

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«МІКРОПРОЦЕСОРНІ ПРИСТРОЇ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
141 – «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»
(У ТОМУ ЧИСЛІ СКОРОЧЕНИЙ ТЕРМІН НАВЧАННЯ)
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2017

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Мікропроцесорні пристрої» для студентів денної та заочної форми навчання зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (у тому числі скорочений термін навчання) освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач старш. викл. М. Ю. Юхименко

Рецензент к.т.н., доц. А. П. Калінов

Кафедра систем автоматичного управління та електроприводу

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол «___» від «___» _____ 2017 р.

Голова методичної ради _____ проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Теми та погодинний розклад лабораторних і самостійних робіт	6
2 Перелік лабораторних робіт	7
Лабораторна робота № 1 Ознайомлення з принципами програмування однокристальних мікро-ЕОМ сімейства i8051	7
Лабораторна робота № 2 Дослідження принципів відображення інформації в мікропроцесорних системах	12
Лабораторна робота № 3 Дослідження системи переривань МК i8051 ..	19
Лабораторна робота № 4 Дослідження організації цифро-аналогового перетворення сигналів	26
Лабораторна робота № 5 Дослідження принципів аналого-цифрового перетворення інформації	32
Лабораторна робота № 6 Вивчення принципів обробки частотних і часових параметрів сигналів	39
3 Критерії оцінювання знань студентів	47
Список літератури	48
Додаток А Зразок оформлення титульної сторінки звіту з лабораторної роботи	49

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Мікропроцесорні пристрої» охоплює широке коло питань схемотехнічного проектування функціональних елементів і вузлів сучасних систем керування електромеханічним обладнанням. Значна увага при цьому приділяється питанням розробки пристроїв керування на сучасній елементній базі. Активне володіння методами проектування сучасних пристроїв програмованої логіки необхідне майбутньому фахівцю в галузі електромеханіки, що спеціалізується на розробці систем автоматизованого електропривода. Разом з тим знайомство з різними типами цифрових і мікропроцесорних пристроїв, їх призначенням і характеристиками є необхідною умовою успішної діяльності фахівця в будь-якій, навіть не пов'язаній безпосередньо з питаннями схемотехніки, галузі електромеханіки.

Метою навчальної дисципліни «Мікропроцесорні пристрої» є поглиблення спеціальної підготовки фахівців у галузі електромеханіки, ознайомлення з класифікацією та архітектурою мікропроцесорних пристроїв, вивчення принципів побудови, функціонування та проектування апаратних і програмних засобів мікропроцесорних систем.

У результаті проведення лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Мікропроцесорні пристрої» студент повинен

знати:

- сучасний стан і можливості елементної бази мікропроцесорної техніки;
- типові структури, склад і основні характеристики мікропроцесорів і однокристальних мікро-ЕОМ;
- особливості організації розробки програмного забезпечення мікропроцесорних систем;
- організацію апаратних і програмних засобів мікропроцесорних систем модульної структури;
- методи використання засобів мікропроцесорної техніки у проектуванні засобів і систем керування технологічними процесами та об'єктами;

уміти:

- розробляти алгоритми і програмні додатки для реалізації типових обчислювальних і керуючих операцій;
- обґрунтовано вибирати елементну базу для реалізації сучасних цифрових пристроїв керування електромеханічними системами, розробляти структуру та принципи функціонування мікропроцесорних пристроїв;
- проектувати системи збору, обробки та передачі технологічної інформації з використанням мікропроцесорних засобів;
- розробляти засоби узгодження мікропроцесорних систем і однокристальних мікро-ЕОМ з технологічним обладнанням.

Пропоновані методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Мікропроцесорні пристрої» містять шість лабораторних робіт для вивчення роботи мікропроцесорних пристроїв і орієнтовані на студентів, які вивчили основи схемотехніки систем керування електроприводами промислових механізмів, і призначені для оволодіння практичною методикою самостійної постановки, підготовки та розв'язання інженерних задач проектування систем керування електромеханічними системами на основі мікропроцесорної техніки з використанням сучасних програмних і апаратних засобів.

**1 ТЕМИ ТА ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛАБОРАТОРНИХ
І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

№ пор.	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		К-сть год (лб)	К-сть год СРС	К-сть год (лб)	К-сть год СРС
Змістовий модуль 1					
1	Ознайомлення з принципами програмування однокристальних мікро-ЕОМ сімейства i8051	2	2	0,5	2
2	Дослідження принципів відображення інформації в мікропроцесорних системах	2	4	–	–
3	Дослідження системи переривань МК i8051	2	4	1	4
Змістовий модуль 2					
4	Дослідження організації цифро-аналогового перетворення сигналів	2	4	1	2
5	Дослідження принципів аналого-цифрового перетворення інформації	2	4	0,5	2
6	Вивчення принципів обробки частотних і часових параметрів сигналів	2	4	1	2
Усього за семестр		12	22	4	12

2 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота № 1

Тема. Ознайомлення з принципами програмування однокристальних мікро-ЕОМ сімейства i8051

Мета: засвоїти функціональні можливості навчально-відлагоджувального стенда, внутрішню структуру й системи команд МК сімейства I8051.

Короткі теоретичні відомості

Навчально-відлагоджувальний стенд (рис. 1.1) являє собою одноплатний мікропроцесорний контролер, оснащений пам'яттю програм, пам'яттю даних і різноманітними периферійними пристроями. Він дозволяє відлагоджувати програми для мікроконтролерів сімейства i8051, написані мовами С і Асемблер.

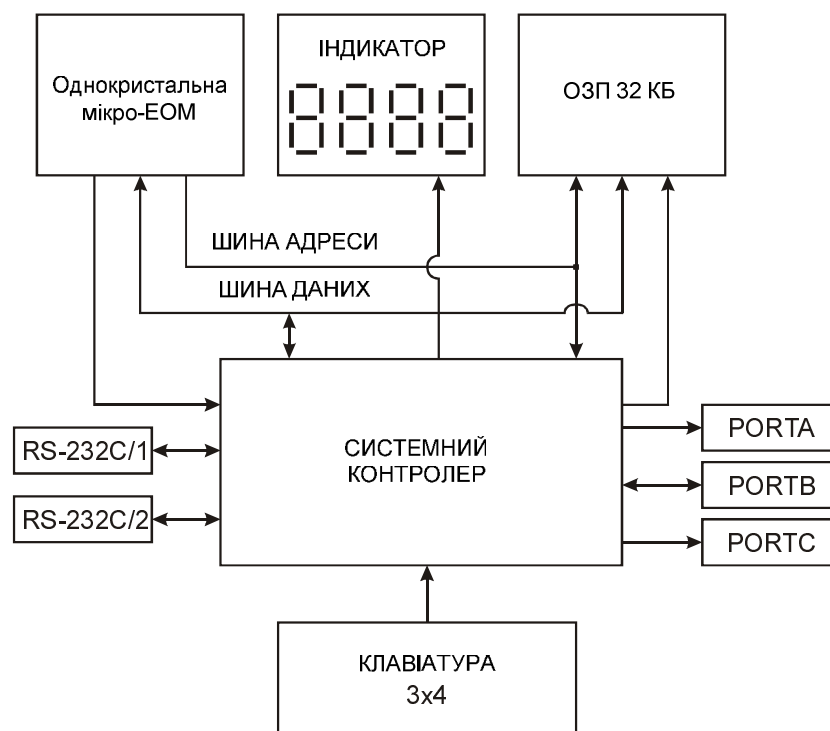


Рисунок 1.1 – Структурна схема навчально-відлагоджувального стенда

Системний інтерфейс містить повну шину адреси (16 ліній), шину даних, лінії сигналів переривань і сигнали керування пам'яттю, а також кола живлення. Завантаження програми здійснюється з персонального комп'ютера через послідовний USB-інтерфейс. Живлення стенда (+5 В) і зв'язок з

персональним комп'ютером здійснюється за допомогою універсального USB-кабелю.

У складі стенда є два стандартних послідовних порти RS-232 C, послідовна Flash-пам'ять з інтерфейсом I²C, пам'ять програм і пам'ять даних обсягом по 64 КБ (рис. 1.3). Наявність системного і периферійного інтерфейсів дозволяє використовувати стенд для відлагоджування будь-яких систем.

Приклад виконання завдання до лабораторної роботи № 1

Завдання: скласти вміст регістрів R1 і R4 поточного банку регістрів і відобразити результат на статичному індикаторі.

ORG 0

```
mov R1,#04h           ;записати в R1 число 04
mov R4,#30h           ;установити в R4 число 30
mov DPTR,#0B000h      ;установити в DPTR адресу інд. DD17, DD18
mov A,R1               ;записати в A значення R1
add A,R4               ;скласти значення в A і R4 результат в A
movx @DPTR,A          ;відобразити на інд. DD17, DD18 число, що
                      ;зберігається в A
mov A,#00h             ;очистити вміст A
Con: jmp Con           ;зупинка програми шляхом зациклення
END
```

Хід роботи

1. Вивчити структурну схему стенда, розподіл пам'яті, призначення вузлів. Вивчити структуру ОЕОМ сімейства i8051. Вивчити синтаксис команд пересилання, арифметичних команд, команд переходів.

2. Розробити алгоритм для виконання індивідуального завдання (табл. 1.2) до початку лабораторного заняття.

3. Скласти текст програми, що реалізує виконання індивідуального завдання до початку лабораторного заняття.

4. На персональному комп'ютері завантажити текстовий редактор. У текстовому редакторі набрати текст програми в мнемокодах мови Асемблер для мікроконтролерів i8051. Зберегти набраний файл з розширенням *.asm.

5. Відкомпілювати набрану програму відповідними засобами програми асемблер для МК i8051.

6. Можливі похибки, що виникли при перевірці програми, можна проглянути у файлі, який має таке саме ім'я, що й вихідний файл з текстом програми і розширення *.lst.

7. Після усунення всіх похибок дані файла з розширенням «*.hex» за допомогою програми EVAL32.EXE необхідно занести в пам'ять програм мікроконтролера лабораторного стенда.

8. Вивчити особливості роботи програмно-налагоджувальних засобів (ПНЗ) для мікроконтролера i8051.

9. За допомогою ПНЗ проаналізувати виконання програми, що реалізує індивідуальне завдання.

10. Переконатися в правильному виконанні індивідуального завдання, при негативному результаті здійснити коригування алгоритму або програми. Повторити завантаження програми в пам'ять ОЕОМ лабораторного стенда.

11. Роздрукувати лістинг програми, що працює коректно.

12. Дати письмові відповіді на контрольні питання.

Таблиця 1.2 – Варіанти індивідуальних завдань до лабораторної роботи

№ пор.	Зміст індивідуального завдання
1	Занести до регістра R4 двійково-десятькове число вигляду 0X, до регістра R6 – двійково-десятькове число вигляду X0, суму чисел відобразити на першому і другому знакомісці статичної індикації
2	Занести до регістра R3 двійково-десятькове число вигляду XX і відобразити його на статичній індикації

Продовження таблиці 1.2

3	Занести до регістра В двійково-десятькове число XX, з частотою 2 Гц виводити це число на першому й другому знакомісці статичної індикації
4	Занести до акумулятора двійково-десятькове число XX, до регістра R5 – X0, число з акумулятора відобразити на першому й другому знакомісці статичної індикації, число з R5 відобразити на третьому знакомісці статичної індикації
5	Занести до регістра R2 двійково-десятькове число 0X, до регістра R5 – X0, суму чисел відобразити на другому й третьому знакомісці статичної індикації
6	Занести до комірки з адресою B0h внутрішньої пам'яті ОЕОМ двійково-десятькове число 0X, до регістра R3 – число X0, суму чисел відобразити на другому й третьому знакомісці статичної індикації з частотою 0,5 Гц
7	Занести до регістра R0 двійково-десятькове число XX, поперемінно відобразити молодшу й старшу тетраду числа на першому й четвертому знакомісці статичної індикації з частотою 1 Гц
8	Занести до регістра В двійково-десятькове число X0, до регістра R1 – XX, число з В відобразити на першому знакомісці статичної індикації з частотою 1 Гц, число з R1 відобразити на третьому й четвертому знакомісці статичної індикації з частотою 0,5 Гц
9	Зчитати вміст регістра TCON і відобразити його на третьому та четвертому знакомісці статичної індикації
10	Занести до регістра R4 двійково-десятькове число 0X, до регістра R3 – X0, суму чисел відобразити на другому й третьому знакомісці статичної індикації з повільним (протягом 5 с) згасанням цього числа
11	Занести до акумулятора двійково-десятькове число X0, до регістра В – 0X, суму чисел відобразити на першому й четвертому знакомісці статичної індикації

Продовження таблиці 1.2

12	Занести до регістра В двійково-десятькове число 0X, до регістра R5 – X0, два розряди суми (десятки й одиниці) почергово відобразити на першому й другому знакомісці статичної індикації
13	Занести до регістра R1 двійково-десятькове число 0X, віднімаючи від числа одиницю, відобразити на третьому знакомісці статичної індикації отримане значення від початкового до нуля з частотою 1 Гц
14	Занести до регістра R3 двійково-десятькове число XX, до регістра R5 – XX, поперемінно відобразити ці числа на першому і другому знакомісці статичної індикації (R3) і на третьому й четвертому знакомісці статичної індикації (R5)
15	Занести до регістра А двійково-десятькове число 0X, до регістра R2 – X0, число з А відобразити на четвертому знакомісці статичної індикації, число з регістра R2 відобразити на другому знакомісці статичної індикації з частотою в 0,5 Гц

Зміст звіту

1. Титульна сторінка із зазначенням теми лабораторної роботи.
2. Мета, короткі теоретичні відомості.
3. Опис виконання лабораторної роботи.
4. Текст програми мовою асемблера для OEOM i8051, що реалізує зміст індивідуального завдання (табл. 1.2).
5. Письмові відповіді на контрольні питання.
6. Висновки до роботи.

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте систему команд OEOM i8051. З команд яких типів вона складається?
2. Охарактеризуйте формат команд.
3. Наведіть приклади команд, що використовують прямий і непрямий спосіб адресації.

3. Охарактеризуйте команди зсуву.

4. Наведіть приклади використання арифметичних команд. Які прапорці регістра PSW вони змінюють?

5. Розкрийте особливості використання команд логічних операцій.

6. Поясніть призначення внутрішніх вузлів OEOM i8051.

7. Поясніть призначення й особливості роботи з внутрішньою пам'яттю даних OEOM i8051.

Література: [1, с. 17–46; 2, с. 8–33; 3, с. 44–56].

Лабораторна робота № 2

Тема. Дослідження принципів відображення інформації в мікропроцесорних системах

Мета роботи: засвоїти принципи організації динамічної і статичної індикації та розробку програмного забезпечення для МК сімейства i8051, що забезпечують відображення інформації на пристроях динамічного й статичного типу.

Короткі теоретичні відомості

Найпростішими приладами відображення інформації в цифрових пристроях є світлодіоди та цифрові індикатори. Для відображення цифрової інформації найбільшого поширення набули 7-сегментні індикатори, в яких зображення складається із семи лінійних світлодіодних сегментів, розташованих у вигляді цифри 8.

На основі світлодіодів і 7-сегментних індикаторів будуються підсистеми відображення інформації. Під час побудови підсистем відображення інформації використовують два підходи – динамічну і статичну схеми індикації.

На рис. 2.2 позначено:

– DA – дешифратор адреси, необхідний для вибірки відповідного регістру;

– R1–R4 – регістри, в яких тимчасово зберігається значення коду числа для відображення (відповідний регістр вибирається DA);

- DC1-DC4 – дешифратори, що перетворюють двійковий код на 7-сегментний код;

- HL1-HL4 – 7-сегментні індикатори;

- ШД – шина даних, за допомогою якої здійснюється передача даних на індикацію.

У такій системі кожний індикатор HL1-*n* підключений через власний дешифратор DC1-*n* і реєстр-засувку RG1-*n* до шини даних, вибірка реєстрів RG1-*n* проводиться за допомогою селектора адреси CA. Апаратні витрати при такій організації складають *n* пар «реєстр+дешифратор» при *n* десяткових розрядах індикатора.

Сутність динамічної індикації полягає в почерговому циклічному підключенні кожного розряду індикатора HL1-*n* до джерела інформації через спільну шину даних.

Вибір індикатора здійснюється дешифратором DA. У реєстрі RD зберігається цифровий код, призначений для відображення. У реєстрі RA зберігається адреса індикатора.

У навчально-відлагоджувальному стенді (рис. 2.1) статична індикація реалізована на чотирьох статичних 7-сегментних індикаторах HG1 (розряди HG1.0, HG1.1, HG1.2, HG1.3). Звернення до них здійснюється як до комірок зовнішньої пам'яті даних з адресами A000h (ліва пара знакомісць) і B000h (права пара знакомісць).

Динамічна індикація реалізована на платі розширення лабораторного стенда за допомогою 4-розрядного 7-сегментного індикатора HL2. Керування динамічною індикацією здійснюється за допомогою ліній порту В системного контролера, сигнали вибору відповідного індикатора надходять з ліній порту PC0, PC1 до дешифратора адреси розряду DD3.

Знакосинтезуюча індикація реалізована на платі розширення за допомогою матриці світлодіодів 5×7 HG1. Керування матрицею світлодіодів здійснюється за лініями портів введення/виведення PA.0-PA.4 і PC.0-PC.6 системного контролера. Наприклад, для того, щоб засвітити точку з

координатами [1; 1], необхідно встановити рівень логічної одиниці на лінії PA.0 і рівень логічного нуля на лінії PC.0.

Також у стенді є лінійка дискретних світлодіодів HL1-HL8, доступ до яких здійснюється як до осередку зовнішнього ОЗП за адресою 0A006h. Світлодіоди загораються шляхом запису значення логічної одиниці у відповідний розряд даного осередку.

Приклад програми, що реалізує керування статичною індикацією.

Завдання: з частотою 1 Гц відобразити на статичному індикаторі число 04:

CSEG

ORG 000h

Continue:

mov A, #00h

mov DPTR, #0A004h

movx @DPTR, A ;скасувати гасіння знакоміць статичної
;індикації

mov A, #04h ;записати в акумулятор число 4

mov DPTR, #0A000h ;установити в DPTR адресу лівої
;пари знакоміць статичної індикації

movx @DPTR, A ;вивести число 04 на індикатор

mov DPTR, #0B000h ;установити в DPTR адресу правої
;пари знакоміць статичної індикації

movx @DPTR, A ; вивести число 04 на індикатор

call ZAD ;виклик підпрограми затримки

mov A, #00001111b

mov DPTR, #0A004h

movx @DPTR, A ;погасити всі знакоміця статичної індикації

call ZAD ;виклик підпрограми затримки

jmp Continue ;перехід на початок програми

ZAD: ;підпрограма, що реалізує затримку часу

```

mov R1, #0FFh
C2: mov R2, #0FFh
C4: djnz R2, C4
    djnz R1, C2
ret ;вихід з підпрограми
END

```

На рис. 2.1 показана принципова схема елементів стенда, що використовуються під час виконання лабораторної роботи № 2. У лівій частині схеми розташовані 7-сегментні індикатори, що реалізують статичний спосіб керування індикацією.

У табл. 2.2 наведені варіанти індивідуальних завдань для самостійного виконання під час проведення лабораторної роботи.

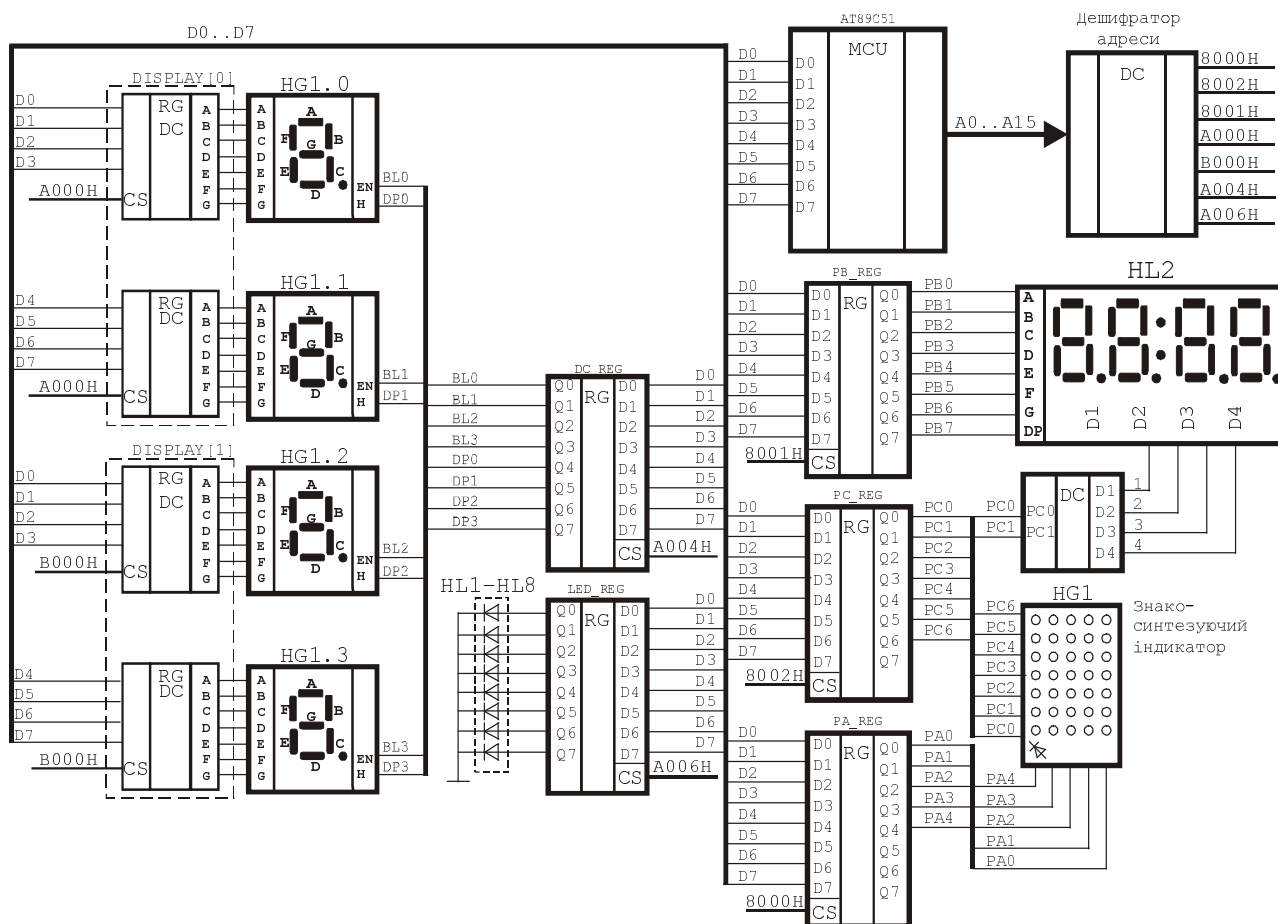


Рисунок 2.1 – Принципова схема підключення індикації до лабораторної роботи № 2

Таблиця 2.1 – Індивідуальні завдання до лабораторної роботи № 2

№ пор.	Зміст індивідуального завдання
1	Занести до реєстра R1 число XXh, віднімаючи від числа по 1, відображувати результат на динамічному індикаторі в молодшому розряді до нуля з частотою 0,5 Гц. Реалізувати вогник, що «біжить» на світлодіодах HL1-HL8
2	Занести до реєстра В двійково-десятькове число X0, до реєстра R1 – XX, число з реєстра В відобразити на знаковсинтезуючому індикаторі, число з R1 відображати на динамічному індикаторі в старшому розряді з частотою 0,5 Гц
3	Включити в шаховому порядку світлодіоди HL1-HL8. Занести до реєстра В двійково-десятькове число 0X, до реєстра R5 – X0, два розряди суми (десятки й одиниці) почергово відображати на статичному індикаторі та динамічному індикаторах із частотою 1 Гц
4	Занести до R6 двійково-десятькове число XXH, до R5 – двійково-десятькове число XX, до R0 двійково-десятькове число XX, відобразити числа з R5, R6 на динамічному індикаторі, а з R0 – на статичному індикаторі
5	Почергово відобразити на знаковсинтезуючому індикаторі числа від 0 до 9, дублювати ці числа на динамічному індикаторі
6	Занести до А двійково-десятькове число 0X, до реєстра R2 – X0, число з А відобразити на статичному індикаторі, число з реєстра R2 відобразити на динамічному індикаторі з частотою 0,6 Гц
7	Занести до акумулятора двійково-десятькове число XX, до реєстра R1 – XX, молодші два розряди суми чисел відобразити на динамічному індикаторі, при цьому на знаковсинтезуючому індикаторі здійснити плавне загоряння числа 5

Продовження таблиці 2.1

8	Занести до регістра R6 число XXh, перетворити його на двійково-десятькове, відобразити його на динамічному індикаторі, відобразити значення R6 на світлодіодах HL1-HL8 і його інверсний стан із частотою 1 Гц
9	Занести до регістра В двійково-десятькове число XX, до регістра R3 XX, різницю чисел відобразити на динамічному індикаторі
10	Відобразити на знаковинтезуючому індикаторі літеру «У». Занести до акумулятора число XX, до регістра R5 X0, число з акумулятора відобразити на статичному індикаторі, число з R5 відобразити на динамічному індикаторі
11	Занести до регістра R0 двійково-десятькове число XX, поперемінно відображати молодший і старший розряди на динамічному індикаторі з частотою 0,5 Гц
12	Занести до регістра R2 двійково-десятькове число XX, до регістра R5 – XX, їх суму відобразити на динамічному індикаторі
13	Занести до регістра В двійково-десятькове число, з частотою 2 Гц виводити це число на статичному індикаторі й одночасно на динамічному індикаторі
14	Поперемінно включати світлодіоди HL1-HL8. Занести до комірки з адресою 0010h зовнішньої пам'яті ОЕОМ двійково-десятькове число 0X, до регістра R3 – XX, суму чисел відобразити в старшому розряді на динамічному індикаторі
15	Занести до регістра R1 двійково-десятькове число 0X, до регістра R3 – XX, суму відобразити на динамічному індикаторі. Шістнадцятькове число відобразити за допомогою дискретних світлодіодів HL1-HL8

Хід роботи

1. Вивчити принципи реалізації різних методів відображення інформації.

2. Розробити алгоритм для виконання індивідуального завдання відповідно до вказаного викладачем варіанта до початку лабораторного заняття.

3. Скласти тест програми мовою асемблера для мікроконтролерів сімейства MCS-51, що реалізує виконання індивідуального завдання до початку лабораторного заняття.

4. Увести тест програми індивідуального завдання за допомогою текстового редактора на персональному комп'ютері.

5. За допомогою програмно-налагоджувальних засобів проаналізувати виконання розробленої програми.

6. Завантажити програму в пам'ять програм стенда. Переконалися в правильному виконанні індивідуального завдання, при негативному результаті здійснити зміну алгоритму або програми. Повторити завантаження програми в стенд ОЕОМ.

7. Роздрукувати лістинг програми, що працює коректно.

8. Відповісти письмово на контрольні питання.

9. Оформити звіт.

Зміст звіту

1. Титульна сторінка із зазначенням теми лабораторної роботи.

2. Мета, короткі теоретичні відомості.

3. Опис виконання лабораторної роботи.

4. Текст програми мовою асемблера для ОЕОМ I8051, що реалізує зміст індивідуального завдання (табл. 2.1).

5. Письмові відповіді на контрольні питання.

6. Висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Які способи керування пристроями відображення інформації в мікропроцесорних пристроях ви знаєте?

2. Пояснити особливості розрахунку часу регенерації для динамічного способу керування індикаторами.

3. Надайте характеристику застосування різних методів відображення інформації.

4. Які схемотехнічні рішення використовуються для побудови схем відображення інформації?

5. Наведіть схеми підключення до ліній введення/виведення мікропроцесорної системи дискретних індикаторів.

6. Як здійснюється включення рідкокристалічних індикаторів?

7. Як здійснюється включення газорозрядних індикаторів?

Література: [1, с. 55–64; 2, с. 112–137; 3, с. 74–77].

Лабораторна робота № 3

Тема. Дослідження системи переривань МК i8051

Мета: засвоїти режими роботи системи переривань МК i8051, принципи програмної обробки дискретних сигналів, розробку програми опитування джерел дискретної інформації.

Короткі теоретичні відомості

Система переривань OEOM i8051.

Механізм роботи системи переривань однокристалічної мікро-ЕОМ i8051 дозволяє автоматично реагувати на зовнішні та внутрішні події.

Кожне із зовнішніх переривань /INT0, /INT1 може бути активізовано за рівнем або за фронтом сигналів на лініях P3.2, P3.3 за допомогою бітів IT0 і IT1 регістра TCON. У разі надходження запиту зовнішнього переривання /INTx устанавлюється прапорець IEx регістра TCON. Очищення прапорця IEx здійснюється апаратно: у разі переривання за фронтом прапорець IEx скидається під час звернення до відповідної підпрограми обробки переривання; у разі переривання за рівнем прапорець очищається зі зняттям запиту зовнішнього переривання, тобто в IEx відстежується стан виводу /INTx.

Щоб зовнішнє переривання за рівнем було розпізнано, необхідно, щоб низький рівень на виводі INTx утримувався протягом не менше 12 періодів сигналу тактової частоти. Якщо ж переривання активізується за переходом зі

стану високого рівня у стан низького рівня, то циклу низького рівня повинен передувати цикл високого рівня на виводі /INTx.

Переривання від таймерів/лічильників виконуються за прапорцями TF0 і TF1 регістра TCON, які встановлюються при переповненні відповідних регістрів таймерів/лічильників (за винятком режиму 3). Очищення прапорців TF0 і TF1 відбувається під час переходу до підпрограми обслуговування переривання.

Переривання від послідовного порту виконується за станом прапорця закінчення прийому RI або за станом прапорця закінчення передачі TI, які встановлюються в регістрі SCON. На відміну від усіх інших прапорців, RI та TI скидаються тільки програмним шляхом зазвичай у межах підпрограми обробки переривання, де визначається, якому з прапорців RI або TI відповідає запит переривання.

У разі одночасного надходження запитів переривання з однаковим рівнем пріоритету, що дорівнює «0» або «1», обробка їх провадиться в порядку внутрішнього опитування прапорців:

$$IE0 \rightarrow TF0 \rightarrow TE1 \rightarrow TF1 \rightarrow (TI + RI).$$

Установлення прапорців переривання відбувається в кінці машинного циклу, а їх опитування – у наступному циклі. Тільки після виконання останнього циклу поточної команди проводиться апаратний виклик відповідної підпрограми обслуговування, еквівалентний команді LCALL. Початкові адреси таблиці векторів переривань від різних джерел наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Початкові адреси векторів переривань мікроконтролера

Джерело переривання	Адреса
Зовнішнє переривання 0	0003h
Переповнення таймера 0	000Bh
Зовнішнє переривання 1	0013h
Переповнення таймера 1	001Bh
Послідовний порт	0023h

Підпрограма обслуговування переривання триває до виконання команди RETI, за якою відновлюється стан логіки переривання і стан програмного лічильника PC з двох верхніх осередків стека. У разі використання команди RET відновлюється тільки стан програмного лічильника, а стан логіки переривання залишається незмінним.

У складі навчально-налагоджувального стенда є дві окремі кнопки SW15-SW16 (рис. 3.1), які можуть бути опитані як програмно, так і за допомогою використання функцій зовнішніх переривань INT0-INT1 відповідно.

У складі навчально-налагоджувального стенда є матрична клавіатура 3×4 SW3-SW14. Клавіатура підключена до шини даних OEOM за допомогою мікросхеми-буфера DD1 74245 (АП6).

Опитування всієї клавіатури проводиться за три рази (за один раз зчитується стан тільки одного стовпчика клавіатури). Щоб виконати опитування стовпця клавіатури (SW3, SW6, SW9, SW12; SW4, SW7, SW10, SW13; або SW5, SW8, SW11, SW14), необхідно виставити на відповідній лінії адреси (A0, A1, A2 для першого, другого і третього стовпців відповідно) рівень логічного нуля, а на інших лініях – рівень логічної одиниці й прочитати стан буфера клавіатури, підключеного до шини даних OEOM, який доступний для читання як комірка зовнішньої пам'яті за адресою 9000h. Якщо кнопка натиснута, то відповідний біт у зчитаному байті дорівнюватиме нулю, якщо ж не натиснута, то одиниці.

Таблиця 3.2 – Адреси регістрів, що відповідають за обслуговування матричної клавіатури

Стовпець (кнопки)	Адреса
1 (SW3,SW6,SW9,SW12)	9006h
2 (SW4,SW7,SW10,SW13)	9005h
3 (SW5,SW8,SW11,SW14)	9003h

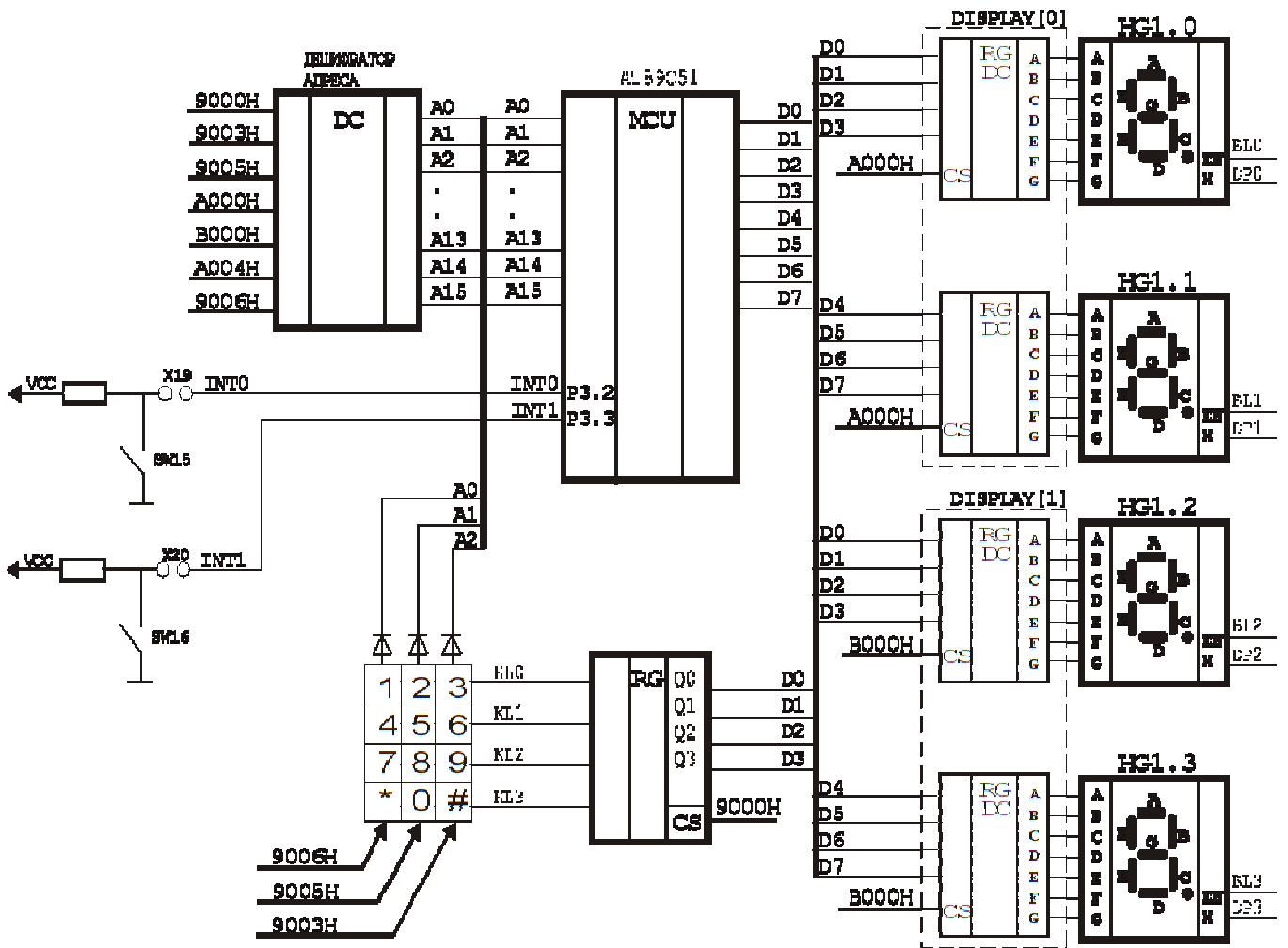


Рисунок 3.1 – Принципова схема до лабораторної роботи № 3

Приклад програмного опитування джерела дискретного сигналу

CSEG

ORG 0

```

jb p3.2,$           ;опитування стану кнопки SW15, якщо
                   ;кнопка натиснута, програма виконується
                   ;далі

```

Continue:

```

mov A,#0
mov DPTR,#0A004h
movx @DPTR,A       ;відмінити гасіння знакоміць C_інд
mov A,#04h         ;записати в акумулятор число 04
mov DPTR,#0A000h   ;установити в DPTR адресу лівої пари

```

```

                                ;знакоміць статичної індикації
movx @DPTR,A                    ;засвітити число 04
mov DPTR,#0B000h                ;установити в DPTR адресу правої пари
                                ;знакоміць статичної індикації
movx @DPTR,A                    ;засвітити число 04
call ZAD                        ;виклик підпрограми затримки
mov A,#00001111b
mov DPTR,#0A004h
movx @DPTR,A                    ;вимкнути всі знакоміця статичної
                                ;індикації

call ZAD
jmp Continue                    ;перехід на початок програми
ZAD:                             ;підпрограма затримки часу
    mov R1,#0FFh
C2:  mov R2,#0FFh
C4:  djnz R2, C4
     djnz R1, C2
     ret                        ;вихід з підпрограми
END

```

Таблиця 3.3 – Варіанти завдань до лабораторної роботи № 3

№ пор.	Зміст індивідуального завдання
1	Порахувати й відобразити на статичному індикаторі кількість натискань кнопки SW15
2	Реалізувати опитування клавіатури. Номер клавіші відобразити шляхом засвічування відповідної точки на знаковсінтезуючому індикаторі

Продовження таблиці 3.3

3	Реалізувати опитування матриці клавіатури. Номер клавіші послідовно відобразити в кожному з розрядів динамічного індикатора
4	Натисканням SW15 запускати послідовне вмикання одного розряду на світлодіодах HL1-HL8, при відпусканні – реалізувати плавне загоряння числа 3 на знакосинтезуючому індикаторі
5	Натисканням кнопки SW16 увімкнути секундомір з відображенням на статичному індикаторі значення секунд, при відпусканні – запускати «тінь», що біжить на світлодіодах HL1-HL8
6	Реалізувати опитування клавіатури. Номер клавіші відображувати позиційним кодом на світлодіодах HL1-HL8 з відображенням значення кнопки на динамічному індикаторі
7	Реалізувати програму введення чотиризначного числа з клавіатури, використовуючи на статичному індикаторі й дублюючи значення натиснутої кнопки на знакосинтезуючому індикаторі
8	Реалізувати опитування клавіатури після 2 натискань SW16. Номер клавіші відобразити на динамічному індикаторі
9	Натисканням SW15 запускати «рядок, що біжить» на знакосинтезуючому індикаторі, а після натискання SW16 запалити всі точки в шаховому порядку
10	Відобразити значення секунд на статичному індикаторі. Після переривання INT0 зупинити секундомір і засвітити світлодіоди
11	Відобразити число 7543 на динамічному індикаторі. За перериванням INT1 засвітити світлодіоди HL _n (n-парне)
12	На статичному індикаторі відобразити число 5555. За перериванням INT0 відобразити «шахматку» на знакосинтезуючому індикаторі, за перериванням INT1 відобразити на статичному індикаторі число 3333
13	Після натискання SW15 реалізувати програму введення тризначного числа з клавіатури з відображенням на статичному індикаторі

Продовження таблиці 3.3

14	За натисканням SW16 запускати «тінь, що біжить» на знакосинтезуючому індикаторі, а під час повторного натискання SW16 згасити всі точки
15	Реалізувати опитування клавіатури. Номер клавіші відображати двійковим кодом на світлодіодах HL1-HL8

Хід роботи

1. Вивчити особливості роботи системи переривання OEOM I8051, механізм опитування дискретних датчиків з механічними контактами.
2. Розробити алгоритм для виконання індивідуального завдання до початку лабораторного заняття.
3. Розробити програму для виконання індивідуального завдання до початку лабораторного заняття.
4. Увести програму індивідуального завдання на ПК.
5. За допомогою пакету μ Vision проаналізувати виконання програми.
6. Завантажити програму до запам'ятовувального пристрою лабораторного стенда. Переконатися в правильному виконанні індивідуального завдання, при негативному результаті здійснити зміну алгоритму або програми. Повторити завантаження програми.
7. Роздрукувати лістинг програми, що працює коректно.
8. Відповісти на контрольні питання викладача.

Зміст звіту

1. Титульна сторінка із зазначенням теми лабораторної роботи.
2. Мета, короткі теоретичні відомості.
3. Опис виконання лабораторної роботи.
4. Текст програми мовою асемблера для OEOM I8051, що реалізує зміст індивідуального завдання (табл. 3.3).
5. Письмові відповіді на контрольні питання.
6. Висновки до роботи.

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте системи переривань OEOM I8051.
2. Які способи обміну інформацією в МП системах ви знаєте?
3. Наведіть приклади реєстрів керування підсистемою обробки переривань мікроконтролера, поясніть принципи їх використання.
4. Охарактеризувати внутрішні запити на переривання.
5. Поясніть, як реалізується апаратне усунення брязкоту контактів для схем з TTL і КМОП логікою.
6. У чому полягають особливості програмної реалізації усунення брязкоту контактів?
7. Обґрунтуйте необхідність застосування апаратного або програмного усунення брязкоту контактів.

Література: [1, с. 117–133; 2, с. 98–112; 3, с. 134–156].

Лабораторна робота № 4

Тема. Дослідження організації цифро-аналогового перетворення сигналів

Мета: засвоїти методи цифро-аналогового перетворення, розробку програмних додатків для формування аналогових сигналів з різними параметрами.

Короткі теоретичні відомості

Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП) генерують на виході напругу або струм, які функціонально пов'язані з керуючим цифровим кодом. Для перетворення двійкового коду в аналоговий сигнал зазвичай використовують струми, які пропорційні значущості розрядів коду, і потім складаються ті струми, що відповідають ненульовим значенням розрядів вихідного коду.

Застосовуються в основному два методи ЦАП: складання одиничних еталонних величин і складання еталонних величин, значущість яких розрізняються. У першому методі для формування вихідної аналогової величини використовується тільки одна еталонна величина значущістю в один

квант. У другому методі застосовуються еталонні величини зі значущістю, що залежить від номера розряду, і в підсумовуванні беруть участь тільки ті еталонні величини, для яких у відповідному розряді вхідного коду встановлене значення одиниці.

У разі використання на вході перетворювача двійкового позиційного коду значення всіх розрядів надходить одночасно, і робота таких ЦАП описується виразом (4.1):

$$X = \frac{P}{2^b - 1} (a_0 \times 2^0 + a_1 \times 2^1 + a_2 \times 2^2 + \dots + a_{b-1} \times 2^{b-1}), \quad (4.1)$$

де X – аналогова величина; a_i – коефіцієнти відповідних двійкових розрядів, які набувають дискретних значень «одиниця» або «нуль»; P – опорний сигнал; b – кількість розрядів;

У перетворювачах з опорної напруги формуються еталонні величини, що відповідають значенням розрядів вхідного коду, які підсумовуються й утворюють значення амплітуди вихідної аналогової величини.

Основні структури, використовувані в ЦАП інтегрального виконання, – це:

- структури з підсумовуванням струмів;
- ЦАП зі зваженими резисторами в колах емітерів;
- ЦАП зі зваженими резисторами в колах навантаження;
- ЦАП зі сходової матрицею $R = 2R$ у колах емітерів транзисторів джерел струмів;
- ЦАП з вихідною сходовою матрицею $R = 2R$.

До параметрів ЦАП відносять: n – кількість розрядів керуючого коду, номінальний вихідний струм, час установаження вихідного сигналу після зміни вхідного керуючого коду, похибка повної шкали, похибка лінійності, диференціальна нелінійність.

Якщо опори резисторів ЦАП співвідносяться як $8R, 4R, 2R, 1R$ (рис. 4.1), то при замиканні всіх комутаторів, відповідно до закону Ома, напруга в точці OUT буде дорівнювати напрузі живлення V_{CC} . Якщо замкнути комутатор

резистора R_8 , напруга в точці OUT дорівнюватиме $V_{CC}/2$. Аналогічно можна визначити значення напруги для різних комбінацій вхідного коду.

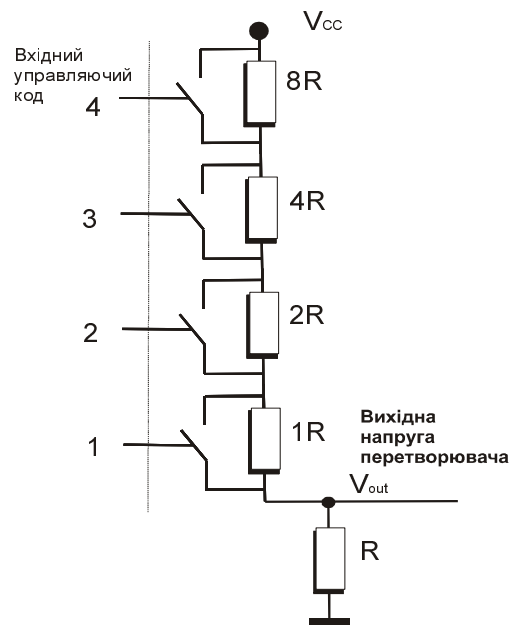


Рисунок 4.1 – Спрощена структура ЦАП, що пояснює принцип перетворення вхідного цифрового коду на струм (напругу) певної величини

До складу навчально-відлагоджувального стенду входить мікросхема ЦАП AD7801. Вона являє собою восьмизарядний ЦАП (з паралельним інтерфейсом) з максимальною амплітудою вихідної напруги, що дорівнює напрузі живлення. Для спостереження вихідного аналогового сигналу з мікросхеми ЦАП необхідно підключити осцилограф до BNC-роз'єму і замкнути перемичку J4 на платі стенда. Доступ до регістра вхідного слова ЦАП здійснюється як до осередку зовнішнього ОЗП за адресою 0F000h.

Приклад реалізації програми цифро-аналогового перетворення.

ORG 0

Begin:

mov A,#0	;записати в акумулятор «0»
mov DPTR,#0F000h	;установити в DPTR адресу ЦАП
movx @DPTR,A	;установити на ЦАП код з акумулятора
call ZAD	;виклик підпрограми затримки

continue:

```
inc A ;збільшити значення акумулятора на  
;одиницю  
movx @DPTR,A ;установити на ЦАП код з акумулятора  
call ZAD  
cjne A,#255, continue ;якщо код не досяг максимального значення,  
;перейти за міткою continue,  
jmp Begin ;інакше перехід на мітку Begin
```

ZAD: ;підпрограма затримки

```
mov R4,#05h
```

C2: mov R2,#0FFh

C3: djnz R2, C3

```
djnz R4, C2
```

```
ret ;вихід з підпрограми
```

END.

Таблиця 4.1 – Варіанти індивідуальних завдань до лабораторної роботи

№ 4

№ пор.	Текст індивідуального завдання
1	Сформувати пилкоподібну напругу з частотою 50 Гц. Відобразити на статичному індикаторі кількість імпульсів, які були сформовані
2	Після натискання кнопки SW3 формувати трикутні імпульси, передній фронт – 20 мс, задній – 10 мс, кожний 10-й імпульс відобразити на індикаторі
3	Після натискання кнопки SW4 формувати трапецієподібні імпульси, передній фронт – 13 мс, задній – 15 мс, кожну секунду запалювати світлодіод HL1
4	Сформувати синусоїдальну напругу з частотою повторення 120 Гц
5	Сформувати пилкоподібну напругу з частотою повторення 200 Гц

Продовження таблиці 4.1

6	Після натискання кнопки SW5 формувати синусоїду з частотою 100 Гц
7	Сформувати прямокутні імпульси з тривалістю 25 мс і шпаруватістю 0,5
8	Після натискання SW16 сформувати трикутні імпульси, передній фронт – 25 мс, задній – 5 мс
9	Сформувати синусоїду з частотою повторення 300 Гц
10	Після натискання SW15 змінити частоту вихідного сигналу з 50 Гц на 100 Гц
11	Сформувати два прямокутні імпульси, один з максимальною амплітудою і тривалістю і другий 2/3 амплітуди максимального з періодом повторення 40 Гц
12	Сформувати прямокутні імпульси з тривалістю 25 мс, після натискання кнопки SW6 на клавіатурі перейти до формування трикутних імпульсів такої самої тривалості
13	Сформувати синусоїду з частотою повторення 70 Гц, за натисненням SW7 на клавіатурі формувати послідовність прямокутних імпульсів з тривалістю 25 мс і шпаруватістю 0,2
14	Після натискання кнопки SW15 сформувати трикутні імпульси, передній фронт – 15 мс, задній – 40 мс
15	Після натискання кнопки SW9 на клавіатурі сформувати трапецієподібні імпульси, передній фронт – 20 мс, задній – 20 мс

Порядок виконання роботи

1. Вивчити структурну схему модуля ЦАП на платі розширення лабораторного стенда.
2. Розробити алгоритм програми для виконання індивідуального завдання до початку лабораторного заняття.
3. Скласти вихідний текст програми, що реалізує виконання індивідуального завдання до початку лабораторного заняття.
4. Увести програму індивідуального завдання за допомогою текстового

редактора на персональному комп'ютері.

5. За допомогою ПВЗ проаналізувати виконання створеної програми.

6. Завантажити програму в пам'ять програм лабораторного стенда.

Переконатися в правильному виконанні індивідуального завдання (формуванні сигналу заданої форми), використовуючи осцилограф, при негативному результаті здійснити зміну алгоритму або тексту програми. Виконати повторне завантаження програми в стенд ОЕОМ.

7. Роздрукувати лістинг програми, що працює правильно.

8. Відповісти на контрольні питання викладача.

Зміст звіту

1. Титульна сторінка із зазначенням теми лабораторної роботи.

2. Мета роботи, короткі теоретичні відомості.

3. Опис виконання пунктів лабораторної роботи.

4. Текст програми мовою асемблера для ОЕОМ I8051, що реалізує зміст індивідуального завдання (табл. 4.1).

5. Письмові відповіді на контрольні питання.

6. Висновки до роботи.

Контрольні питання

1. Які методи аналого-цифрового перетворення й типи АЦП ви знаєте?

2. Охарактеризуйте основні статичні параметри ЦАП.

3. Поясніть поняття дискретності, квантування, роздільної здатності ЦАП.

4. Надайте характеристику процесу цифро-аналогового перетворення.

Що називається нелінійністю ЦАП?

5. Охарактеризуйте динамічні параметри ЦАП.

6. Назвіть чинники, що впливають на похибку перетворення ЦАП.

7. Як здійснюється апаратна реалізація ЦАП?

8. Наведіть приклади практичного застосування ЦАП у системах керування електромеханічним обладнанням.

Література: [1, с. 17–46; 2, с. 8–33; 3, с. 44–56, 7 с. 5–40].

Лабораторна робота № 5

Тема. Дослідження принципів аналого-цифрового перетворення інформації

Мета: засвоїти методи вимірювання й перетворення аналогових величин, розробки програмних додатків для перетворення та введення аналогових сигналів, що надходять до мікро-ЕОМ.

Короткі теоретичні відомості

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) широко застосовуються у вимірювальних системах і вимірювально-обчислювальних комплексах для узгодження аналогових джерел сигналів із цифровими пристроями обробки та керування.

У системах, де основним критерієм є швидкодія, застосовують АЦП паралельного перетворення. АЦП цього типу мають досить складну схемну реалізацію. Для n -розрядного АЦП необхідно $2^n - 1$ компараторів і паралельний дільник напруги, який формує $2^n - 1$ рівнів квантування.

Для реалізації систем з високою перешкодостійкістю застосовують інтегруючі АЦП. Такий АЦП складається з двох перетворювачів. Вимірювана напруга перетворюється в тривалість імпульсу, а потім тривалість імпульсу перетворюється в цифровий код.

Одним з найпоширеніших є АЦП, побудований на базі цифро-аналогового перетворювача (ЦАП). Схеми такого АЦП наведені на рис. 5.1.

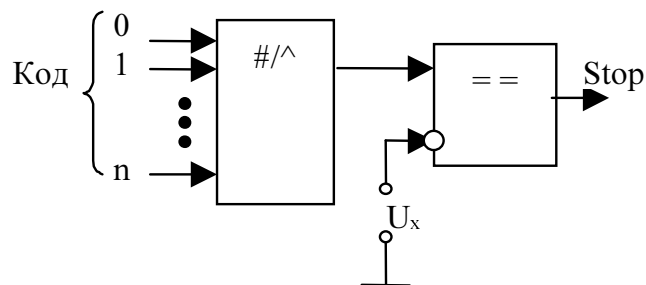


Рисунок 5.1 – Схеми АЦП, побудованого на базі мікросхеми ЦАП

Код формується двійковим лічильником за організацією на базі жорсткої логіки або програмно, якщо АЦП працює у складі обчислювального комплексу.

Вхідний код перетворюється на аналоговий сигнал за допомогою ЦАП. Напряга з виходу ЦАП поступає на один з входів компаратора. На інший вхід подається вимірювана напряга U_x . У момент, коли напряга ЦАП дорівнюватиме вимірюваній, компаратор формує сигнал «Stop», який свідчить про завершення циклу перетворення.

Під час формування коду використовуються різні алгоритми. Найпростішим алгоритмом є порозрядне врівноваження. У разі такого підходу код змінюється від мінімального значення шляхом інкременту одиниці молодшого розряду доти, доки напряга ЦАП не зрівняється з вимірюваною напругою. Недоліком порозрядного врівноваження є невисока швидкодія.

Для скорочення часу перетворення застосовується метод половинних наближень. Урівноваження починається зі старшого розряду. У цьому розряді встановлюється одиниця й читається стан компаратора. Якщо напряга ЦАП більша за вимірювану, то розряд встановлюється в «0», а якщо менша, то розряд зберігає свій стан. Далі так само обробляється наступний розряд. Перетворення закінчується тоді, коли будуть опрацьовані всі розряди.

У системах стеження часто виникає необхідність безперервно зчитувати стан датчика. Це забезпечується незначним часом перетворення за рахунок застосування слідкувального АЦП. Суть цього алгоритму полягає в тому, що спочатку код формується методом половинних наближень. А після порівняння з вимірюваною напругою АЦП відстежує зміну напруги. Якщо напряга зростає, то код порозрядно збільшується доти, доки напряга ЦАП не зрівняється з вимірюваною, і навпаки.

У лабораторному стенді використовується АЦП, побудований на мікросхемах AD7801 (восьмизарядний ЦАП) і LM358 (операційний підсилювач, що виконує функцію компаратора). Стан компаратора можна зчитати з виводу порту P1.7 мікро-ЕОМ. Про закінчення циклу перетворення також свідчить вмикання світлодіода, підключеного до виходу компаратора. Доступ до регістра слова даних ЦАП здійснюється як до осередку зовнішнього ОЗП за адресою 0F000h.

Вимірювана напруга U_x формується змінним резистором, або джерело сигналу підключається до клемників, що з'єднані з входом компаратора.

Приклад програми для лабораторного стенда, що реалізує аналого-цифрове перетворення.

ORG 0

Begin:

mov A,#0 ;записати в акумулятор 0

nextTest:

mov DPTR,#0F000h ;установити в DPTR адресу регістра ЦАП

movx @DPTR,A ;переслати до ЦАП код з акумулятора

mov R3,#50 ;

z2: djnz R3,Z2

jnb P1.7, ShowResult ;перевірка спрацювання компаратора

inc A ;збільшити значення акумулятора на 1

cjne A,#0FFh,NextTest ;якщо код не досяг максимального значення

ShowResult:

mov DPTR,#0B000h ;виведення значення коду на індикатор GH1,

movx @DPTR,A

call ZAD

jmp Begin ;інакше перехід за міткою Begin

ZAD: ;підпрограма затримки

mov R4,#0FFh

C2: mov R2,#0FFh

C3: djnz R2, C3

djnz R4, C2

ret ;вихід з підпрограми

END

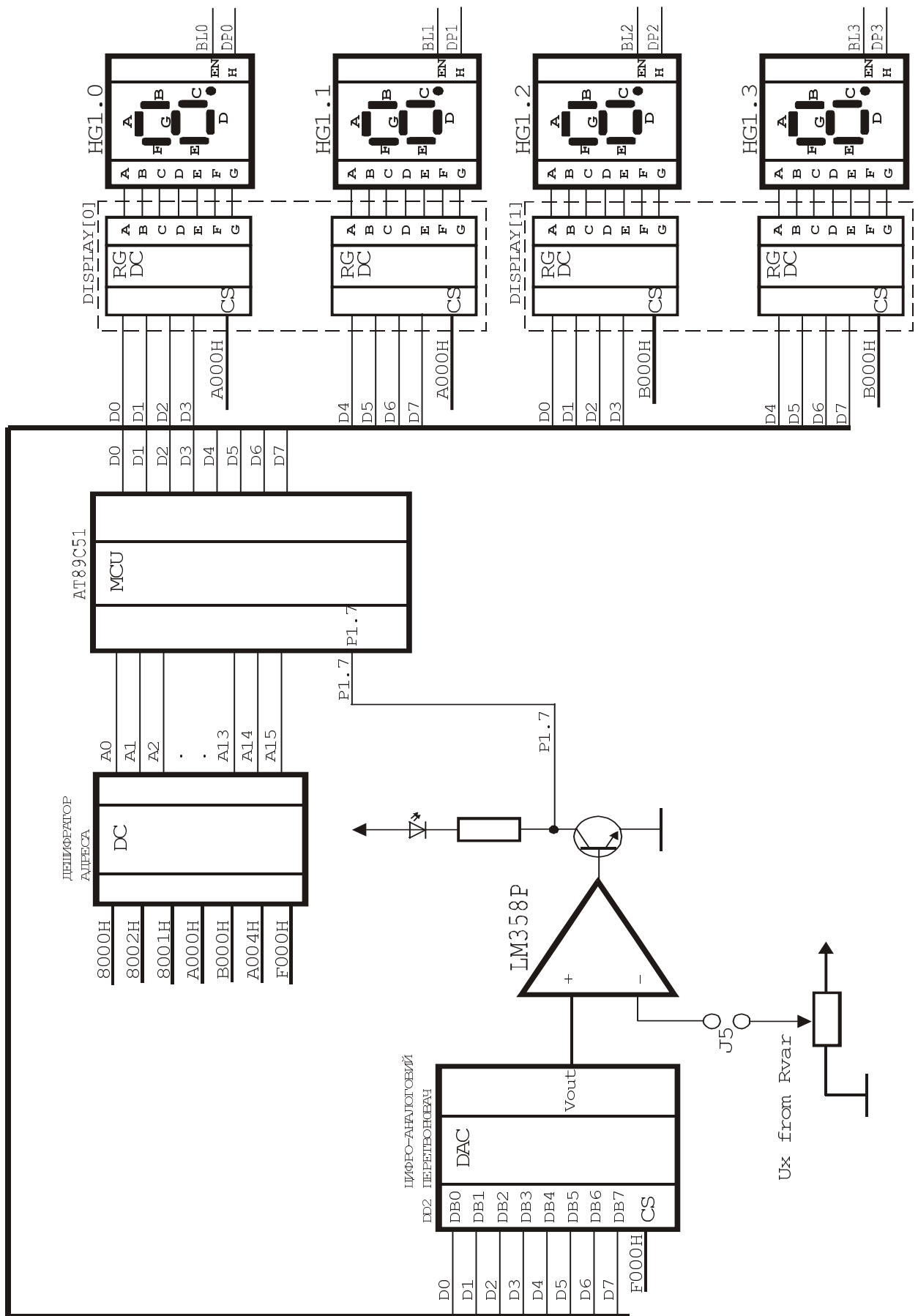


Рисунок 5.2 – Принципова схема реалізації аналого-цифрового перетворення до лабораторної роботи № 5

Таблиця 5.1 – Варіанти індивідуальних завдань до лабораторної роботи № 5

№ пор.	Зміст індивідуального завдання
1	Реалізувати програмно АЦП методом порозрядного врівноваження, значення відображати на статичному індикаторі
2	Реалізувати програмно метод половинних наближень, значення відображати на динамічному індикаторі
3	Реалізувати слідкуючий метод аналого-цифрового перетворення з первісним порозрядним урівноваженням, значення відображати на статичному індикаторі
4	Реалізувати слідкуючий метод аналого-цифрового перетворення з первісним половинним наближенням, значення відображати на статичному індикаторі
5	Після натискання кнопки SW15 запустити АЦП методом половинних наближень, результати перетворення відображувати на динамічному індикаторі
6	Після натискання кнопки SW3 на клавіатурі запустити АЦП порозрядного врівноваження, значення відображувати на статичному індикаторі
7	Після натискання кнопки SW4 на клавіатурі запустити АЦП слідкувального типу з первісним порозрядним урівноваженням, значення відображувати на динамічному індикаторі
8	Після натискання кнопки SW5 на клавіатурі запустити АЦП слідкувального типу з первісним половинним наближенням, значення відображувати на статичному індикаторі
9	Після натискання кнопки SW6 на клавіатурі запустити АЦП половинних наближень, а результат відобразити на динамічному індикаторі після натиснення кнопки SW3

Продовження таблиці 5.1

10	Після переривання за входом INT0 запустити АЦП порозрядного врівноваження, результат перетворення вивести на статичний індикатор
11	Після натискання кнопки SW7 запустити АЦП слідкувального типу з первісним порозрядним врівноваженням, результат відобразити після натиснення кнопки SW8
12	Після натискання кнопки SW8 запустити АЦП слідкувального типу з первісним половинним наближенням, результат відобразити на динамічному індикаторі після натиснення кнопки SW9
13	Реалізувати програмно порозрядне врівноваження, значення відображати на статичному індикаторі
14	Реалізувати програмно метод половинних наближень, значення відображувати на динамічному індикаторі
15	Реалізувати слідкувальний метод перетворення аналого-цифрового сигналу з первісним порозрядним урівноваженням, значення відображувати на динамічному індикаторі

Порядок виконання роботи

1. Вивчити структурну схему модуля АЦП на платі розширення лабораторного стенда.

2. Розробити алгоритм і програму мовою асемблера для МК I8051, що реалізує виконання індивідуального завдання відповідно до даних, що приведені у табл. 5.1 до початку лабораторного заняття.

3. Створити файл мовою асемблера, що реалізує індивідуальне завдання на персональному комп'ютері.

4. За допомогою ПОС проаналізувати виконання створеної програми.

5. Завантажити програму до пам'яті програм лабораторного стенда.

Переконатися в правильному виконанні індивідуального завдання, змінити значення напруги на вході АЦП, повторити перетворення, при негативному результаті внести зміни до алгоритму або тексту програми.

6. Повторити завантаження програми до запам'ятовувального пристрою лабораторного стенду.

7. Роздрукувати лістинг програми, що працює коректно.

8. Відповісти на контрольні питання викладача.

Зміст звіту

1. Титульна сторінка із зазначенням теми лабораторної роботи.

2. Мета, короткі теоретичні відомості.

3. Опис виконання лабораторної роботи.

4. Текст програми мовою асемблера для ОЕОМ I8051, що реалізує індивідуальне завдання (табл. 5.1).

5. Письмові відповіді на контрольні питання.

6. Висновки до роботи.

Контрольні питання

1. Назвіть відомі вам методи аналого-цифрового перетворення та основні типи АЦП.

2. Назвіть основні статичні параметри АЦП.

3. Надайте характеристику процесу аналого-цифрового перетворення, поясніть поняття диференціальної нелінійності АЦП, назвіть причини виникнення відхилення коефіцієнта перетворення.

4. Чим визначається величина напруги зсуву нуля?

5. Охарактеризуйте динамічні параметри АЦП.

6. Поясніть фізичний зміст таких характеристик АЦП: час перетворення, час затримки запуску, час циклу перетворення, максимальна частота перетворення.

7. Які чинники впливають на значення похибки АЦП?

8. Наведіть приклади практичного застосування АЦП в електромеханічних системах.

9. Дайте характеристику побудови пристроїв АЦП з використанням мікросхем ЦАП.

Література: [1, с. 17–46; 2, с. 8–33; 3, с. 44–56, 7 с. 5–40].

Лабораторна робота № 6

Тема: Вивчення принципів обробки частотних і часових параметрів сигналів

Мета: ознайомитись з методами частотного перетворення сигналів, набути навичок реалізації програмних додатків для OEOM MCS-51, які здійснюють вимірювання частоти, періоду, тривалості дискретних сигналів.

Короткі теоретичні відомості

У системах автоматичного керування досить часто доводиться вимірювати такі величини, як частота f , період T , тривалість t , зсув фаз j різноманітних імпульсних сигналів. Для цього зазвичай застосовується перетворення «частота–код». Залежно від того, який саме параметр потрібно вимірювати, можуть бути застосовані різні підходи. Так, наприклад, під час вимірювання частоти f_x проводиться підрахунок імпульсів вхідного сигналу протягом фіксованого відрізка часу (рис. 6.1).

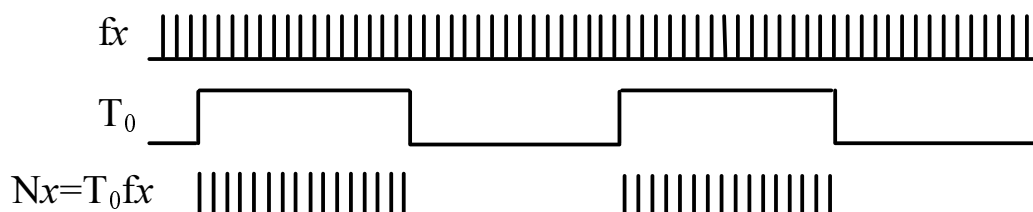


Рисунок 6.1 – Принцип вимірювання частоти досліджуваного сигналу

Такий метод прийнятний для вимірювання частот, більших за 100 Гц. Верхня межа обмежується швидкодією елементів схеми та розрядністю лічильників.

Вимірювання частот нижчих за 100 Гц, замінюється вимірюванням періоду сигналу T_x . При цьому проводиться підрахунок імпульсів фіксованої частоти f_0 на інтервалі, що дорівнює або кратний вимірюваному періоду (рис. 6.2).

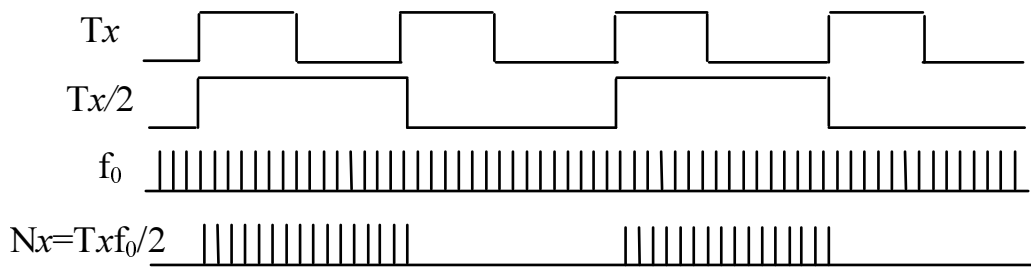


Рисунок 6.2 – Вимірювання періоду сигналу методом підрахунку кількості імпульсів відомої частоти

Лабораторний стенд з платою розширення містить підключений до входу мікроконтролера T0 генератор постійної частоти, а до входу T1 – підключений генератор зі змінною частотою. Сигнали вказаних генераторів можна спостерігати за допомогою осцилографа, підключеного до BNC-роз'єму. Для спостереження сигналу T0 слід замкнути перемичку J1, а для сигналу T1 – перемичку J3.

Таймери/лічильники мікроконтролера i8051 призначені для підрахунку імпульсів, що надходять від джерел зовнішніх подій, а також для отримання програмно-керованих часових затримок.

Принципова схема лабораторного стенда для проведення лабораторної роботи № 6 показана на рис. 6.3.

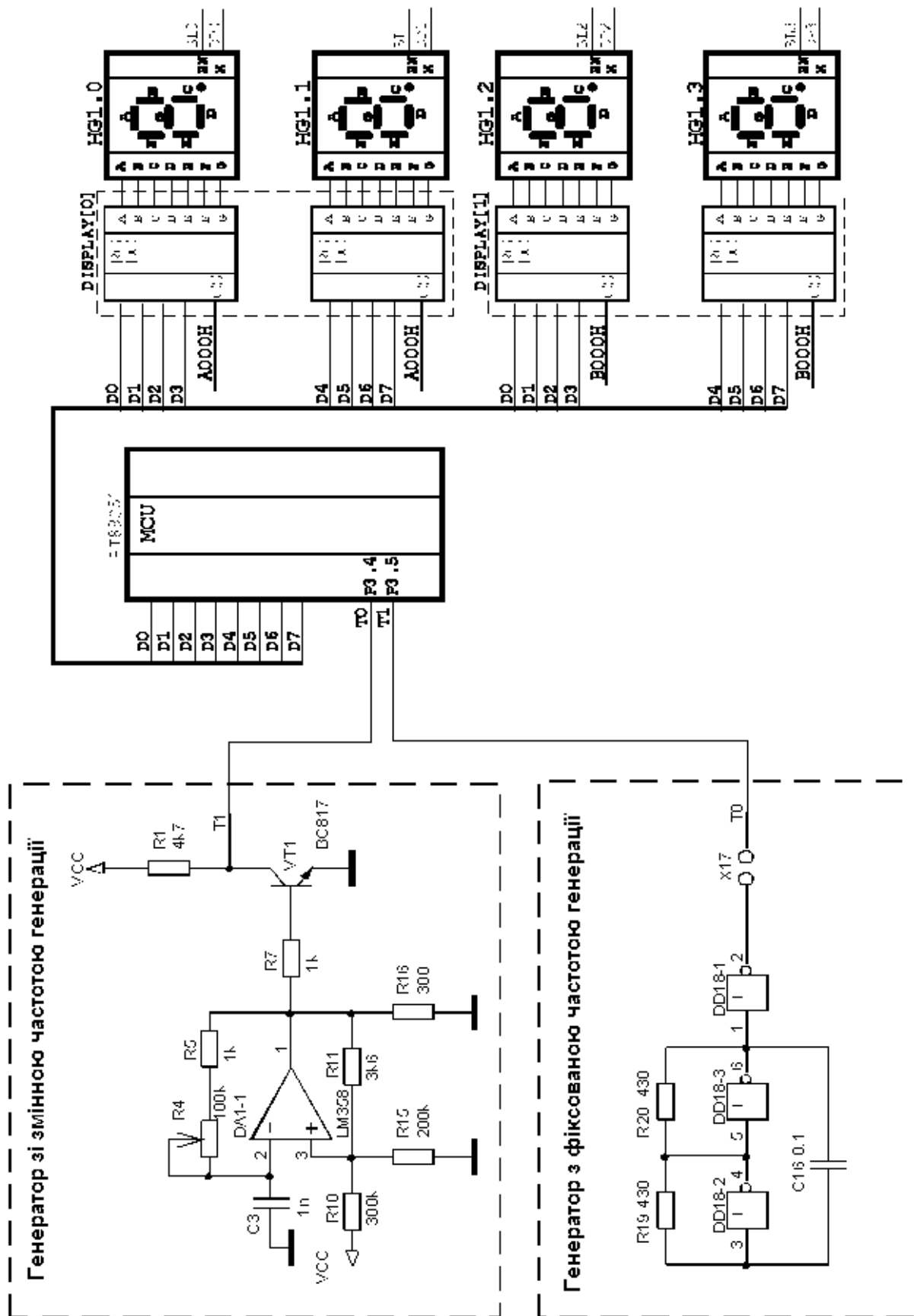


Рисунок 6.3 – Принципова схема до лабораторної роботи № 6

Приклад виконання програми вимірювання частоти

\$nolist

\$include(c:\asm51\mod51)

\$list

```
                                ;програма вимірювання частоти в Гц
                                ;розрахована на зовнішню частоту
                                ;на лінії введення T0 6817 Гц
                                ;підрахунок ведеться за період 1 с,
                                ;результат виводиться у вигляді XXXX Гц
mode equ 55h                    ;налаштовує T/C0 і T/C1 як лічильник
str equ 50h                      ;запис управляючого слова до регістра
                                ;TCON дозволяє підрахунок зовнішніх
                                ;сигналів

ORG 0000h

BEG: MOV TL1,#00h                ;очищення молодшого та старшого
MOV TH1,#00h                    ;регістрів T/C1
MOV TL0,#0F0h                  ;установлення попереднього значення T/C0
MOV TH0,#0E4h                  ;з розрахунку на переповнення через 1 с
MOV TMOD,#MODE                 ;ініціалізація режимів таймерів
MOV TCON,#STR                  ;запуск рахунку
JNB TF0,$                      ;перевірка прапорця переповнювання T/C0
CLR TR1                        ;якщо сталося переповнювання – тоді
CLR TR0                        ;зупиняє рахунок у T/C1 та T/C0
MOV R0,TL1                     ;зчитування результату вимірювання
MOV R1,TH1                     ;R0 містить молодшу частину, а R1 – старшу
CALL IND                       ;виклик підпрограми індикації
MOV R3,#01h                   ;часова затримка
M:  MOV R4,#01h                ;на двох регістрах
    DJNZ R4,$                  ;з декрементом
    DJNZ R3,M                  ;у вкладеному циклі
```

```

    JMP BEG                ;перехід на наступний цикл вимірювання
IND:                      ;підпрограма індикації здійснює
                          ;переведення результату
                          ;з двійкової системи у двійково-десяткову
                          ;і відображення на індикаторі

    JMP M1

L:   DB 01h,02h,04h,08h,16h,32h,64h,28h,56h,12h,24h,48h,96h
HI:  DB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,01h,02h,05h,10h,20h,40h
M1:  MOV R2,#00h          ;ініціалізація проміжних регістрів,
    MOV R6,#00h          ;в яких виконується перерахунок
    MOV R7,#00h          ;двійкових чисел у двійково-десяткові
NACHALO_L: MOV A,R0      ;обробка молодшої цифри
    JNB ACC.0,AGAIN_L   ;перевірка молодшого біта числа
    MOV A,R2            ;завантаження вмісту R2
    MOV DPTR,#L         ;завантаження в DPTR адреси початку
    MOVC A,@A+DPTR     ;таблиці перекодування
    ADD A,R6            ;завантаження першого елемента таблиці
    DA A               ;десяткова корекція акумулятора
    MOV R6,A           ;збереження проміжного значення в R6
    JNB PSW.7,PLUS_NEXT_L ;перевірка прапорця переносу C
    MOV A,R7           ;якщо був перенос зі старшого розряду,
    ADD A,#01h        ;додати 1
    DA A              ;й виконати десяткову корекцію
    MOV R7,A          ;результату і зберегти його в R7
PLUS_NEXT_L: MOV A,R2  ;початок обробки наступної цифри
    MOV DPTR,#HI      ;з молодшого регістра лічильника
    MOVC A,@A+DPTR   ;завантаження адреси старших значень
    ADD A,R7
    DA A
    MOV R7,A

```

```

AGAIN_L: MOV A,R0
        RRC A
        MOV R0,A
        INC R2
                CJNE R2,#08h,NACHALO_L
NACHALO_HI: MOV A,R1
                JNB ACC.0,AGAIN_HI
                MOV A,R2
                MOV DPTR,#L
                MOVC A,@A+DPTR
                ADD A,R6
                DA A
                MOV R6,A
                JNB PSW.7,PLUS_NEXT_HI
                MOV A,R7
                ADD A,#01h
                DA A
                MOV R7,A
PLUS_NEXT_HI: MOV A,R2
                MOV DPTR,#HI
                MOVC A,@A+DPTR
                ADD A,R7
                DA A
                MOV R7,A
AGAIN_HI:  MOV A,R1
        RRC A
        MOV R1,A
        INC R2
        CJNE R2,#0Dh,NACHALO_HI
        MOV A,R6

```

MOV DPTR,#0B000h	;Виведення на індикацію
MOVX @DPTR,A	;молодшої частини коду
MOV A,R7	
MOV DPTR,#0A000h	;Виведення на індикацію
MOVX @DPTR,A	;старшої частини коду
RET	

END

Порядок виконання роботи

1. Вивчити теоретичний матеріал щодо методів частотного перетворення (апаратних та програмних, за допомогою таймерів-лічильників).
2. Ознайомитися з методами вимірювання часових інтервалів засобами мікропроцесорних систем.
3. Розробити алгоритм для виконання індивідуального завдання до початку лабораторної роботи.
4. Розробити програму мовою асемблера для мікроконтролерів, сумісних із сімейством MCS-51, що реалізують індивідуальне завдання до початку лабораторної роботи.
5. Створити вихідний файл з програмою індивідуального завдання за допомогою текстового редактора на персональному комп'ютері.
6. За допомогою програмних засобів μ Vision2 перевірити правильність виконання програми, що реалізує індивідуальне завдання.
7. Завантажити програму до пам'яті програм стенда. Переконавшись в правильному виконанні індивідуального завдання, змінити значення вимірюваної частоти, повторити перетворення, при негативному результаті здійснити зміну алгоритму або програми.
8. Роздрукувати лістинг програми, що працює правильно.
9. Відповісти на контрольні питання

Зміст звіту

1. Титульна сторінка із зазначенням теми лабораторної роботи.
2. Мета, короткі теоретичні відомості.

3. Опис виконання лабораторної роботи.
4. Текст програми мовою асемблера для ОЕОМ MCS-51, що реалізує зміст вимірювання часових і частотних параметрів досліджуваного сигналу.
5. Письмові відповіді на контрольні питання.
6. Висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Які методи частотного й часового перетворення сигналів ви знаєте?
2. Дайте характеристику параметрів частотного перетворення сигналу.
3. Які чинники впливають на величину похибки частотного перетворення?
4. Поясніть поняття роздільної здатності частотного перетворення.
5. Як в програмі реалізувати вимірювання періоду досліджуваного сигналу?
6. Охарактеризуйте перетворення, поясніть поняття нелінійності частотного перетворення.
7. Як реалізуються апаратні засоби частотного й часового перетворення сигналів?
8. Наведіть приклади практичного застосування частотного й часового перетворення сигналів.

Література: [1, с. 17–46; 2, с. 8–33; 3, с. 44–56].

3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Кількість лабораторних занять – 12 годин (6 лабораторних занять).

Поточний контроль на лабораторних заняттях протягом змістових модулів:

– відвідування лабораторних занять – 0,5 бала за заняття (максимум 3 бали за семестр);

– виконання лабораторного завдання – 0,5 бала за виконане лабораторне завдання (максимум 3 бали за семестр);

– захист лабораторної роботи – захист на оцінку «відмінно» – 2 бали за лабораторну роботу, захист на оцінку «добре» – 1 бал за лабораторну роботу, захист на оцінку «задовільно» – 0,5 бала за лабораторну роботу (максимум 12 балів, 6 балів та 3 бали за семестр);

– своєчасність захисту всіх лабораторних робіт – 0,25 бала за лабораторну роботу (максимум 1,5 бали за семестр).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Болл С. Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / С. Р. Болл. – М. : Издательский дом «Додэка–XXI», 2007. – 360 с.
2. Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR : схемы, алгоритмы, программы / В. Н. Баранов. – М. : Издательский дом «Додека–XXI», 2004. – 288 с.
3. Белов А. В. Конструирование устройств на микроконтроллерах / А. В. Белов. – СПб. : Наука и техника, 2005. – 256 с.
4. Белов А. В. Микроконтроллеры AVR в радиолюбительской практике / А. В. Белов. – СПб. : Наука и техника, 2007. – 352 с.
5. Белов А. В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR / А. В. Белов. – СПб. : Наука и техника, 2008. – 544 с.
6. Белов А. В. Создаем устройства на микроконтроллерах / А. В. Белов. – СПб. : Наука и техника, 2007. – 304 с.
7. Вальпа О. Д. Полезные схемы с применением микроконтроллеров и ПЛИС / О. Д. Вальпа – М. : Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 416 с.
8. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г. И. Волович. – М. : Издательский дом «Додэка–XXI», 2005. – 528 с.
9. Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL» / А. В. Евстифеев. – М. : Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 560 с.
10. Рюмик С. М. Интерфейс I2C. Технические подробности / С. М. Рюмик // Радиоаматор. – 2004. – № 1, 2. – С.35–39, 29–31.
11. Точки Р. Д. Цифровые системы. Теория и практика / Р. Д. Точки, Н. С. Уидмер ; пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
12. Трамперт В. Измерение, управление и регулировка с помощью AVR микроконтроллеров / В. Трамперт; пер. с нем. – К. : МК–Пресс, 2006. – 208 с.

Зразок оформлення титульної сторінки звіту з лабораторної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА
ЕЛЕКТРОПРИВОДА

НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА
«МІКРОПРОЦЕСОРНІ ПРИСТРОЇ»

ЗВІТ
З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № __

Виконав:
студент групи _____
П.І.Б. _____

Перевірив:

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Мікропроцесорні пристрої» для студентів денної та заочної форми навчання зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (у тому числі скорочений термін навчання) освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач старш. викл. М. Ю. Юхименко

Відповідальний за випуск: зав. кафедри САУЕ проф. Д. Й. Родькін

Підп. до др. _____. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600