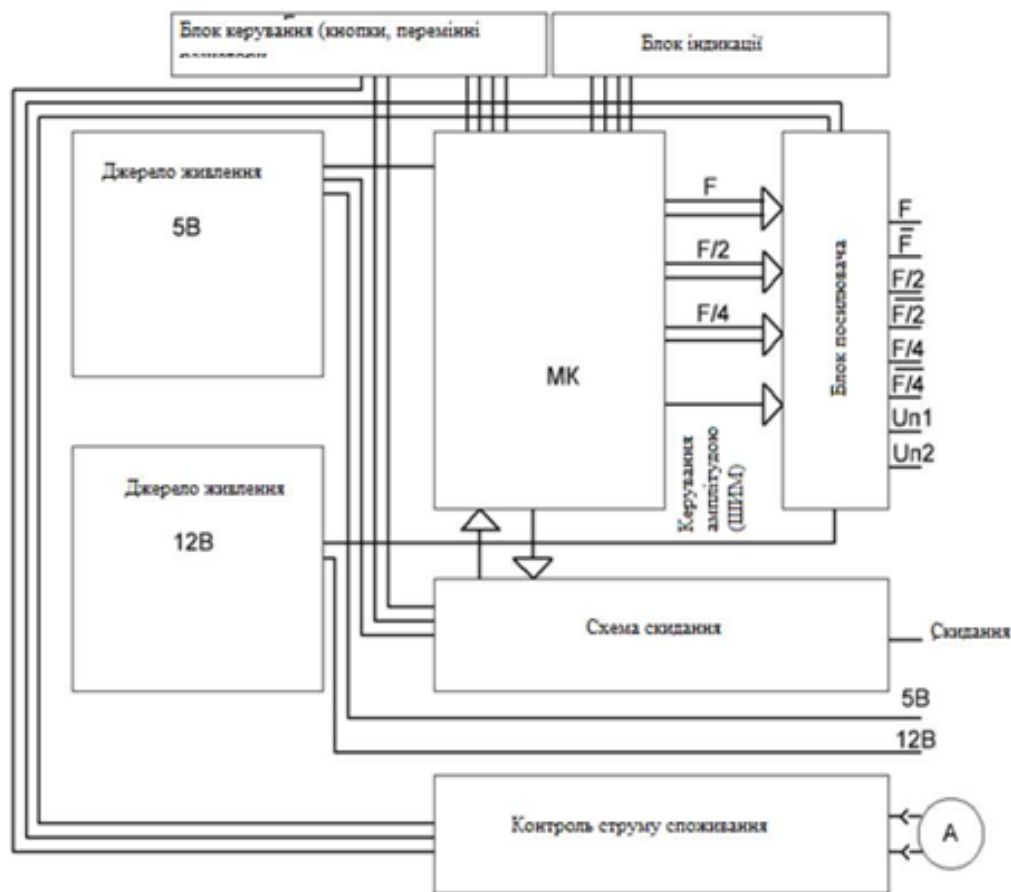


Рисунок 2.3 - Структурна схема лабораторного мілівольтметра

Основою даного лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань є восьмизарядний мікроконтролер, де у ньому виконується усе програмне його керування із необхідною частотою його вихідних імпульсів для системи вимірювання та управління його шпаруватістю. Регулювання у схемі цих параметрів проводиться тут із використанням індикатору та кнопок для управління. Частота тут регулюється із кроком від 10 до 10000Гц, а

його шпаруватість від 12 до 90%. [10] Блок же для системи індикації дозволяє задавати та відображати усі необхідні параметри їх сигналів – уже візуально. Блок для підсилювача необхідний для потрібного збільшення амплітуди його вихідних імпульсів цього мікроконтролеру, а також для вирішення питання щодо зміщення їх імпульсів. Схема системи скидання у лабораторному пристрою необхідна для повного забезпечення по подачі сигналу його скидання при новому його замірі у використовуваному мікроконтролері. Контроль потоку його струму для споживання потрібен при проведенні необхідних замірів напруги для системи випробовуваних мікросхем, який буде здійснюватись у подальшому шляхом підключення до цього пристрою уже зовнішнього амперметра та перемиканням лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань у режим для вимірювання струму споживання вимірюваних мікросхем. Виходи Р на даній структурній схемі це виходи тактового генератора, який має вісім виходів і сигнал для кожного із яких зрушать на 45 градусів щодо попереднього сигналу. У структурній схемі лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань вихід НР це є високошвидкісний вихід для отримання основного синхронізованого сигналу з частотою від 1 до 8МГц. У структурній схемі вихід Ип1 це регульована напруга від 2 до 5В для живлення ядра самої мікросхеми яка тут випробовується, а вихід Ип2 це є регульоване напруга від 3В до 10В для живлення різних периферійних пристроїв для таких мікросхеми, що тут випробовується. У структурній схемі джерело живлення $\pm 12В$ необхідне для живлення усіх підсилювачів у блоці їх посилення, а напруга у 5В це живлення для керуючого контролеру та інформаційного дисплея системи відображення.

У кваліфікаційній роботі лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань для обґрунтування вибору фрагментів схеми та опису принципу її дії розглянемо, що вона відображає та як принцип роботи пристрою у самому її загальному вигляді і дає наочне уявлення про послідовності їх взаємодії усіх функціональних частин нашого

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		32

лабораторного пристрою. Проаналізуємо як повинен працювати лабораторний електронний цифровий мілівольтметр, де структурна схема такого лабораторного пристрою складається із наступних його частин:

- A01: Вхідний каскад який регулює вимірювану напругу до його потрібного рівню;
- A02: Аналого-цифровий перетворювач це основний пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал у його дискретний код чи цифровий сигнал;
- A03: Транзисторні ключі це один із основних його елементів для імпульсної та цифрової техніки який тут є його ключовим пристроєм. Ці ключові пристрої чи ключі служать для його комутації чи перемикання цих ланцюгів їх навантаження під впливом різних його зовнішніх сигналів, що управляють системою. Ці ж ключі входять як окремі елементи до складу їх різноманітних складних пристроїв. Вони уже тут комутують живлення на окремі розряди восьми розрядного блоку їх індикації;
- A04: Схема для визначення полярності де вона допомагає визначити полярність для вимірюваної його напруги;
- A05: Блок для індикації це є основне електронне табло для виводу усіх результатів вимірювання даного лабораторного пристрою;
- A06: Блок живлення лабораторного пристрою який забезпечує живлення усього приладу та елементів цього лабораторного мілівольтметра. Схема блоку живлення встановлює напругу у 5.12В, яка тут необхідна для забезпечення усіх його вимірів.

На сьогодні практично у всіх сучасних цифрових вимірювальних приладах уже в якості пристрою для його керування використовують різні типи мікро контролерів. При проектуванні лабораторного мілівольтметра намагаються підібрати таку його модель для контролеру, щоб усі його додаткові пристрої використовувались тут у найбільшій його степені та повно заміщали усі необхідні функціональні вузли для лабораторного приладу, які передбачені у цій структурній схемі лабораторного пристрою. Основну ж роль тут у виборі моделі для мікро контролеру відіграють основні його характеристики для цього контролеру, а це швидкодія, його енергоспоживання, розмір його вбудованої пам'яті тощо. Також велике значення приділяється наявності та доступності його основних інструментальних засобів це трансляторів, відгадчики та його програма тори. Для

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		33

вирішення поставленої задачі проектування лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань зручним вибором буде мікроконтролер типу PIC16F887, фірми Microchip, який має уже в своєму складі наступні блоки [11]:

- це Flash-пам'ять програм із об'ємом пам'яті 8Кх14-розрядних його слів;
- це 10-ти бітний, 8-ми канальний його АЦП;
- це EEPROM-пам'ять для даних об'ємом у 256х8 байт;
- це два 8-ми бітних таймера-лічильника;
- це простий аналоговий її компаратор;
- це ОЗП із об'ємом пам'яті у 368х8 байт;
- це три 8-ми бітних порту вводу та виводу.

2.3 Проектування фрагментів апаратних підсистем і відображення та принципової схеми лабораторного мілівольтметра

У кваліфікаційній роботі при побудові лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань та виборі схеми вхідного підсилювача уже необхідно враховувати таку вимогу, що пред'являється до самого пристрою, а це забезпечення їх високого вхідного опору для каскаду, необхідного для їх узгодження самого підсилювача із джерелом його сигналу (рис.2.4). Сам же об'єм пам'яті має свою внутрішню схему для їх частотної корекції та може тут працювати у діапазоні напруги його живлення від +/-3В до +/-18В. Операційний же підсилювач лабораторного пристрою призначений для виконання тут основних математичних його операцій, а це додавання та віднімання, множення та логарифмування тощо. Окрім того, що підсилювач використовують тут у різних подібних електронних схемах такі як форми аналогової чи імпульсної дії. Все це пояснюється його простою дешевизною, високою їх надійністю та хорошими його електричними параметрами. Підсилювач тут завжди використовується із його глибоким негативним зворотним зв'язком взаємодії. Він також має свій інверсний та прямий входи і вихід, усі виводи для підключення джерела його живлення та

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		34

загального проводу, а також додаткові необхідні виводи для підключення різних пасивних ланцюгів, що коректують його характеристику.

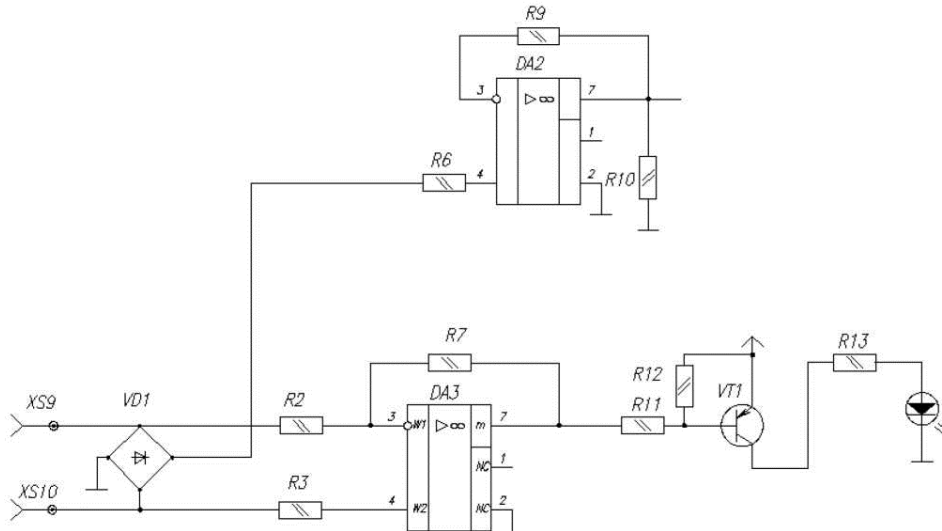


Рисунок 2.4 – Фрагмент схеми вхідного пристрою мілівольтметра

У схемі лабораторного мілівольтметра блок живлення такого вольтметра уже тут забезпечує живлення для усього лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань. Схема блоку живлення приведена на рис.2.5.

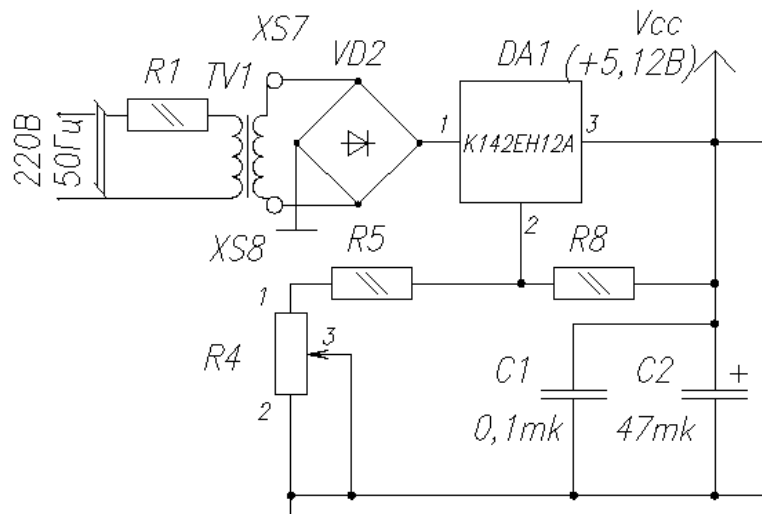


Рисунок 2.5 - Схема блоку живлення лабораторного мілівольтметра

По скільки у роботі при проектуванні лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань використовуємо тут 10 - розрядний АЦП то вага для одного розряду буде дорівнювати:

$$5,12/512=0,01В=10мВ, \quad (2.1)$$

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

тобто похибка в роботі лабораторного мілівольтметра буде 10мВ, поскільки для точних вимірів потрібно щоб така похибка була не більше ніж 1мВ то використовуємо підсилювач із коефіцієнтом його підсилення у 10. У схемі конденсатори С1, С2, згладжують його вихідну напругу для блоку. Мікросхема DA1 типу КР142Н12А це є трьох вивідний стабілізатор із регульованою його вихідною напругою де до основних її особливостей тут відносять вбудованій захист від його перегріву, корекція для зони його безпечної роботи для вихідного транзистору. Мікросхема КР142Н12А тут дає необхідну стабільну напругу у 5.12В, яка є схемі основною напругою для живлення цього підсилювача вхідного пристрою.

У роботі лабораторний мілівольтметр на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань для відображення містить світло діод ний індикатор. Виберемо для цих цілей матрицю світло діоду типу СА56-21SRWA із загальним анодом (рис.2.6).

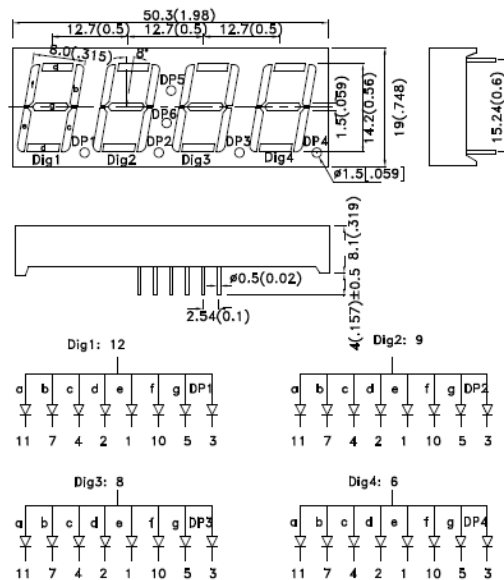


Рисунок 2.6 – Фрагмент схеми - матриця світло діод на СА56-21SRWA

У схемі щоб не використовувати велику кількість різних її портів вводу та виведення для мікроконтролеру зручно тут використовувати принцип її динамічної індикації. У цьому уже випадку однойменні катоди для усіх її індикаторів через

резистори підключаються до потрібного порту мікроконтролера, а це наприклад до порту С. Включення того чи іншого індикатору здійснюється подачею на його аноди для вибраного індикатора напруги, близької до напруги для його живлення. Підключити такий індикатор можна як показано на рис.2.7.

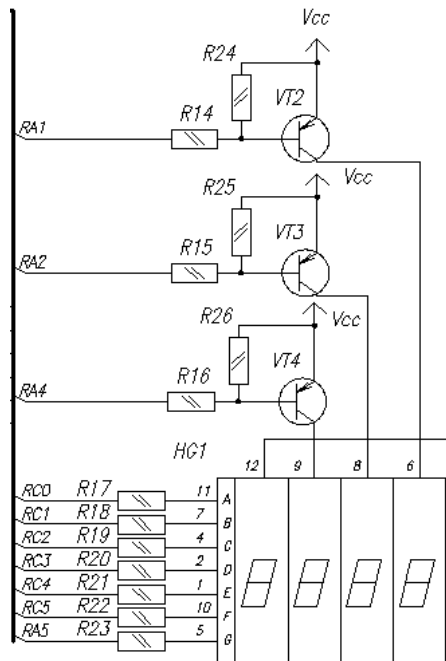


Рисунок 2.7 – Фрагмент схеми включення семи сегментного індикатору

У схемі для включення його світло діод сегменту необхідно зразу встановити у стан логічного нуля його відповідну лінію на порту С та також встановити у одиницю лінію PC0. Резистори у схемі лабораторного мілівольтметра для пристрою R17...R23 задають струм через усі ці сегменти схеми.

У кваліфікаційній роботі фрагмент схеми для скидання буде реалізовано на спеціальній мікросхемі МАХ6804, яка тут генерує сигнал для скидання при подачі напруги живлення на схеми, що дозволяє уже забезпечити їх коректну роботу, а при зниженні напруги його живлення і також при натисканні кнопки для скидання. Мікросхема МАХ6804 при проектуванні пристрою підходить для даного проекту [12]. Рекомендована схема підключення мікросхеми типу МАХ6804 показана на рис. 2.8.

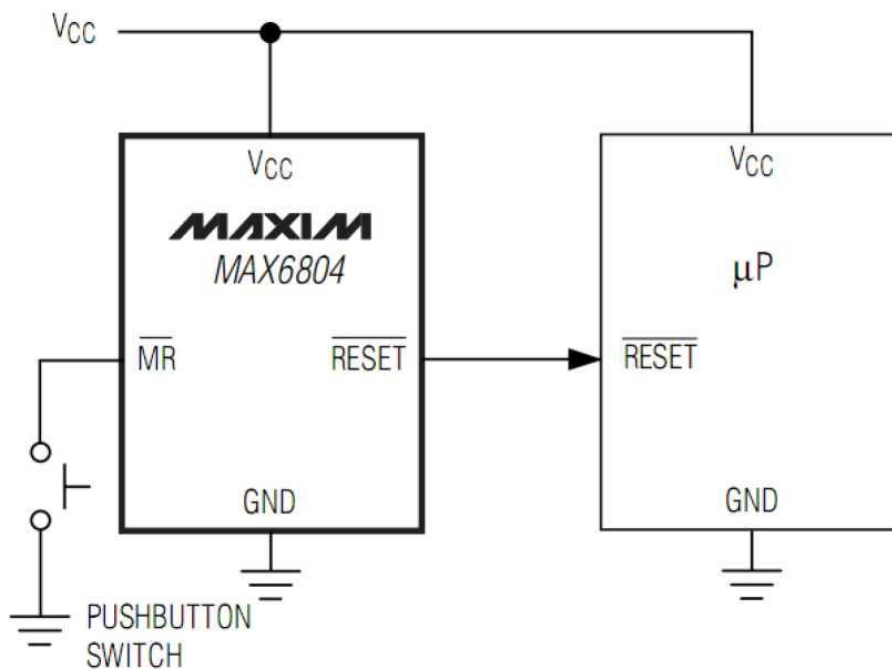


Рисунок 2.8 - Схема підключення мікросхеми скидання MAX6804

У схемі сам блок живлення лабораторного пристрою для формування вхідних сигналів тут необхідний для подачі усієї необхідної напруги для живлення як на керуючий мікроконтролер, напруги на схему скидання, напруги на індикатор та підсилювальні каскади для вимірювальних мікросхем. У кваліфікаційній роботі принципова загальна схема для лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань для формування вимірювання вхідних сигналів при перевірці 16-ти розрядних мікроконтролерів показана на рис. 2.9.

У схемі як джерело живлення для ядра випробовуваних мікросхем, для регулювання вихідної напруги буде організована на простому регульованому стабілізаторі напруги A1 та дозволяє тут змінювати його у межах від 1,5В до 4,5 вольт. Також буде реалізований стабілізований для двох полярний напруг блок живлення для керуючого мікроконтролеру, мікросхеми для скидання та каскадів, вихідні напруги джерела +/- 12 вольт та 5 вольт. Також уже реалізовано регульоване джерело для живлення її периферії їх випробовуваної мікросхеми та регулювання для вихідної напруги проводиться у діапазоні від 1,5В до 11,5 вольт.

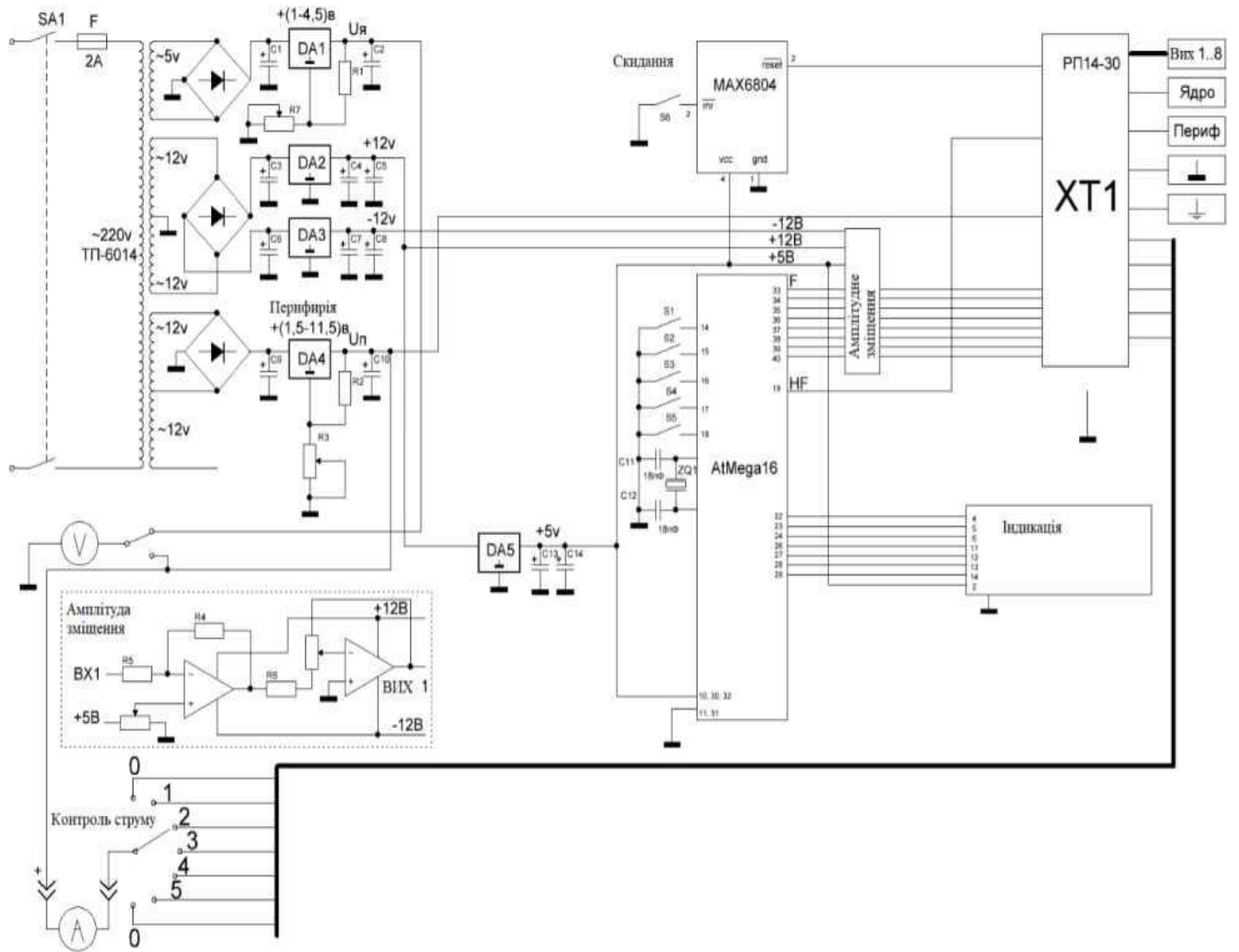


Рисунок 2.9 - Принципова загальна схема лабораторного мілівольтметра для вимірювання вхідних сигналів мікросхем

У схемі для регулювання амплітуди та зсуву вихідних імпульсів була тут реалізована на операційних підсилювачах М358N . Регулювання його зміщення здійснюється у діапазоні від 3В до 5В, а також регулювання амплітуди від 0В до 10В. Сам зв'язок для пристрою випробовуваних мікросхемам тут буде здійснюватися через їх з'єднання РП14-30, а також через його стандартизовані розетки типу СР. Контроль його струму споживання для випробовуваних тут мікросхем буде реалізовано уже шляхом підключення до клем нашого лабораторного мілівольтметра на базі мікропроцесорної системи з функцією пам'яті вимірювань до пристрою зовнішнього його амперметра, перемикання схем

живлення між мікросхемами буде здійснюватися простим галетним перемикачем. При вимірюванні самого розходження для тактових сигналів по фазі тут необхідно для того, щоб знизити рині виплески його струму при роботі для декількох випробовуваних мікросхем.

2.4 Висновок

У розділі кваліфікаційної роботи лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань проведено проектування програмно-технічних засобів лабораторного мілівольтметра та досліджено схеми цифрових вольтметрів які використали у якості аналогів проекту. У розділі роботи також проведено проектування програмно-технічних засобів яке відбувається у декілька етапів, одним із яких є планування проекту лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань, який у свою чергу складається із декількох стадій його роботи. У загальному випадку таке планування відбувається по наступних його етапах а це проведення дослідження та аналіз економічних та технічних показників для роботи, вибір усіх найбільш прийнятних його рішень, виконання планування роботи із урахуванням його конкретних програмно-технічних ресурсів та вимог до побудови даного лабораторного мілівольтметра.

У розділі також показано , що на етапі планування та проектування структури лабораторного мілівольтметра досліджується уже існуюча архітектура, визначаються способи роботи, вузькі місця та потреби для проекту. Повертаючись до розробки та проектування фрагментів апаратних підсистем та відображення та принципової схеми даного лабораторного мілівольтметра, першою його стадією для планування його фрагментів підсистем та системи відображення та проведена розробка принципової схеми лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань було проведено дослідження та проектування принципової схеми для різних принципів його роботи та його робочої архітектури та структури.

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		40

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО МІЛІВОЛЬТМЕТРУ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розробка алгоритму роботи програми для цифрового мілівольтметра

У кваліфікаційній роботі при розробці алгоритму програми для цифрового мілівольтметра коли пристрій увімкнено, його дисплей проводить ініціалізацію та відображає значення для частоти та робочого циклу із його енергонезалежної пам'яті нашого мікроконтролера. Це відображається разом із словом “OFF”, що вказує на те, що пристрій у даний момент вимкнено.

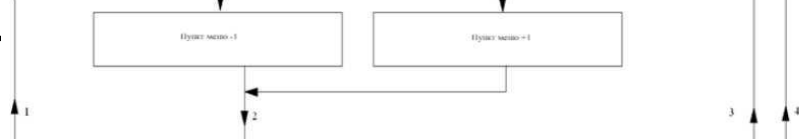


Рисунок 3.1. - Алгоритм роботи програми для управління мікроконтролером

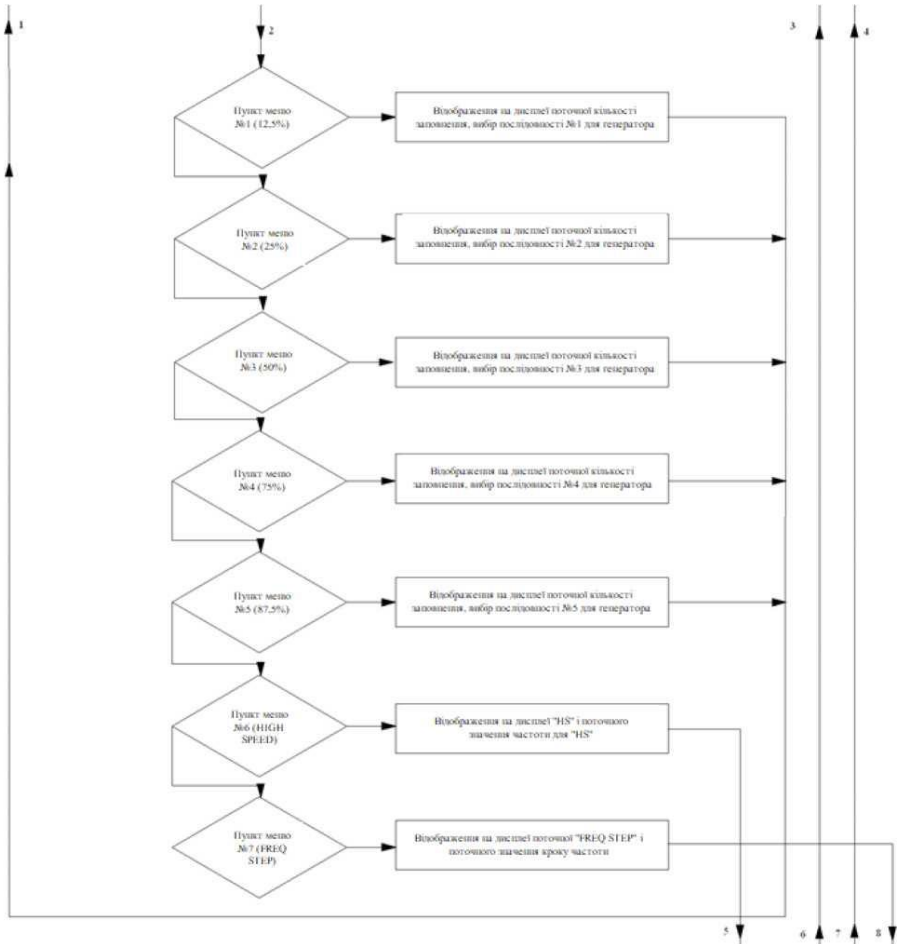


Рисунок 3.2 - Алгоритм для управління мікроконтролером (продовження 1)

Згідно алгоритму основна робота такого мікроконтролеру це організація трьох розрядної динамічної її індикації де час індикації кожного для кожного такого розряду приблизно дорівнює 5мс. Відлік цього часу у схемі організований за допомогою переривання по переповненню його таймеру. Сам таймер має тут коефіцієнт ділення 256, а його перед поділ - 4. Після такої індикації для нульового розряду виконується вимір його напруги. Результат її вимірів тут заноситься у 2-а регістри із правим його вирівнюванням. Далі уже виконується її перекодування 16 розрядів для його двійкового коду у 3-и розряди його двійково-десятькового коду. Результат для цього перекодування тут же заноситься до регістру його індикації. Після такої індикації уже другого розряду уся програма знову повторюється.

Далі після увімкнення лабораторного пристрою сам мікроконтролер виконує основний цикл для програми та перевіряє стан його кнопок на наявність натискань.

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

При натисканні однієї із кнопок уже сам контролер перемикається на виконання підпрограм, які відповідають кожній його окремій клавіші клавіатури мілівольтметра.

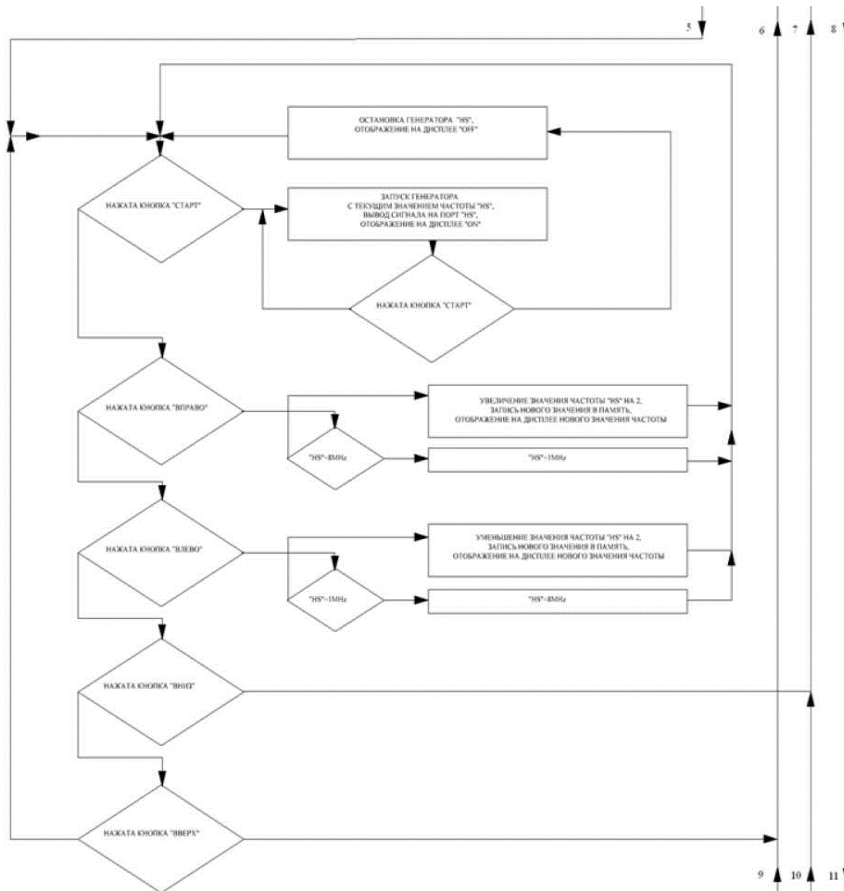
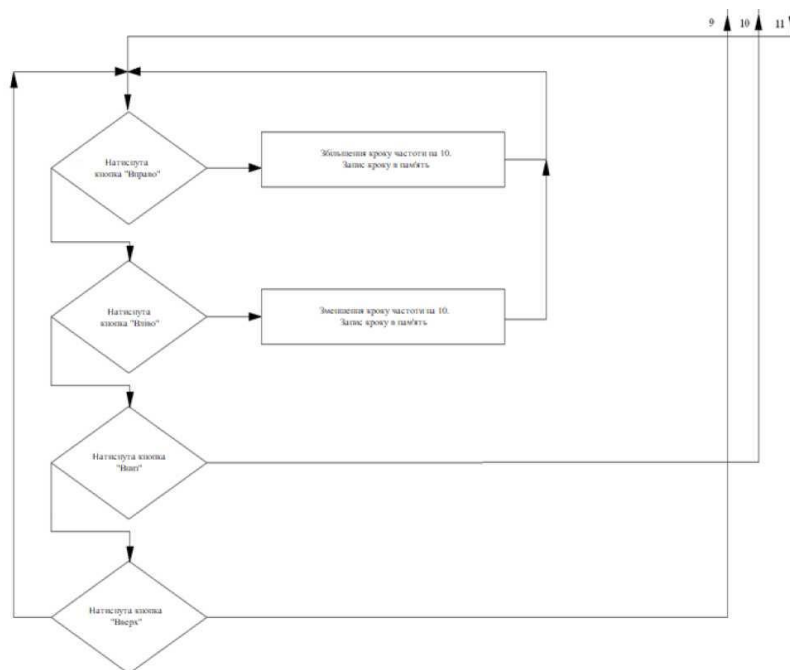


Рисунок 3.3 - Алгоритм роботи мікроконтролера (продовження 2)



При реалізації такого модуля системи функції пам'яті вимірювань лабораторного мілівольтметра режим такту самого мікроконтролера здійснюється від кварцового резонатору у 20МГц із двома конденсаторами по 15пФ які служать тут для зняття його сплесків. Основний же внутрішній дільник для мікроконтролера ділить тактову частоту на 5-ь, щоб отримати потрібне значення необхідної для нього частоти у 4МГц. У схемі вона буде використовуватися для фазового авто підлатування цієї частоти, яка тут уже працює на частоті у 48МГц. Все це уже є основною тактовою частотою, на якій уже працюють для його інтерфейсу та ядро самого процесору. У схемі резистор номіналом у 10кОм, який тут уже підключений до виводу 1 мікроконтролера, підтягує також вивід MCLR для скидання до високого його рівня. Живлення цей модуль отримує від інтерфейсу, так як схема споживає для його роботи досить незначний струм. Для живлення основної схеми керування модулем програмно-апаратної реалізації її системи для функції пам'яті вимірювань необхідно напругу від 2,7 до 3,6В. Напругу для живлення порядку 3,0В тут можна уже отримати від існуючої шини у 5В, включивши послідовно приблизно 3-и діоди типу IN4001 бо на діоді падіння напруги є у 0,7В. Перелік основних компонентів для модуля системи функції пам'яті вимірювань представлений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Список компонентів системи функції пам'яті вимірювань

Позначення	Значення	Опис	Кількість
C-1, C-2	15.0пФ	конденсатор	2
C-3	220.0нФ	конденсатор	1
C-4	100.0нФ	конденсатор	1
C-5	100.0мкФ	конденсатор	1
J-1	I 8 P	6-контактний з'єднувач	1
J-2	8в	8-ми контактний з'єднувач	1
J-3	I 8 P	10-контактний з'єднувач	1
K-1	10.0кОм	резистор	1
K-2-K-5	3,30кОм	резистор	4

U-1	PIC18F2550-I/8P	Мікроконтролер	1
У-01-У-03	Ш4001	діод	3
У-1	20.0МГц	кварц	1

У блоці живлення це є найпростіший та надійний спосіб для отримання необхідної напруги. Схема типу CYWUSB6935 має на їх входах свої захисні діоди і тому тут для керування уже можливо використовувати 5-вольтові існуючі логічні сигнали для мікроконтролеру, включивши у таку схему ще послідовні резистори для обмеження його струму у схемі. У кваліфікаційній роботі тут було обрано резистори із опором у 3,3кОм. Сама принципова схема для модуля фрагменту програмно-апаратної реалізації системи з функцією пам'яті вимірювань є не надто складною, тому для її складання та усього пристрою оберемо досить простий шлях це проста макетна плата (рис. 3.6). Для підключення самої схеми модуля програмно-апаратної реалізації системи фрагменту з функцією пам'яті вимірювань використаємо спеціальний роз'єм [18].

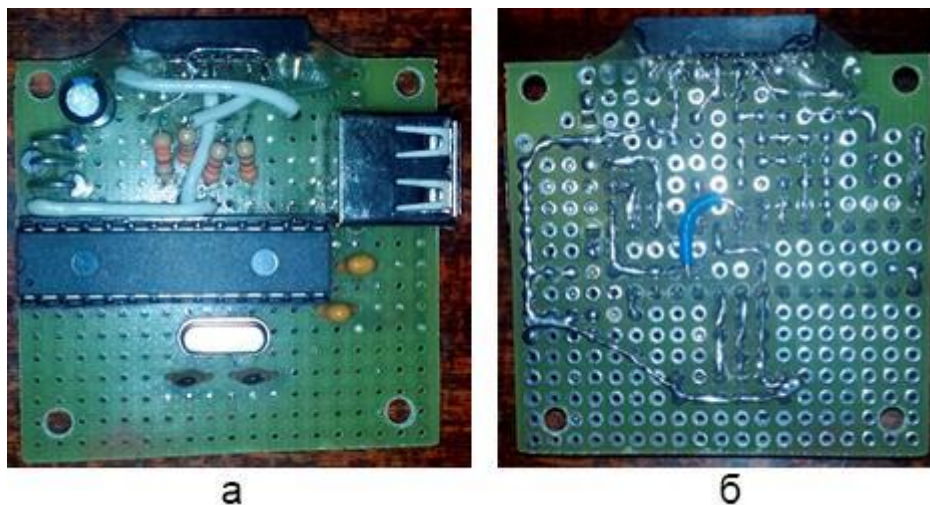


Рисунок 3.6 - Пристрій схеми фрагменту програмно-апаратної реалізації системи функцією пам'яті вимірювань

Для налаштування роботи даної схеми модулю фрагменту програмно-апаратної реалізації системи з функцією пам'яті вимірювань, перед першим її використання для програмного її забезпечення необхідно у самій системі встановити також драйвер для мікросхеми його адаптеру. Після підключення схеми проведемо її аналіз для спектру схеми керування модулю фрагменту програмно-

апаратної реалізації системи з функцією пам'яті вимірювань після встановлення такого драйверу та запуску його програмного забезпечення тут уже повинно негайно розпочатися збір даних та у режимі реального часу вже демонструвати усі збережені його показники.

У роботі розглянемо компоновку для елементів на друкованій платі нашого лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань. Під час розробки самого мілівольтметра цей етап для проектування друкованих плат є одним із найбільш трудомістких його етапів. На початку робіт по розробці усієї друкованої плати тут необхідна принципова її електрична схема та її перелік елементів, креслення чи ескіз із бажаним розміщенням її елементів. Для усіх елементів схеми, щоб виключити можливі помилки при розводці плати тут необхідно уже мати креслення чи ескізи його елементів, креслення для посадочних місць. Загалом таке конструювання для друкованих плат може здійснюватись ручним, пів автоматизованим та автоматизованим методами. При ручному такому методі усе розміщення її навісних елементів та трасування їх друкованих провідників здійснюється вручну самим конструктором. Даний метод тут загалом забезпечує оптимальний його результат. Пів автоматизований метод для розводки передбачає розміщення усіх навісних елементів за допомогою роботи комп'ютеру при ручному трасуванні його друкованих провідників, а ручне ж розміщення для навісних елементів при автоматизованому трасуванні їх друкованих основних провідників та автоматизованим перенесенням цього самого малюнку на їх фізичні носії. Метод тут забезпечує досить високу його продуктивність праці. Сам же такий автоматичний метод уже передбачає тут кодування для початкових їх даних, розміщення усіх її навісних елементів та трасування її друкованих провідників за допомогою самого комп'ютеру. При цьому тут допускається уже доопрацювання його окремих з'єднань самому вручну. Цей метод розводки забезпечує високу його продуктивність бо компоновка за допомогою комп'ютеру уже здійснюється при допомозі різних спеціалізованих програм. У сам же комп'ютер необхідно тільки ввести усі необхідні елементи його схеми, а далі їх розміри та поєднання і далі уже здійснюється трасування цієї плати. Після цього тут є можливість корегувати усі

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		47

отримані результати чи вивести їх на принтер чи графобудівник. Компонівка за допомогою такого комп'ютеру є найбільш простим та досить ефективним методом для розробки друкованих плат.

Також при виконанні кваліфікаційної роботи був використаний метод графічної компоновки у системі автоматизованого проектування . Друкована плата може мати тут найрізноманітніші розміри, які уже визначаються формою та розмірами уже самого контролеру, який відводиться у електронному пристрою для його друкованого монтажу. Розробку такої топології для друкованої плати будемо проводити після її повної компоновки, у процесі якої уже знаходять її оптимальне розташування для елементів на її друкованій платі. Компонівка самих елементів для цифрового мілівольтметра на її друкованій платі зображена на рис.3.7. При трасуванні самих провідників тут необхідно добиватись її мінімальних довжин для зв'язків, та паразитних зв'язків між провідниками та її основними елементами, виконати їх рівномірне розподілення для навісних елементів на її платі розміщення. Саму розробку для креслення її друкованої плати починають із вибору її координатної сітки. Тут за основний крок для координатної сітки приймається 2,5мм, а для малогабаритної апаратури допускається застосовувати додаткові її кроки у 1,25; 0,625 ; 0,5 ; 1,27 ; 2,54 мм [23].

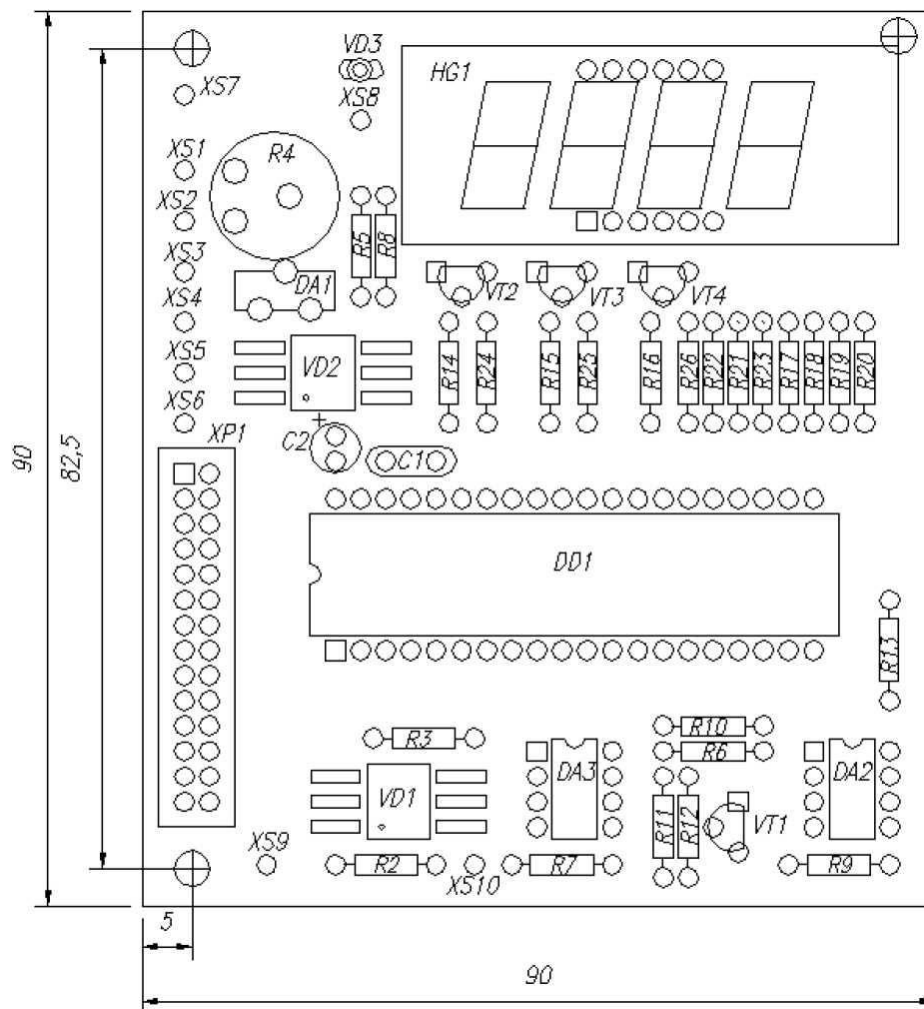


Рисунок 3.7 - Компоновка елементів лабораторного мілівольтметра

При виконанні кваліфікаційної роботи у зв'язку із відносно складною системою його трасування та наявністю елементів із відстанню між їх виводів у 2,54мм, вибираємо крок для координатної сітки як 1,27мм [24]. Координатну ж сітку на сам початок координат розташовують у відповідності із відомими стандартами. Отвори та елементи для їх провідникового малюнку розташовують на основній платі відносно їх початку координат. Відстань від корпусу самих елементів до місця їх необхідного згину чи паяння провідників також повинна відповідати державним стандартам на даний тип елементу. Якщо ж рекомендацій та вказівок немає то ця відстань від корпусу елементів до місця їх згину чи паяння для їх проводів повинна бути не менше ніж 2,5мм при товщині самої її плати у 1мм.

Самі ж установчі ж розміри для елементів повинні бути кратними до кроку їх сітки. Формувати ж виводи для елементів та уже встановлювати ці елемент на їх друкованій платі потрібно так, щоб уже в процесі її контролю було видно таке

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

маркування. Відстань між корпусом самого елемента та краєм його друкованої плати тут повинна бути тут не менше ніж 1мм, а між його виводом та краєм самої її плати не менше ніж 2мм. Відстань між основними корпусами двох сусідніх елементів, а також між їх можливими краями та сусідніх його елементів повинна становити не менше ніж 0,5мм. Зазор між самими корпусами мікросхем повинен бути не менше ніж 1,5 мм. Відстань від отвору його кріплення до краю самої плати повинна бути не менше уже товщини самої плати лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань, а друковані провідники тут слід виконувати уже однакової їх ширини на всьому протязі її основи. У більш її вузьких місцях де звужують самі провідники до мінімально уже допустимих їх значень та на можливо меншій довжині плати лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань. Взагалі їх взаємне розташування для провідників тут уже не регламентується. У цілях для спрощення самого такого креслення допускається уже виконувати різні його провідники будь-якої його ширини однією їх лінією, хоча при цьому у самих технічних вимогах до креслення лабораторного мілівольтметра вказують на ширину самого такого провідника. Розробка топології для друкованої плати лабораторного мілівольтметра тут зображені на рис.3.8 та рис.3.9.

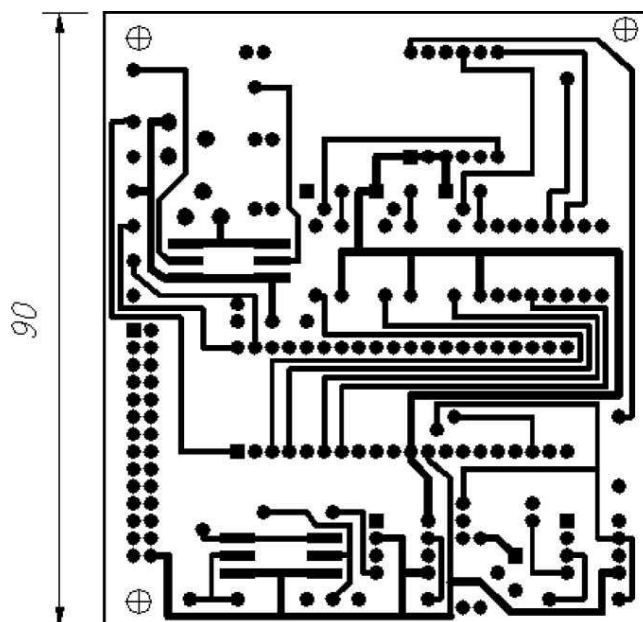


Рисунок 3.8 - Провідники та контактні площадки із боку установки елементів лабораторного мілівольтметра

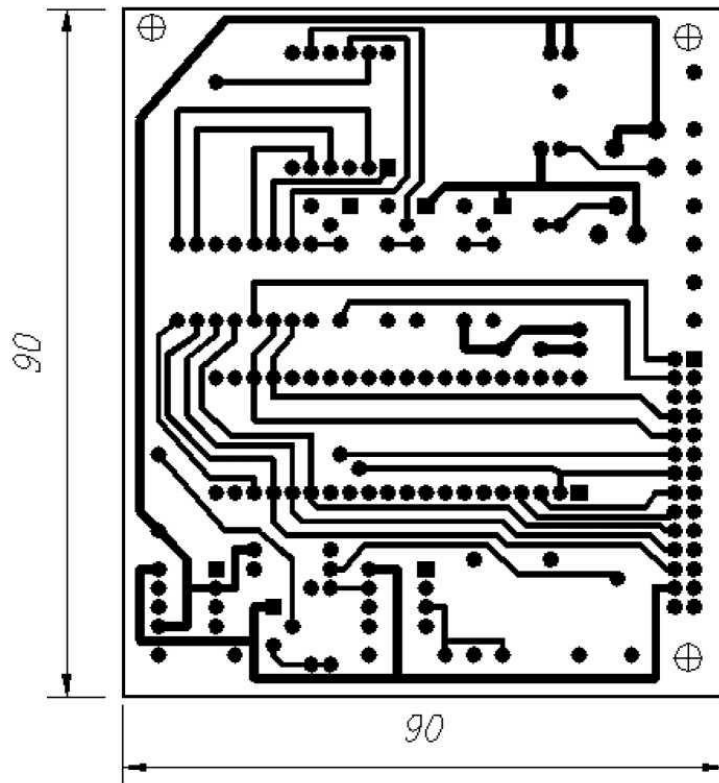


Рисунок 3.9 - Провідники та контактні площадки із боку паяння елементів лабораторного мілівольтметра

3.3 Програмні засоби для перевірки працездатності та функціонування лабораторного мілівольтметра

У кваліфікаційній роботі лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань сам контролер під керуванням програми перевірки його працездатності повинен виконувати наступну його функцію:

- це підключати до потрібного каналу його АЦП канал для виміру;
- це запускати сам АЦП та вираховувати код його результату виміру;
- це отриманий код АЦП розраховує значення його напруги, яка тут вимірюється;
- це перетворювати виміряне значення для напруги, що вимірюється у семи сегментний код та виводити уже його дані на сам індикатор;
- це підтримувати процес для його динамічної індикації.

Основна ж програма тут має виконувати наступну послідовність його подій:

- це ініціалізація його портів для вводу та виводу самого контролеру;
- це ініціалізація семи сегментного його індикатору мілівольтметра;
- це встановлення робочого режиму для його робочого АЦП;
- це ініціалізація показників для адресу буфера його індикації;
- це встановлення глобального дозволу для його переривання.

У робочому циклі даної програма має виконувати наступні його події:

- це вивести повідомлення про нормальну роботу самого мілівольтметра, при вдалому процесі його ініціалізації контролеру та семи сегментного її індикатору;
- це виміряти за допомогою їх АЦП його вхідну напругу;
- це розрахувати його вихідне значення параметрів;
- це завантажити результати вимірів у буфер його індикатору;
- це вивести данні на його семи сегментний індикатор відображення.

У роботі для перевірки працездатності самого лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань розроблені його програмні інструментальні засоби, за допомогою яких уже проводиться перевірка його працездатності та правильності функціонування уже розробленого програмно-технічного пристрою вимірювання. Програма написана мовою СІ та є тут досить уже абстрагована від системи команд самого контролеру, по стільки оператори цієї мови зовсім не прив'язані до команд такого контролеру. Для реалізації такої однієї команди цією мовою уже використовується не одна, а кілька її команд для нашого контролеру. Для запису кожної її команди вона уже використовує свої оператори та псевдо оператори [25]. Текст програми, який представлений у лістингу, у основному сформовано автоматично тому більшу частину програми тут займає його функція main. Тому вся ця програма забезпечена докладними її коментарями, які тут також сформовані автоматично системою. Лістинг програми для перевірки лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань представлений у Додатку Б.

У програмі винятки становлять усі українськомовні їх коментарі, які уже додано вручну та у три рядки в кінці самої програми. Починається програма для лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		52

пам'яті вимірювань із основного її заголовку. На початку його заголовку поміщено усю інформацію про проект кваліфікаційної роботи, а це тип контролеру, його робоча тактова частота, модель його пам'яті, розмір для зовнішньої пам'яті, що тут використовується та розмір його стеку. Команда програми `include` приєднує файл для його описів. Після виконання команди `include` поміщено також повідомлення для самих програмістів. Це повідомлення у кваліфікаційній роботі лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань попереджає про те, що саме у цьому місці самим програмістам потрібно буде помістити весь опис для усіх його глобальних змінних. У даному конкретному випадку програми глобальною змінною тут є змінна `a`. Сама ж функція `main` містить у собі набір простих команд для налаштування системи вимірювання це рядки 3-30 та основного заготовку для головного циклу програми лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань.

Для налаштування мікроконтролерної системи лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань, а це є запис необхідних значень в усі його керуючі регістри для мікроконтролеру. Значення усіх цих службових регістрів для мікроконтролеру, окрім його основних портів, можна тут залишити за замовчуванням. Проте сам по будівник такої програми привласнює ці значення усім без винятку його службовим регістрам лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань. Значення ж яких повинні уже відрізнятися від тих поточних значень за замовчуванням та тим же значеннями основних вимірювань, параметри яких не змінюються. Такі уже надлишкові дії мають тут свій сенс бо вони гарантують їх правильну роботу для усієї програми у тому випадку, якщо у результаті їх помилки у програмі для керування буде передано на її початок. Зайві команди програми при бажанні можливо уже прибрати. В нашому випадку для кваліфікаційної роботи лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань достатньо залишити лише ті команди для ініціалізації її портів та команду ініціалізації її компаратору.

У програмі подивимося, як відбувається присвоєння усіх його значень. Регістру `CLKPR` тут присвоюється його основне значення `0x80`. Для присвоєння ж

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		53

такого значення використовується символ «=» чи дорівнює. У цій мові опису такий символ називається оператором для його привласнення. Таким же самим чином тут присвоюються значення також і усім іншим його регістрам. Регістрам портів PORTB1 та PORTD1, DDRB1 та DDRD1 присвоюється значення у 0x000, а у регістри PORTC1 уже записується 0x02, а для DDRC1 значення 0x08. Після ініціалізації усіх цих регістрів починається основний цикл програми лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань.

Тут основний її цикл для програми це є обов'язковий її елемент для будь-якої програми для різних мікроконтролерів. Тому програма налагодження завжди створює свою заготовку для цього його циклу. Тут же створюється цикл, тіло якого поки що ще не містить ніяких команд, а у тому місці, де програмісти мають розташувати свої команди, що утворюють усе це тіло для цього циклу, програма поміщає туди спеціальне її повідомлення, що запрошує уже програміста вставити туди код для його програми - Будь ласка, вставте ваш код. У нашому випадку для лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань він тут складається усього із трьох його команд.

При виконанні кваліфікаційної роботи лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань основною особливістю побудови її архітектури для мікроконтролерів є можливість для уже напряду присвоювати для порту значення іншого його порту контролеру. Тому тут є можливість де основний цикл тут можна спростити до всього однієї її команди як то $PORTC3 = PINC1$, що означає що регістру PORTC присвоюється значення його регістру типу PINC1. У програмі виконуючи багаторазово у нескінченному циклі, ця команда проводить присвоєння уже постійно щоб переносити вміст порту PC1 у порт PC3 та реалізуючи у кваліфікаційній роботі лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань розроблений алгоритм для перевірки працездатності та функціонування лабораторного мілівольтметра.

3.4 Висновок

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		54

У розділі кваліфікаційної роботи проведено програмно-апаратну реалізацію для лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи у рамках якої було розроблено алгоритму роботи для програми для цифрового мілівольтметра який показує, що згідно алгоритму її основна робота для такого мікроконтролеру це організація його трьох розрядної динамічної її індикації де сам час для індикації кожного такого розряду приблизно дорівнює 5мс. Відлік цього часу у схемі було організований за допомогою переривання по переповненню його основного таймеру. Після такої індикації для нульового розряду виконується вимір його напруги. Результат для цього перекодування тут же заноситься до регістру його індикації. Після такої індикації уже другого розряду уся програма знову повторюється. Також у розділі роботи було проведено проектування фрагменту програмно-апаратної реалізації системи з функцією пам'яті вимірювань, де при його реалізації модулю системи для функції пам'яті вимірювань лабораторного мілівольтметра режим такту для самого мікроконтролеру тут здійснюється від кварцового резонатору. Доді у кваліфікаційній роботі розглянуто програмні засоби для перевірки працездатності та функціонування самого лабораторного мілівольтметра де розроблені його програмні інструментальні засоби, за допомогою яких уже тут проводиться перевірка його працездатності та правильності його функціонування уже розробленого програмно-технічного пристрою для вимірювання. Для реалізації програми цією мовою уже використовується не одна, а декілька її команд для нашого контролеру, а для запису кожної її команди уже використовує свої оператори.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань було досягнуто такі основні результати цієї роботи, що полягають у вдосконаленні архітектури побудови мілівольтметра як пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні сучасних 16-розрядних контролерів, шляхом впровадження уже покращеної системи передачі їх інформації при зростанні основної динаміки передачі цих потоків, що зумовлювала актуальність теми. Основною прикладною

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		55

задачею, що вирішувалась у роботі, є забезпечення інформаційної та функціональної безпеки архітектури при побудові її системи. У цій роботі метою було проектування та розробка пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні контролерів. Поставлена у кваліфікаційній роботі мета була досягнута розв'язанням наступних задач:

- було виконано дослідження та аналіз існуючих систем та пристроїв на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань;
- було уточнено та визначено шляхи підвищення ефективності роботи лабораторного мілівольтметра на базі системи з функцією пам'яті вимірювань;
- було виконано інфраструктурну реалізацію та спроектовано лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань.

До отриманих результати та їх новизни слід віднести, що лабораторний пристрій для формування вхідних сигналів при випробуванні контролерів дозволяє задавати електричний режим для мікросхем при їх випробуванні, контролювати їх струми споживання та задавати частоту для їх такту. Тут у одному приладі об'єднані усі необхідні інструменти для формування різних вхідних сигналів для перевірки контролерів, а область для застосування вольтметра це перевірка працездатності інтегральних схем під час та уже після проведення випробувань на різноманітні впливи. Виконання кваліфікаційної роботи поведилось у наступній послідовності, спочатку було проведено дослідження предметної області та огляд існуючих методів, засобів та технологій де на основі аналізу особливостей функціонування та побудови таких цифрових вимірювальних пристроїв було проведено обґрунтування по вибору апаратних її ресурсів та розглянуто особливості застосування контролерів у вимірювальній техніці. У подальшому розглянуто вимоги до технічного засобу при розробці такого лабораторного мілівольтметра.

У кваліфікаційній роботі проведено проектування програмно-технічних засобів мілівольтметра та досліджено схеми різних цифрових вольтметрів які тут використали у якості аналогів для проекту. Далі проведено проектування програмно-технічних засобів яке відбувалося у декілька їх етапів, одним із яких є планування проекту, який у свою чергу складається із декількох стадій його роботи. У загальному ж випадку таке планування відбувалося по наступних його етапах як

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		56

проведення дослідження та аналіз економічних та технічних показників для його роботи, вибір найбільш прийнятних рішень, виконання планування такої роботи із урахуванням його конкретних програмно-технічних ресурсів та вимог до самої побудови мілівольтметра. Також показано, що на етапі планування та проектування структури мілівольтметра досліджується уже існуюча архітектура, визначаються різні способи роботи, вузькі їх місця та потреби для цього проекту.

Для розробки та проектування фрагментів апаратних підсистем та відображення їх принципової схеми для даного мілівольтметра, першою його стадією для планування фрагментів підсистем та системи відображення була проведена розробка принципової схеми лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань, де раніше уже було проведено дослідження та проектування принципової схеми для різних принципів роботи та архітектури і структури. Далі проведено програмно-апаратну реалізацію для лабораторного мілівольтметра на базі системи у рамках якої було розроблено алгоритму роботи для програми для цифрового мілівольтметра який показує, що згідно алгоритму її основна робота для такого контролеру а це організація його трьох розрядної динамічної її індикації де сам час для індикації кожного такого розряду приблизно дорівнює 5мс. Також у розділі роботи було проведено проектування фрагменту програмно-апаратної реалізації системи з функцією пам'яті вимірювань. Далі у роботі розглянуто програмні засоби для перевірки функціонування мілівольтметра де розроблені його програмні інструментальні засоби, за допомогою яких проводиться перевірка його працездатності та правильності функціонування для уже розробленого програмно-технічного пристрою для вимірювання.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Грищук Ю. С. Микропроцесорные устройства : учебное пособ. / Ю. С. Грищук. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2017. – 280 с.
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні пристрої» для студентів спеціальності 092206 «Електричні машини та апарати» / Уклад.: Ю. С. Грищук, Т. П. Павленко. – Харків : ХДПУ, 2019. – 32 с.

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		57

3. Мікропроцесорна техніка : підручник / Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол та ін. / за ред. Т. О. Терещенко. – Київ : Політехнік, 2013. – 440 с.
4. Алексієв О. П. Мікроконтролери для транспортних і промислових застосувань.: архітектура та програмування : навч. посіб. / О. П. Алексієв, О. Б. Богаєвський, В. П. Волков. – Харків : ХНАДУ, 2004. – 156 с.
5. Встраиваемый микроконтроллер 8XC251SB : руководство пользователя. – Київ : «Квазар – Микро», 2005. – 379 с.
6. Костин Г. Ю. Микроконтроллеры фирмы Motorola / Ю. Г. Костин. – Киев : КТЦ–МК, 2015. – 37 с.
7. Методические указания к изучению курса «Микропроцессорные устройства» для студентов специальности 092206 «Электрические машины и аппараты» / сост. Ю. С. Грищук. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2001. – 24 с.
8. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні пристрої». – Ч. 2 : «Однокристалні мікро контролери» для студентів спеціальностей 092206 «Електричні машини та апарати» і 092205 «Електропобутова техніка» усіх форм навчання / уклад. Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХПИ», 2003. – 43 с.
9. Устименко Д. В. Применение микроконтроллеров в схемах электро-подвижного состава / Д. В. Устименко // Вестник НТУ «ХПИ» : сб. науч. тру-дов. – Вып. 11. – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2003. – С. 126–128.
10. Грищук Ю. С. Автоматизированная система управления для коммутационных исследований и испытаний электрических аппаратов / Ю. С. Грищук, А. Н. Ржевский, С. Ю. Грищук // Вестник НТУ «ХПИ». сб. науч. трудов. – Вып. 17. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2001. – С. 48–50.
11. Грищук Ю. С. Применение микроконтроллеров в схемах автоматизированного управления испытаниями электрических аппаратов / Ю. С. Гри-щук, А. И. Кузнецов, А. Н. Ржевский, С. Ю. Грищук // Вісник НТУ «ХПИ» : зб. наук. праць. – Харків : НТУ «ХПИ», 2005. – Вип. 35 – С. 63–68.
12. Грищук Ю. С. Застосування мікроконтролерів при дослідженнях електричних апаратів / Ю. С. Грищук // Вісник НТУ «ХПИ». Серія : Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – 2016. – № 32 (1204). – С. 23–28.

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		58

13. Грищук Ю. С. Аналіз мікропроцесорного терміналу шафи керування обігрівом тунелів метрополітену / Ю. С. Грищук, С. Л. Зуєнко // Вісник НТУ «ХП». Серія : Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – 2014. – № 20 (1063). – С. 8–13.
14. Грищук Ю. С. Мікроконтролерний розчіплювач для автоматичних вимикачів / Ю. С. Грищук, Т. В. Сухоставцева // Вісник НТУ «ХП» : зб. наук. праць. – Харків : НТУ «ХП», 2008. – № 25. – С. 29–35.
15. Зубчук В.К. Справочное пособие по цифровой схемотехнике / В.К. Зубчук // – К.: Высш. шк., -1988. – 304с.
- 16 . Лихтциндер Б.Я. Микропроцессоры и вычислительные устройства в радиотехнике / Б.Я. Лихтциндер, В.Н. Кузнецов // – К.: Высш. шк., 1988. - 204с.
15. Стеклов В. К. Інформаційна система: підручник студентам вищих навчальних закладів по напрямку «Телекомунікація» / В.К. Стеклов, Л. Беркман. – К.: Техніка, 2014. – 792 с.
16. Клиماش М.М. Сучасні перетворення в архітектурах розподілених систем: монографія / М.М. Клиماش, А. Лунтовський, В. Романчук. // – Львів-Дрогобич: Коло, 2015. – 328 с.
17. Бабиц В. Д. Завадостійкість каналів зв'язку : навч. посібн. / В.Д. Бабиц, О.Д. Кувшинов, О.П. Лежнюк, С.П. Лівенцев // - К. : КВ ІУЗ, 2001. - 150 с.
18. Белов А.В. Конструювання пристроїв на мікроконтролерах. / А.В. Белов // - К.: Наука і Техніка, 2015. - 263 с.
19. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.
20. Луцків А.П. Поточкова модель даних при функційному програмуванні мікроконтролерів. / А. П.Луцків , В. С. Судомир // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 2019. С. 96-97.

					КРКІ. 022105.18.01.21 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		59

21. Дем'янчук Н.Р. Ймовірнісні характеристики та імітація циклічного випадкового процесу, утвореного на базі адитивної моделі. / Н.Р. Дем'янчук, С.А. Луценко, А.М. Луцків, Г.М. Осухівська // Науковий вісник НЛТУ України. 2011. С. 322-331.
22. Терещенко Т.О. Мікропроцесори та мікроконтролери. Електронний підручник. / Т.О. Терещенко, Ю.С. Петергеря, В.Я. Жуйков, Ю.В. Хохлов, А.В. Мороз // - К. Київський політехнічний інститут . 2009. -356 с.
23. Схемотехніка електронних схем: 3 кн. Кн.3 Мікропроцесори та мікроконтролери: Підручник / В.І.Бойко, А.М.Гуржій, В.Я.Жуйков та ін. // – 2-ге вид., допов. і переробл.– К.: Вища шк., 2014.- 399 с.
24. Теоретические основы построения микропроцессорных систем в электроэнергетике / Стогний Б.С., Кириленко А.В., Проске Д. и др.// Под ред. Стогния Б.С.; АН Украины. Ин-т электродинамики. - К: Наук. Думка, 2012. - 320 с.
25. Мікропроцесорна техніка: підручник/ Ю.І.Якименко, Т.О.Терещенко, Є.І.Сокол, В.Я.Жуйков, Ю.С.Петергеря // За ред. Т.О.Терещенко. – 2–ге вид. перероб. та доповн. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»; «Кондор», 2004.–440 с.

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

Студент _____ Муляр Вадим Олександрович _____

Тема: «Лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань»

Галузь знань 12 «Інформаційні технології» Спеціальність 123

«Комп'ютерна інженерія» Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг дипломної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»: кількість листів креслень 9; кількість сторінок записки 58;

1. Короткий зміст КвР та прийнятих рішень В рамках кваліфікаційної роботи проведено розробку лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань як пристрою для формування вхідних сигналів при випробуванні мікроконтролерів шляхом вдосконалення та розширення його функціональності, покращенню алгоритмів роботи, впровадженню та вдосконаленню вибору засобів, підвищенню ефективності при передаванні такої інформації та забезпечення її завадостійкості, а це:

- можливість його використання для процесів перевірки по любых елементах;
- великий запас надійності та якості роботи для будь яких вимірів;
- сумісність із сучасним комп'ютерним обладнанням;
- використання сучасних компонентів та елементної бази пристрою.

У роботі було спроектовано лабораторний мілівольтметр шляхом вдосконалення та розширення його функціональності за рахунок аналізу уже відомих пристроїв та покращено його роботи по надання послуг вимірювання. Поставлена у кваліфікаційній роботі мета досягнута розв'язанням наступних задач:

- 1) виконати дослідження та аналіз існуючих систем та пристроїв на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань;
- 2) уточнити шляхи підвищення ефективності роботи лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань;
- 3) виконати інфраструктурну реалізацію та спроектувати лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань.

Викладене вище зумовлює актуальність теми кваліфікаційної роботи.

2. Висновок про відповідність КвР завданню Кваліфікаційна робота у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній так і в практичній частині роботи

3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У вступі обґрунтовується актуальність теми роботи, її зв'язок у галузі знань «Інформаційні технології» та спеціальністю «Комп'ютерна інженерія», формулюється мета і основні завдання кваліфікаційної роботи. У першому розділі було проведено огляд існуючих методів, засобів та технологій в галузі, сучасні засоби та технології, досліджено комп'ютерні технології. У другому розділі проведено проектування роботи лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань. У третьому розділі виконано проведено програмно-апаратну реалізацію для лабораторного мілівольтметра на базі мікроконтролерної системи у рамках якої було розроблено алгоритму роботи для програми для цифрового мілівольтметра який показує, що згідно алгоритму її основна робота для такого мікроконтролеру це організація його трьох розрядної динамічної її індикації де сам час для індикації

кожного такого розряду приблизно дорівнює 5мс. Відлік цього часу у схемі було організований за допомогою переривання по

...кваліфікаційної роботи полягають у тому що, для вирішення задачі проектування було ґрунтовно проаналізовано та проведено обґрунтування варіанту побудови лабораторного мілівольтметра, зроблений якісний вибір основних компонентів та елементів побудови системи вимірювань.

5. Негативні сторони проекту : У роботі при оцінці параметрів реалізація забезпечення роботи системи вимірювань не достатньо приділено уваги практичній стороні втілення сучасних підходів організації таких систем.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи. Графічне оформлення виконане відповідно до теми кваліфікаційної роботи із дотриманням усіх стандартів. У загальному графічне оформлення виконане на достатньому технічному рівні. Пояснювальна записка відповідає нормам для її оформлення та вимогам

7. Відгук про роботу в цілому В загальному кваліфікаційна робота заслуговує позитивної оцінки. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи роботи послідовні та логічні, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках тематики кваліфікаційної роботи. У пояснювальній записці багато графіків, таблиць та наглядних пояснень. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу для досягнення поставленої задачі проектування.

8. Інші зауваження

9. Оцінка дипломної роботи Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що робота заслуговує оцінки « *добре* ».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

*Бездаринка Леонід Андрійович,
Зав. кафедрою 113, ХНУ*

« *02* » *червня* 2022.

 (підпис)

Ім'я користувача: Кафедра КІ

ID перевірки: 1011392158

Дата перевірки:
31.05.2022 10:30:04 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
31.05.2022 10:32:45 EEST

ID користувача: 100005591

Назва документа: Муляр_Лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'ят...

Кількість сторінок: 52

Кількість слів: 12232 Кількість символів: 91293 Розмір файлу: 2.90 MB ID файлу: 1011275620

2.38%

Схожість

Найбільша схожість: 0.91% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1008346152)

0.87% Джерелаз Інтернету

22

1.51% Джерелаз Бібліотеки

67

Сторінка 54

Сторінка 54

0%

Цитат

Не знайдено жодних посилань

Не знайдено жодних цитат

0%

Вилучен

ь

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

7

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Ошибок в документах: 7%**

ID: 104253 Название: Лабораторний мілівольтметр на базі мікроконтролерної системи з функцією пам'яті вимірювань Добавлено в БД: 2022-05-31 Авторы: В.О. Муляр Руководители: В.М. Стецюк Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	89027	552	1766 (2%)	22 (4%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

Завідувачу кафедри КІСП
д-ру техн. наук, проф. Говорущенко Т. О.

Муляра В.О.

ІІІ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 4 курсу, групи КІ-18-1

ЗАЯВА

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

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

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

02.06.22

дата

В. Муляра

підпис