

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

Група: 4КС-56

Дипломний проект

**здобувача освіти денної форми навчання
КС.56.23.000.ДП**

***ШАМАНСЬКОГО
ВІТАЛІЯ ІГОРОВИЧА***

**м. Одеса
2023 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

Група: 4КС-56

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи) на тему:

Розробка тестеру радіоелементів на базі мікроконтролера

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 75 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 16 аркушах (слайдах).

Дипломник  (Шаманський В.І.)

Керівник  (Кривченко А.А.)

Консультанти:

з економічної частини  (Копайгородська Т.Г.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

з дотримання вимог ЄСКД  (Петрашова В.І.)

старший консультант  (Кривченко Ю.В.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії  (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділення  (Скорнякова О.В.)

Захист « 20 » серпня 2023 р.

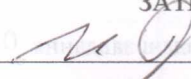
Протокол ДКК № 2

Оцінка ДКК 4 (добре)

Секретар ДКК 

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та Ш
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Заст. дир. з НВР 
Беркань І.В.
“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу)

Здобувачеві (здобувачці) освіти Шаманському Віталію Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка тестеру радіоелементів на базі мікроконтролера

затверджена наказом по коледжу від “ 17 ” жовтня 202 2 р. № 235-A2-ОД

2. Термін здачі закінченого проекту (роботи) 12.06.2023

3. Вихідні данні до проекту (роботи) 1. Передбачити тестування конденсаторів та дроселів з вимірюванням їх ємності та індуктивності; 2. Забезпечити межі вимірювання ємності 0,01 пФ...2000 мкФ; 3. Забезпечити межі вимірювання індуктивності 0,001 мкГн...5 Гн;

4. Забезпечити точність вимірювання ємності і індуктивності до 10 %; 5. Розробки виконати на базі PIC-мікроконтролеру; 6. Передбачити живлення від батареї та найменший струм споживання

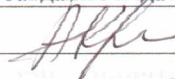

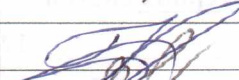
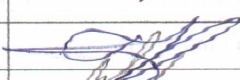
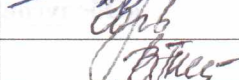

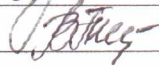
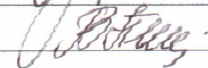
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

Аналіз роботи цифрових вимірювальних приладів; Огляд тестерів радіоелементів та аналіз їх характеристик; Розробка структурної схеми тестеру радіоелементів; Вибір мікроконтролера та аналіз його характеристик; Розробка принципової електричної схеми та плати тестеру; Вимоги до елементної бази тестеру; Розробка блок-схеми алгоритму керуючої програми; Налаштування тестеру для визначення індуктивності та ємності

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)

Загальна побудова цифрового вимірювального приладу; Функціональна схема цифрового вимірювального приладу; Структурна схема тестеру радіоелементів; Структурна мікроконтролера PIC16F84A; Принципова електрична схема тестеру конденсаторів та дроселів; Модель друкованої плати та монтажної схеми тестеру; Схема програматору JDM для мікроконтролера PIC16F84A; БСА роботи мікроконтролера тестеру конденсаторів та дроселів; Зовнішній вигляд тестеру радіоелементів на базі мікроконтролера

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Технологічний розділ	Кривченко А.А.		
2. Екон. частина	Копайгородська Т.Г.		
3. Охорона праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		

7. Дата видачі завдання 01.05.2023

Керівник

Кривченко А.А.



(підпис)

Завдання прийняв до виконання



(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

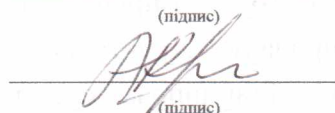
№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1.	Вступ. Постановка задачі проектування	22.05.2023	Виконано
2.	Огляд та аналіз тестерів для радіоелементів	24.05.2023	Виконано
3.	Аналіз технічних вимог до проєктованого пристрою	25.05.2023	Виконано
4.	Аналіз принципів роботи приладів вимірювання параметрів радіоелементів	26.05.2023	Виконано
5.	Аналіз особливостей побудови ЦВП	30.05.2023	Виконано
6.	Визначення технічних засобів розробки цифрового вимірювальних приладу	31.05.2023	Виконано
7.	Розробка структурної схеми приладу	1.06.2023	Виконано
8.	Розробка принципової електричної схеми приладу	2.06.2023	Виконано
9.	Вибір елементної бази пристрою	5.06.2023	Виконано
10.	Розробка друкованої плати пристрою	6.06.2023	Виконано
11.	Розробка програмного забезпечення для мікроконтролера	7.06.2023	Виконано
12.	Виконання економічних розрахунків	8.06.2023	Виконано
13.	Розробка заходів з охорони праці	9.06.2023	Виконано
14.	Виконання графічної частини проєкту	10.06.2023	Виконано

Дипломник



(підпис)

Керівник



(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Технологічний розділ.....	7
1.1 Аналіз роботи цифрових вимірювальних приладів.....	7
1.2 Огляд тестерів радіоелементів та аналіз їх характеристик.....	8
1.2.1 RLC-вимірювач MFC-4070D.....	8
1.2.2 RLC-вимірювач E7-22.....	10
1.2.3 RLC-вимірювачі MT 4080A і MT 4080D.....	12
1.2.4 Вимірювачі LCR 816, LCR 817, LCR 827, LCR 819 і LCR 829.....	14
1.3 Аналіз схемотехніки аматорських тестерів радіоелементів.....	15
1.3.1 Цифровий тестер конденсаторів на мікроконтролері ATmega16.....	15
1.3.2 Тестер конденсаторів і частотомір на мікроконтролері AVR.....	17
1.3.3 Цифровий LC-метр на мікроконтролері PIC16F84.....	19
1.4 Аналіз технічного завдання на проектування.....	20
1.5 Принципи вимірювання комплексних параметрів.....	21
1.6 Розробка структурної схеми тестеру радіоелементів.....	24
1.7 Вибір мікроконтролера та аналіз його характеристик.....	26
1.7.1 Загальні характеристики PIC-мікроконтролерів.....	26
1.7.2 Порівняльний аналіз PIC-мікроконтролерів.....	27
1.7.3 Властивості та особливості програмування мікроконтролера PIC16F84.....	28
1.8 Розробка принципової електричної схеми та плати тестеру.....	38
1.9 Вимоги до елементної бази тестеру.....	42
1.10 Розробка схеми програматору для мікроконтролера PIC16F84.....	44
1.11 Розробка блок-схеми алгоритму керуючої програми.....	44
1.12 Налаштування тестеру для визначення індуктивності та ємності.....	46
1.13 Визначення ємності конденсаторів та індуктивності дроселів за допомогою тестеру.....	48
1.13.1 Режим самокалібрування тестеру.....	48

1.13.2	Режим вимірювання ємкості “Сх”.....	48
1.13.3	Режим вимірювання індуктивності “Lx”.....	49
1.13.4	Режим налаштування констант тестеру.....	50
2	Економічна частина.....	51
3	Охорона праці.....	56
3.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на програміста.....	56
3.2	Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.....	56
3.3	Вимоги до організації робочого місця працівника.....	57
3.4	Електробезпека.....	58
3.5	Пожежна безпека.....	60
	Висновки.....	61
	Перелік використаних джерел.....	62
	Додаток А. Фрагмент програми для мікроконтролера (мовою Асемблера).....	63
	Додаток Б. Слайди мультимедійної презентації.....	68

ВСТУП

У галузі вимірювальної техніки особливої актуальності набуває створення універсальних тестерів, призначених для випробування і контролю, за допомогою яких перевіряється працездатність і придатність до експлуатації радіоелементів, електронного устаткування і приладів.

Цифрові прилади електрорадіовимірювань дозволили вирішити задачу поєднання безпомилковості і швидкодії. Цифровими радіовимірювальними приладами називаються вимірювальні прилади, що виконують автоматично в процесі вимірювання дії квантування вимірюваної величини, її цифрове кодування і надання результатів діагностики в цифровій формі лише у вигляді числа або коду. Перевагою цифрових приладів є малі похибки вимірювання (0,1 – 0,001%) у широкому діапазоні вимірювальних сигналів, висока швидкість дії (до 500 вимірювань/с), видача результатів вимірювань у цифровому вигляді, можливість документальної реєстрації вимірювальної інформації за комп'ютерної техніки для наступного опрацювання. До недоліків варто віднести: складність схем і конструкції, високу вартість, меншу надійність. Ці недоліки можна вважати тимчасовими, оскільки в даний час вони швидко усуваються у зв'язку з розвитком мікроелектронної елементної бази [1].

Потенційно в Україні є надзвичайно великі можливості промисловості, що може виробляти електровимірювальні прилади, і значною мірою вони перевищують потреби країни у цих приладах. Заводи, спроможні виробляти засоби електричних вимірювань, є у багатьох містах країни, зокрема у Києві, Львові, Луцьку, Севастополі та ін.

Завданням дипломного проекту є розробка цифрового вимірювального приладу, а саме – тестеру радіоелементів на базі мікроконтролера. Даний прилад можна буде застосовувати для визначення ємності конденсаторів та індуктивності дроселів. Основною його перевагою буде універсальність, оскільки прилад є комбінованим. Цей вимірювальний прилад можна буде використовувати для налаштування, тестування і калібрування різного типу електронних схем та окремих радіоелементів.

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз роботи цифрових вимірювальних приладів

Не дивлячись на схемні і конструктивні особливості, принцип побудови цифрових електрорадіовимірювальних приладів відповідає схемі, показаній на рис.1.1.



Рисунок 1.1. Узагальнена структурна схема цифрового вимірювального приладу

Відповідно до рис.1.1 вимірювана величина надходить на вхідний пристрій приладу ВП, де відбувається масштабне перетворення. З вхідного пристрою сигнал поступає на аналого-цифровий перетворювач АЦП, де аналоговий сигнал перетворюється у відповідний код, який відображується у вигляді числового значення на цифровому відліковому пристрої ЦВП. Для отримання всіх керуючих сигналів в цифровому приладі передбачений пристрій керування (ПК) (на рис. 1.1 не показано). Вхідний пристрій цифрового приладу влаштований аналогічно електронному приладу, а в деяких конструкціях на його вході використовується фільтр для виключення перешкод [2].

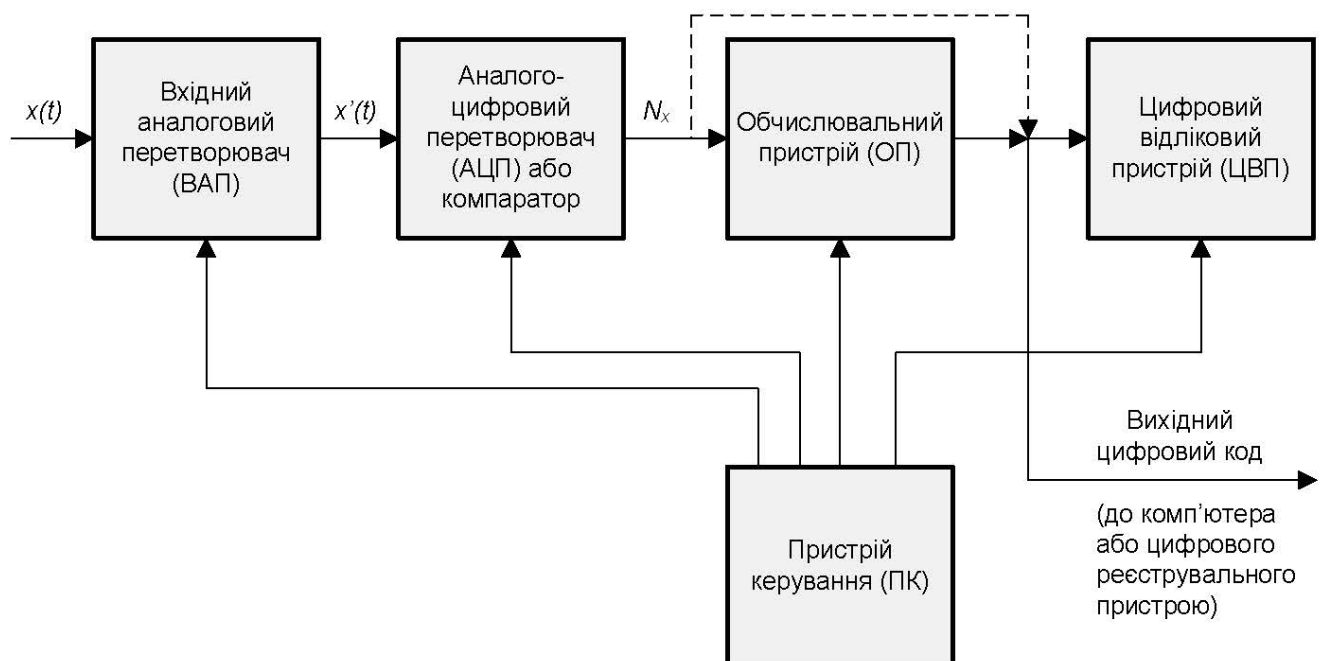


Рисунок 1.2. Функціональна схема цифрового вимірювального приладу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ

Арк.

7

На рис.1.2 наведено функціональну схему ЦВП. Основними функціональними вузлами ЦВП є: вхідний аналоговий перетворювач (ВАП), аналого-цифровий перетворювач (АЦП) або компаратор, обчислювальний пристрій (ОП), цифровий відліковий пристрій (ЦВП) та пристрій керування (ПК). Вимірювана величина $x(t)$ спочатку перетворюється за допомогою ВАП на іншу величину $x'(t)$, зручну для подальшого АЦП. АЦП або компаратор перетворює величину $x'(t)$ у відповідний цифровий код N , який або надходить безпосередньо на цифровий відліковий пристрій ЦВП, або піддається додатковому опрацюванню в обчислювальному пристрої (ОП). Цифровий відліковий пристрій містить дешифратор для перетворення вихідного цифрового коду АЦП або ОП у десятковий цифровий код та табло індикації результату вимірювання. Вихідний цифровий код АЦП або ВП може надходити також на цифровий реєструвальний пристрій або порт комп'ютера і використовуватися в системах керування об'єктами. Роботою всіх вузлів ЦВП керує пристрій керування ПК [2].

Залежно від принципу аналого-цифрового перетворення (АЦП) цифрові вимірювальні прилади розділяють на пристрої прямого перетворення і компенсаційні (з врівноважуючим перетворенням).

1.2 Огляд тестерів радіоелементів та аналіз їх характеристик

1.2.1 RLC-вимірювач МІС-4070D

Тестер МІС-4070D найбільш простий і, відповідно найдешевший, вимірювач опорів, індуктивностей і ємностей (RLC) з тих, що існують на ринку. Прилад має ручний вибір меж вимірювання за допомогою поворотного перемикача (рис.1.3). Контроль правильності вибору межі вимірювання контролюється оператором по РК-індикатору: якщо межа вимірювання низька, на індикаторі висвічується напис "OL", якщо високий – значення вимірюваної величини матиме низьке значення. Вибір частоти вимірювання і схеми заміщення вибирається приладом автоматично, виходячи зі встановленої межі вимірювання. Це дозволяє виключити помилку оператора, викликану неправильним вибором частоти вимірювання і схеми заміщення, що може спотворити результат.

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3. Зовнішній вигляд RLC-вимірювача MIC-4070D

Прилад дозволяє вимірювати добротність для індуктивності і тангенс втрат для ємності. Перемикання з вимірювання реактивного опору на вимірювання добротності (тангенса втрат) здійснюється повзунковим перемикачем. Одночасна індикація величини реактивного опору і допоміжних параметрів неможлива.

Переваги MIC-4070D:

- Невеликі масо-габаритні розміри;
- Низька вартість;
- Автономне живлення;
- Досить широкий діапазон вимірювання;
- Автоматичний вибір частоти вимірювання і схеми заміщення;
- Можливість вимірювання SMD-компонентів.

Недоліки MIC-4070D:

- Лише дві частоти вимірювання-120Гц і 1 КГц;
- Індикація лише одного вимірюваного параметра;
- Неможливість зміни рівня тест-сигналу;
- Немає зв'язку з ПК.

1.2.2 RLC-вимірювач E7-22

Це портативний вимірювач RLC володіє досить широкими функціональними можливостям особливо у напрямі допускового контролю по різних параметрах: вимірювання ємності, індуктивності, тангенса кута втрат, добротності, опору змінному струму, еквівалентного послідовного/ паралельного опору (рис.1.4). Технічні характеристики приладу наведені у табл. 1.1.



Рисунок 1.4. Зовнішній вигляд RLC-вимірювача E7-22

Деякі особливості і функціональні можливості вимірювача RLC E7-22 не мають аналогів навіть в дорожчих і складніших моделях вимірювачів RLC, що робить його дуже популярним не лише серед рядових користувачів, але і серед конструкторів-розробників радіоелектронної апаратури. Всі функції вимірювача RLC E7-22 реалізовані апаратно в приладі вагою всього 365 грам, а не програмно на зовнішньому комп'ютері, як у вимірювачах RLC інших виробників. Цей вимірювач є на сьогоднішній день найбільш вдалим в співвідношенні ціна – якість – функціональність. Використання програмного забезпечення для вимірювача RLC E7-22 дозволяє не лише розширити його функціональні можливості, але і вести документування вимірювань, проводити аналіз і накопичення статистики.

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.1. Технічні характеристики RLC E7-22

Характеристики	Параметри	Значення
Активний опір (RAC)	Межі вимірювання	20 / 200 / 2000 Ом / 20 / 200 / 2000 кОм / 10 МОм
	Дозвіл	1 / 10 / 100 мОм / 1 / 10 / 100 Ом / 1 кОм
	Погрішність вимірювання	$\pm (0,5...0,8 \% + 3 D)$ 200 Ом / ... / 2000 кОм $\pm (1,2...2 \% + 8 D)$ 20 Ом, 10 МОм
Ємність	Межі вимірювання	2000 пФ / 20 / 200 / 2000 нФ / 20 / 200 / 2000 мкФ / 20 мФ
	Дозвіл	0,1 / 1 / 10 / 100 пФ / 1 / 10 / 100 нФ / 1 мкФ
	Погрішність вимірювання	$\pm (0,7 \% + 3 D)$ 20 нФ / ... / 200 мкФ, ($D < 0,5$) $\pm (1...5 \% + 5 D)$ 2000 пФ, 2000 мкФ, 20 мФ ($D < 0,1$)
Індуктивність	Межі вимірювання	2000 мкГн / 20 / 200 / 2000 мГн / 20 / 200 / 2000 / 10000 Гн
	Дозвіл	0,1 / 1 / 10 / 100 мкГн / 1 / 10 / 100 мГн / 1 Гн
	Погрішність вимірювання	$\pm (0,7 \% + 5 D)$ 200 мГн / ... / 200 Гн $\pm (1...2 \% + 5 D)$ 2000 мкГн, 20 мГн, 2000 Гн
Добротність (Q), Втрати(D)	Межі вимірювання	0,9999 / 9,999 / 99,99 / 999,9
	Дозвіл	0,0001 / 0,001 / 0,01 / 0,1
	Погрішність вимірювання	Відповідає погрішності вимірювання ємності, індуктивності
Вимірювання LCR	Вибір меж вимірювання	Автоматичний або ручний по основній шкалі Автоматичний по додатковій шкалі
	Швидкість вимірювання	1 вим./с
	Індикація результатів вимірювання	Шкала основна/додаткова: Ls/Q, D, Rs; Lp/(Q, D, Rp); Cs/Q, D, Rs; Cp/(Q, D, Rp); Rac
	Схема вимірювання	Паралельна або послідовна (ручний вибір)
Тест-сигнал	Частота тест-сигналу	120 Гц, 1 кГц, (ручний вибір)
	Рівень тест-сигналу	0,5 В
Дистанційне керування	Інтерфейс	Послідовний порт по стандарту RS-232C з оптичною розв'язкою
Дисплей	Відображувані параметри	Основний екран (Rac, L, C), додатковий екран (Q, D, Rs, Rp), індикатори параметрів режиму вимірювання
	Формат індикації	4 ^{1/2} розряду (19999) основна шкала 4 розряди (9999) додаткова шкала
	Індикація перевантаження	"OL"
Загальні дані	Напруга живлення	9 В ("Крона"), АС-DC адаптер 12...15 В / 50 мА (опція)
	Габарити	91 × 192 × 52 мм
	Маса	365 г

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ

Арк.

11

1.2.3 RLC-вимірювачі MT 4080A і MT 4080D

MT 4080A і MT 4080D є також портативними вимірювачами RLC, що володіють широкими функціональними можливостями, розширеним частотним діапазоном і підвищеною точністю вимірювання (рис. 1.5). Відзнаки між моделями з літерою "A" і "D" полягають в частоті тест-сигналу. У вимірювачу MT 4080A верхня частота тест-сигналу складає 100 кГц, у вимірювачу MT-4080D вона складає 10 кГц. Вища частота тест-сигналу дозволяє понизити погрішність вимірювання малих величин ємності і індуктивності, нижча частота тест-сигналу дозволяє зменшити погрішність вимірювання великих величин ємності і індуктивності. Вимірювачі RLC MT-4080 мають унікальний для портативних вимірювачу RLC набір частот тест-сигналу, це – 100 Гц, 120 Гц, 1кГц, 10 кГц і для MT-4080A 100 кГц.



Рисунок 1.5. Зовнішній вигляд RLC-вимірювача MT 4080A

Прилади володіють наступними функціональними особливостями:

- Вибір частоти вимірювання (100 Гц, 120 Гц, 1кГц, 10 кГц і для MT-4080A 100 кГц);
- Вибір рівня тест-сигналу;
- Вибір швидкості вимірювання;

- Відносні вимірювання;
- Вибір паралельної або послідовної схеми заміщення;
- Автоматичний вибір меж вимірювання з можливістю фіксації вибраної межі;
- Два індикатори – один для індикації основних параметрів, другий для індикації допоміжних параметрів;
- Можливість вибору вимірювання і індикації таких допоміжних параметрів як добротність (D) тангенс втрат (Q) і еквівалентний послідовний опір (R) при установці послідовної схеми заміщення
- Програмна компенсація режимів короткого замикання (КЗ) і холостого ходу (ХХ);
- Бездротовий інфрачервоний інтерфейс для зв'язку з комп'ютером;
- Внутрішній акумулятор, що забезпечує автономну роботу і що автоматично заряджається при роботі від мережі 220В.

Вимірювачі МТ-4080 володіють рядом унікальних можливостей, аналогів яким не існує в інших моделях RLC-вимірювачів. Базова погрішність вимірювання складає 0,2 %. Такою низькою погрішністю вимірювання не володіє жоден портативний RLC-вимірювач в світі. Це єдиний у своєму роді RLC-вимірювач, що дозволяє проводити вимірювання ємності і індуктивності не лише на різних частотах тест-сигналу, але і омичний опір постійному струму. Це, наприклад, дозволяє проводити не лише вимірювання ємності електролітичних конденсаторів, але і визначати внутрішні витоки на постійній напрузі. Це єдиний у своєму роді RLC-вимірювач, що дозволяє в прямому вигляді проводити вимірювання комплексного опору ланцюгу. Цей прилад був розроблений у тому числі і для фундаментальних досліджень в лабораторії. Прилад забезпечує безпосереднє підключення елементів з довгими виводами до вхідних гнізд вимірювача. Якщо компонент неможливо підключити використовуючи власні виводи, це можливо здійснити використовуючи або 2-дротяні або 4-дротяні зовнішні кабелі. Використання спеціального щупа для тестування SMD компонентів робить вимірювання швидкими і зручними.

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.4 Вимірювачі LCR 816, LCR 817, LCR 827, LCR 819 і LCR 829

Це стаціонарні, лабораторні, високопрецизійні вимірювачі призначені, перш за все, для фундаментальних лабораторних досліджень або високоточних вимірювань на виробничій лінії (рис.1.6). Відзнаки між моделями складають різні частоти тест-сигналу. Для вимірювача LCR 816 верхня частота складає 2 кГц, для вимірювачів LCR 817 і LCR 827 верхня частота складає 10кГц, для LCR 819 і LCR 829 верхня частота складає 100 кГц. Нижні частоти вимірювання для всіх приладів однакові і складають 12 Гц.



Рисунок 1.6. Зовнішній вигляд вимірювача LCR 816

Вимірювачі LCR 827 і LCR 829 модифіковані для використання в промисловості. Модифікація полягає в зменшенні часу вимірювання, що дозволило прискорити процес обробки вимірювання компонентів на конвеєрі, але в той же час збільшило погрішність вимірювання (але дозволило їй залишитися в межах 0,1%). Друга зміна стосується можливості вживання механічного маніпулятора для сортування радіо-компонентів при виробництві або входному контролі. Сортування здійснюється завантаженням відповідного програмного забезпечення як у вимірювач RLC, так і в маніпулятор. Сортування може проводитися по різних критеріях – по абсолютному відхиленню, по відносному відхиленню і так далі.

Спільними особливостями вимірювачів RLC компанії GOOD WILL є:

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- Базова погрішність вимірювання 0,05%;
- 503 частоти тест-сигналу, що дозволяє проводити вимірювання не лише на стандартних частотах (110Гц, 1 кГц, 10 кГц і 100 кГц) як було раніше, але і формувати практично безперервну сітку частот вимірювального сигналу;
- Регулювання рівня тест-сигналу від 5 мВ до 1,275 В з кроком 5 мВ, що також дозволяє формувати практично безперервну сітку рівнів;
- Відображення відносного або абсолютного результату вимірювання;
- Пам'ять на 100 профілів умов вимірювання;
- Усереднювання результатів вимірювання для підвищення точності вимірювання;
- Програмна компенсація режимів коротко замикання (КЗ) і холостого ходу (ХХ);
- Інтерфейс RS-232 для зв'язку з комп'ютером;
- Закрите програмне калібрування для забезпечення необхідної погрішності вимірювання в міжперевірочному інтервалі;
- Великий висококонтрастний дисплей, на якому відображуються не лише результати вимірювання основних і додаткових параметрів, але і умови вимірювання.

1.3 Аналіз схемотехніки аматорських тестерів радіоелементів

1.3.1 Цифровий тестер конденсаторів на мікроконтролері АТМega16

Наразі випускається безліч настільних і портативних вимірювачів, виробники яких заявляють про нижню межу вимірювань ємності в 0.1 пФ і достатній точності вимірювань таких малих ємностей. Проте в багатьох з них вимірювання проводяться на досить низькій частоті (одиниці кілогерц). На відміну від багатьох інших, цей вимірювач (рис. 1.7) спеціально спроектований для вимірювання малих значень ємності. Параметри вимірювача ємності такі: діапазон вимірювання: від 1 пФ до приблизно 470 мкФ; межі вимірювання: автоматичне перемикавання меж – 0...56 нФ (нижня) і 56 нФ ... 470 мкФ (верхня).

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

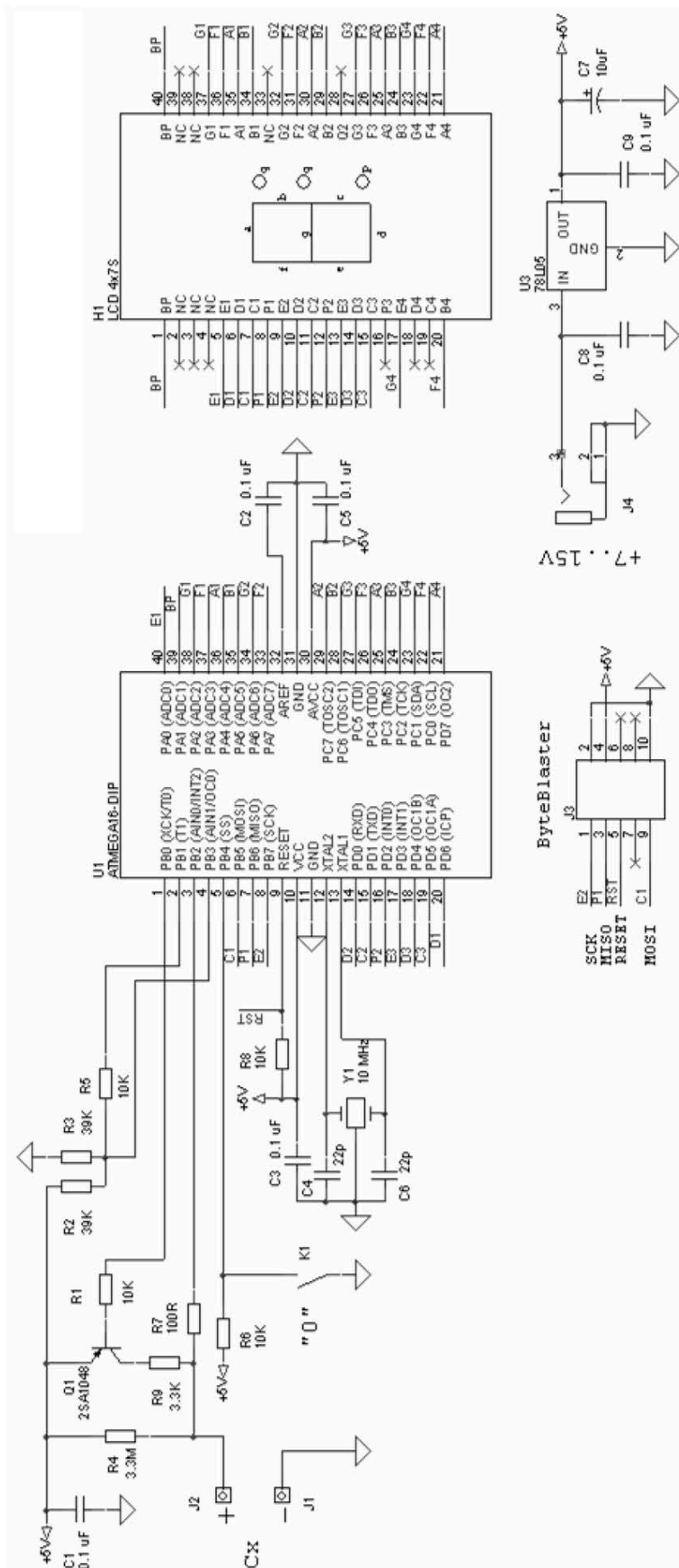


Рисунок 1.7. Принципова електрична схема тестеру конденсаторів на мікроконтролері ATmega16

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ

Арк.

16

Для індикації передбачено три значущі цифри; керування відбувається єдиною кнопкою для установки «нуля» і калібрування; калібрування виконується однократно, за допомогою двох зразкових конденсаторів, 100 пФ і 100 нФ. Велика частина виводів мікроконтролера підключена до РКІ. До деяких з них також підключений роз'єм для внутрішньосхемного програмування мікроконтролера (ByteBlaster). Чотири виводи задіяно в схемі вимірювання ємності, включаючи входи компаратора АІN0 і АІN1, вихід керування межами вимірювання (за допомогою транзистора) і вихід вибору порогової напруги. До єдиного виводу мікроконтролера, що залишився, підключена кнопка. Мікроконтролер проводить вимірювання ємності за два кроки. Насамперед, визначається час заряду конденсатора через резистор опором 3.3 МОм (нижня межа). Якщо необхідна напруга не досягнута протягом 0.15 секунд (що відповідає ємності близько 56 пФ), заряд конденсатора повторюється через резистор 3.3 кОм (верхня межа вимірювання). При цьому мікроконтролер спершу розряджає конденсатор через резистор опором 100 Ом, а потім заряджає його до напруги 0.17 В. Тільки після цього заміряється час заряду до напруги 2.5 В (половина напруги живлення). Після цього, цикл вимірювання повторюється. При виведенні результату на виводи РКІ подається напруга змінної полярності (щодо його спільного дроту) з частотою близько 78 Гц. Досить висока частота повністю усуває мерехтіння індикатора [3].

1.3.2 Тестер конденсаторів і частотомір на мікроконтролері AVR

Принцип роботи пристрою (рис.1.8) заснований на вимірюванні часу заряду конденсатора до певної "порогової" напруги. Розрахунок проводиться в мікроконтролері по наведеній нижче формулі:

$$t_1 = -RC \cdot \ln\left(1 - \frac{V_{C1}}{E}\right) \quad (1.1)$$

де T – час заряду;

R – опір ланцюгу заряду;

C – ємність конденсатора;

V_{C1} – напруга на конденсаторі у момент T;

E – ЕДС ланцюга.

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.3 Цифровий LC-метр на мікроконтролері PIC16F84

У даному пристрої (рис.1.9) використовується поширений мікроконтролер PIC16F84(A) і простий цифровий індикатор, який на порядок дешевше за багаторядкові алфавітно-цифрові модулі РКІ. Прилад насамперед призначений для радіоаматорів, що займаються ремонтом і виготовленням КХ і УКХ апаратури. Технічні характеристики пристрою:

Напруга живлення.....9–15 В

Середній споживаний струм.....9 мА

Діапазон вимірювання ємності.....0,1 пФ – 0,1 мкФ

Діапазон вимірювання індуктивності.....0,01 мкГн – 10 мГн

Точність вимірювання.....не гірше 5%

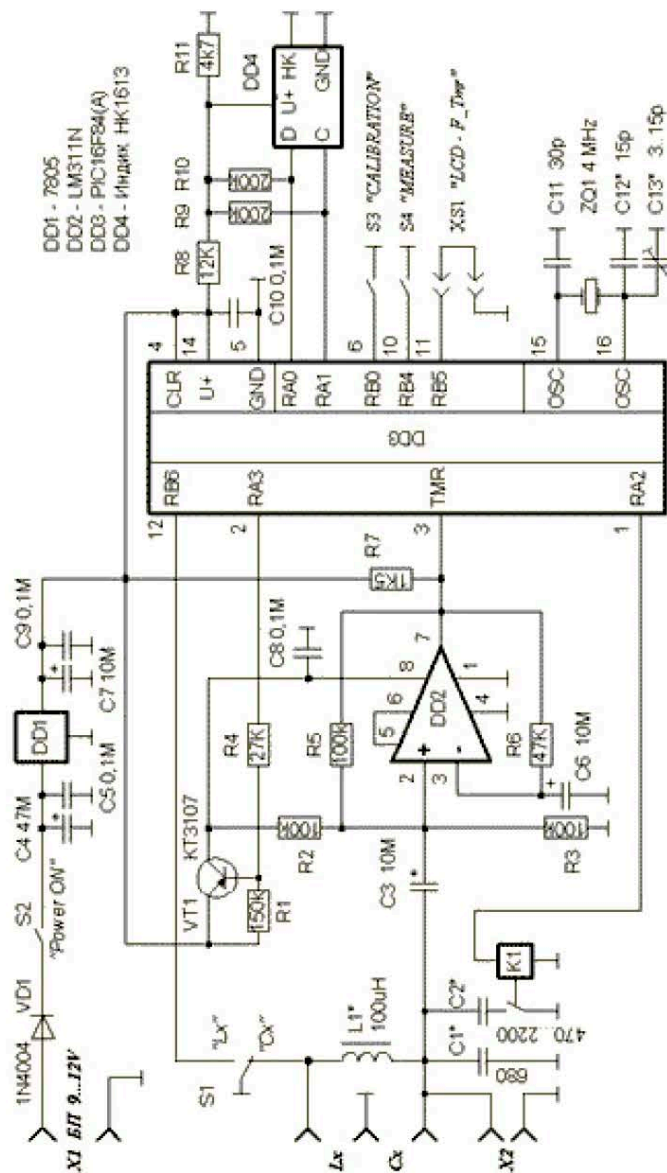


Рисунок 1.9. Принципова електрична схема LC-метра на PIC16F84

До складу LC-метра (рис.1.9) входять вимірювальний LC-генератор, виконаний на компараторі DD2 LM311N, і вузол на контролері DD3 PIC16A84(A), який вимірює частоту на вході TMR і обчислює значення вимірюваної величини. Принцип заснований на вимірюванні частоти LC-генератора і її зміни при підключенні до контуру генератора за допомогою реле K1 зразкової ємності C2. Знаючи величину цієї ємності, неважко обчислити параметри LC контуру генератора. При цьому ємність контуру складається з ємності власне конденсатора, паразитної ємності котушки індуктивності і ємності монтажу. Аналогічно з індуктивністю – враховуються індуктивність монтажу і паразитна індуктивність конденсатора. Перед вимірюванням треба натиснути клавішу калібрування S3, контролер обчислить значення L1 і C1 контуру генератора і занесе їх в пам'ять. Потім треба підключити паралельно контуру генератора вимірюваний конденсатор і включити режим вимірювання (клавіша S4). Контролер обчислює нові значення параметрів контуру і виводить на індикатор величину ємності вимірюваного конденсатора. При цьому і процес вимірювання, і процес калібрування відбуваються аналогічно, з використанням калібрувального конденсатора C2. Це дозволяє виключити вплив паразитної індуктивності вимірюваного конденсатора на точність вимірювання [4].

1.4 Аналіз технічного завдання на проектування

Розглянувши варіанти побудови та організації вимірювальних приладів, описаних у підрозділах 1.2,1.3, зазначимо, що при тестуванні радіоелементів та вимірюванні різних величин найзручніше користуватися універсальними тестерами, що дозволяє підвищити зручність проведення комплексних вимірювань, добитися деякої уніфікації, економії засобів, отримання результатів одного класу точності. Розглянуті принципові схеми вимірювачів візьмемо до уваги при виконанні розробки тестеру та передбачмо режими вимірювання індуктивності та ємності.

Розроблюваний тестер радіоелементів, а саме конденсаторів та дроселів, відповідно до технічного завдання має бути побудованим на базі мікроконтролера. Таким чином передбачається розробка комбінованого приладу, що дозволить у

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

широких межах вимірювати ємність і індуктивність електронних компонентів з достатньою точністю. При цьому конструкція приладу повинна мати мінімальні розміри, масу і енергоспоживання, що дозволить користуватися ним також при роботах в польових умовах.

Згідно технічному завданню, а також розглянутим у розділі 1 відомостям про промислові зразки подібних вимірювальних приладів, визначимо наступні вимоги до пристрою, що розробляється:

- забезпечення функцій частотоміра, вимірювача ємності і індуктивності;
- напруга живлення 6...15В;
- струм споживання: не більше 20-30 мА;
- межі вимірювання ємності – 0,01 пФ...2000 мкФ;
- межі вимірювання індуктивності – 0,001 мкГн...5 Гн;
- точність вимірювання у режимі: у режимі С – 0,5 %, у режимі L – 2...10 %.

1.5 Принципи вимірювання комплексних параметрів

Для вимірювання комплексних параметрів ланцюгів на різних частотах або комплексного опору призначені прилади, які часто називають вимірювачами імпедансу. Якщо прилад має можливість вимірювання комплексної провідності (імітансу), то такий прилад називається вимірювачем імітансу.

Принцип вимірювання всіх вимірювачів імпедансу (імітансу) заснований на аналізі проходження тестового сигналу із заданою частотою через ланцюг, що володіє комплексним опором і подальшим порівнянням з опорною напругою. Напруга робочої частоти з внутрішнього генератора подається на вимірюваний об'єкт і на об'єкті вимірюється напруга. Струм, що протікає через об'єкт, за допомогою внутрішнього перетворювача струм-напруга перетворюється в напругу. Вимірювання відношення цих двох напруги і дає повний опір ланцюгу.

$$|Z| = \frac{U}{I} \quad (1.2)$$

Графічне представлення повного опору представлено на рис.2.1. Як видно, повний опір Z складається з двох компонентів. Один – це активний опір RS , другий – реактивний опір XS .

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

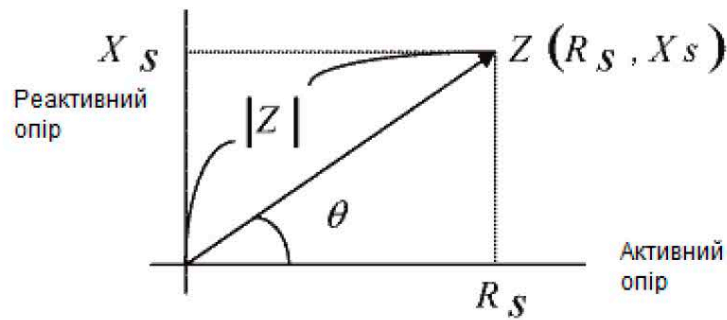


Рисунок 1.10. Повний опір ланцюгу

Комплексний опір Z визначається як:

$$Z = R_s + jX_s = |Z| \cdot e^{j\theta} \quad (1.3)$$

З формули 1.3 витікає, що:

Активний опір R_s пов'язаний з комплексним опором як:

$$R_s = |Z| \cdot \cos\theta \quad (1.4)$$

І відповідно реактивний опір X_s пов'язаний з комплексним опором як:

$$X_s = |Z| \cdot \sin\theta \quad (1.5)$$

де θ – кут між активним і комплексним опором.

З рис.1.10 також виходить, що комплексний опір пов'язаний з активним і реактивним як:

$$|Z| = \sqrt{R_s^2 + X_s^2} \quad (1.6)$$

Існує два типи реактивного опору – ємнісний X_C і індуктивний X_L . Виходячи з параметрів ємності, індуктивності і частоти вони визначаються як:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad (1.7)$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \quad (1.8)$$

де C (L) – значення ємності (індуктивності), f – частота, на якій вимірюється реактивний опір.

З формул 1.7 і 1.8 витікає, що для вимірювання малих індуктивностей і ємностей слід використовувати вищі частоти, а для вимірювання великих ємностей і великих індуктивностей – навпаки, нижчі. Формули 2.6 і 2.7

визначають значення реактивних опорів для ідеальних ємностей і індуктивностей. Реально кожна ємність має свій внутрішній кінцевий опір між пластинами, який приводить до виникнення внутрішніх витоків. Цей опір залежить від частоти. Очевидно, що чим менше це опір, тим краще ємність. Аналогічно і для індуктивності, будь-яка індуктивність має активний опір витків, магнітний потік розсіювання і інші параметри, що впливають на відхилення ідеальної індуктивності від реальної. Для оцінки ступеня внутрішніх втрат в ємностях і індуктивностях вводять параметр тангенс кута втрат (або тангенс кута діелектричних втрат). Для послідовної схеми заміщення (поняття послідовної і паралельної схеми заміщення слідує нижче) визначається як:

$$Q_C = \frac{1}{\tan \delta} = \frac{|X_S|}{R_S} = \frac{1}{2\pi f C R_S} \quad (1.9)$$

$$Q_L = \frac{1}{\tan \delta} = \frac{|X_S|}{R_S} = \frac{2\pi f L}{R_S} \quad (1.10)$$

Для паралельної схеми заміщення, формули розрахунку тангенса втрат мають зворотний вигляд:

$$Q_C = \frac{1}{\tan \delta} = \frac{|R_P|}{|X_P|} = 2\pi f C R_P \quad (1.11)$$

$$Q_C = \frac{1}{\tan \delta} = \frac{|R_P|}{|X_P|} = \frac{R_P}{2\pi f L} \quad (1.13)$$

Існує інший параметр, що визначає втрати в реактивних елементах, – це добротність. Добротність – це величина, зворотна тангенсу кута втрат:

$$D = \frac{1}{Q} \quad (1.13)$$

Історично склалося так, що втрати в ємності оцінюють по тангенсу кута втрат, а в індуктивності по величині добротності, хоча, ще раз підкреслимо, ці величини є зворотними одна одній і для ємності можливе поняття добротність, так само як і для індуктивності можливе поняття тангенса кута втрат [5].

Формули з 1.3 по 1.13 визначають основні поняття і взаємозв'язку з області

вимірювання комплексних і реактивних опорів.

У практиці вимірювання комплексних опорів також існують поняття паралельної або послідовної схеми заміщення. Вона є схемою, на якій відображені всі можливі опори (як активні так і реактивні) що роблять вплив на повний опір ланцюга або компоненту. Вибір схеми заміщення залежить від частоти сигналу в ланцюзі і враховує, який реактивний опір при цій частоті робить більший вплив. Так, наприклад, для ємності схема заміщення включає послідовний опір виводів, що володіють як активним так і індуктивним характером, власне ємність, а також паралельне обкладкам ємності паразитний опір. При чималій ємності і невеликій частоті паразитна індуктивність виводів не робить практично жодного впливу на комплексний опір (див. формулу 1.7), але при збільшенні частоти, коли реактивний опір ємності зменшується (див. формулу 1.8), а реактивний опір індуктивності збільшується, характер опору, а отже і результат вимірювання ємності може бути істотно спотворений.

З всього приведеного вище витікає, що при проведенні вимірювань за допомогою вимірювального приладу, що розробляється, необхідно враховувати наступне. Вибір частоти вимірювання ємності і індуктивності має бути здійснений відповідно, з врахуванням величин цих елементів. Для досягнення нижчої погрішності вимірювання, малі значення індуктивності (мкГн) і ємності (пФ) слід вимірювати на вищих частотах, а великі значення індуктивності (Гн) і ємності (мФ) слід вимірювати на нижчих частотах. Також коректно має бути вибрана і схема заміщення. При великих значеннях індуктивності (Гн) і ємності (мФ) слід вибирати паралельну схему заміщення. При малих значеннях індуктивності (мкГн) і ємності (пФ) слід вибирати послідовну схему заміщення. Зневага цими правилами значно спотворює достовірність вимірювання, тому при розробці все вищесказане буде враховане.

1.6 Розробка структурної схеми тестеру радіоелементів

У виконуваний розробці вимірювального приладу буде об'єднано функції тестеру конденсаторів та дроселів. Структурна схема такого вимірювального приладу показана на рис.1.11.

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

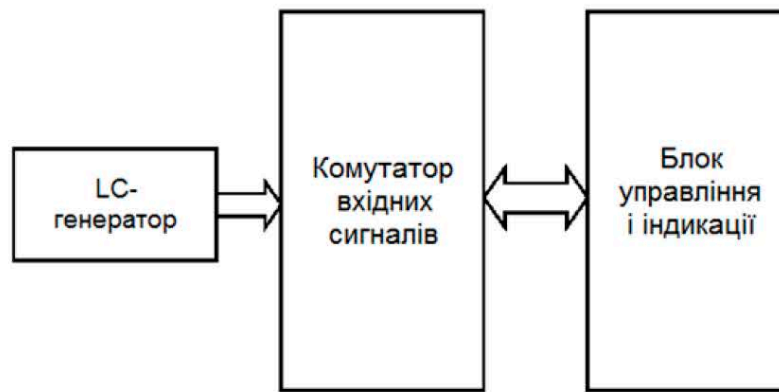


Рисунок 1.11. Структурна схема тестеру радіоелементів

До складу структурної схеми приладу входять наступні блоки:

- LC-автогенератор для вимірювання ємності і індуктивності;
- комутатор вхідних сигналів;
- блок керування і індикації.

Схема вимірювального приладу буде мати невелику складність, мале споживання і високі показники чутливості. При вимірюванні індуктивностей і ємностей прилад працюватиме за резонансним принципом. Вимірюваний елемент включається в коливальний контур з відомими параметрами, що входить до складу вимірювального генератора. По зміні генерованої частоти по загальновідомій формулі 1.14 розраховується шукане значення.

$$f_2 = 1/4\pi^2 LC \quad (1.14)$$

Для визначення власних параметрів контуру до нього підключається відома додаткова ємність, по тій же формулі обчислюються індуктивність контуру і його ємність, включаючи конструктивну. Застосована функція визначення власної “паразитної” ємності і перерахунку індуктивності з її обліком. Для цього калібрування проводиться при підключеній вимірюваній індуктивності. Далі відбувається розрахунок і відображення ”правильної” індуктивності і її “власної” ємності, точність вимірювання якої близько 2... 10% з ухилом в меншу сторону. Даний метод також неідеальний через розподілу “власної” ємності між вимірюваною і вимірювальною індуктивностями, що помітно виявляється при їх сумірних значеннях. Якщо ж вимірювана індуктивність більше 10 мГн, тобто в 100 разів більше вимірювальної котушки генератора (100 мкГн), то цей вплив нікчемний і показання приладу близькі до достеменних [6].

1.7 Вибір мікроконтролера та аналіз його характеристик

Сучасні мікроконтролери Microchip сімейства PIC мають симетричну систему команд, що дозволяє виконувати операції з будь-яким регістром, використовуючи будь-який метод адресації. В даний час Microchip випускає чотири основні сімейства 8-розрядних RISC-мікроконтролерів, сумісних від низу до верху за програмним кодом. Архітектура ОМК PIC заснована на концепції роздільних шин і областей пам'яті для даних і команд (Гарвардська архітектура). Шина і пам'ять даних (ОЗП) має ширину 8 біт, а програмна шина і пам'ять (ПЗП або ППЗП) має ширину 12, 14 або 16 біт залежно від сімейства ОМК. Така концепція забезпечує просту, але потужну систему команд, а двоступеневий конвеєр забезпечує їх одночасну вибірку і виконання. Всі команди складаються з одного слова (шириною 12, 14 або 16 біт) і виконуються за один цикл (200 нс при тактовій частоті 20 МГц), окрім команд переходу, які виконуються за два цикли.

1.7.1 Загальні характеристики PIC-мікроконтролерів

Мікроконтролери фірми Microchip володіють наступними характеристиками:

- швидка гарвардська RISC-архітектура завантаження та виконання більшості інструкцій протягом одного циклу тактового генератора. При цьому досягається швидкість роботи приблизно 1 MIPS на МГц. Частота тактового генератора багатьох типів мікроконтролерів Microchip може досягати 10... 20 МГц. Відсутній внутрішній розподіл частоти;
- програма повинна міститися в електрично перепрограмованій постійній пам'яті програм Flash ROM. Ця пам'ять може бути перепрограмована до 1000 разів;
- система команд мікроконтролерів Microchip спочатку проектувалися з урахуванням особливостей мови програмування високого рівня C++;
- мікроконтролери Microchip мають 32 регістри, всі з яких напряму працюють з АЛП. Це значно зменшує розмір програм. У інших типах мікроконтролерів, наприклад, для здійснення арифметичних дій, необхідно

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовувати акумулятор.

РІС діляться на чотири основні групи (сімейства):

1. Сімейство простих ОМК (12-розрядні команди) – РІС 12СХХ;
2. Базове сімейство (12-розрядні команди) – РІС 16С5ХХ;
3. Розширене сімейство (14-розрядні команди) – РІС 16СХХ;
4. Високопродуктивне сімейство (16-розрядні команди) – РІС17СХХ.

Цікавою особливістю сімейства Microchip є те, що система команд всього сімейства сумісна при перенесенні програми із слабкого на потужніший мікроконтролер [7].

1.7.2 Порівняльний аналіз РІС-мікроконтролерів

Сімейство 16С5Х – прямий нащадок старих мікроконтролерів компанії General Instrument з характерними властивостями ядра вихідної структури РІС. У них лише дворівневий стек, відсутні вектори переривань і значно обмежені можливості по ускладненню програм і апаратури. Зокрема, зважаючи на відсутність вектору переривань, обмежена номенклатура вбудованої в кристал периферії, оскільки більшість периферійних пристроїв використовують вектори переривання для розширення інтерфейсу з центральним процесором.

Сімейство мікроконтролерів 16С5Х з додаванням флеш-пам'яті було випущено під кодом 16F5Х. Хоча це сімейство було добре продумане, в ньому присутнє обмежене число представників – компанія Microchip не робила на ньому великого наголосу.

Сімейству РІС 16 відповідає покращена версія 16С5ХХ, у якій вже з'явилися переривання (хоча лише з одним вектором), а також був збільшений розмір стека. Набір команд, в порівнянні з мікроконтролером 16С5Х, трохи розширився. До цього сімейства належить безліч мікроконтролерів з різною периферією і технічними розширеннями. Це пристрої з багатьма периферійними пристроями і значним об'ємом вбудованої в кристал пам'яті – потужні і гнучкі.

Сімейство мікроконтролерів РІС 12 розраховано на вживання в невеликих пристроях і тому виконано у вигляді маленьких інтегральних схем (з числом виводів 8 або 14). У них проста архітектура. Це сімейство можна розглядати як

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

"урізану" версію мікроконтролерів 16C5XX з тим же набором команд.

Не дивлячись на маленькі розміри, сімейство 12 містить деякі цікаві периферійні пристрої, включаючи АЦП і пам'ять даних типу EEPROM.

У сімействі PIC 17, в порівнянні з мікроконтролерами серії 16, був досягнутий реальний прогрес в продуктивності центрального процесора. Хоча стратегія RISC була збережена, набір команд збільшився майже удвічі, а розрядність командного слова зросла до 16 біт. Таким чином, деякі програмні операції, на кшталт табличного читання або переміщення даних, які в PIC 16 викликали труднощі, тут реалізуються набагато простіше.

У сімействі 17 також присутній апаратний помножувач. Замість одного, часто переобтяженого вектору переривань, користувач отримав чотири вектори. Хоча це сімейство набагато потужніше мікроконтролерів сімейства 16, все ж число його представників обмежене. Схоже, компанія Microchip сконцентрувала свою увагу на розробці потужніших мікроконтролерів сімейства 18. У сімействі PIC 18 компанія Microchip реалізувала ряд значних удосконалень процесора. Набір команд знову виріс і тепер складається з 75 окремих команд, розрахованих на можливість використання мови програмування C (у деяких версіях також підтримується розширений набір команд). У сімействі 18 реалізовано два вектори переривань, яким можна призначити пріоритети. Це надзвичайно потужне сімейство мікроконтролерів і в майбутньому можна чекати його поповнення [7].

1.7.3 Властивості та особливості програмування мікроконтролера PIC16F84A

Для виконання розробки обрано мікроконтролер PIC16F84A з підгрупи PIC16F8x, яка відноситься до сімейства 8-розрядних КМОП-мікроконтролерів групи PIC16Cxxx, для яких характерна порівняно низька вартість, повністю статична КМОП-технологія та висока продуктивність. Випускаються у корпусах з 18 та 28 виводами, залежно від типу, з попередньо заданим типом зовнішнього генератора тактових імпульсів – кварцовим резонатором чи RC-ланкою.

Всі мікроконтролери підгрупи PIC16F8x використовують гарвардську архітектуру з RISC-процесором, які володіють наступними основними

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

властивостями:

- використовується тільки 35 простих команд;
- всі команди виконуються за один цикл (400 нс при частоті 10 МГц), крім команд переходу, які потребують два цикли;
- робоча частота 0 Гц...10 МГц (в даному випадку 4 МГц);
- роздільні шини даних (8 біт) і команд (14 біт);
- 512 × 14 або 1024 × 14 біт пам'ять програм, виконана на постійному запам'ятовуючому пристрої (ПЗП) чи електрично перепрограмованій пам'яті типу „Flash”;
- 15 восьмирозрядних регістрів спеціальних функцій (SFR);
- восьмирівневий апаратний стек;
- пряма, непряма і відносна адресація даних і команд;
- 36 або 68 восьмирозрядних регістрів загального призначення (GPR);
- 64 × 8 біт ПЗП з можливістю електричного перепрограмування (EEPROM)
 - пам'ять даних з можливістю виконання 1 млн. циклів стирання і перезапису;
- чотири джерела переривань:
 - а) зовнішній вхід RB0/INT;
 - б) переповнення таймера TMR0;
 - в) зміна сигналів на лінії портів RB;
 - г) завершення запису даних в пам'ять EEPROM;
- збереження даних в EEPROM на протязі, як мінімум, 40 років.

Основні характеристики мікроконтролера PIC16F84A:

Максимальна частота задаючого генератора, МГц.....	4
Flash-пам'ять програм, байт.....	1024
Пам'ять даних, байт.....	68
Пам'ять даних в EEPROM, байт.....	64
Таймери.....	TMR0
Число джерел переривань.....	4
Число ліній вводу/виводу.....	13

Діапазон напруги живлення, В..... 2,0 – 6,0

Число виводів, тип корпусу..... 18 DIP

Мікроконтролери підгрупи PIC16F8x володіють розвинутими можливостями вводу/виводу:

- 13 ліній вводу/виводу з індивідуальною установкою напрямку обміну;
- високий вхідний/вихідний струм, достатній для керування, наприклад, світлодіодом;
- максимальний вхідний струм – 25 мА;
- максимальний вихідний струм – 20 мА;
- 8-бітний таймер/лічильник TMR0 з 8-бітним попереднім подільником.

Спеціалізовані мікроконтролерні функції мають наступні властивості:

- автоматичне скидання при включенні (Power-on-Reset);
- таймер включення при скиданні (Power-up Timer);
- таймер запуску генератора (Oscillator Start-up Timer);
- сторожовий (Watchdog) таймер WDT з власним вбудованим генератором, що забезпечує підвищену надійність;
- економний режим Sleep.

Архітектура ґрунтується на концепції роздільних шин та областей пам'яті для даних і для команд (Гарвардська архітектура). Шина даних та пам'ять даних (ОЗП) – мають ширину 8 біт, а програмна шина і програмна пам'ять (ПЗП) – 14 біт. Така концепція забезпечує просту, але ефективну систему команд, розроблену так, що бітові, байтові та регістрові операції працюють з високою швидкістю і з перекриттям за часом вибірок команд та циклів виконання. 14-бітна ширина програмної пам'яті забезпечує вибірку 14-бітної команди в один цикл.

Двоступеневий конвеєр забезпечує одночасну вибірку та виконання команди. Всі команди виконуються за один цикл, крім команд переходу. Програмний лічильник мікроконтролера починає працювати з нульової адреси пам'яті програм [8].

Мікроконтролер PIC16F684A адресує 1024×14 біт пам'яті програм. Вся пам'ять є внутрішньою. Мікроконтролер може прямо або непрямо звертатись до

регістрів чи пам'яті даних. Всі регістри спеціальних функцій, включаючи лічильник команд, відображаються в пам'ять даних.

Таблиця 1.2. Призначення виводів мікроконтролера PIC16F84

Позначення	Тип	Призначення
OSC1	I	Вхід кристала генератора, RC-ланки чи зовнішнього тактового сигналу
OSC2	O	Вихід кристала генератора
MCLR	I/P	Сигнал скидання/вхід напруги програмування. Скидання при низькому рівні
RA0	I/O	Порт А (RA0...RA4) – двонаправлений порт вводу-виводу. RA4/T0CKI може бути вибраний як тактовий вхід таймера/лічильника TMR0
RA1	I/O	
RA2	I/O	
RB0	I/O	Порт В (RB0...RB7) – двонаправлений порт вводу-виводу.
RB1	I/O	
RB2	I/O	Можуть бути запрограмовані в режимі внутрішніх активних навантажень на лінії живлення по всім виводам.
RB3	I/O	
RB4	I/O	
RB5	I/O	Вивід RB0/INT може бути вибраний як зовнішній вхід переривань. Виводи RB4...RB7 можуть бути програмно налагоджені як входи переривань станів на будь-якому із входів
RB6	I/O	
V _{dd} (+U)	P	Позитивна напруга живлення
V _{ss} (-U)	P	Спільний провід (заземлення)

I – вхід; O – вихід; I/O – вхід-вихід; P – живлення.

Ортогональна (симетрична) система команд дозволяє виконувати будь-яку команду над будь-яким регістром із використанням довільного методу адресації. Ортогональна архітектура і відсутність спеціальних виключень дозволяє зробити програмування мікроконтролерів групи PIC16F8x простим та ефективним. Мікроконтролер PIC16F84 містить 8-розрядний арифметико-логічний пристрій (АЛП) та робочий регістр W. АЛП представляє собою арифметичний модуль загального призначення і виконує арифметичні та логічні функції над вмістом робочого регістра і будь-якого з регістрів контролера. АЛП може виконувати операції додавання, віднімання, зсуву, логічні операції. Призначення виводів мікроконтролера PIC16F84 приведені в таблиці 1.2.

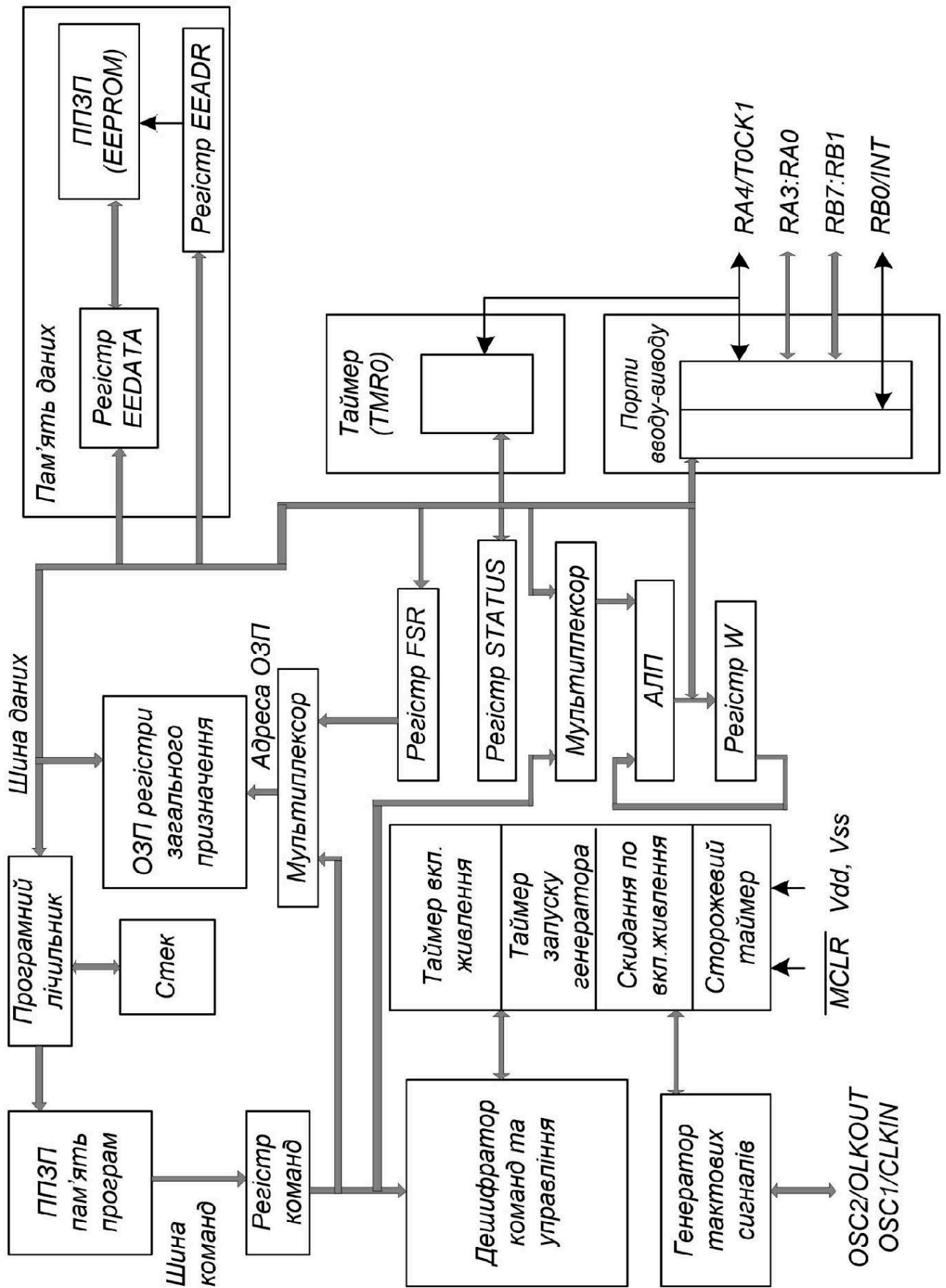


Рисунок 1.12. Структурна схема мікроконтролера PIC16F84A

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Структурна схема мікроконтролера PIC16F84 представлена на рис.1.12. Всі регістри PIC розділяються на дві функціональні групи: спеціальні регістри і регістри загального призначення (РЗП). Регістри спеціального призначення використовуються для керування функціями мікроконтролера і можуть бути розділені на два набори: регістри базових функцій і регістри периферійних пристроїв. Регістри базових функцій включають регістр-перемикач непрямої адресації (INDF), програмний лічильник (PC), представлений двома регістрами PCL і PCLATH, регістр слова стану (STATUS), регістр-показчик непрямої адресації (FSR), робочий регістр (W), регістр переривань (INTCON), а також регістр режимів роботи або конфігурації попереднього дільника і таймера (OPTION).

Регістри периферійних пристроїв включають регістри вводу/виводу (RA-порт А і RB-порт В), регістри даних (EEDATA) і адреси (EEADR) пам'яті даних-констант, регістр таймера-лічильника (TMPO) і регістри керування конфігурацією портів вводу/виводу (TRISA і TRISB). Опис спеціальних регістрів приведений у таблиці 2.2. Всі спеціальні регістри також відображаються в пам'ять даних. Регістри загального призначення можуть бути адресовані прямо або побічно, з використанням регістра-показчика непрямої адресації FSR [9].

Регістри загального призначення є статичним ОЗП, розташованим за адресами 0Ch – 2Fh пам'яті даних. Всього в PIC 16F84 можна використовувати 36 комірок ОЗП. У регістрі статусу (03h) є біти вибору сторінок, які дозволяють звертатися до чотирьох сторінок майбутніх модифікацій цього кристала. Проте для PIC16F84 пам'ять даних існує тільки до адреси 2Fh. Перші 12 адрес використовуються для розміщення регістрів спеціального призначення. Регістри з адресами 0Ch-2Fh можуть бути використані як регістри загального призначення, які є статичним ОЗП. Деякі регістри спеціального призначення продубльовані на обох сторінках, а деякі розташовані на 1 сторінці окремо. Коли встановлена сторінка 1, то звернення до адрес 8Ch-AFh фактично адресує сторінку 0. До регістрів можна адресуватися прямо або побічно. У обох випадках можна адресувати до 512 регістрів.

Таблиця 1.3. Опис спеціальних регістрів PIC16F84

Адреса	Ім'я	Біт 7	Біт 6	Біт 5	Біт 4	Біт 3	Біт 2	Біт 1	Біт 0
Банк 0									
00h	INDF	Використовується значення FSR для доступу до пам'яті даних							
01h	TMRO	8-розрядний таймер/лічильник							
02h	PCL	Молодші 8 розрядів лічильника команд PC							
03h	STATUS2	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
04h	FSR	Регістр непрямої адресації (Вказівник адреси)							
05h	PORTA	–	–	–	RA4/ TOCK I	RA3	RA2	RA1	RA0
06h	PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0/ INT
07h									
08h	EEDATA	Регістр даних ППЗП даних-констант							
09h	EEADR	Регістр адреси ППЗУП даних-констант							
0Ah	PCLATH	–	–	–	Старші розряди лічильника PC1				
0Bh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
Банк 1									
80h	INDF	Використовується значення FSR для доступу до пам'яті даних							
81h	OPTION	RBP U	INTE D	TOC S	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0
82h	PCL	Молодші 8 розрядів лічильника команд PC							
83h	STATUS2	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
84h	FSR	Регістр непрямої адресації (Показчик адреси)							
85h	TRISA	–	–	–	Біти керування портом А				
86h	TRISB	Біти керування портом В							
87h									
88h	EECON1	–	–	–	EEIF	WRER R	WRE N	WR	RD
89h	EECON2	Регістр керування 2 ППЗП даних-констант (не фізичний регістр)							
0Ah	PCLATH	–	–	–	Старші розряди лічильника PC1				
0Bh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ

Арк.

34

Примітки:

1. Старші розряди програмного лічильника РС <12:8> прямо недоступні. Вони можуть бути записані або прочитані тільки через регістр PCLATCH.
2. Низький рівень сигналу на вході MCLR не змінює стану бітів PD і T0. Біти зберігають своє значення, поки не поступить яка-небудь інша умова скидання.

Регістр-перемикач непрямої адресації f0 фізично не існує. Він використовує регістр вибору f4 для непрямої вибірки одного з 64 можливих регістрів. Будь-яка команда, що використовує f0, насправді звертається до регістра даних, на який вказує f4. Восьмирозрядний регістр таймера/лічильника TMR0 (RTCC) може бути записаний і лічений як і будь-який інший регістр. TMR0 може збільшуватися по зовнішньому сигналу, що подається на вивід ТОСКІ (RTCC), або по внутрішній частоті, відповідній частоті команд.

Основне застосування таймера/лічильника – підрахунок числа зовнішніх подій і вимірювання часу. Сигнал від зовнішнього або внутрішнього джерела також може бути заздалегідь поділений за допомогою вбудованого в РС програмованого восьмирозрядного дільника. Режим роботи таймера і попереднього дільника задаються за допомогою регістра OPTION (81h). Програмний лічильник (РС) використовується для генерації послідовності адрес комірок ПЗП програми, що містять 14-розрядні команди. РС має розрядність 13 біт, що дозволяє прямо адресувати 8Kx14 комірок ПЗП. Для PIC16F84, проте, тільки 1K комірок фізично доступні (адреси 0000h-03FFh). Звернення до адрес вище 3FFh фактично є адресацією в той же перший кілобайт. Вектор скидання знаходиться за адресою 0000h. Вектор переривання знаходиться за адресою 0004h. Молодші 8 розрядів РС можуть бути записані і зчитані через регістр f2 (PCL), старші 5 розрядів завантажуються з регістра PCLATCH, що має адресу 0Ah.

Регістр слова стану схожий на регістр PSW, існуючий в більшості мікропроцесорів. У ньому знаходяться біт переносу (C), десяткового переносу (DC) і нуля (Z), а також біти режиму включення (PD, TO) і біти сторінкової адресації (PA0, PA1, PA2).

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регістр-вказівник FSR (f4) використовується разом з регістром-перемикачем INDF (f0) для непрямой виборки – (адресації) одного з 64 можливих регістрів. Фізично задіяно 36 регістрів ОЗП користувача, розташованих за адресами Ch-2Fh і 15 службових регістрів, розташованих за різними адресами.

Регістри f5 і f6 відповідають двом портам вводу/виводу, що є у PIC16F84. Порт А має 5 розрядів RA4-RA0, які можуть бути індивідуально запрограмовані як входи або виходи за допомогою регістра TRISA, що має адресу 85h. Порт В має 8 розрядів RB7-RB0 і програмується за допомогою регістра TRISB, що має адресу 86h. Завдання "1" в розряді регістра TRIS програмує відповідний розряд порту як вхід. При читанні порту зчитується безпосередній стан виводу, при записі в порт запис відбувається в буферний регістр [10].

Мікроконтролер PIC16F84 має вбудований електричноперепрограмований ПЗП даних – констант (EEPROM) розміром 64 байти. Ця пам'ять не належить до області регістрів ОЗП. Доступ до неї здійснюється через два регістри: EEDATA <88h>, який містить в собі восьмибітові дані для читання/запису і EEADR <9h>, який містить в собі адресу комірки, до якої йде звертання. Додатково є два керуючі регістри: EECON1 <88h> і EECON2 <89h>.

При зчитуванні даних з пам'яті EEPROM необхідно записати необхідну адресу в регістр EEADR і потім встановити біт RD в регістрі EECON1 в одиницю. Дані з'являться в наступному командному циклі в регістрі EEDATA і можуть бути зчитані.

Запис нового байта триває близько 10 мсек і керується вбудованим таймером. Керування записом і зчитуванням здійснюється через регістр EECON1, що має адресу 88h. Для додаткового контролю за записом служить регістр EECON2, що має адресу 89h.

Регістр переривань INTCON (адреса 0Bh) служить для керування режимами переривання і містить біти дозволу переривань від різних джерел і прапори переривань. Переривання в PIC16F84 можуть бути від чотирьох джерел:

- зовнішнє переривання з виводу RB0/INT (прапор INTF);
- переривання від переповнювання таймера TMRO (прапор RTIF);

- переривання після закінчення запису в ПЗП даних-констант (прапор EEIF в регістрі EECON1);
- переривання від зміни сигналів на входах RB4-RB7 порту В (прапор RBIF).

Всі переривання можуть бути заборонені бітом GIE (7 розряд INTCON).

Регістр режимів OPTION (адреса 81h) служить для завдання джерел сигналу для попереднього дільника і таймера/лічильника, а також для завдання коефіцієнта розподілу попереднього дільника, активного фронту сигналу для TMRO і входу переривання. Крім того за допомогою регістра OPTION можуть бути включені резистори навантажень (підтягуючі) для розрядів порту В, запрограмованих як входи.

Для мікроконтролерів сімейства PIC можливе використання чотирьох типів тактового генератора:

1. XT – кварцовий резонатор;
2. HS – високочастотний кварцовий резонатор;
3. LP – мікрокварцовий резонатор;
4. RC – RC ланцюжок.

Завдання типу використовуваного тактового генератора здійснюється в процесі програмування мікроконтролера. У разі завдання варіантів XT, HS і LP до мікросхеми підключається кварцовий чи керамічний резонатор або зовнішнє джерело тактової частоти, а у разі завдання варіанту RC – резистор і конденсатор. Звичайно, керамічний і, особливо, кварцовий резонатор значно точніше і стабільніше, але якщо висока точність відліку часу не потрібна, використання RC-генератора може зменшити вартість і габарити пристрою.

Кожна команда PIC16F84 є 14-розрядним словом, що містить поле коду операції OPCOD і поле одного або більш операндів, які можуть брати участь в цій команді. Система команд PIC16F84 включає команди роботи з байтами, команди роботи з бітами, команди передачі керування і операції з константами. Для команд роботи з байтами "f" позначає регістр, з яким виробляється дія, а біт "d" визначає регістр призначення. Якщо "d"=0, результат поміщається в W-регістр,

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

при "d"=1 результат поміщається в регістр "f", заданий в команді. Для команд роботи з бітами "b" позначає номер біта, що бере участь в команді, а "f" – регістр в якому цей біт розташований. Для команд керування і операцій з константами "k" позначає 8-ми або 11-бітову константу або ідентифікатор.

1.8 Розробка принципової електричної схеми та плати тестеру

Електрична схема тестеру конденсаторів та дроселів показана на рис. 1.13., а його друкована плата – на рис.1.14. У схемі можна виділити наступні основні вузли: вимірювальний генератор на DA1, вхідний підсилювач на VT1, вхідний дільник – DD1, комутатор сигналів на DD2, блок вимірювання і індикації на DD3 і LCD, а також стабілізатор напруги. Вимірювальний генератор зібраний на мікросхемі-компараторі LM311. Дана схема добре зарекомендувала себе як генератор частоти до 800 кГц, забезпечуючи на виході сигнал, близький до меандру. Для забезпечення стабільних показань генератор вимагає узгодження по опору і стабільного навантаження.

Елементами генератора, що задають частоту, є вимірювальна котушка L1 і конденсатор C1, а також комутований мікроконтролером еталонний конденсатор C2. Залежно від режиму роботи L1 підключається до клем XS1 послідовно або паралельно. З виходу генератора сигнал через розв'язуючий резистор R7 поступає на комутатор DD2 CD4066.

На транзисторі VT1 зібраний підсилювач сигналу. Схема особливостей не має, за винятком резистора R8, необхідного для живлення виносного підсилювача з малою вхідною ємністю, що багато в чому розширює сферу застосування приладу. Його схема показана на рис. 1.15.

При користуванні приладом без зовнішнього підсилювача необхідно пам'ятати, що його вхід знаходиться під напругою 5 Вольт, і тому необхідний розв'язуючий конденсатор в сигнальному ланцюзі. Переддільник зібраний по типовій для більшості подібних прескалерів схемі, лише введені обмежувальні діоди VD3, VD4. Необхідно відмітити, що за відсутності сигналу переддільник самозбуджується на частотах близько 800-850 МГц, що є типовим для високочастотних дільників.

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

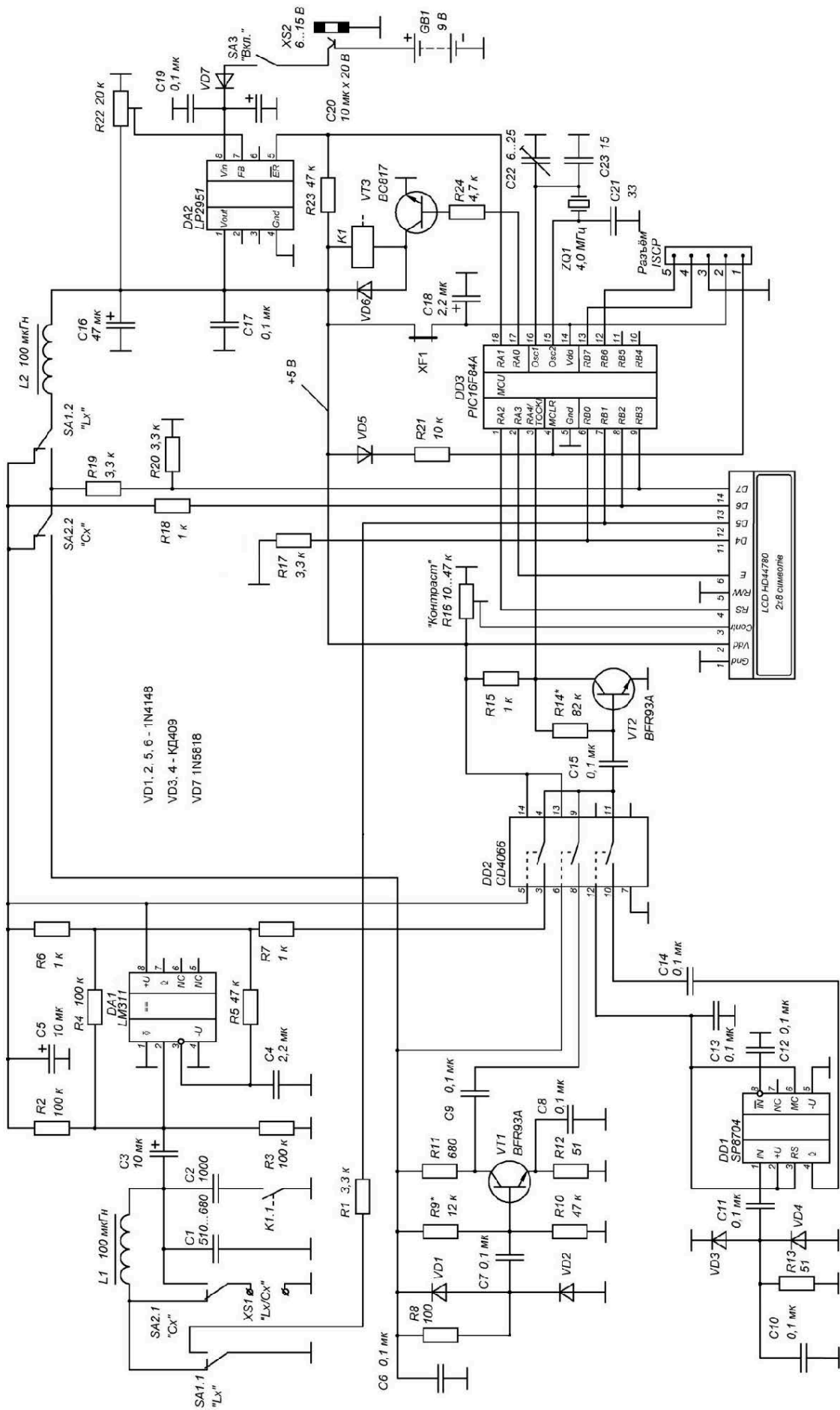


Рисунок 1.13. Принципова електрична схема тестеру конденсаторів та дроселів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ

Арк.

39

Самозбудження пропадає з подачею на вхід сигналу від джерела з вхідним опором близьким до 50 Ом. Сигнал з підсилювача і прескалера поступає на DD2.

Основну функцію у вимірювальному приладі виконує мікроконтролер DD3 PIC16F84A. Сигнал з DD2 поступає на формувач, виконаний на транзисторі VT2. Вихід формувача безпосередньо підключений до влаштованого в мікроконтролер тригера Шмідта. Результат розрахунків виводиться на алфавітно-цифровий дисплей з інтерфейсом HD44780. Мікроконтролер тактується частотою 4МГц, при цьому його швидкодія складає 1млн. операцій в секунду.

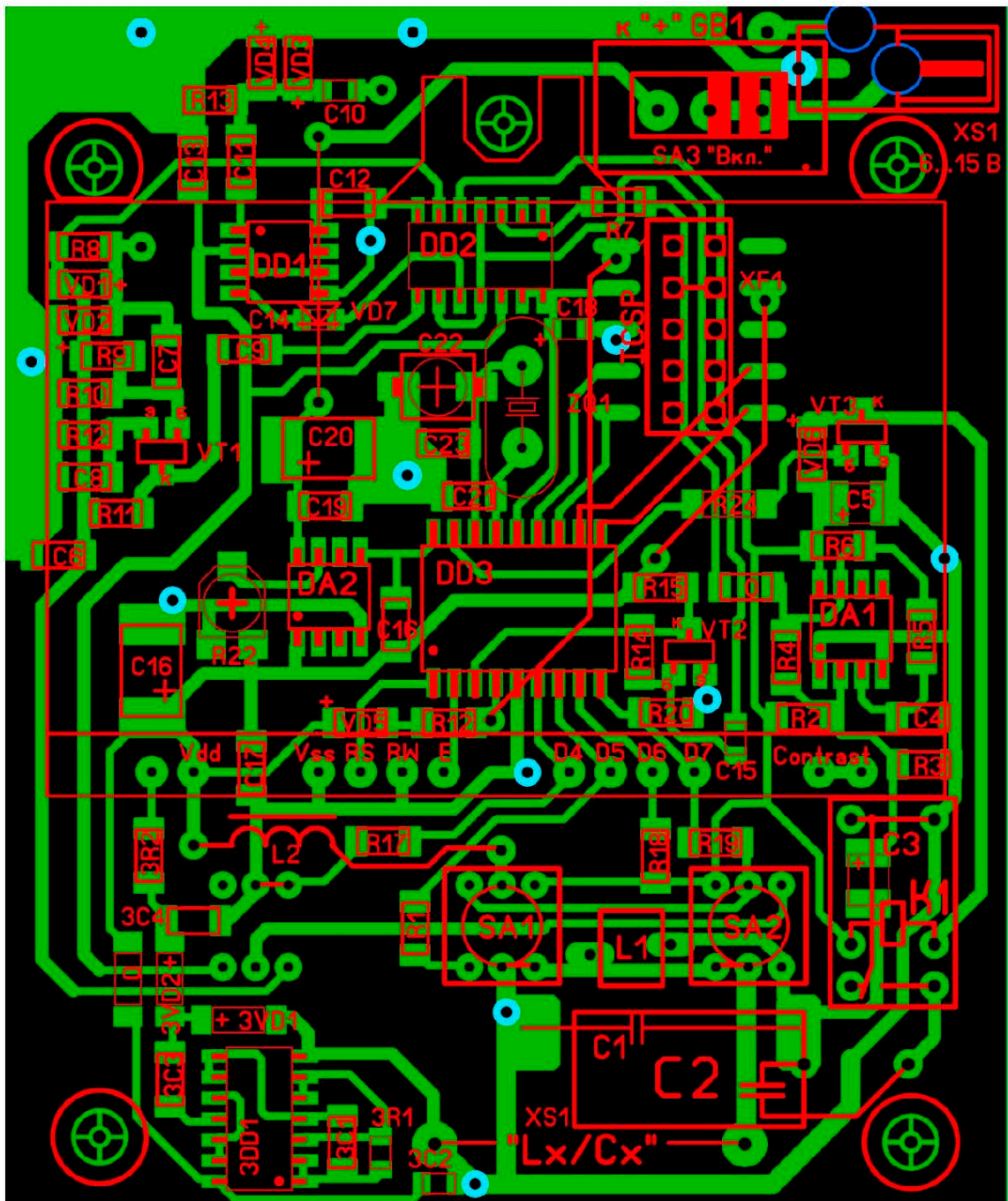


Рисунок 1.14. Модель друкованої плати тестеру у САПР SprintLayout

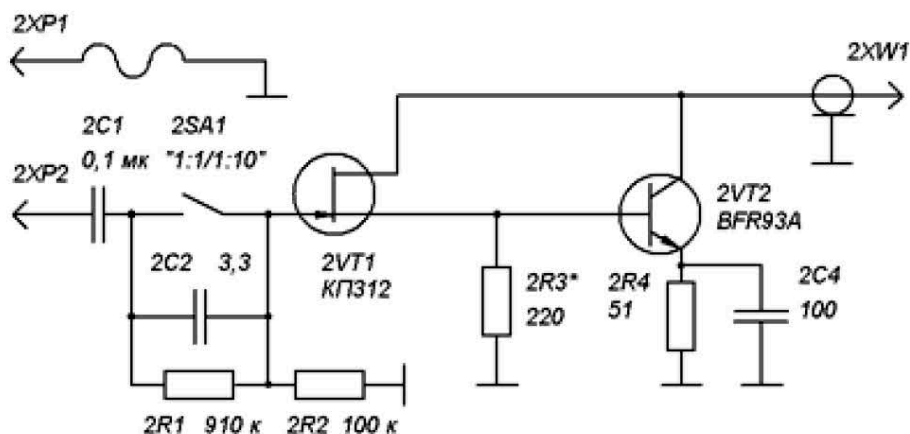


Рисунок 1.15. Принципова електрична схема виносного підсилювача

У приладі передбачена можливість внутрішньосхемного програмування за допомогою роз'єму ISCP (in circuit serial programming). Для цього необхідно видалити перемичку XF1, ізолювавши цим ланцюг живлення мікроконтролера від решти схеми. Далі треба приєднати програматор до роз'єму і “прошити” програму, після чого не забути встановити перемичку. Такий спосіб особливо зручний при роботі з мікроконтролерами в корпусі для поверхневого монтажу (SOIC).

Керування режимами здійснюється трьома кнопковими перемикачами SA1–SA2 і буде детально описано нижче. Дані перемикачі не лише включають потрібний режим, але і знеструмлюють незадіяні в даному режимі вузли, знижуючи загальне енергоспоживання. На транзисторі VT3 зібраний ключ керування реле, що підключає еталонний конденсатор C2.

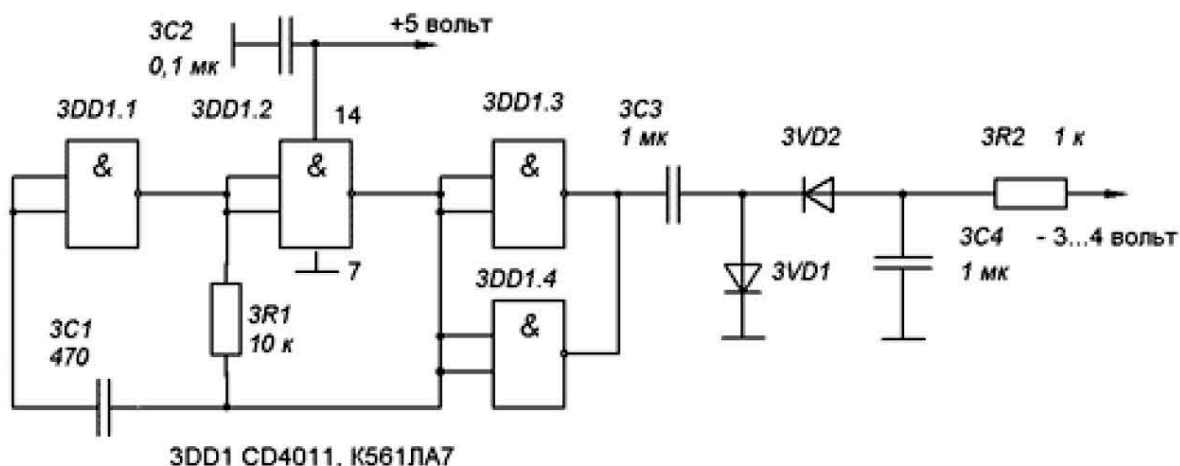


Рисунок 1.16. Принципова електрична схема джерела негативної напруги

Мікросхема DA2 є високоякісним стабілізатором 5 Вольт з низькою залишковою напругою і сигналізатором розряду батареї живлення. Ця мікросхема

спеціально розроблялася для використання в пристроях з низьким струмоспоживанням і акумуляторним живленням. У ланцюзі живлення встановлений діод VD7 для захисту приладу від невірної підключення полярності живлення.

При використанні індикатора, що вимагає негативної напруги, необхідно по схемі на рис. 1.16 зібрати джерело негативної напруги. Джерело забезпечує до -4 Вольт при використанні в якості 3VD1, 3VD2 германієвих діодів або з бар'єром Шотки.

1.9 Вимоги до елементної бази тестеру

Більшість використовуваних у пристрої деталей розрахована на планарний монтаж (SMD), але замість них можуть бути використані аналогічні більш доступні деталі вітчизняного виробництва з "звичайними" виводами без погіршення параметрів приладу.

VT1, VT2 і 2VT2 можуть бути замінені на КТ368, КТ339, КТ315 і ін. У випадку з КТ315 слід чекати невелике падіння чутливості на верхній ділянці діапазону F1.

VT3–КТ315, КТ3102. 2VT1–КП303, КП307. VD1, 2, 5, 6– КД522, 521, 503. В якості VD3, 4 бажано застосувати рін-діоди з мінімальною власною ємністю, наприклад КД409 і ін., але цілком можна обійтися і КД503. VD7– для зменшення падіння напруги бажано вибрати з бар'єром Шотки – 1N5819, або звичайний з вказаних вище.

DA1 – LM311, IL311, К544СА3, перевагу слід віддати IL311, оскільки вони краще працюють в незвичайній ролі генератора. DA2– прямих аналогів не має, але допускається заміна на звичайну КР142Е5А з відповідною зміною схеми і відмовою від сигналізації розряду батареї. Вивід 18 DD3 у такому разі необхідно залишити підтягнутим до Vdd через резистор R23. DD1 – випускається безліч прескалерів подібного типу, наприклад SA701D, SA702D, співпадаючи по виводах із застосованим SP8704. DD2 – хх4066, 74НС4066, К561КТ3. DD3 – PIC16F84А прямих аналогів не має, обов'язкова наявність індексу А (з ОЗП в 68 байт). При деякій корекції програми можливе використання більш "просунутого"

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

PC16F628A, що має удвічі більшу пам'ять програм і швидкодію до 5 млн. операцій в секунду.

У даному приладі використаний алфавітно-цифровий дврядковий по 8 символів в рядку дисплей виробництва Siemens, що вимагає негативної напруги в 4 вольти і підтримуючий протокол контролера HD44780. Для такого і подібного дисплеїв необхідно завантажувати програму FCL2x8.hex. Значно зручніше в роботі прилад з дисплеєм формату 2*16. Такі індикатори випускаються безліччю фірм, наприклад Wintek, Bolumin, DataVision, і містять в своїй назві цифри 1602. При використанні доступного SC1602 фірми SunLike необхідно поміняти місцями його виводи 1 і 2 (1-Vdd, 2-Gnd). Для таких дисплеїв (2x16) використовується програма FCL2x16.hex. Подібні дисплеї зазвичай не вимагають негативної напруги.

Особливу увагу необхідно приділити вибору реле К1. Перш за все, воно повинне упевнено спрацьовувати при напрузі 4,5 вольт. По-друге, опір замкнених контактів (при подачі вказаної напруги) має бути мінімальним, але не більше 0,5 Ом. Багато малогабаритних герконових реле із споживанням в 5-15 мА від імпортованих телефонних апаратів мають опір біля 2-4 Ом, що неприпустимо в даному випадку. У даному проекті використано реле TIANBO TR5V.

У якості XS1 зручно використовувати акустичні затискачі або лінійку з 8-10 цангових контактів (половину панелі).

Найважливішим елементом, від якості якого залежить точність і стабільність показань розробляємого вимірювача, є котушка L1. Вона повинна володіти максимальною добротністю і мінімальною власною ємністю. Непогано тут працюють звичайні дроселі Д, ДМ, ДПМ індуктивністю 100-125 мкГн.

До конденсатора С1 вимоги також досить високі, особливо по термостабільності. Це може бути КМ5 (М47), К71-7, КСО ємністю 510...680 пФ. Таким же має бути і С2, але в межах 820...2200 пФ.

Для розширення нижнього кордону вимірювання частоти до одиниць герц необхідно паралельно С7, С9 і С15 підключити електролітичні конденсатори 10 мкФ.

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.10 Розробка схеми програматора для мікроконтролера PIC16F84

Схема програматора JDM, допрацьованого для внутрішньосхемного програмування, приведена на рис. 1.17. Докладніше про програмування мікроконтролера PIC16F84 буде розглянуто нижче.

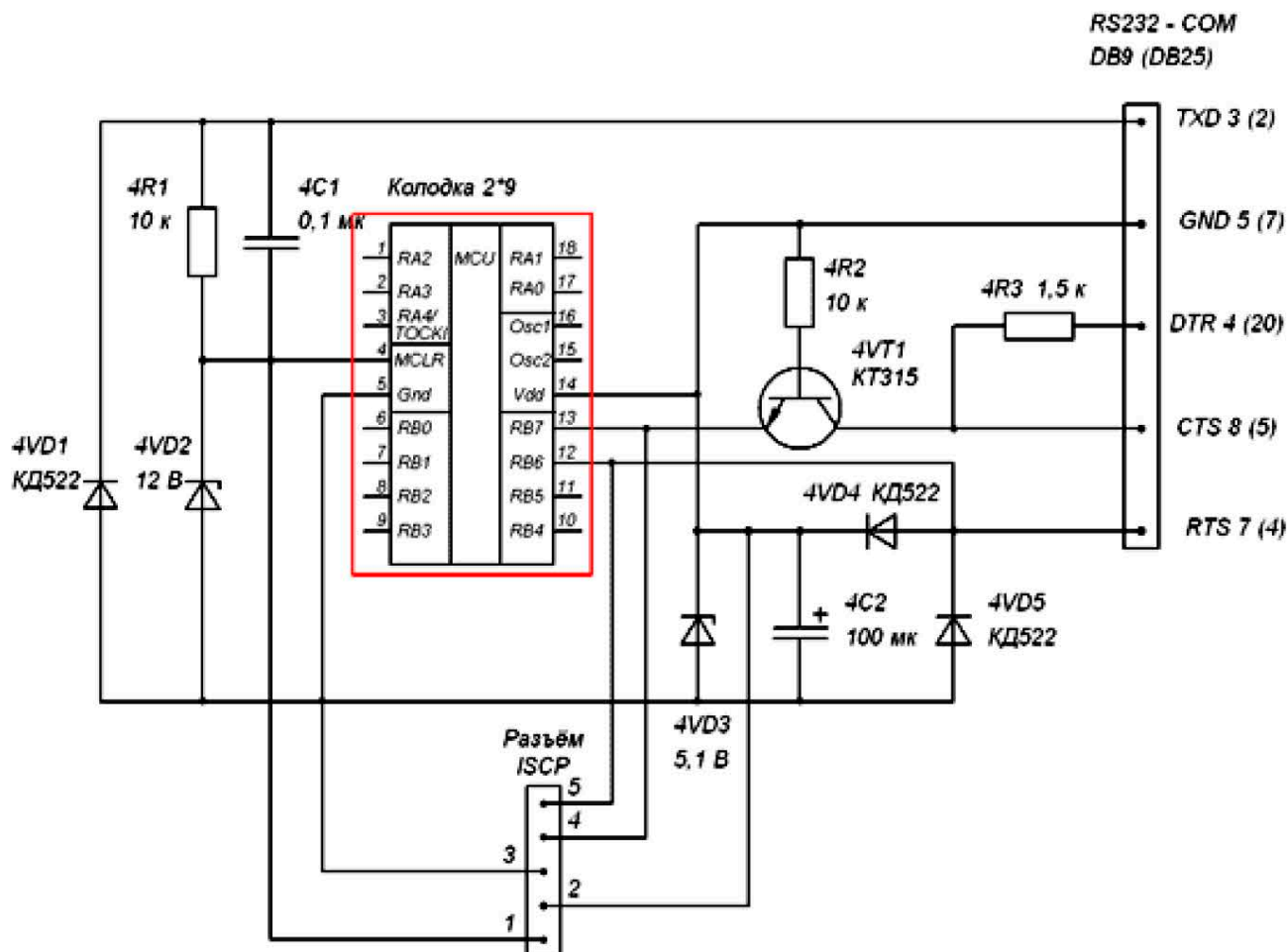


Рисунок 1.17. Схема програматора JDM для мікроконтролера PIC16F84

1.11 Розробка блок-схеми алгоритму керуючої програми

Керування роботою тестеру конденсаторів та дроселів відбувається за допомогою мікроконтролера PIC16F84. Послідовність дій мікроконтролера задає програма, записана у внутрішній пам'яті мікроконтролера. Загальна блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера у тестері показана на рис.1.18. Для програмування мікроконтролера можна скористатися роз'ємом ISCP. На час програмування перемичка XF1 видаляється (конструкція роз'єму іншого не допускає).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ

Арк.

44

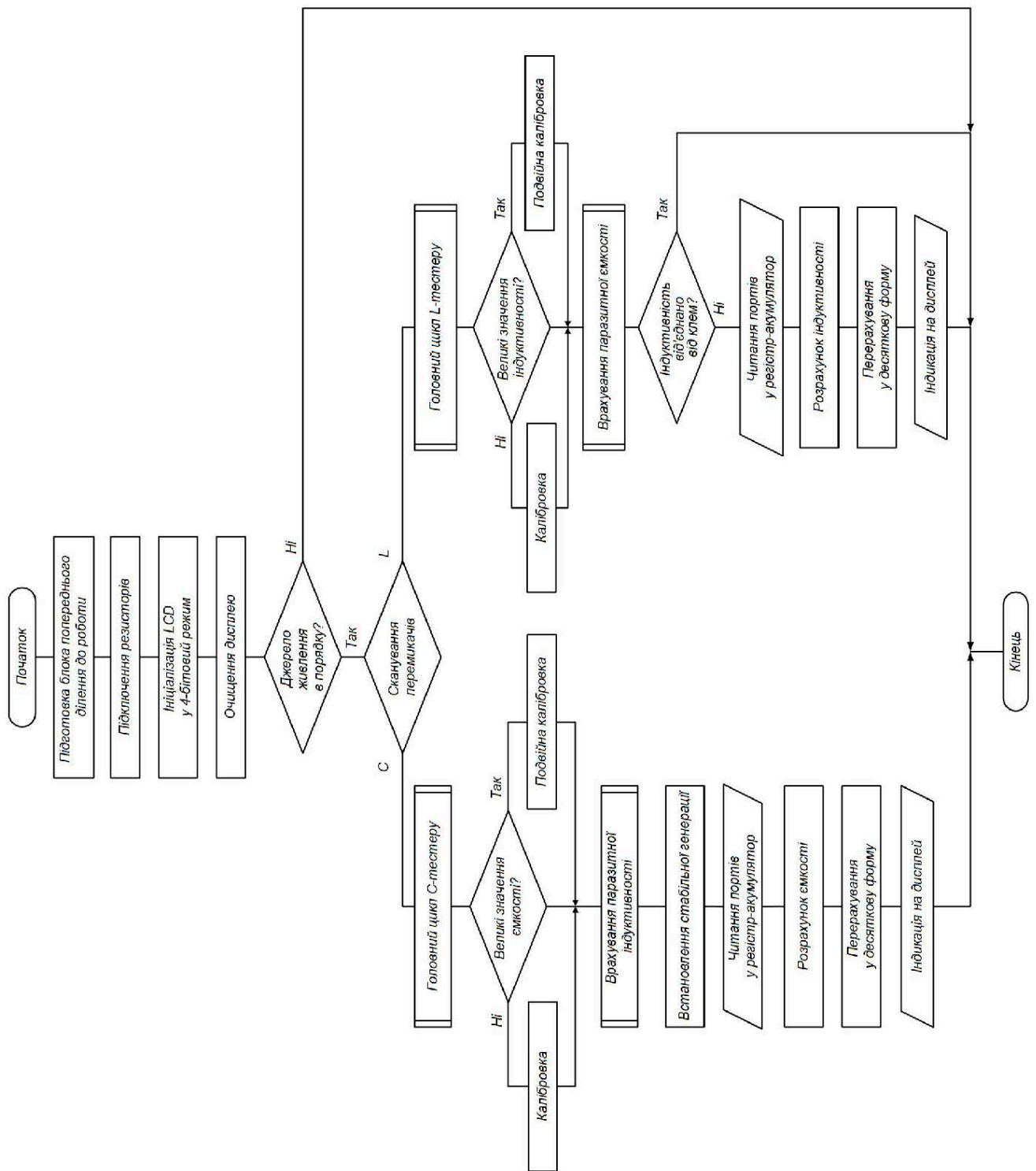


Рисунок 1.18. Блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера тестеру

Для програмування рекомендується використовувати некомерційну програму IC-Prog (рис.1.19), останню версію якої можна безкоштовно завантажити з www.ic-prog.com (близько 600 кбайт). У установках програматора (F3) необхідно вибрати JDM Programmer, прибрати всі прапорці в розділі Communication і вибрати порт, до якого підключений програматор [11].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

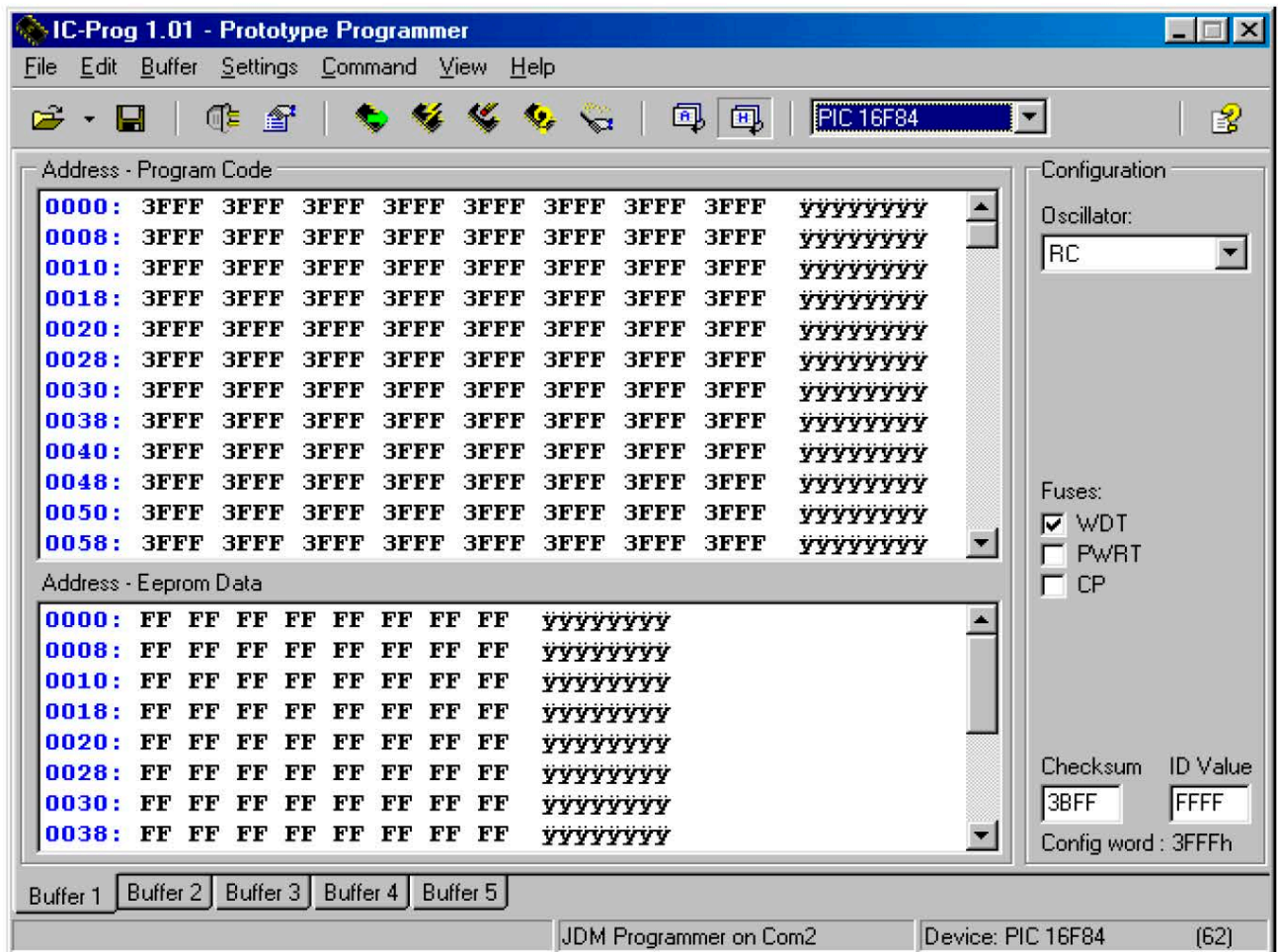


Рисунок 1.19. Інтерфейс програми IC-Prog

Перш ніж завантажити в програму прошивку, необхідно вибрати тип мікроконтролера – PIC16F84A, решта прапорців автоматично встановиться після відкриття файлу прошивки і змінювати їх небажано. При програмуванні важливо, щоб спільний дріт комп'ютера не мав контакту із спільним дротом програмованого пристрою, інакше дані не запишуться [12].

При включенні вимірювального приладу спрацьовує вбудований алгоритм скидання мікросхеми. Значення всіх регістрів встановлюється в початковий стан, забороняється обробка переривань. Потім починається виконання прошитої програми, текст якої мовою Асемблера наведено в додатку А.

1.12 Налаштування тестеру для визначення індуктивності та ємності

Починати налаштування приладу необхідно з встановлення елементів стабілізатора напруги і встановлення налаштувальним резистором R22 напруги

5.0 вольт на виводі 1 мікросхеми DA2. Після цього можна встановлювати решту всіх елементів окрім DD3 і індикатора. Струм споживання не повинен перевищувати 10-15 мА при різних положеннях SA1-SA3.

Підсилювач-формувавч і вимірювальний генератор налаштування не потребують. Для досягнення максимальної чутливості можна підібрати резистори R9 і R14.

Подальше налаштування приладу проводиться зі встановленими DD3 і LCD в наступному порядку:

1. Струм споживання не повинен перевищувати 20 мА в будь-якому режимі (окрім моменту спрацьовування реле).
2. Резистором R16 встановлюється бажана контрастність зображення.
3. Далі необхідно зайти в режим установки констант. Константа X1 встановлюється чисельно рівною ємності конденсатора C2 в пікофарадах. Константа X2 дорівнює 1.000 і може бути скоректована пізніше при налаштуванні вимірювача індуктивності.
4. Для подальшого налаштування необхідно мати набір (1-3 штуки) конденсаторів і індуктивностей з відомими значеннями (бажана точність краще 1%). Самокалібрування приладу повинне проходити з врахуванням конструктивної ємності затискачів (див. нижче опис варіантів самокалібрування).
5. У режимі вимірювання ємності відміряється відома ємність, далі номінал конденсатора треба поділити на показання приладу, це значення буде використано для коректування константи X1. Можна повторити цю операцію з іншими конденсаторами і знайти середнє арифметичне відношень їх номіналів до показань. Нове значення константи X1 дорівнює добутку знайденого вище коефіцієнта на "старе" її значення. Це значення необхідно записати до переходу до наступного пункту.
6. У режимі вимірювання індуктивності аналогічно знаходиться відношення номіналу до показань. Знайдене відношення буде новою константою X2 і записується в EEPROM аналогічно X1. Для

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

налаштування бажано використовувати індуктивності від 1 до 100 мкГн (краще декілька з цього діапазону і знайти середнє значення). Якщо є котушка з індуктивністю в декілька десятків-сотень мілігенрі з відомими значеннями індуктивності і власної ємності, то можна перевірити роботу режиму подвійного калібрування. Показання власної ємності, як правило, дещо занижені (див. вище).

1.13 Визначення ємності конденсаторів та індуктивності дроселів за допомогою тестеру

1.13.1 Режим самокалібрування тестеру

Для вимірювання індуктивностей і ємностей приладу необхідно пройти самокалібрування. Для цього після подачі живлення необхідно віджати SA1 "Lx" і SA2 "Cx" (який саме – підкаже напис L або C), після чого прилад увійде до режиму самокалібрування і відображатиме "Calibration" або "WAIT". Після цього потрібно відразу ж натиснути SA2 "Cx". Зробити це потрібно досить швидко, не чекаючи спрацьовування реле. Якщо ж пропустити останній пункт, то ємність клем не буде врахована приладом і "нульові" показання в режимі ємності будуть 1-2 пФ. Подібне калібрування (з натисненням SA2 "Cx") дозволяє враховувати ємність виносних щупів-затисків з власною ємністю до 500 pF, проте користуватися такими щупами при вимірюванні індуктивностей до 10mH неможна (рис.1.20).

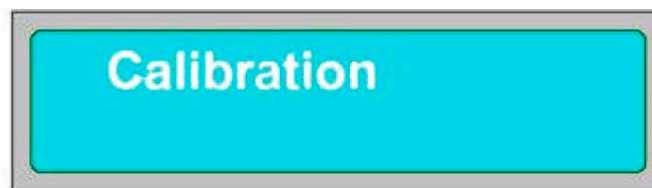


Рисунок 1.20. Зовнішній вигляд індикатору в режимі самокалібрування

1.13.2 Режим вимірювання ємності "Cx"

Режим "Cx" може бути вибраний після калібрування натисненням на SA2 "Cx", SA1 "Lx" має бути віджатий. При цьому виводиться "Capacitance" XXXX xF або "C=" XXXX xF (рис.1.21).

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



C = 47.56 pF

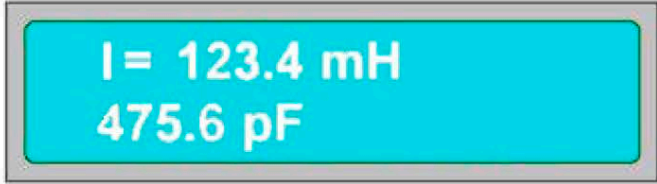
Рисунок 1.21. Зовнішній вигляд індикатору в режимі вимірювання ємності

1.13.3 Режим вимірювання індуктивності "Lx"

Режим "Lx" активізується при натиснутому SA1 "Lx" і віджатому SA2 "Cx". Вхід в режим подвійного калібрування (для індуктивностей більше 10 мілігенрі) відбувається при будь-якій зміні положення SA3 "F1/F2", при цьому окрім індуктивності відображується і власна ємність котушки, що може бути дуже корисно. На дисплеї відображується "Inductance" XXXX xH або "L=" XXXX xH (рис.1.22). Вихід з даного режиму відбувається автоматично при витяганні котушки із затисків.



I = 4.756 uH



I = 123.4 mH
475.6 pF

Рисунок 1.22. Зовнішній вигляд індикатору в режимі вимірювання індуктивності

Можливий перехід в будь-якій послідовності між перерахованими вище режимами. Наприклад, спочатку калібрування, потім індуктивність, ємність, індуктивність, калібрування (необхідна, якщо прилад довгий час знаходився увімкненим, і параметри його генератора могли змінитися) і так далі. При віджиманні SA1 "Lx" і SA2 "Cx" перед входом в калібрування передбачена невелика (3 секунди) пауза для виключення небажаного входу в цей режим при простому переході від одного режиму до іншого.

1.13.4 Режим налаштування констант тестеру

Даний режим необхідний лише при налаштуванні тестеру, тому вхід в цей режим передбачає підключення зовнішнього вимикача (або перемички) між виводом 13 DD3 і спільним, а також двох кнопок між виводами 10, 11 DD3 і спільним дротом (рис.1.23).

Для запису констант необхідно включити прилад при закороченому вимикачі. На дисплеї відобразиться “Constant” X.XXX. Кнопками можна змінювати значення констант з кроком в один розряд. Для збереження встановленого значення необхідно змінити стан SA3. Для виходу з режиму необхідно розімкнути вимикач і перемкнути SA3 або вимкнути живлення. Запис в EEPROM відбувається лише при маніпуляціях з SA3.



Рисунок 1.23. Зовнішній вигляд індикатору в режимі установки констант

2 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному дипломному проекті розроблений тестер радіоелементів на базі мікроконтролера призначений для визначення ємності конденсаторів та індуктивності дроселів. Цей вимірювальний прилад дає можливість не тільки визначати працездатність зазначених пасивних радіоелементів, але і виконувати з його допомогою налаштування, тестування і калібрування різного типу електронних схем і модулів, у тому числі – технічних засобів обчислювальної техніки. Перевагою розробленого тестеру радіоелементів відносно окремих вимірювальних приладів для конденсаторів та дроселів є універсальність, оскільки прилад є комбінованим, і невисока вартість розробки.

У даному розділі визначається вартісна оцінка розробленого пристрою. Спочатку визначається калькуляція розробленого виробу укрупненим методом через вартість покупних комплектуючих елементів і виробів, для визначення якої складаємо перерахування елементів і виробів на основі відомості специфікацій (принципової схеми) по формі, приведених в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Розрахунок відомості покупних комплектуючих елементів

Найменування, тип, модель	Од.вим	Норма витрат	Ціна, грн.	Вартість комплектуючих
Мікросхема SP8704	шт.	1	40.00	40.00
Мікросхема CD4066	шт.	1	60.00	60.00
Мікросхема PIC16F84A	шт.	1	80.00	80.00
Мікросхема LM311	шт.	1	50.00	50.00
Мікросхема LP2951	шт.	1	50.00	50.00
Транзистор BFR93A	шт.	2	15.00	30.00
Транзистор BC817	шт.	1	15.00	15.00
Діод 1N4148	шт.	4	5.00	20.00
Діод КД409	шт.	2	5.00	10.00
Діод 1N5818	шт.	1	5.00	5.00
П'єзоелемент HC49/U4H	шт.	1	30.00	30.00
Котушка індуктивності 100мкГ	шт.	2	20.00	40.00
Реле TIANBO TR5V	шт.	1	30.00	30.00
Резистор C2-23-0.125-3,3 кОм	шт.	3	2.00	6.00
Резистор C2-23 -0.125 -100 кОм	шт.	3	3.00	9.00
Резистор C2-23-0.125 -47 кОм	шт.	2	2.00	4.00
Резистор C2 -23 -0.125 -1 кОм	шт.	3	2.00	6.00
Резистор C2 -23 -0.125-100 Ом	шт.	1	2.00	2.00
Резистор C2-23- 0.125-12 кОм	шт.	1	2.00	2.00
Резистор C2-23-0.125-680 Ом	шт.	1	2.00	2.00
Резистор C2-23-0.125-51 Ом	шт.	2	2.00	4.00

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ

Арк.

51

Резистор С2-23-0.125 -82 кОм	шт.	1	3.00	3.00
Резистор СПЗ-386 – 47 кОм	шт.	1	3.00	3.00
Резистор С2 -23 -0.125 -1 кОм	шт.	1	3.00	3.00
Резистор С2-23 -0.125 -3,3 кОм	шт.	1	3.00	3.00
Резистор С2 -23-0.125 -10 кОм	шт.	1	3.00	3.00
Резистор СПЗ-386 – 20 кОм	шт.	1	3.00	3.00
Резистор С2-23-0.125-47 кОм	шт.	2	3.00	6.00
Конденсатор К10-17а -510 пФ	шт.	1	10.00	10.00
Конденсатор К10-17а -1000 пФ	шт.	1	10.00	10.00
Конденсатор К50 -35- 2,2 мкФ	шт.	2	20.00	40.00
Конденсатор К50 -35-10 мкФ	шт.	3	10.00	30.00
Конденсатор К10-17а -0,1 мкФ	шт.	12	20.00	240.00
Конденсатор К50 -35- 47 мкФ	шт.	1	30.00	30.00
Конденсатор К10-17а -33 пФ	шт.	1	10.00	10.00
Конденсатор СТС-038-10RSM	шт.	1	10.00	10.00
Конденсатор К10-17а -15 пФ	шт.	1	10.00	10.00
Загальна вартість покупних комплектуючих елементів				909
Транспортні витрати (10%)				90,9
Всього (Впк)				999,9

Калькуляцію планової собівартості розробленого виробу розраховуємо з використанням методу питомих ваг і структури собівартості аналогічної продукції: питома вага матеріалу $\rightarrow \alpha_m = 20\%$; питома вага покупних виробів $\rightarrow \alpha_{пк} = 62\%$; питома вага основної заробітної плати $\rightarrow \alpha_{озп} = 18\%$

Таблиця 2.2 Калькуляція планової собівартості

Найменування статті витрат	Значення, грн.	Розрахунок
1. Сировина і матеріал	322,54	$V_m = \alpha_m * V_{пк} / \alpha_{пк} = 20 * 999,9 / 62$
2. Комплектуючі вироби і покупні напівфабрикати	999,9	$V_{пк} = \text{см. табл. 2.1}$
3. Основна заробітна плата	290,29	$V_{оз} = \alpha_{озп} * V_{пк} / \alpha_{пк} = 18 * 999,9 / 62$
4. Додаткова заробітна плата	116,11	$V_{дз} = 0,4 * V_{оз} = 0,4 * 290,29$
5. Відрахування до єдиного соцфонду	89,4	$V_{ес} = (V_{оз} + V_{дз}) * 0,22 = (290,29 + 116,11) * 0,22$
6. Загально-виробничі витрати	377,37	$V_{заг. вир} = (1,2 \dots 1,5) * V_{оз} = 1,3 * 290,29$
7. Виробнича собівартість	2195,62	$S_{вир} = V_m + V_{пк} + V_{оз} + V_{дз} + V_{ес} + V_{заг. вир}$
8. Адміністративні витрати	87,08	$V_a = V_{оз} * 0,3 = 290,29 * 0,3$
9. Витрати на збут	43,91	$V_{зб} = S_{вир} * 0,02 = 2195,62 * 0,02$
10. Інші операційні витрати	21,95	$V_{оп} = S_{вир} * 0,01 = 2195,62 * 0,01$
Повна собівартість	2348,56	$S_{пов.} = S_{вир} + V_a + V_{зб} + V_{оп} = 2195,62 + 87,08 + 43,91 + 21,95$

Розмір планового прибутку, що включається в ціну, визначаємо по формулі:

$$\Pi = (C_{\text{пов}} * p) / 100\% = (2348,56 * 10\%) / 100\% = 234,85 \text{ грн.} \quad (2.1)$$

де p - планова рентабельність продукції (10%...30%)

Оптову ціну виробу визначаємо по формулі:

$$C_o = C_{\text{пов}} + \Pi = 2348,56 + 234,85 \text{ грн} = 2583,42 \text{ грн.} \quad (2.2)$$

Ціну реалізації виробу встановлюємо з урахуванням ПДВ:

$$C_p = C_o + P_z, \quad (2.3)$$

де P_z - податкове зобов'язання з ПДВ:

$$P_z = C_o * 0,2 = 2583,42 * 0,2 = 516,68 \text{ грн.} \quad (2.4)$$

Звідси:

$$C_p = 2583,42 + 516,68 = 3100,11 \text{ грн.}$$

Отримана в таблиці 2.2 повна собівартість являє собою витрати виготовлення (Спк) одиниці виробу для даного року виробництва. Запропонуємо прогноз обсягів продажів даного виробу на другій стадії життєвого циклу виробу «Виробництво» з розподілом по роках (прогноз продажів передбачаємо на 4 роки).

Характерні зони промислового випуску виробу представлені на малюнку:

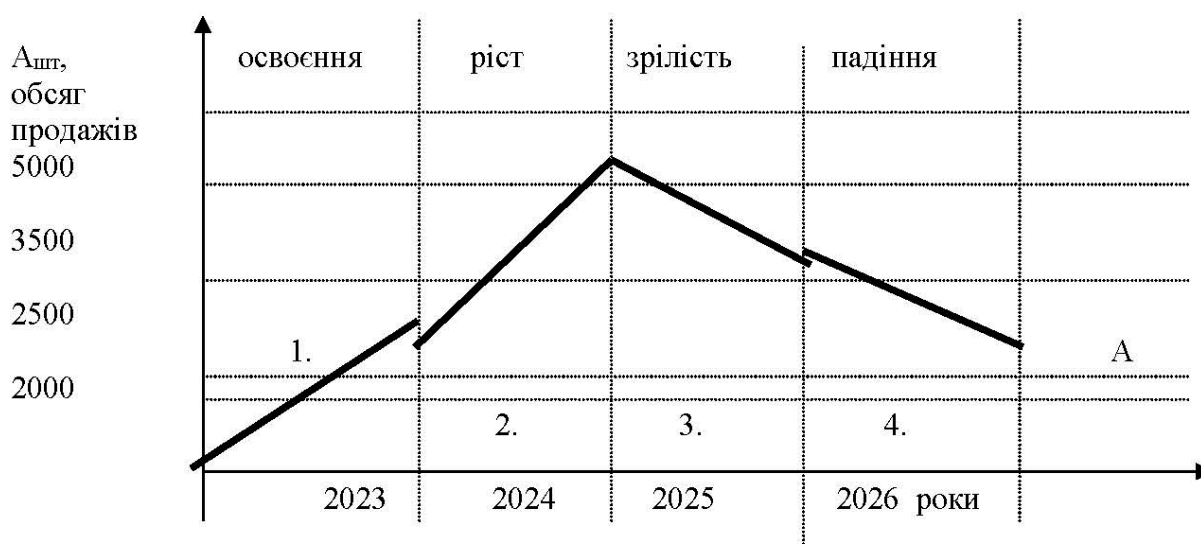


Рисунок 2.1 – Прогноз обсягів продажу

В 2023 році обсяг продажів передбачається в розмірі 2500 шт під замовлення. В 2024 році прогнозується збільшення обсягу продажів, тому витрати виробництва визначаємо по формулі:

$$C_{\text{пов } i+1} = C_{\text{пов } i} \left(\frac{A_i}{A_{i-1}} \right)^{0.23}, \quad (2.5)$$

де A_i – обсяг продажів (виробництва) у 1 рік розрахункового періоду, шт.;

i – обсяг продажів (I+1)-ом року, шт.;

0,23 – показник ступеня, що характеризує вплив росту обсягів виробництва на собівартість продукції.

$$C_{\text{пов } 2024} = 2348,56 * (2500/5000)^{0.23} = 1996,27 \text{ грн.}$$

В 2025 – 2026 роках обсяг продажів зменшується, витрати виробництва приймаються на рівні попереднього року.

$$C_{\text{пов } 2025, 2026} = 1996,27 \text{ грн.}$$

Плановий прибуток, що включається в оптову ціну підприємства, для наступного року при збільшенні обсягу продажів, визначаємо по формулі:

$$P_{i+1} = C_{n+1} * \frac{\rho}{100} \quad (2.6)$$

$$P_{2024, 2025, 2026} = 1996,27 * 20/100 = 399,25 \text{ грн.}$$

Оптову ціну підприємства в наступні роки розрахункового періоду визначаємо по формулі:

$$C_{o_{i+1}} = C_{n_{i+1}} + P_{i+1} \quad (2.7)$$

$$C_{2024, 2025, 2026} = 1996,27 + 399,25 = 2395,52 \text{ грн.}$$

Податкове зобов'язання визначається по формулі:

$$Pz_{i+1} = C_{o_{i+1}} * 0.2 \quad (2.8)$$

$$Pz_{2024, 2025, 2026} = 2395,52 * 0.2 = 479,1 \text{ грн.}$$

Ціну реалізації одиниці продукції в наступні роки визначаємо по формулі:

$$C_{p_{i+1}} = C_{o_{i+1}} + Pz_{i+1} \quad (2.9)$$

$$C_{p_{2024, 2025, 2026}} = 2395,52 + 479,1 = 2874,62 \text{ грн.}$$

Вартісну оцінку результатів за розрахунковий період (P_T) визначаємо по формулі:

$$P_T = \sum_{i=t_p}^{t_k} A_i * C_{p_i} * \alpha_i \quad (2.10)$$

де t_p , t_k – відповідно розрахунковий і кінцевий рік розрахункового періоду;

C_{p_i} – ціна реалізації в i -тім році, грн.;

A_i – обсяг продажів у i -тім році, грн.;

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

α_i – коефіцієнт, що включає фактор часу, тобто коефіцієнт приведення різночасних витрат і результатів до розрахункового року.

Вартісну оцінку за розрахунковий період визначаємо по формі, приведеної в таблиці 2.3. Виробництво дає змогу одержати дохід за 4 роки 31,41 млн. грн.

Таблиця 2.3. Розрахунок вартісної оцінки результатів

Найменування показника	Позначення	Розрахунок виробничого періоду			
		1-й	2-й	3-й	4-й
Обсяг продажів, шт	A_i	2500	5000	3500	2500
Ціна реалізації, грн.	C_{pi}	3100,11	2874,62	2874,62	2874,62
Вартісна оцінка результатів, млн грн.	$A_i * C_{pi}$	7,750	14,373	10,061	7,186
Коефіцієнт, що враховує фактор часу	α_i	0.91	0.83	0.75	0.68
Вартісна оцінка результатів з урахуванням фактора часу, млн грн.	$A_i * C_{pi} * \alpha_i$	7,052	11,929	7,545	31,41

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

Забезпечення здорових і безпечних умов праці покладається на адміністрацію підприємств, установ, організацій. Вона зобов'язана запроваджувати сучасні засоби безпеки праці, які мають попереджувати виробничий травматизм і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань.

Умови праці впливають на здоров'я, працездатність і всебічний розвиток особи трудящого.

Розглядаючи питання розробки тестеру радіоелементів на базі мікроконтролера, потрібно врахувати основні види роботи, які при цьому виконуються. Тому до розгляду беремо робоче місце по виконання паяльних робіт.

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на програміста

При виконанні даних робіт робітники стикаються з рядом шкідливих та небезпечних факторів, пов'язаних із застосуванням спеціальних інструментів для виконання паяльних робіт

До факторів ризику відносяться: робота з комп'ютером, електрообладнанням, недостатнє освітлення, психоемоціональні загрузки, шум, недостатня вентиляція приміщення, порушення правил пожежної безпеки тощо.

3.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.

Для безпечного та якісного виконання паяльних робіт необхідно дотримуватися правил техніки безпеки та правильно організувати свою роботу, для чого необхідно всі інструменти та матеріали для паяння розміщувати у певному порядку, виконувати роботи у заздалегідь підготовлених місцях та зонах з мінімальним впливом зовнішніх факторів.

Параметри мікроклімату в межах робочої зони повинні відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99.

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень шуму на робочих місцях повинен відповідати нормам, встановленим Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99.

Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати норм, встановлених Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99.

Рівні електромагнітних полів на робочих місцях повинні відповідати вимогам Державних санітарних норм і правил при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджених наказом МОЗ України від 18.12.2002 року № 476.

3.3 Вимоги до організації робочого місця працівника

Згідно зі ст. 13 Закону України від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, організувати проведення лабораторних досліджень умов праці, з дотриманням вимог чинного законодавства.

Паяння забезпечує з'єднання заготовок зі сталі, кольорових металів і їх сплавів, а також поєднань цих матеріалів. Найбільш широко паяння застосовується при виконанні електромонтажних робіт, при монтажі контрольних-вимірювальних приладів, радіо і електроприладів, виготовленні посудин, радіаторів, а також інструментів, армованих пластинами твердого сплаву, і ряду інших робіт.

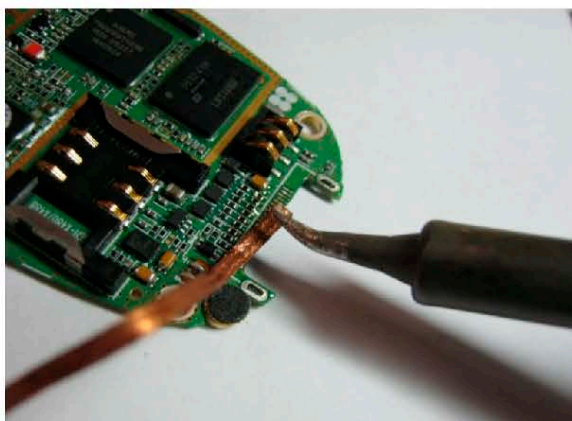


Рисунок 3.1. Процес паяння

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ

Арк.

57

В робочій зоні виробничих приміщень вміст шкідливих речовин не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій, встановлених вимогами ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (діючий).

Працівники, які виконують паяльні роботи, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, профілактичними пастами або мазями, лікувально-профілактичним харчуванням.

Роботодавець повинен організувати:

– проведення медичних оглядів працівників певних категорій, а саме попередній медичний огляд (під час прийняття на роботу) та періодичні медичні огляди (протягом трудової діяльності), відповідно по вимог Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затвердженого наказом МОЗ України від 21.05.2007 № 246.

– проведення атестації робочих місць за умовами праці відповідно до вимог Порядку проведення атестації робочих місць за умовами праці, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 01.08.1992 № 442.

У разі потреби розробляють та впроваджують заходи щодо зниження шкідливого впливу виробничих факторів на працівників.

3.4 Електробезпека

Персональні комп'ютери, периферійні пристрої, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають відповідати класу зони, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.. Лінія електромережі для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового робочого захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення електроприймачів. Не допускається використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник. Нульовий захисний провідник прокладається від стійки групового розподільного

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

щита, розподільного пункту до розеток електроживлення. Не допускається підключати на щиті до одного контактного затискача нульовий робочий та нульовий захисний провідники.

Основною причиною отримання трав від електронапруги це

- Контакт з оголеними проводами;
- Взаємодія з комплектуючими комп'ютера;
- Використання не справного обладнання;
- Несправність захисних засобів, якими потерпілий стосувався струмоведучих частин;
- Несподіване виникнення напруги через пошкодження ізоляції там, де в нормальних умовах його бути не повинно.

Згідно з вимогами для попередження уражень струмом необхідно:

- чітко і в повному обсязі виконувати правила виконання робіт і правила технічної експлуатації;
- виключити можливість доступу оператора до частин обладнання, що працює під небезпечною напругою, неізольованих частин, призначених для роботи при
 - малій напрузі і не підключеним до захисного заземлення;
 - застосовувати ізоляцію, що служить для захисту від ураження електричним струмом, виконану із застосуванням міцного суцільного або багатопарового ізоляційного матеріалу, товщина якого обумовлена типом забезпечується захисту;
 - підводити електроживлення до ПК від розетки будівлі за допомогою спеціальної вилки з занулюючих контактом;
 - захистити від перевантажень по струму, розраховуючи на потужність, споживану від мережі;
 - надійно підключити до заземлюючих затискачів металеві частини, доступні для оператора, які в результаті пошкодження ізоляції можуть опинитися поза дією вимикачів і запобіжників.

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Пожежна безпека

Будинки, споруди, приміщення, технологічні установки повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, ящиками з піском, покривалами з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини чи повсті, іншим пожежним інструментом, які використовуються для локалізації і ліквідації пожеж у початковій стадії їхнього розвитку.

Норми належності первинних засобів пожежогасіння для об'єктів слід установлювати згідно з нормами технологічного проектування та НАПБ А.О1.001-2014) Правила пожежної безпеки в Україні.

Вогнегасники слід встановлювати у легкодоступних та помітних місцях (коридорах, біля входів або виходів з приміщень тощо), а також в пожежонебезпечних місцях, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їх захист від попадання прямих сонячних променів та безпосередньої (без загороджувальних щитків) дії опалювальних та нагрівальних приладів, навішування на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для їх повного відчинення;

Пожежні щити (стенди), інвентар, інструмент, вогнегасники в місцях установлення не повинні створювати перешкоди під час евакуації.

- встановлення в пожежні шафи поруч з пожежними кранами, у спеціальні тумби або на пожежні щити (стенди).

Навішування вогнегасників на кронштейни, розміщення їх в тумбах або пожежних шафах повинні забезпечувати можливість зчитування маркувальних написів на корпусі.

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис «Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці у основного виходу із приміщення.

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Розроблений в рамках дипломного проектування тестер радіоелементів на базі мікроконтролера призначений для визначення ємності конденсаторів та індуктивності дроселів. Цей вимірювальний прилад дає можливість не тільки визначати працездатність зазначених пасивних радіоелементів, але і виконувати з його допомогою налаштування, тестування і калібрування різного типу електронних схем і модулів, у тому числі – технічних засобів обчислювальної техніки.

Вимірювальний прилад розроблений на базі мікроконтролера, є універсальним тестером пасивних радіоелементів і може застосовуватися у польових умовах для технічних вимірювань, у сервісних центрах, майстернях, навчальних закладах. Визначені в результаті проектування властивості та технічні можливості окремих вузлів і блоків дозволяють визначити межі вимірювання, які для ємності конденсаторів знаходяться у діапазоні 0,01 пФ...2000 мкФ, а для індуктивності дроселів - у діапазоні 0,001 мкГн...5 Гн. При цьому похибка вимірювання у режимі фарадометра дорівнює 0,5 %, а у режимі вимірювання індуктивності – 2...10 %.

Перевагою розробленого тестеру радіоелементів відносно окремих вимірювальних приладів для конденсаторів та дроселів є універсальність, оскільки прилад є комбінованим, і невисока собівартість розробки.

Представлений проект забезпечує створення базової моделі електронної і мікропрограмної частини цифрового вимірювального приладу для визначення індуктивності і ємності. Подальший розвиток розробки приладу має виконуватися шляхом створення модифікацій базової моделі, що відрізняються показниками діапазонів і точності вимірювання та елементною базою.

При відповідній переробці вхідних ланцюгів принципової електричної схеми та програми мікроконтролера можна застосувати розроблений прилад у якості тестеру інших радіоелементів, таких як діоди, транзистори.

					<i>КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ferri G., Stornelli V., Barile G. Electronic Interfaces for Differential Capacitive Sensors. - Gistrup: River Publishers, 2020. – 150 с.
2. Imants Matiss / Capacitance Measurement Techniques – a New Challenge. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 224 с.
3. Kutz M. (Ed.) Handbook of Measurement in Science and Engineering. Volume 3. – John Wiley & Sons, Inc., Canada, 2016. – 818 с.
4. Low Level Measurements Handbook. Precision DC Current, Voltage, and Resistance. - 7th edition. – New York: Textronix, 2014. – 244 с.
5. Зайцев С. Цифровые методы время частотных измерений / Сергей Зайцев // Современная электроника. – 2009. – №6. – С.20-23.
6. Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств: Учебное пособие / Л.Г. Муханин. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 288 с.
7. Предко, М. PIC-микроконтроллеры. Архитектура и программирование / М. Предко. - М.: Книга по Требованию, 2009. – 512 с.
8. Алехин, В.А. Микроконтроллеры PIC: основы программирования и моделирования в интерактивных средах MPLAB IDE, mikroC, TINA, Proteus. Практикум / В.А. Алехин. – М.: ГЛТ , 2016. – 248 с.
9. Мазиди, М.А. Микроконтроллеры PIC и встроенные системы. Применение ассемблера и C для PIC18 / М.А. Мазиди, Р.Д. МакКинли, Д. Кусэй; Пер. с англ. В.В. Литвина. – СПб.: КОРОНА-принт, МК-Пресс, 2009. – 784 с.
10. Уилмсхерст, Т. Разработка встроенных систем с помощью PIC-микроконтроллеров / Т. Уилмсхерст. – СПб.: Корона-Век, 2015. – 544 с.
11. Different approaches for capacitance measurements [Электронный ресурс] – https://www.autolabinstruments.com/download/Applicationnotes/Autolab_Application_Note_EC12.pdf
12. Измеритель емкости и ЭПС конденсаторов [Электронный ресурс] <http://radioamator.ru/izmereniya/izmeriteli-lcr/274-izmeritel-emkosti-i-eps-kondensatorov>.

					КС 56. 23 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ДОДАТОК А. Фрагмент програми для мікроконтролера (мовою Асемблера)

```

; Вхід до режиму подвійного калібрування (для великих індуктивностей)
DoubleCheck btfscl Flags, 5 ; Вихід, якщо індуктивність
                goto Meter ; від'єднали від клем
                bsf Flags, 6 ; Встановлення прапора подвійного калібрування
                call Measure
                goto Double
DoubleLX movlw CSX ; Збереження в CS сумарної ємкості
        call Copy_From_A; катушки, C1 і монтажу
        call AEQUF
CalcDouble movlw CSX
        call Copy_To_B ; B=Cs
        call LCalc ; Розрахунок індуктивності [L1+Lx]
        movlw LX
        call Copy_To_B
        call Sub ; Lx=[L1+Lx]-L1
        call DispLX ; Виведення на дисплей
        movlw CX ; Витягання ємкості C1
        call Copy_To_B ; у блок B,
        movlw CSX ; а сумарної C1+катушки
        call Copy_To_A ; у блок A
        call Sub ; Ємкість катушки = A-B
        movlw 0x82 ; Курсор на 3-є знакомісце
        call CMDLCD
        bsf LX ; Включити індикацію ємкості
        goto DispVal+1 ; і вивести її
        goto Meter
; Просто розрахунок за формулою F^2=1/4*Pi*L*C
LCalc call Mpy ; A=F^2*C
        call BEQUA ; B=F^2*C
        movlw 0xB2 ; A=1013211836423377,7
        movwf AX ; (H'B2.66 60 B1)
        movlw 0x66
        movwf A0
        movlw 0x60
        movwf A1
        movlw 0xB1
        movwf A2
        call Div ; A=1.013212E15/(F1^2*Cs)=L
        movlw 0x02
        call X_To_B
        call ClrB ; B=1000pf (H'8A.7A 00 00)
        movlw 0x8A
        movwf BX
        movlw 0x7A
        movwf B0
        call Div
        return
X_To_B call EEPROM_To_B; Завантаження коефіцієнту X
        call ASwapB
        call Float
        call Mpy
        return

```

```

ASwapB    movlw    T2
          call    Copy_From_A
          movlw   BX
          call    Copy_To_A
          movlw   T2
          call    Copy_To_B
          return
; Самокалібрування - визначення C1 і L1 та збереження їх значень
;  $C1 = F2^2 * C2 / (F1^2 - F2^2)$ ;  $L1 = 1 / (4 * \pi^2 * [F1/5]^2 * C1) = 1.013212E15 / F1^2 / C1$ 
Calibration call    ClrDSP
          movlw   0x08
          call    ReadWString
          call    Measure    ; Підготовка переддільника до роботи
          clrf    Temp
          movlw   0x09
          call    DelayXsec
          call    ClrRegs
          call    Measure
          movlw   FDX
          call    Copy_From_A
Double    movlw   FX
          call    Copy_From_A
          bsf    _CAL    ; Підключення C2 до контуру
          call    Delay05sec
          call    TestBat
          movlw   0x09
          call    DelayXsec    ; Встановлення стабільної генерації
          call    Measure
          movlw   CSX
          call    Copy_From_A; CS=F2^2 тимчасово
          call    BEQUA    ; B=F2^2
          bcf    _CAL    ; Відключення C2
          call    AEQUF    ; A=F1^2
          call    Sub    ; A=F1^2 - F2^2
          call    BEQUA    ; B=F1^2 - F2^2
          movlw   CSX    ; A=F2^2
          call    Copy_To_A
          call    Div    ; A=F2^2/(F1^2 - F2^2)
          clrw    ; Адреса в EEPROM 0x2100
          call    X_To_B    ; Завантаження коефіцієнту X1 (C2)
          ;  $A = F2^2 * 1000pf / (F1^2 - F2^2) = C$ 
          btfscl Flags, 6    ; Перехід при подвійному калібруванні
          goto   DoubleLX
          call    CEQUA    ; C=A
          call    BEQUA    ; B=C
          call    AEQUF    ; A=F1^2
          call    LCalc
          movlw   LX    ; L=A
          call    Copy_From_A
          call    ClrDSP
          movlw   0x20    ; 'OK'
          call    ReadWString; Калібрування завершено
          call    TestBat
          bsf    Flags, 7    ; Прапор проходження калібрування
; Головний цикл вимірювання
Meter    call    GetSwitch

```

```

    btfss    _FX
    goto    FCounter    ; Режим частотоміру
    btfsc    _LX
    btfss    _CX
    goto    Label_2    ; Режим LC-метру
    btfsc    Temp, 07    ; Затримка між режимами
    goto    Calibration
    incf    Temp, F
    movlw   0xFF
    call    Delay
    goto    Meter
Label_2    call    CursorHome
    movlw   0x77
    movwf   Temp
    btfsc   Flags, 1    ; Вхід у режим подвійного калібрування
    goto    DoubleCheck; перемикач F1/F2 був переключений
    call    Measure    ; A=F2^2
    btfsc   _LX        ; Якщо всередині режиму Cx,
    goto    Label_6    ; то простий перехід
    btfss   Flags, 5    ; Якщо ж виходимо з режиму
    goto    Label_7    ; подвійного калібрування,
    btfsc   Flags, 6    ; то треба
    call    ClrDSP     ; очистити дисплей
    bcf     Flags, 6    ; та скинути прапор
Label_7    btfsc   Flags, 6    ; Якщо прапор встановлений, то
    goto    CalcDouble ; продовжується режим подвійного калібрування
Label_6    btfsc   Flags, 6    ; Якщо з подв. калібр. одразу перейшли
    call    ClrDSP     ; до вимірювання ємкості, то треба один раз
    bcf     Flags, 6    ; очистити дисплей і скинути флаг
    ; Загальна частина розрахунку для ємкості і індуктивності
    call    BEQUA     ; B=F2^2
    movlw   FDX       ; Частота генератора з
    call    Copy_To_A ; контуром тільки з L1 и C1
    call    Div       ; A=F1^2/F2^2
    call    ClrB      ; Завантаження у B одиниці
    movlw   0x81     ; (вид з плаваючою крапкою)
    movwf   BX       ; B=1
    call    Sub       ; A=F1^2/F2^2-1
    movf    AX, W
    btfss   STATUS, Z ; Якщо результат позитивний,
    goto    NoNeg    ; то далі
    call    ClrA     ; інакше обнулити A
Label_6    btfsc   _LX    ; Розгалуження розрахунку
    goto    Cx_Meas  ; для ємкості або індуктивності
    movlw   LX      ; Витягання індуктивності L1
    call    Copy_To_B ; з відповідного банку
    call    Mpy     ; A=(F1^2/F2^2-1)*L1
Label_6    movlw   0x1A
    call    ReadWString; "L="
    btfss   Flags, 5
    goto    CheckOK
    call    ClrA
Label_6    goto    DispVal    ; Виведення результату
Label_6    movlw   CX        ; Розрахунок для ємкості
    call    Copy_To_B
    call    Mpy     ; A=(F1^2/F2^2-1)*C1

```

```

movlw      0x17
call       ReadWString; "C="
DispVal   call       TestBat      ; Індикація результату
clrf      TSign      ; TSign = 0
NoOne     movf       AX, W       ; Якщо A>=1
sublw     0x80
btfsc    STATUS, C
goto      IsOne      ; A<1, Розрахунок=A*10^TSign
call      ClrB
movlw     0x84      ; A=A/10
movwf     BX
movlw     0x20
movwf     B0
call      Div
incf     TSign, F   ; TSign=TSign+1
goto     NoOne
IsOne     movlw     0x8E      ; B=10000
movwf     BX        ; Приведемо A до цілого числа
movlw     0x1C
movwf     B0
movlw     0x40
movwf     B1
clrf     B2
call     Mpy        ; A=INT(A*10000)
call     Int        ; У формат з фікс. крапкою
call     BCD        ; У ASCII формат
movf     TSign, W   ; Множник зберегти у AX
movwf     AX        ; AX = TSign
movlw     'u'       ; "u"
movwf     LP        ; Префікс для індуктивності
movlw     'p'       ; "p"
movwf     CP        ; Префікс для ємкості
AX0      movf       AX, W       ; Якщо AX=0
btfss    STATUS, Z
goto     AX1        ; інакше далі
call     Disp0      ; Виведення 0.12 для ємкості
call     DispDot
call     Digit1
call     Digit2
btfsc    _LX
goto     SP
call     Digit3     ; або 0.123 для індуктивності
goto     Units
AX1      decfsz    AX, F       ; Якщо A=1
goto     AX2        ; інакше далі
AX1Disp  call     Digit1     ; Виведення 1.23 для ємкості
call     DispDot
call     Digit2
call     Digit3
btfsc    _LX
goto     SP
call     Digit4     ; або 1.234 для індуктивності
goto     Units
AX2      decfsz    AX, F       ; Якщо A=2
goto     AX3
AX2Disp  call     Digit1     ; Виведення 12.34

```

	call	Digit2	
	call	DispDot	
	call	Digit3	
	call	Digit4	
AX3	goto	Units	; AND ENG UNITS
	decfsz	AX, F	; Якщо A=3
	goto	AX4	
AX3Disp	call	Digit1	; Виведення 123.4
	call	Digit2	
	call	Digit3	
	call	DispDot	
	call	Digit4	
	goto	Units	
AX4	movlw	'm'	
	movwf	LP	; Префікс "m" - мілі
	movlw	'n'	
	movwf	CP	; або "n" - нано
	decfsz	AX, F	; Якщо A=4
	goto	AX5	
AX4Disp	call	Digit1	; Виведення 1.234
	call	DispDot	
	call	Digit2	
	call	Digit3	
	call	Digit4	
	goto	Units	
AX5	movlw	0xE4	
	decfsz	AX, F	; A=5
	goto	AX6	
AX6	goto	AX2Disp	; 12.34
	decfsz	AX, F	; A=6
	goto	AX7	
	goto	AX3Disp	; 123.4
AX7	movlw	" "	
	movwf	LP	; Немає префіксу
	decfsz	AX, F	; A=7
	goto	AX2Disp	; 12.34 H
	goto	AX1Disp	; 1.234 H
SP	call	DispSP	
Units	btfsz	LX	
	goto	DispCap	
	movf	LP, W	
	call	CharLCD	; Виведення префіксу u, m або порожньо
	movlw	'H'	
	call	CharLCD	
	call	DispSP	
	btfsz	Flags, 6	; У режимі подвійного калібрування
	return		; вихід тут,
	goto	Meter	; а звичайному - тут
DispCap	movf	CP, W	; Префікс для ємкості
	call	CharLCD	
	btfsz	Flags, 6	; Вихід після індикації
	goto	Meter	; "паразитної" ємкості котушки
	movlw	'F'	
	call	CharLCD	
	call	DispSP	
	goto	Meter	



РОЗРОБКА ТЕСТЕРУ РАДІОЕЛЕМЕНТІВ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА

Розробив: Шаманський Віталій, ОТФК ОНТУ

Радіоелементи, які можна тестувати за допомогою розроблюваного приладу



RLC-вимірювач MIC-4070D



Переваги MIC-4070D:

- Невеликі масо-габаритні розміри;
- Низька вартість;
- Автономне живлення;
- Досить широкий діапазон вимірювання;
- Автоматичний вибір частоти вимірювання і схеми заміщення;
- Можливість вимірювання SMD-компонентів.

Недоліки MIC-4070D:

- Лише дві частоти вимірювання-1 20Гц і 1 КГц;
- Індикація лише одного вимірюваного параметра;
- Неможливість зміни рівня тест-сигналу;
- Немає зв'язку з ПК

RLC-вимірювач E7-22



Характеристики	Параметри	Значення
Активний опір (RAC)	Межі вимірювання	20 / 200 / 2000 Ом / 20 / 200 / 2000 кОм / 10 МОм
	Дозвіл	1 / 10 / 100 мОм / 1 / 10 / 100 Ом / 1 кОм
	Погрішність вимірювання	± (0,5...0,8% + 3 D) 200 Ом / ... / 2000 кОм ± (1,2...2% + 8 D) 20 Ом, 10 МОм
Ємність	Межі вимірювання	2000 пФ / 20 / 200 / 2000 нФ / 20 / 200 / 2000 мкФ / 20 мФ
	Дозвіл	0,1 / 1 / 10 / 100 пФ / 1 / 10 / 100 нФ / 1 мкФ
	Погрішність вимірювання	± (0,7% + 3 D) 20 нФ / ... / 200 мкФ, (D < 0,5) ± (1...5% + 5 D) 2000 пФ, 2000 мкФ, 20 мФ (D < 0,1)
Індуктивність	Межі вимірювання	2000 мкГн / 20 / 200 / 2000 мГн / 20 / 200 / 2000 / 10000 Гн
	Дозвіл	0,1 / 1 / 10 / 100 мкГн / 1 / 10 / 100 мГн / 1 Гн
	Погрішність вимірювання	± (0,7% + 5 D) 200 мГн / ... / 200 Гн ± (1...2% + 5 D) 2000 мкГн, 20 мГн, 2000 Гн
Добротність (Q), Втрати (D)	Межі вимірювання	0,9999 / 9,999 / 99,99 / 999,9
	Дозвіл	0,0001 / 0,001 / 0,01 / 0,1
	Погрішність вимірювання	Відповідає погрішності вимірювання ємності, індуктивності
Вимірювання LCR	Вибір меж вимірювання	Автоматичний або ручний по основній шкалі Автоматичний по додатковій шкалі
	Швидкість вимірювання	1 вим./с
	Індикація результатів вимірювання	Шкала основна/додаткова: Ls/Q, D, Rs; Lp/(Q, D, Rp); Cs/Q, D, Rs; Cp/(Q, D, Rp); Rac
Тест-сигнал	Схема вимірювання	Паралельна або послідовна (ручний вибір)
	Частота тест-сигналу	120 Гц, 1 кГц, (ручний вибір)
	Рівень тест-сигналу	0,5 В
Дистанційне керування	Інтерфейс	Послідовний порт по стандарту RS-232C з оптичною розв'язкою
Дисплей	Відображувані параметри	Основний екран (Rac, L, C), додатковий екран (Q, D, Rs, Rp), індикатори параметрів режиму вимірювання
	Формат індикації	4 1/2 розряди (1 9999) основна шкала 4 розряди (9999) додаткова шкала
	Індикація перевантаження	"OL"
Загальні дані	Напруга живлення	9 В ("Крона"), AC-DC адаптер 12...15 В / 50 mA (опція)
	Габарити Маса	91 x 192 x 52 мм 365 г

RLC-вимірювач MT 4080A



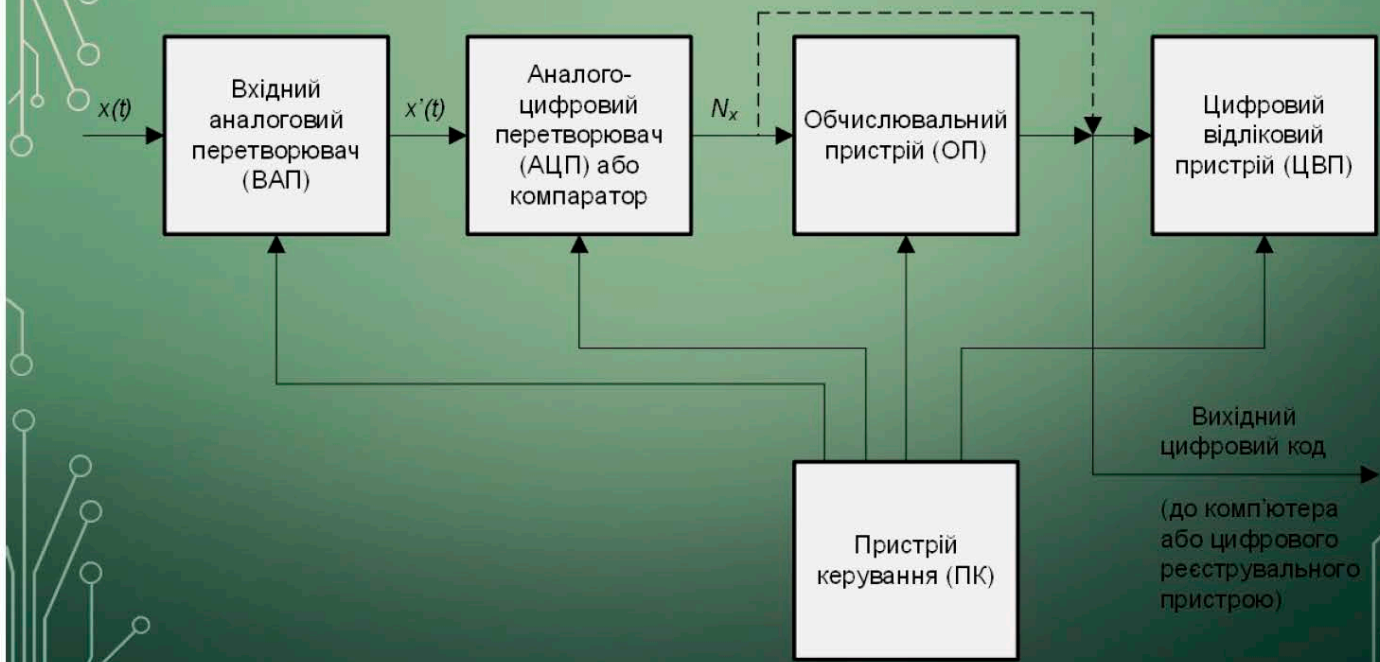
Прилади володіють наступними функціональними особливостями:

- Вибір частоти вимірювання (100 Гц, 120 Гц, 1кГц, 10 кГц і для MT-4080A 100 кГц);
- Вибір рівня тест-сигналу;
- Вибір швидкості вимірювання;
- Відносні вимірювання;
- Вибір паралельної або послідовної схеми заміщення;
- Автоматичний вибір меж вимірювання з можливістю фіксації вибраної межі;
- Два індикатори – один для індикації основних параметрів, другий для індикації допоміжних параметрів;
- Можливість вибору вимірювання і індикації таких допоміжних параметрів як добротність (D) тангенс втрат (Q) і еквівалентний послідовний опір (R) при установці послідовної схеми заміщення
- Програмна компенсація режимів короткого замикання (K3) і холостого ходу (XX);
- Бездротовий інфрачервоний інтерфейс для зв'язку з комп'ютером;
- Внутрішній акумулятор, що забезпечує автономну роботу і що автоматично заряджається при роботі від мережі 220В.

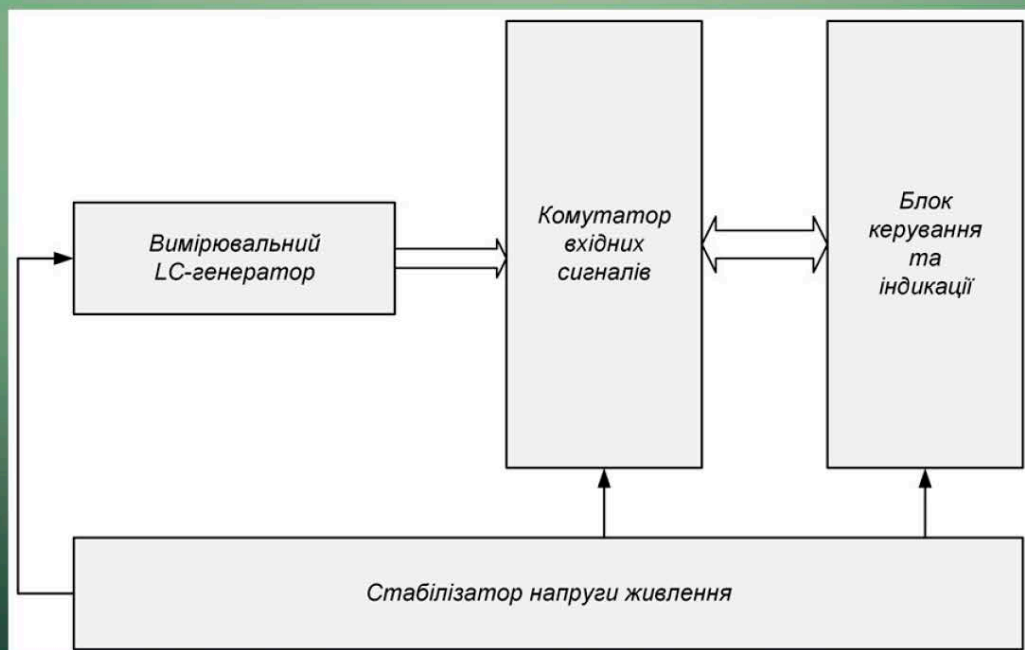
Загальна побудова цифрового вимірювального приладу



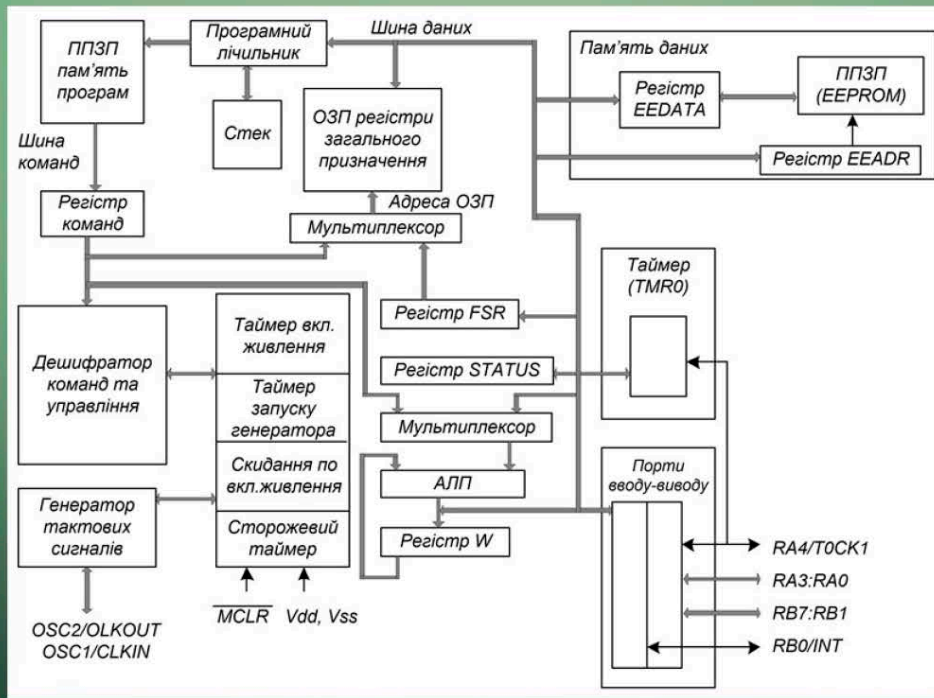
Функціональна схема цифрового вимірювального приладу



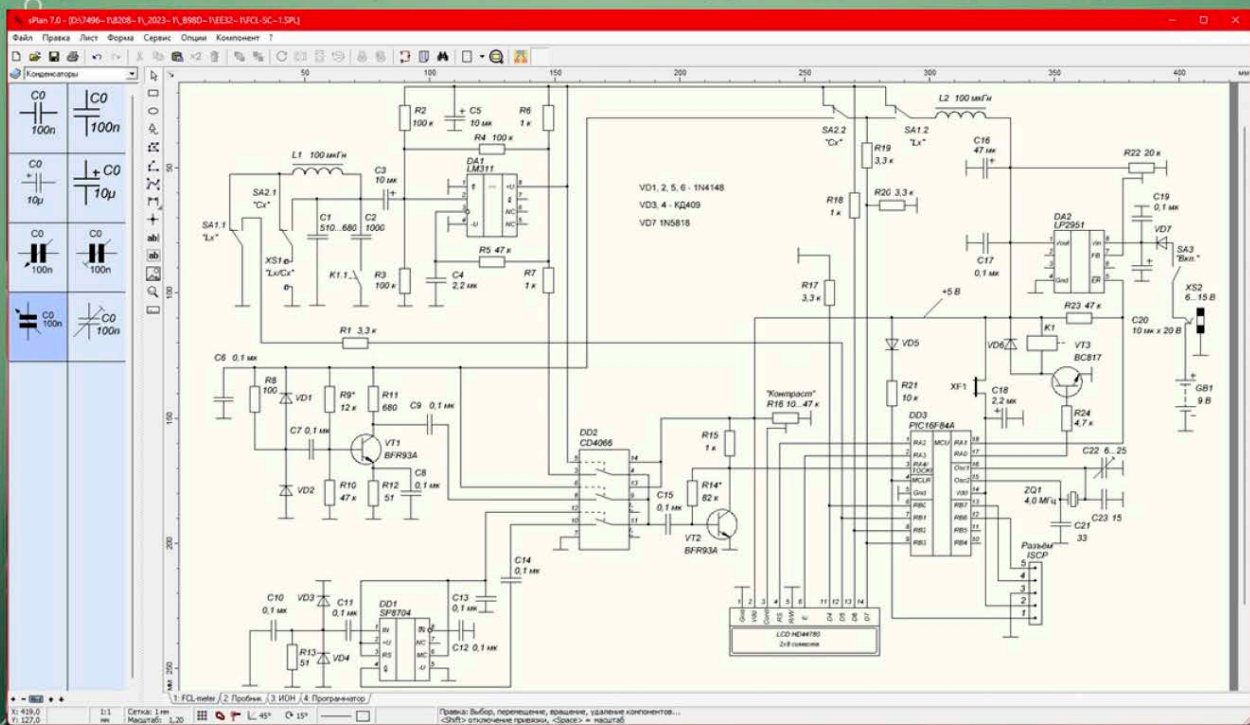
Структурна схема тестеру радіоелементів



Структурна мікроконтролера PIC16F84A



Принципова електрична схема тестеру конденсаторів та дроселів



Модель
друкованої плати
та монтажної
схеми тестеру
(САПР SprintLayout)

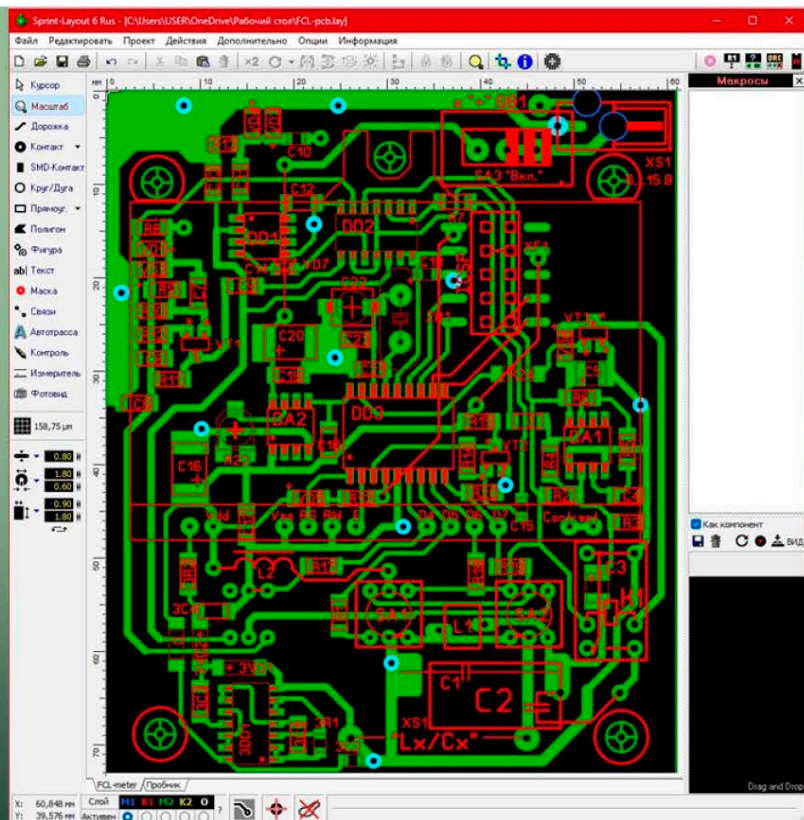
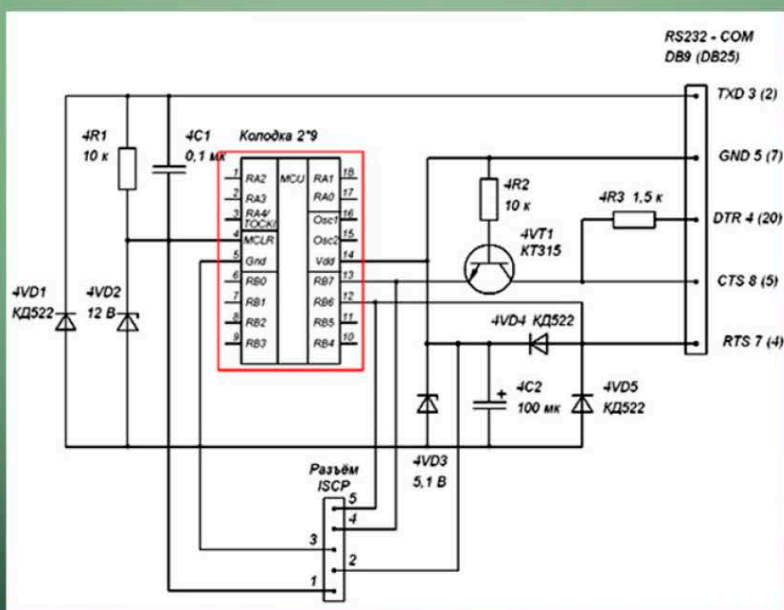
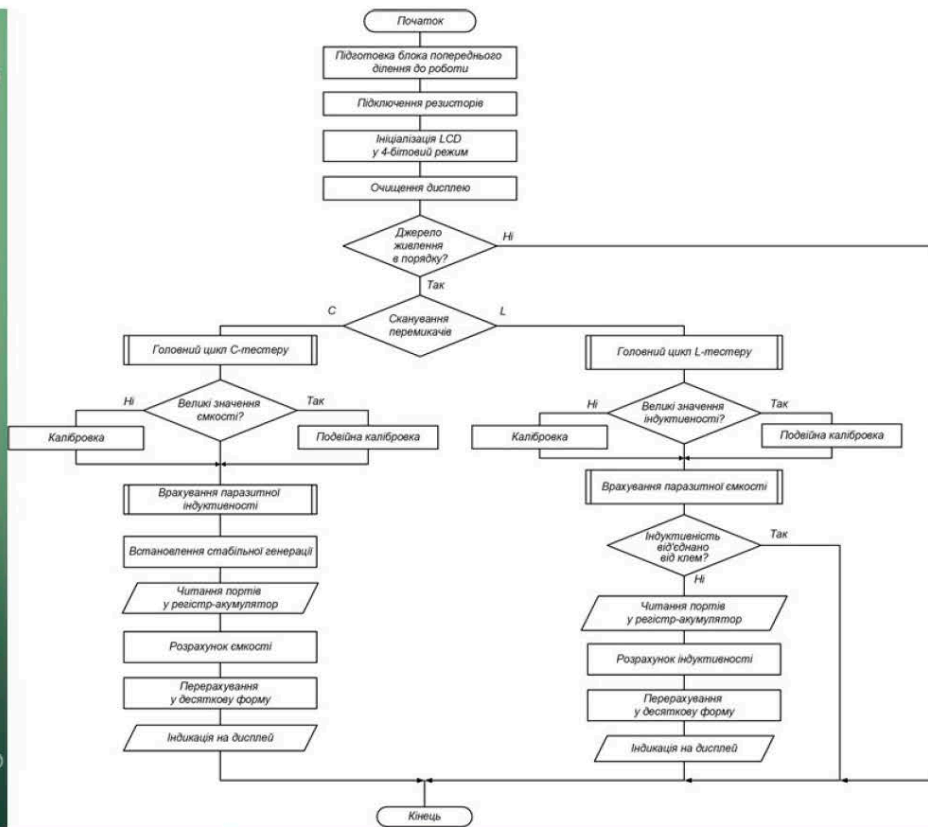


Схема програматора JDM для мікроконтролера PIC16F84A





БСА роботи мікроконтролера тестеру конденсаторів та дроселів

Зовнішній вигляд тестеру радіоелементів на базі мікроконтролера



Зовнішній вигляд індикатору
в режимі вимірювання ємності 47 пФ

C = 47.56 pF

Зовнішній вигляд індикатору
в режимі самокалібрування

Calibration

Зовнішній вигляд індикатору
в режимі вимірювання ємності 200 мкФ

C = 196.87 uF

Зовнішній вигляд індикатору
у режимі вимірювання індуктивності
125 мГн та власної ємності дроселя

**I = 123.4 mH
475.6 pF**

Зовнішній вигляд індикатору
у режимі вимірювання
індуктивності 5 мкГн

I = 4.756 uH

Зовнішній вигляд індикатору
у режимі вимірювання
індуктивності 0.175 Гн

I = 0.176 H

Режим встановлення констант
для вимірювального приладу

**Constant X1
1000**

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Шаманського Віталія Ігоровича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

Керівник дипломного проекту (роботи) Кривченко Анастасія Анатоліївна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) Розробка тестеру радіоелементів на базі мікроконтролера

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 75 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини 16 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню Представлений на рецензію дипломний проект повністю відповідає меті проектування та технічному завданню. Тематика дипломного проекту є актуальною та присвячена розробки вимірювального приладу для визначення ємності конденсаторів та індуктивності дроселів на базі мікроконтролера.

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи) Дипломний проект складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. У технологічному розділі виконано огляд і аналіз роботи цифрових вимірювальних приладів, аналіз схемотехніки аматорських тестерів радіоелементів, принципи вимірювання комплексних параметрів, розробка структурної схеми тестеру радіоелементів, вибір мікроконтролера та аналіз його характеристик, розробка принципової електричної схеми та плати тестеру, налаштування тестеру.

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту (роботи) Графічна частина виконана на достатньо високому рівні у вигляді презентації із використанням офісного пакету Microsoft PowerPoint та Visio. Пояснювальна записка виконана акуратно та у відповідності до норм оформлення документів із використанням офісного пакету Microsoft Word. Загальна якість виконання документації – добра, академічного плагіату у роботі не виявлено

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи) _____

Перевагою розробленого тестеру радіоелементів відносно окремих
вимірювальних приладів для конденсаторів та дроселів є універсальність,
оскільки прилад є комбінованим, і невисока собівартість розробки.

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи) _____
Серед недоліків роботи варто вказати, відсутність посилань на перелік
використаних джерел та недостатньо розглянуто функціонал керування.

Оцінка розрахункової частини _____ відмінно

Оцінка графічної частини _____ відмінно

Загальна оцінка _____ відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента Стайкуца Сергій Володимирович

Місце роботи і посада рецензента _____
“Державний університет інтелектуальних технологій і зв’язку”,
доцент кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації,
помічник декана факультету інформаційних технологій та кібербезпеки

Підпис: _____ 

« 16 » червня 2023 р.

ПІДПИС ПОСВІДЧУЮ
НАЧАЛЬНИК ВІДДІЛУ
КАДРІВ ДУІТЗ





ВІДГУК

керівника на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Шаманського Віталія Ігоровича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма: «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

Тема дипломного проекту: Розробка тестеру радіоелементів на базі
мікроконтролера

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) Дипломний проект виконано відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка містить 75 сторінки. У пояснювальній записці виконано опис етапів розробки вимірювального приладу для визначення ємності конденсаторів та індуктивності дроселів на базі мікроконтролера, а також його програмного забезпечення. Графічна частина складається з 16 слайдів мультимедійної презентації, які також містять креслення, передбачені технічним завданням. Якість виконання пояснювальної записки та графічної частини добра, розробку виконано в повному обсязі.

б) самостійність роботи над проектом: Протягом всього строку дипломного проектування та переддипломної практики здобувач освіти Шаманський В.І. поступово та послідовно виконував всі етапи розробки. Всі роботи здобувач освіти виконував самостійно, з оглядом на рекомендації керівника

в) теоретична підготовка випускника (випускниці): Здобувач освіти Шаманський В.І. під час роботи над дипломним проектом вивчив достатню кількість літературних джерел та матеріалів за даною тематикою.

Вважаю, що теоретична підготовка дипломника добра і він готовий до захисту дипломного проекту

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання _____
Під час дипломного проектування здобувач освіти Шаманський В.І. мав
змогу самостійно приймати окремі рішення з реалізації принципової
електричної схеми пристрою та показав вміння організовано працювати над
поставленим завданням, складати креслення та розрахунки за допомогою
сучасних комп'ютерних програмних засобів та САПР, таких як NI Multisim,
Compass, P-CAD

Оцінка розрахункової частини _____	Відмінно _____
Оцінка графічної частини _____	Відмінно _____
Загальна оцінка _____	Відмінно _____

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту _____
Кривченко Анастасія Анатоліївна

Місце роботи і посада керівника дипломного проекту _____
ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", викладач
спецдисциплін комісії комп'ютерних технологій та програмної інженерії,
голова обласної методичної комісії викладачів комп'ютерної інженерії

Підпис _____

«12» 06 2023 р.

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Шаманський Віталій Ігорович,
здобувач освіти гр. 4КС-56, та

Кривченко Анастасія Анатоліївна,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до випускної кваліфікаційної роботи молодшого спеціаліста на тему:

«Розробка лінійно-інтерактивного джерела безперебійного живлення для ПК» (автор роботи – Шаманський В.І., керівник роботи – Кривченко А.А.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2023 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

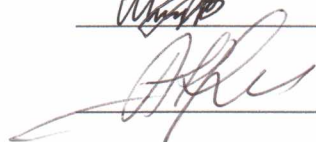
Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи, і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Шаманський В.І. /

Керівник



/ Кривченко А.А. /

«12» червня 2023 р.

Ім'я користувача:
Наталія Вікторівна Копусь

ID перевірки:
1015286229

Дата перевірки:
27.05.2023 16:38:18 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
27.05.2023 16:40:13 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: Шаманський В.І._4КС-56

Кількість сторінок: 56 Кількість слів: 11116 Кількість символів: 81226 Розмір файлу: 3.09 MB ID файлу: 1014958709

15.1% Схожість

Найбільша схожість: 5.13% з Інтернет-джерелом (<http://referatwork.ru/refs/source/ref-46803.html>)

15.1% Джерела з Інтернету 377

Сторінка 58

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи 8