

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки**

АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРІВ - 3. МІКРОПРОЦЕСОРНІ ЗАСОБИ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

для підготовки бакалавра
спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
кафедри обчислювальної техніки
денної та заочної форми навчання

ЧАСТИНА 1

*Рекомендовано
кафедрою обчислювальної
техніки
ФІОТ КПІ ім. Ігоря Сікорського
Протокол № 1 від 30.08.2017 р.*

**Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського**

Архітектура комп'ютерів 3. Мікропроцесорні засоби. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. [Текст] / Уклад.: І.А. Клименко, В.І.Жабін, В.В. Ткаченко, – К.: НТУУ «КПІ», 2017. – 49 с.

Методичні вказівки призначені для підготовки бакалаврів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія кафедри обчислювальної техніки всіх форм навчання. Наведено завдання та методичні вказівки до виконання лабораторних робіт і курсового проектування з кредитного модуля «Архітектура комп'ютерів – 3. Мікропроцесорні засоби» навчальної дисципліни «Архітектура комп'ютерів», теоретичні відомості, питання для самоконтролю, список необхідної літератури.

Укладачі:

І.А. Клименко, д.т.н., доцент

В.І. Жабін, д.т.н., професор

В.В. Ткаченко, к.т.н., доцент

Рецензент:

Теленик С.Ф., доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри автоматики і управління в технічних
системах

За редакцією укладачів

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	4
1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.1 РОЗРОБКА ПРОГРАМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У МІКРОКОНТРОЛЕРАХ	7
2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.2 ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ДОДАВАННЯ І ВІДНІМАННЯ З ПЛАВАЮЧОЮ КОМОЮ В МІКРОКОНТРОЛЕРІ	11
3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.3 ВИКОНАННЯ СКЛАДНИХ АРИФМЕТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ З ПЛАВАЮЧОЮ КОМОЮ В МІКРОКОНТРОЛЕРІ	14
4. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.4 ВИВЧЕННЯ УЧБОВО-НАЛАГОДЖУВАЛЬНОГО СТЕНДУ	18
5. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.5 СПОСОБИ ПОБУДОВИ СХЕМ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ	24
6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.6 СИСТЕМА ПЕРЕРИВАНЬ. ОПИТУВАННЯ ДИСКРЕТНИХ ДАТЧИКІВ	36
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ	48

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ВІС	– Велика інтегральна схема
ЕОМ	– Електронна обчислювальна машина
ЗП	– Зовнішній пристрій
ЗПД	– Зовнішня пам'ять даних
ЗПП	– Зовнішня пам'ять програм
ІС	– Інтегральна схема
КПДП	– Контролер прямого доступу до пам'яті
КПП	– Контролер пріоритетних переривань
МК	– Мікрокоманда
МК51	– Мікроконтроллер КР1816ВЕ51
МП	– Мікропроцесор
МПС	– Мікропроцесорна система
НВІС	– Надвелика інтегральна схема
ОЗП	– Оперативний запам'ятовуючий пристрій
ПД	– Пам'ять даних
ПЗП	– Постійний запам'ятовуючий пристрій
ПП	– Пам'ять програм
РЗП	– Регістри загального призначення
РПД	– Резидентна пам'ять даних
РПП	– Резидентна пам'ять програм
СШ	– Системна шина
ФАМ	– Формувач адреси мікрокоманди
ША	– Шина адреси
ШД	– Шина даних

ВСТУП

В методичних вказівках узагальнені матеріали до виконання лабораторних робіт до кредитного модулю «Архітектура комп'ютерів 3. Мікропроцесорні засоби» для підготовки бакалаврів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» кафедри обчислювальної техніки всіх форм навчання. Навчальний матеріал методичних вказівок відповідає програмі навчальної дисципліни «Архітектура комп'ютерів».

Матеріал методичних вказівок присвячений вивченню принципів організації та дослідженню мікропроцесорних систем, особливостей архітектури, функціонування та системи команд мікропроцесорів у різних елементних базах, розробці програмного забезпечення з урахуванням цільової функції проектування.

В методичних вказівках приведені завдання та рекомендації до виконання лабораторних робіт, надані теоретичні відомості, необхідні для виконання кожної роботи, приклади проектування, рекомендації до виконання завдання та саме завдання. До кожної практичної роботи надаються контрольні питання що застосовуються для контролю знань за відповідною тематикою.

Виконання лабораторних робіт дозволяє розширити і закріпити теоретичні знання з дисципліни, опанувати навички проектування і дослідження мікропроцесорних систем. Кожній практичній роботі повинна передувати самостійна підготовка студентів, в процесі якої вони докладно вивчають опис лабораторної роботи, відповідну літературу та конспект лекцій. В процесі підготовки складається звіт про лабораторну роботу, в якому повинні бути відображені всі пункти теоретичного завдання, а також заготовлені для виконання експериментальної частини практичної роботи таблиці, алгоритми, схеми, осі для часових діаграм і таке інше. Перед початком лабораторної роботи результати підготовки перевіряються викладачем. Під час такої перевірки студент повинен представити заготовлений звіт і відповісти на контрольні питання. Перед початком наступного заняття в лабораторії студент представляє викладачеві цілком оформлений звіт за попередньою роботою. Звіт повинен містити короткі

теоретичні відомості, необхідні для виконання завдання, відповіді на контрольні питання, схеми, формули, алгоритми, таблиці, діаграми, графіки, отримані при виконанні завдання та в процесі експериментального дослідження схем, а також висновки. Залік за виконання лабораторної роботи студент одержує після співбесіди за тематикою виконаної роботи.

Під час виконання лабораторних робіт застосовується наступне програмно-апаратне устаткування.

– Моделюючий комплекс *SCM MK51 (Single-Chip Machine)*, призначений для моделювання роботи мікроконтролера *KM1816BE51* в сукупності з мікросхемами зовнішньої пам'яті та додаткових портів для підключення периферійного устаткування. Моделюючий комплекс розроблений на кафедрі обчислювальної техніки ФІОТ КПІ ім. Ігоря Сікорського.

– Учбово-налагоджувальний стенд, розроблений компанією *OPEN SYSTEM*, Україна (<http://opensys.com.ua>), який комплектується восьмирозрядним мікроконтролером *AT89C51* фірми *ATMEL*. Мікроконтролер сумісний за системою команд із мікросхемою фірми *INTEL* - *MCS-51 [IC8051]* (вітчизняний аналог *MK1816BE51*).

Автори вдячні рецензентам за слушні зауваження, що дозволили покращити матеріал методичних вказівок.

1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.1

РОЗРОБКА ПРОГРАМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У МІКРОКОНТРОЛЕРАХ

Мета роботи: Вивчення системи команд KM1816BE51 (*ATMEL AT89C51*), форматів подання даних та способів адресації операндів; вивчення команд передачі керування, команд пересилки даних та команд переключення між банками регістрів та пам'яттю програм; отримання навиків розробки програм на мові асемблеру KM1816BE51 (*ATMEL AT89C51*).

Теоретичні відомості: /1,2,8/.

Підготовка до виконання практичної роботи

1. Вивчити структуру МК KM1816BE51 (*ATMEL AT89C51*). Вивчити способи підключення сторінок зовнішньої пам'яті даних (ПД) до мікроконтролера (МК).

2. Розробити структурну схему підключення до МК заданої кількості сторінок пам'яті даних та пам'яті програм (ПП). Кількість сторінок обрати з табл. 1.1 та табл. 1.2.

3. Вивчити особливості виконання основних груп команд МК KM1816BE51 (*ATMEL AT89C51*).

4. Записати номер варіанту в двійковому поданні і виділити п'ять молодших розрядів $h_5 - h_1$. Вибрати арифметичну функцію для розробки програми за табл. 1.3.

Таблиця 1.1. Варіанти завдання

h_0	h_1	Кількість сторінок ПП
0	0	4
0	1	6
1	0	5
1	1	3

5. Розробити алгоритм та програму на асемблері МК KM1816BE51 (*ATMEL AT89C51*) для пересилки масиву вихідних даних, що складається з заданої кількості слів (табл. 1.4) у резидентну пам'ять даних МК розпочинаючи з комірки за адресою заданою у табл. 1.5.

Таблиця 1.2. Варіанти завдання

h_0	h_1	Кількість сторінок ПД	Об'єм сторінки
0	0	10	256б
0	1	6	64Кб
1	0	18	2Кб
1	1	9	64Кб

Таблиця 1.3. Варіанти завдання

h_2	h_1	Банк регістрів	Функція для обчислення
0	0	БР0	$F1 = 16(X_1 + X_2 - 1) \times (X_3 - X_4) - \frac{X_5 \& X_6}{8}$
0	1	БР1	$F2 = \frac{8(X_1 \vee X_2) \times (X_3 - X_4) - X_5 / X_6}{16}$
1	0	БР3	$F3 = \frac{16(X_1 - 1) \wedge X_2 - (X_3 + X_4) \times X_5}{2 \times X_6}$
1	1	БР4	$F4 = 8(X_1 - X_2 \times 4) + \frac{(X_3 \oplus X_4 - X_5) / X_6}{2}$

Таблиця 1.4. Варіанти завдання

h_3	h_4	Розмірність масиву
0	0	30
0	1	18
1	0	22
1	1	27

Таблиця 1.5. Варіанти завдання

h_3	h_4	h_2	Адреса початкової комірки пам'яті
0	0	0	$20h$
0	0	1	$48h$
0	1	0	$28h$
0	1	1	$6Fh$
1	0	0	$52h$
1	0	1	$38h$
1	1	0	$4Ah$
1	1	1	$60h$

6. Останні шість байтів масиву є вихідними аргументами для обчислення функції. Розробити алгоритм обчислення функції та програму на асемблері. Записати значення аргументів у заданий банк регістрів (табл. 1.3), в якому виконати обчислення функції. Результат обчислення зберегти у регістрах, заданих у табл. 1.6.

7. Виконати числовий приклад для значень аргументів, заданих у табл. 1.7.

Таблиця 1.6. Варіанти завдання

h_3	h_2	Регістри	Банк регістрів
0	0	R4.R3	БР2
0	1	R5.R6	БР4
1	0	R6.R7	БР0
1	1	R7.R6	БР1

Таблиця 1.7. Варіанти завдання

h_4	h_1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9 ... X30
0	0	-7	12	-17	3	5	FF	*	*	* ... *
0	1	12	A2	-11	A	-23	11	*	*	* ... *
1	0	-18	-3	23	11	-7	B8	*	*	* ... *
1	1	18	-3	AA	40	-10	18	*	*	* ... *

Примітка: * – довільні дані.

Порядок виконання роботи

1. Використовуючи моделюючий комплекс SCM МК51 налагодити розроблену програму:
 - сформулювати початковий текст програми у вікні екранного редактору комплексу SCM МК51, виконати пошук синтаксичних помилок та скомпілювати програму;
 - налагодити розроблену програму пристрою управління за допомогою програмно-логічної моделі SCM МК51 з отриманням повної інформації про хід виконання програми.
2. Зафіксувати в протоколі результат виконання тестового прикладу і часові діаграми сигналів, що забезпечують роботу із зовнішньою пам'яттю даних.
3. Зробити висновки.

Контрольні питання

1. Навести приклади команд роботи з бітами.
2. Пояснити де знаходиться область ознак. Яким чином очистити всі ознаки в області ознак?
3. Пояснити під час виконання яких команд формується ознака С.
4. Пояснити, яким чином здійснити переключення банків регістрів РПД?

5. Скільки таймерів/лічильників входять у склад МК КМ1816ВЕ51 (ATMEL AT89C51)?

6. Навести приклади видачі на виводи порту P1[3..0] управляючих сигналів тривалістю:

а) 450 мкс;

б) 22 мкс;

в) 640 мкс.

7. Розробити операційну схему и програму виконання зсувів тридцятидвохрозрядних слів:

а) на два розряди вліво;

б) на чотири розряди вправо;

в) на чотири розряди вліво.

8. Пояснити функціональне призначення портів вводу-виводу. Яким чином відбувається прийом інформаційного слова в КМ1816ВЕ51 (ATMEL AT89C51)?

9. Розробити структурну схему підключення до МК додаткових портів вводу-виводу:

а) P5, P7;

б) P5, P6, P7;

в) PA, PB, PC.

10. Намалювати часову діаграму обміну даними між мікропроцесором та пам'яттю в режимі читання для МПС з розділеними шинами адреси та даних.

11. Намалювати часову діаграму обміну даними між мікропроцесором та пам'яттю в режимі читання-модифікація-запис для МПС з суміщеними шинами адреси та даних.

12. Який із наведених способів адресації операндів забезпечує мінімальній час виконання операції: пряма, непряма, безпосередня адресація? Поясніть чому?

13. Яке із наведених слів команди має найменшу довжину: з прямою, непрямою, автодекриментною адресацією?

2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.2

ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ ДОДАВАННЯ І ВІДНІМАННЯ З ПЛАВАЮЧОЮ КОМОЮ В МІКРОКОНТРОЛЕРІ

Мета роботи: Вивчення структури пам'яті МК KM1816BE51 (ATMEL AT89C51), системи команд, форматів подання даних, та способів адресації операндів; отримання навиків розробки програм виконання арифметичних операцій над числами з плаваючою комою для МК.

Теоретичні відомості: /1,2,8/.

Додаткові теоретичні відомості

Додавання чисел із плаваючою комою

Суму двох чисел $X = 2^{P_X} M_X$ і $Y = 2^{P_Y} M_Y$, поданих у форматі із плаваючою комою, можна записати у вигляді

$$2^{P_X} M_X + 2^{P_Y} M_Y = 2^{P_Z} M_Z.$$

Для додавання чисел із плаваючою комою необхідно привести їх до загального порядку $P_{\text{заг}}$, в якості якого зручно обрати більший порядок з двох доданків $P_{\text{заг}} = \max(P_X, P_Y)$.

За цього зменшенню за рахунок зсуву праворуч підлягає мантиса числа з меншим порядком. В протилежному випадку виникає переповнення розрядної сітки мантиси числа, що перетворюється. Після цього суму двох чисел можна подати у вигляді

$$2^{P_{\text{заг}}} M_X + 2^{P_{\text{заг}}} M'_Y = 2^{P_{\text{заг}}} (M_X + M'_Y),$$

де за M'_Y прийнято перетворену мантису числа з меншим порядком.

Виконання операцій додавання та віднімання чисел із плаваючою комою у загальному вигляді складається з наступних етапів: вирівнювання порядків; підсумовування мантис; визначення порядку результату; нормалізація результату; округлення результату; кінцева нормалізація результату.

Формат числа з плаваючою комою

Для реалізації арифметичних операцій з плаваючою комою у МК числа подаються у вигляді тридцятидвохрозрядного двійкового коду, де сім молодших розрядів старшого байту є порядком числа, а три молодші байти – мантисою числа. Старший розряд старшого байту вказує на знак числа. Формат числа з плаваючою комою зображений в роботі [4].

Симетричний порядок подається в додатному коді і змінюється від (-128) до 127 , де старший розряд – знаковий. За зміщеного порядку використовується позитивне число без знаку від 0 до 255 (нульовому порядку відповідає зсув $+126$).

Підготовка до виконання практичної роботи

1. Вивчити архітектуру і систему команд МК KM1816BE51 (ATMEL AT89C51).
2. Вивчити способи виконання арифметичних операцій над числами з плаваючою комою.
3. Записати номер варіанту в двійковому поданні і виділити п'ять молодших розрядів $h_5 - h_1$. Вибрати арифметичну операцію для розробки програми за табл. 2.1. Кількість байт в мантісі визначається за табл. 2.1, двійковий код подання мантис за табл. 2.2, форма подання порядку – за табл. 2.3. Розміщення операндів і результату вибрати відповідно до табл. 2.4.

Таблиця 2.1. Варіанти завдання

h_1	Операція	Довжина мантис
0	додавання	2 байта
1	віднімання	2 байта

Таблиця 2.2. Варіанти завдання

h_4	Форма подання мантис
0	ПК
1	ДК

Таблиця 2.3. Варіанти завдання

h_2	Форма подання порядку
0	симетричний
1	зміщений

Таблиця 2.4. Варіанти завдання

h_5	Перший операнд, результат	Другий операнд
0	РПД	ЗПД
1	ЗПД	РПД

4. Розробити алгоритм виконання заданої операції, скласти програму його реалізації на асемблері МК КМ1816ВЕ51 (*ATMEL AT89C51*).

5. Визначити час виконання операції при опорній частоті генератора 6 МГц.

Порядок виконання роботи

1. Використовуючи моделюючий комплекс *SCM МК51* налагодити розроблену програму:

- сформулювати початковий текст програми у вікні екранного редактору комплексу *SCM МК51*, виконати пошук синтаксичних помилок та скомпілювати програму;

- налагодити розроблену програму пристрою управління за допомогою програмно-логічної моделі *SCM МК51* з отриманням повної інформації про хід виконання програми.

2. Зафіксувати в протоколі результат виконання тестового прикладу і часові діаграми сигналів, що забезпечують роботу із зовнішньою пам'яттю даних.

3. Зробити висновки.

Зміст звіту

Звіт повинен містити короткі теоретичні відомості, схему алгоритму, налагоджену програму на асемблері, часові діаграми, а також висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Посніть етапи виконання операцій з плаваючою комою.
2. Наведіть основні особливості архітектури МК KM1816BE51 (ATMEL AT89C51).
3. Назвіть способи адресації операндів, що використовуються в МК.
4. Охарактеризуйте типи команд, формат команд. Наведіть особливості виконання команд прямої і непрямої адресації.
5. Вкажіть призначення кожного з управляючих регістрів МК.
6. Накресліть часову діаграму управляючих сигналів під час роботи МК із зовнішньою пам'яттю програм.
7. Поясніть, як проаналізувати окремий розряд регістра спеціальних функцій?
8. Поясніть, у яких режимах можуть працювати таймери/лічильники? Охарактеризуйте кожен режим.

3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.3

ВИКОНАННЯ СКЛАДНИХ АРИФМЕТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ З ПЛАВАЮЧОЮ КОМОЮ В МІКРОКОНТРОЛЕРІ

Мета роботи: Вивчення структури МК KM1816BE51 (ATMEL AT89C51), системи команд і отримання навиків розробки програм виконання складних арифметичних операцій над числами з плаваючою комою.

Теоретичні відомості: /1,2,8/.

Додаткові теоретичні відомості

Множення чисел із плаваючою комою

Множення двох чисел $X = 2^{P_x} M_x$ і $Y = 2^{P_y} M_y$, що задані у форматі із плаваючою комою, можна подати у вигляді

$$2^{P_z} M_z = 2^{P_x} M_x \cdot 2^{P_y} M_y = 2^{(P_x + P_y)} \cdot (M_x \cdot M_y).$$

Під час виконання операції множення мантис можна отримати результат із порушенням нормалізації вправо.

Можна виділити наступні *етапи множення чисел із плаваючою комою*: одержання порядку результату у вигляді суми порядків множників; знаходження мантиси результату, у вигляді добутку мантис множників; нормалізація результату, тобто приведення мантиси результату до вигляду $2^{-1} \leq M_Z < 1$.

Ділення чисел із плаваючою комою

Результат ділення двох чисел $X = 2^{P_X} M_X$ і $Y = 2^{P_Y} M_Y$, що задані у форматі із плаваючою комою, можна записати у вигляді

$$2^{P_Z} M_Z = \frac{2^{P_X} M_X}{2^{P_Y} M_Y} = 2^{(P_X - P_Y)} \cdot \frac{M_X}{M_Y}.$$

Ділення мантис повинно виконуватись при виконанні умови $M_X < M_Y$, яка не завжди виконується при поданні мантис у нормалізованій формі. Тому перед началом ділення мантису діленого завжди зсувають вправо, чим забезпечують зменшення її у два рази. Відповідно до порядку діленого додається одиниця, тобто

$$2^{P_X} M_X = 2^{P_X + 1} \cdot M_X \cdot 2^{-1}.$$

Етапи ділення чисел із плаваючою комою наступні: одержання порядку результату із урахуванням виконання умови $M_X < M_Y$ шляхом віднімання порядку дільника від порядку діленого; одержання мантиси результату, на цьому етапі виконується ділення мантис; нормалізація результату. Нормалізація результату виконується аналогічно нормалізації під час множення чисел із плаваючою комою.

Добування квадратного кореня з числа із плаваючою комою

Добування квадратного кореня з числа $X = 2^{P_X} M_X$, що задане у форматі із плаваючою комою, можна подати у вигляді

$$Y = \sqrt{X} = \sqrt{2^{P_X} M_X} = 2^{P_X / 2} \cdot \sqrt{M_X}.$$

Таким чином, для добування квадратного кореня з числа із плаваючою комою необхідно порядок числа поділити на два, а з мантиси добути квадратний корінь за правилами для чисел з фіксованою комою.

Ділення порядку на два відбувається шляхом зсуву його на один розряд вправо, якщо порядок парний. Якщо порядок непарний, то до нього необхідно додати одиницю, та зсунути мантису на один розряд вправо, після чого порядок зсувають на один розряд вправо – ділення на два. Тобто, якщо порядок $PX = 2k-1$, то

$$X = 2^{2k-1} M_X = 2^{2k} (M_X \cdot 2^{-1}), Y = \sqrt{X} = 2^k \sqrt{M_X \cdot 2^{-1}}.$$

Мантиси чисел із плаваючою комою завжди нормалізовані і, коли у першому циклі з мантиси відбувається віднімання числа 0,01, перший залишок буде завжди додатнім, таким чином перша цифра результату завжди буде дорівнювати одиниці. Відповідно до цього при виконанні операції добування квадратного кореня у пристрої із плаваючою комою не може відбутися порушення нормалізації.

Етапи добування квадратного кореню з числа із плаваючою комою наступні: одержання порядку результату; одержання мантиси результату, яка є завжди нормалізованою, тому етап нормалізації не виконується.

Перед початком операції знак операнда та сам операнд аналізується на рівність нулю. За нульовою мантисою добування квадратного кореня не відбувається, а результату привласнюється значення нуля. Якщо знак операнда зворотній, то пристрій генерує сигнал помилки.

Підготовка до виконання практичної роботи

1. Вивчити архітектуру і систему команд МК КМ1816ВЕ51 (ATMEL AT89C51).
2. Вивчити способи виконання арифметичних операцій над числами з плаваючою комою.
3. Записати номер варіанту в двійковому поданні і виділити п'ять молодших розрядів $h_5 - h_1$. Вибрати арифметичну операцію для розробки програми за табл. 3.1. Кількість байт в мантисі визначається за табл. 3.1, двійковий код подання мантис за табл. 3.2, форма подання порядку – за табл. 3.3. Розташування операндів і результату вибрати відповідно до табл. 3.4.

Таблиця 3.1. Варіанти завдання

h_0	h_1	Операція	Довжина мантиси
0	0	множення	3 байта
0	1	ділення	3 байта
1	*	обчислення $\sqrt{X}$	3 байта

Таблиця 3.2. Варіанти завдання

h_4	Форма подання мантиси
0	ДК
1	ПК

Таблиця 3.3. Варіанти завдання

h_2	Форма подання порядку
0	зміщений
1	симетричний

4. Розробити алгоритм виконання заданої операції, скласти програму його реалізації на асемблері МК КМ1816ВЕ51 (*ATMEL AT89C51*).

5. Визначити час виконання операції при опорній частоті генератора 6 МГц.

Таблиця 3.4. Варіанти завдання

h_5	Перший операнд, результат	Другий операнд
0	ЗПД	РПД
1	РПД	ЗПД

Порядок виконання роботи

1. Використовуючи моделюючий комплекс *SCM МК51* налагодити розроблену програму:

– сформулювати початковий текст програми у вікні екранного редактору комплексу *SCM МК51*, виконати пошук синтаксичних помилок та скомпілювати програму;

– налагодити розроблену програму пристрою управління за допомогою програмно-логічної моделі *SCM МК51* з отриманням повної інформації про хід виконання програми.

2. Зафіксувати в протоколі результат виконання тестового прикладу і часові діаграми сигналів, що забезпечують роботу із зовнішньою пам'яттю даних.

3. Зробити висновки.

Зміст звіту

Звіт повинен містити короткі теоретичні відомості, схему алгоритму, налагоджену програму на асемблері, часові діаграми, а також висновки за роботою.

Контрольні питання

1. Посніть етапи виконання операцій з плаваючою комою.
2. Наведіть основні особливості архітектури МК KM1816BE51 (ATMEL AT89C51).
3. Назвіть способи адресації операндів в МК.
4. Вкажіть призначення кожного з керуючих регістрів мікроконтролера.
5. Поясніть, у яких режимах можуть працювати таймери/лічильники? Охарактеризуйте кожен режим.
6. Накресліть часову діаграму керуючих сигналів при роботі мікроконтролера із зовнішньою пам'яттю програм.
7. Поясніть, як проаналізувати окремий розряд регістра спеціальних функцій?

4. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.4

ВИВЧЕННЯ УЧБОВО-НАЛАГОДЖУВАЛЬНОГО СТЕНДУ

Мета роботи: Вивчення функціональних можливостей учбово-налагоджувального стенду, внутрішньої структури і системи команд МК ATMEL AT89C51; вивчення команд пересилок, арифметичних, логічних команд, команд переходів. Взаємодія внутрішніх вузлів МК ATMEL AT89C51.

- © Під час виконання лабораторних робіт застосовується учбово-налагоджувальний стенд, розроблений компанією *OPEN SYSTEM*, Україна (<http://opensys.com.ua>). Також компанією представлений технічний опис та інструкція до експлуатації, які дозволяють отримати базові уявлення за роботи зі стендом, а також за порядком і правилами його експлуатації, виконання яких забезпечить безперебійну роботу стенду. Окрім того під час виконання лабораторних робіт 4 – 6 використовуються теоретичні відомості представлені компанією *OPEN SYSTEM*. Технічний опис та інструкції до експлуатації стенду студенти мають отримати у викладача. Необхідний матеріал щодо структури та принципів функціонування представлений у роботі [4].

Теоретичні відомості: /1,2,8/.

Додаткові теоретичні відомості

Робота з учбово-налагоджувальним стендом

Для завантаження програми у учбово-налагоджуваний стенд (УНС) необхідно виконати наступну послідовність дій:

1. На персональному комп'ютері запустити текстовий редактор.
2. В текстовому редакторі набрати текст програми у мнемокодах асемблеру МК *ATMEL AT89C51* (KM1816BE51) (або на мові програмування C).
3. Зберегти файл з розширенням *.ASM (*.C).
4. Скомпілювати програму відповідними засобами.
5. Можливі синтаксичні помилки можна продивитись у однойменному файлі з розширенням *.LST.
6. Після виправлення помилок дані, які збережені у файлі з розширенням *.HEX за допомогою програми *EVAL32.EXE* перенести у УНС. Довідкова інформація про параметри програми *EVAL32.EXE* можна отримати під час запуску *EVAL32.EXE*.
7. Під час передачі даних з персонального комп'ютеру у стенд на екрані монітору відображуються дані, що передаються. Ці ж дані відображуються на індикаторі стенду – світиться світлодіод *HL9*.

8. Зупинка завантаженої програми і перехід у режим очікування прийому даних з персонального комп'ютера здійснюється натисканням кнопки SW2. При цьому світлодіод *HL9* виключається.

9. Запис нової програми можливо здійснити в будь-який момент часу роботи завантаженої програми.

Для формування початкового тексту програми у мнемокодах асемблера МК51, виконання пошуку синтаксичних помилок, компілювання програми, налагодження та отримання файлу з розширенням *.HEX для завантаження у УНС можна використовувати моделюючий комплекс SCM МК51. Особливо це рекомендується робити для розробки складних програми виконання арифметичних перетворювань для здійснення покрокового налагодження програми.

Розробка програми

Приклад 4.1. Вміст регістрів R1 і R4 скласти і відобразити на індикаторі

```
ORG    0
MOV    R1, #04h      ;записати в R1 число 04
MOV    R4, #30h      ;встановити в R4 число 30
MOV    DPTR, #0B000h ;встановити в DPTR адресу ;інд.
                        DD17, DD18
MOV    A, R1          ;записати в A значення R1
ADD    A, R4          ;скласти значення A і R4 ;результат
                        суми в A
MOVX   @DPTR, A       ;засвітити на Інд. DD17, ;DD18
                        число зберігається в A
MOV    A, #00h        ;обнулить A
CON:   JMP    CON     ;перехід на зациклення ;програми
END
```

Підготовка до виконання практичної роботи

1. Вивчити структурну схему стенду, розподіл пам'яті, призначенні вузлів. Вивчити структуру МК *ATMEL AT89C51*. Вивчити синтаксис команд пересилки, арифметичних команд, команд переходів.
2. Розробити алгоритм для виконання індивідуального завдання за табл. 4.1.
3. Розробити програму для виконання індивідуального завдання на асемблері МК.
4. Вивчити програмно-налагоджувальні засоби для МК.
5. Ввести програму індивідуального завдання у комп'ютер або ПК.

Таблиця 4.1. Варіанти індивідуального завдання

$h_2 h_3 h_1 h_0$ [16]	Завдання
0	Занести в регістр <i>R4</i> двійково-десятькове число <i>0X</i> , в регістр <i>R6</i> двійково-десятькове число <i>X0</i> , суму чисел відобразити на першому і другому знакомісці статичної індикації.
1	Занести в регістр <i>R3</i> двійково-десятькове число <i>XX</i> , відобразити його на першому і четвертому знакомісці статичної індикації.
2	Занести в регістр <i>B</i> двійково-десятькове число <i>XX</i> , з частотою 2 Гц, виводити це число на першому і другому знакомісці статичної індикації.
3	Занести в акумулятор двійково-десятькове число <i>XX</i> , в регістр <i>R5</i> <i>X0</i> , число з акумулятора відобразити на першому і другому знакомісці статичної індикації, число з <i>R5</i> відобразити на третьому знакомісці статичної індикації.
4	Занести в регістр <i>R2</i> двійково-десятькове число <i>0X</i> , в регістр <i>R5</i> <i>X0</i> , суму чисел відобразити на другому і третьому знакомісці статичної індикації.

5	Занести в комірку з адресою $B0h$ резидентної пам'яті ОЕВМ двійково-десятькове число $0X$, в регістр $R3$ число $X0$, суму чисел відобразити на другому і третьому знакомісці статичної індикації з частотою $0,5$ Гц.
6	Занести в регістр $R0$ двійково-десятькове число XX , поперемінно відображати молодшу і старшу тетраду на першому і четвертому знакомісці статичної індикації з частотою 1 Гц.
7	Занести у регістр B двійково-десятькове число $X0$, в регістр $R1$ XX , число з регістру B відображати на першому знакомісці статичної індикації з частотою 1 Гц, число з $R1$ відображати на третьому і четвертому знакомісці статичної індикації з частотою $0,5$ Гц.
8	Рахувати значення регістра $TCON$ і відобразити його на третьому і четвертому знакомісці статичної індикації.
9	Занести в регістр $R4$ двійково-десятькове число $0X$, в регістр $R3$ $X0$, суму чисел відобразити на другому і третьому знакомісці статичної індикації з повільним (на протязі 5 сек.) загасанням цього числа.
A	Занести в акумулятор двійково-десятькове число $X0$, в регістр B $0X$, суму чисел відобразити на першому і четвертому знакомісці статичної індикації.
B	Занести в регістр B двійково-десятькове число $0X$, в регістр $R5$ $X0$, два розряди суми (десятки і одиниці) по черзі відображати на першому і другому знакомісці статичної індикації.
C	Занести в регістр $R1$ двійково-десятькове число $0X$, віднімаючи від числа одиницю, відображати на третьому знакомісці статичної індикації, набутого значення до нуля з частотою 1 Гц.
D	Занести в регістр $R3$ двійково-десятькове число XX , в регістр $R5$ XX , поперемінно відображати ці числа на першому і другому

	знакомісці статичної індикації (R3) і на третьому і четвертому знакомісці статичної індикації (R5).
<i>E</i>	Занести в регістр <i>A</i> двійково-десятькове число 0X, в регістр <i>R2</i> X0, число з <i>A</i> відобразити на четвертому знакомісці статичної індикації, число з регістра <i>R2</i> відображати на другому знакомісці статичної індикації з частотою 0,5Гц.
<i>F</i>	Занести в регістр <i>R0</i> число XX, вивести на лівій парі знакомісць статичної індикації. Через 2 секунди вивести число XX, занесене в регістр <i>R1</i> . Через 2 секунди на правій парі знакомісць статичної індикації вивести різницю чисел занесених в регістр <i>R0</i> і <i>R1</i> .

Порядок виконання практичної роботи

1. Використовуючи програмно-налагоджувальні засоби для МК *ATMEL AT89C51* або моделюючий комплекс *SCM MK51* налагодити розроблену програму:

- сформулювати початковий текст програми за допомогою текстового редактора, виконати пошук синтаксичних помилок та скомпілювати програму;
- налагодити розроблену програму.

2. Завантажити програму в УНС. Переконатися в правильному виконанні індивідуального завдання, при від'ємному результаті здійснити зміну алгоритму або програми. Повторити завантаження програми в стенд УНС.

3. Роздрукувати лістинг програми.

Зміст звіту

Звіт повинен містити короткі теоретичні відомості, схему алгоритму, налагоджену програму на асемблері, часові діаграми, а також висновки за роботою.

Контрольні питання:

1. Поясніть поняття часу виконання команд (такту, машинного циклу).

2. Наведіть формати і особливості виконання команд зсуву, арифметичних та логічних команд.
4. Поясніть формат регістру ознак, наведіть команди, які викликають зміну регістра ознак.
5. Наведіть команди роботи із стеком, послідовність дій (команд) при роботі із стеком.
6. Поясніть призначення внутрішніх вузлів мікропроцесорної системи (МПС).
7. Поясніть призначення і особливості використання внутрішньої пам'яті даних в МПС.
8. Поясніть особливості функціонування системи переривань в МПС. Поясніть призначення портів МПС.
9. Наведіть фізичні характеристики вихідних сигналів МПС.

5. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.5

СПОСОБИ ПОБУДОВИ СХЕМ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Мета роботи: Вивчення схем динамічної і статичної індикації; отримати навички розробки програм для МК *ATMEL AT89C51* (KM1816BE51) для відображення цифрової інформації на пристроях динамічного і статичного типу, а також на одиничних індикаторах.

Теоретичні відомості: /1,2,8/.

Додаткові теоретичні відомості

Системи відображення інформації

Простими приладами відображення інформації в цифрових пристроях є *світлодіоди і цифрові індикатори*.

У напівпровідникових світлодіодах використовується властивість $(p - n)$ переходу випромінювати світло у видимій частині спектру при проходженні через нього прямого струму ($I_{пр} = 5 - 20$ мА, $U_{пр} = 2 - 3$ В). Варіанти включення індикаторів показані на рис. 5.1.

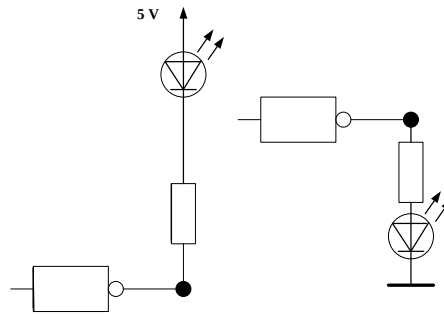


Рис. 5.1. Включення одиничних індикаторів.

Для відображення цифрової інформації найбільшого поширення набули семисегментні індикатори, в яких відображення цифри складається з семи лінійних світлодіодів сегментів, розташованих у вигляді цифри вісім.

На основі світлодіодів і семисегментних індикаторів будуються підсистеми відображення інформації, при побудові яких розрізняють *динамічну* і *статичну* схеми побудови підсистем індикації.

Статична індикація полягає в постійному підсвічуванні індикаторів $HL1n$ (де n – кількість індикаторів) від одного джерела інформації рис. 5.1.

На структурній схемі статичної індикації (рис. 5.1) застосовується наступні позначення:

- DA – дешифратор адреси, необхідний для вибірки відповідного регістра;
- $R1 - R4$ – регістри, в яких тимчасово зберігається значення коду числа для відображення (відповідний регістр вибирається DA);
- $DC1 - DC4$ – семисегментні дешифратори, що перетворюють двійковий код в семисегментний код;
- $HL1 - HL4$ – семисегментні індикатори;
- $ШД$ – шина даних, за якої здійснюється передача даних на індикацію.

У такій системі кожен з індикаторів $HL1n$ підключений через власний дешифратор $DC1n$ і регістр-клямку $RG1n$ до шини даних. Вибірка регістрів $RG1n$ здійснюється за допомогою селектора адреси (СА). Апаратні витрати при такій

організації складають n пар регістрів та дешифратор для n десяткових розрядів індикатора.

Суть динамічної індикації полягає в почерговому циклічному підключенні кожного з індикаторів $HL1n$ до джерела інформації через загальну шину даних, рис. 5.3.

На структурній схемі динамічної індикації (рис. 5.3) застосовується наступні позначення:

- DA – дешифратор адреси, для перетворення адреси що задається двійковим кодом в позиційний код;
- RD – регістр даних для тимчасового зберігання числа, що відображається, або символу;
- RA – регістр адреси для тимчасового зберігання двійкового коду адреси;
вибраного індикатора;
- $HL1$ – – семисегментні індикатори.
- $HL4$

Вибірка індикатора здійснюється дешифратором адреси DA . У регістрі RD зберігається цифровий код, призначений для відображення. У регістрі RA зберігається адреса індикатора.

При такому включенні значно зменшуються апаратні витрати. Але необхідно забезпечити достатній час підсвічування одного індикатора, щоб не зменшувалася яскравість. Також необхідно забезпечити таку частоту перебору індикаторів, щоб не було помітно мерехтіння. Переваги такого способу помітні при кількості розрядів індикації більше п'яти.

В УНС МК51 статична індикація реалізована чотирма статичними семисегментними індикаторами $HG1$ (розряди $HG1.0$, $HG1.1$, $HG1.2$, $HG1.3$). Адреси індикаторів входять у загальний адресний простір пам'яті. Звернення до них здійснюється, як до елементів пам'яті з адресами $A000h$ (ліва пара знакомісць) та $B000h$ (права пара знакомісць).

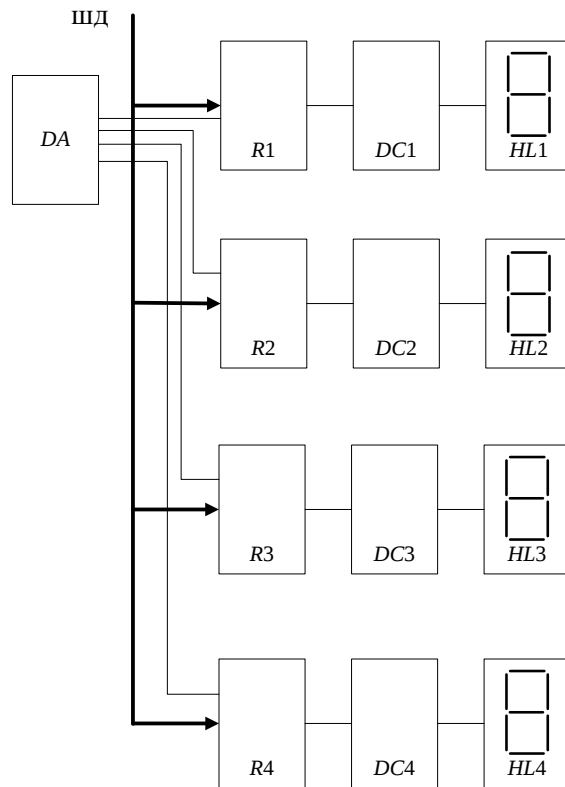


Рис. 5.2. Структурна схема статичної індикації.

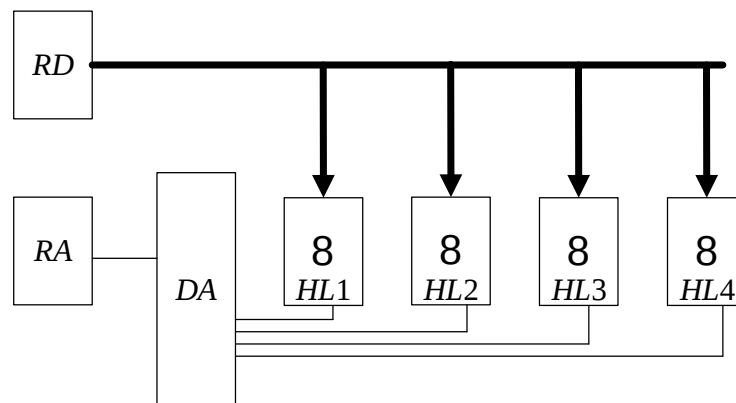


Рис. 5.3. Структурна схема динамічної індикації.

Динамічна індикація в УНС реалізована на платі розширення за допомогою чотирирозрядного семисегментного індикатора *HL2*. Управління динамічною індикацією здійснюється за допомогою порту *B* мікросхеми системного контролера [4, див. структурну схему УНС], сигнали вибірки відповідного індикатора поступають від лінії порту *PC0*, *PC1* до дешифратора адреси розряду *DD3*.

Знако-синтезуюча індикація в УНС реалізована на платі розширення за допомогою матриці світлодіодів 5×7 – *HG1*. Управління матрицею світлодіодів здійснюється за лініями *PA0 – PA4* і *PC0 – PC6*. Наприклад, для того щоб засвітити крапку з координатами [1; 1] необхідно встановити рівень логічної одиниці на лінії *PA0*, і рівень логічного нуля на лінії *PC0*.

Також в УНС є лінійка світлодіодів *HL1-HL8* доступ, до яких здійснюється як до комірки зовнішнього ОЗП за адресою *0A006h*. Світлодіоди засвічуються шляхом запису логічних одиниць у відповідні розряди.

Принципова схема для виконання практичної роботи зображена на рис. 5.4.

Далі наведені приклади розробки програм для відображення цифрової інформації на пристроях динамічного і статичного типу для УНС .

Приклад 5.1. Статична індикація. З частотою 1 Гц відобразити на статичному індикаторі число 04

```

CSEG
ORG 0
CONTINUE:
MOV A, #0
MOV DPTR, #0A004h
MOVX @DPTR, A           ;відмінити гасіння
                        ;знакомісць C_инд
MOV A, #04h             ;записати в Акк. Число 04
MOV DPTR, #0A000h       ;встановити в DPTR адресу
                        ;лівої пари знакомісць C_инд
MOV @DPTR, A            ;засвітити число 04
MOV DPTR, #0B000h       ;встановити в DPTR адресу
                        ;правої пари знакомісць
                        ;C_инд
MOVX @DPTR, A           ;засвітити число 04

```

	CALL ZAD	;виклик підпрограми затримки
	MOV A, #00001111b	
	MOV DPTR, #0A004h	
	MOVX @DPTR, A	;погасити всі знакомісця C_инд
	CALL ZAD	
	JMP Continue	;перехід на початок програми
ZAD:	MOV R1, #0FFH	;підпрограма затримки
C2:	MOV R2, #0ffh	
C4:	DJNZ R2, C4	
	DJNZ R1, C2	
	RET	;вихід з підпрограми
	END	

Приклад 5.2. На світлодіодах *HL1-HL8* запустити « одиницю, що біжить » зменшуючи час затримки між засвічуванням світлодіодів до певного значення, після чого засвітити всі світлодіоди (Програма написана на мові програмування C).

```
#include <8051h>
#include "..\ev8031.lib\ev8031.c"
#include "..\ev8031.lib\bitdef.h"

int main ()
{
    unsigned int svet, low, i, zad;
```

```

right i=0x33; // засвітити числа 33 на правому
left i=0x33; // і лівому знакомісцях індикатора HG1
zad=10000;

begin:
    low=1;
    LED_REG=low; // у регістр світлодіодів записуємо значення low
    for (svet=1; svet<8; svet++) // номер світлодіода
        // HL1 – HL8, що засвітився
    {
        delay16 (zad);
        low=low<<1; // зсунути значення low на один знак вліво
        LED_REG=low;
    }
    low=256;
    for (svet=1; svet<8; svet++)
    {
        zad=zad-100;
        if (zad==100) // зменшити затримку
            goto cont; // якщо змінна zad досягла значення 100,
                // засвітити всі світлодіоди
        else
            delay16 (zad);
        low=low>>1; // зсунути значення low на один знак вправо
        LED_REG=low;
    }
    goto begin;
cont:

```

```

low=0xFF;
LED_REG=low;
for (i=1; i<=100; i++)
delay16 (1000);
zad=10000;
goto begin;
}

```

Підготовка до виконання практичної роботи

1. Вивчити принцип роботи різних методів відображення.
2. Розробити алгоритм для виконання індивідуального завдання.
3. Розробити програму для виконання індивідуального завдання (табл. 5.1).
4. Вивчити ПНЗ для МК *ATMEL AT89C51* (KM1816BE51).

Таблиця 5.1. Варіанти індивідуального завдання

$h_2 h_3 h_1 h_0$ [16]	Завдання
1	Занести в регістр R1 XXH, віднімаючи від числа «1» відображати результат на динамічному індикаторі в молодшому розряді до нуля з частотою 0,5 Гц. Включати світлодіод, що біжить, на HL1-HL8.
2	Занести у В двійково-десятькове число X0, в регістр R1 XXH, число з У відобразити на знако-синтезуючому 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 в регістр двійково-десятькове число 0X, в регістр R5 X0, два розряди суми (десятки і одиниці) по черзі відображати на статичному індикаторі і на динамічному індикаторі з частотою 1Гц.

4	Занести в R6 двійково-десятькове число XXH, в R5 двійково-десятькове XX, в R0 двійково-десятькове число XX, відобразити ці числа з R5, R6 на динамічному індикаторі, з R0 на статичному індикаторі.
5	Поперемінно відображати на знако-синтезуючому індикаторі число від 0 до 9, дублювати ці числа на динамічному індикаторі.
6	Занести в регістр A двійково-десятькове число 0X, в регістр R2 X0, число з A відобразити на статичному індикаторі, число з регістра R2 відображати на динамічному індикаторі з частотою 0,6 Гц.
7	Занести в Акумулятор двійково-десятькове число XX, в регістр R1 XX, молодші два розряди суми чисел відобразити на динамічному індикаторі, при цьому на знако-синтезуючому індикаторі здійснити плавне загоряння числа 5.
8	Занести в регістр R6 число XXH, перетворити його в двійково-десятькове число, відобразити його на динамічному індикаторі, відобразити значення регістра R6 на світлодіодах HL1-HL8 і його інверсний стан з частотою 1Гц.
9	Занести в регістр B двійково-десятькове число XX, в регістр R3 XX, різницю чисел відобразити на динамічному індикаторі.
A	Відобразити на знако-синтезуючому індикаторі букву У. Занести в Акумулятор число XX, в регістр R5 X0, число з Акумулятора відобразити на статичному індикаторі, число з R5 відобразити на динамічному індикаторі.

<i>B</i>	Занести в регістр R0 двійково-десятькове число XX, поперемінно відображати молодший і старший розряди на динамічному індикаторі з частотою 0,5 Гц.
<i>C</i>	Занести в регістр R2 двійково-десятькове число XX, в регістр R5 XX, суму відобразити на динамічному індикаторі.
<i>D</i>	Занести в регістр B двійково-десятькове число, з частотою 2 Гц виводити це число на статичному індикаторі і одночасно на динамічному індикаторі.
<i>E</i>	Поперемінно включати світлодіоди HL1-HL8. Занести в осередок з адресою 0010h зовнішньої пам'яті ОЕВМ двійково-десятькове число 0X, в регістр R3 XXH, суму чисел відобразити в старшому розряді на динамічному індикаторі.
<i>F</i>	Занести в регістр R1 двійково-десятькове число 0X, в регістр R3 XX, суму відобразити на динамічному індикаторі. Шестнадцатерічне число відобразити на HL1-HL8.
<i>*</i>	По черзі засвічуючи світлодіоди HL1-HL8, на статичному індикаторі паралельно висвічувати кількість світлодіодів, що горять. Інтервал між засвічуванням 1с.
<i>*</i>	Відобразити на динамічному індикаторі слово з чотирьох букв. Вивести його таким чином: Перша буква, з крайнього правого положення пройшовши всі сегменти, залишається горіти в крайньому лівому положенні. Подальші букви, аналогічно, пройшовши всі сегменти, залишаються за попередніми. Коли слово повністю засвітилося, гасити сегменти по черзі, починаючи з крайнього лівого сегменту з інтервалом 0,5с.

Порядок виконання практичної роботи

1. Використовуючи програмно-налагоджувальні засоби:

- сформулювати початковий текст програми за допомогою текстового редактора, виконати пошук синтаксичних помилок та скомпілювати програму;
- налагодити розроблену програму. За допомогою ПНЗ проаналізувати виконання індивідуальної програми.

2. Завантажити програму в УНС. Переконавшись в правильному виконанні індивідуального завдання, при від'ємному результаті здійснити зміну алгоритму або програми. Повторити завантаження програми в стенд УНС МК51.

3. Роздрукувати лістинг програми.

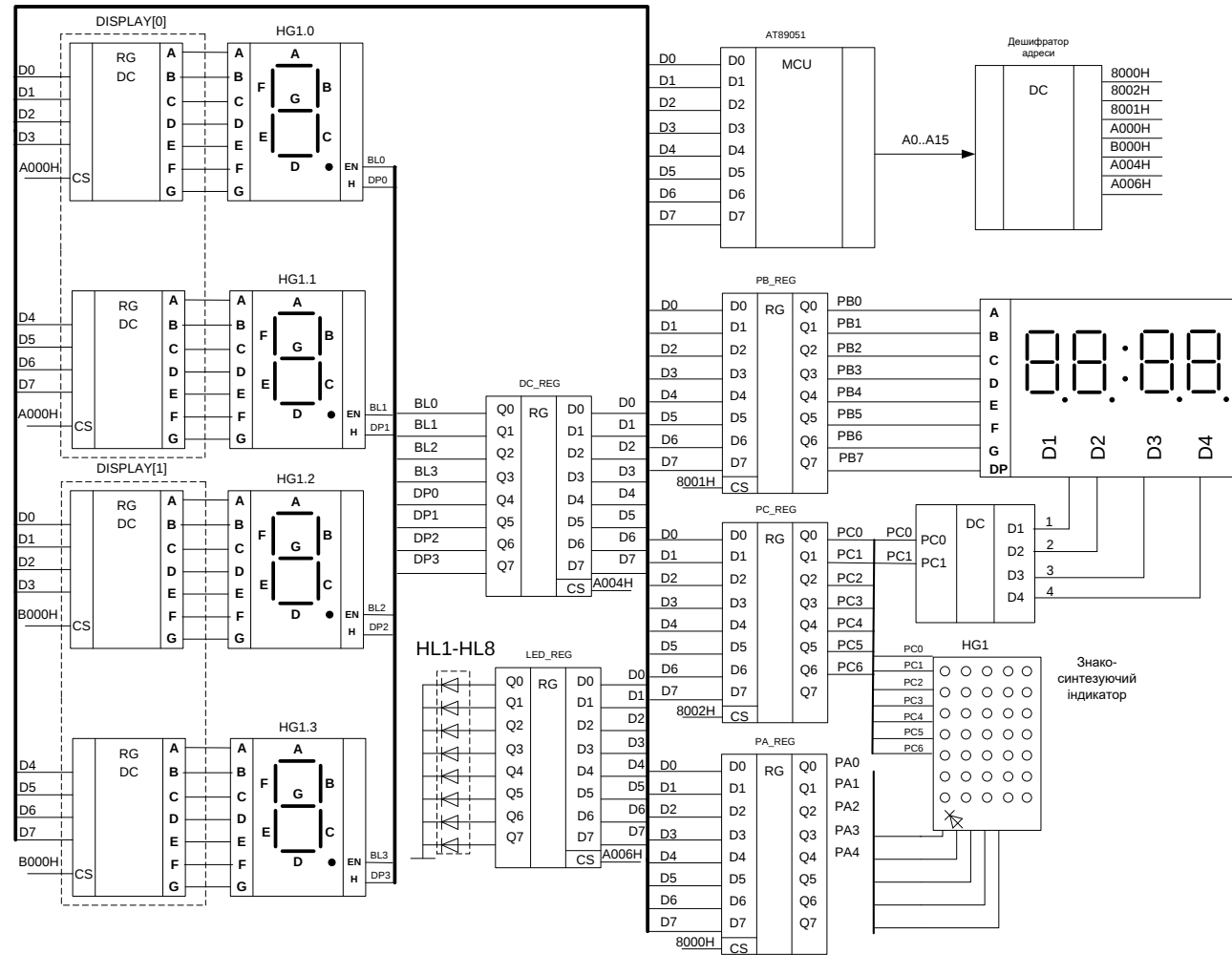


Рис. 5.4. Принципова схема до виконання лабораторної роботи №5

Зміст звіту

Звіт повинен містити короткі теоретичні відомості, схему алгоритму, налагоджену програму на асемблері, часові діаграми, а також висновки за роботою.

Контрольні питання

1. Розрахунок часу регенерації для динамічного методу відображення.
2. Обґрунтування необхідності застосування різних методів відображення.
3. Схематичні рішення для побудови схем відображення інформації.
4. Схеми включення одиничних індикаторів.
5. Включення рідкокристалічних індикаторів. Включення газорозрядних індикаторів.

6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.6

СИСТЕМА ПЕРЕРИВАНЬ. ОПИТУВАННЯ ДИСКРЕТНИХ ДАТЧИКІВ

Мета роботи: Вивчення режимів роботи системи переривання МПС, програмна обробка дискретних сигналів. Вивчення систем переривання режимів введення дискретної інформації, розробка програм опиту сигналів від датчиків.

Теоретичні відомості: /1,2,8/.

Додаткові теоретичні відомості

Опит дискретних сигналів

Для введення інформації широко застосовуються кнопкові перемикачі і контактні клавіатури. Сигнал таких перемикачів формується шляхом замикання (розмикання) електричного ланцюга. Сигнал, що формується контактною парою, супроводжується брязкотом, тривалість якого складає ~ 8-12мс рис. 6.1.

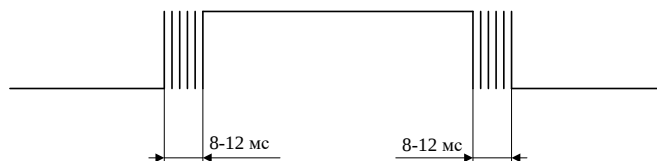


Рис. 6.1. Сигнал контактної пари

Для усунення брязкоту в отримуваному сигналі на виході контактної пари встановлюється спеціальні формувачі. Приклад такого формувача, заснованого на принципі безпосередньої установки *RS*-тригера, приведений на рис. 6.2.

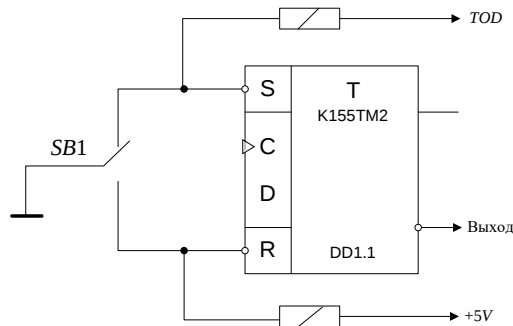


Рис. 6.2. Схема усунення брязкоту за допомогою *RS*-тригера

Для зменшення апаратних витрат застосовують програмне придушення брязкоту. Воно полягає в повторному опиті контактної пари із затримкою в 12 мс, при збігу результатів опиту кнопка була натиснута, інакше в результаті першого опиту був зафіксований брязкіт.

Система переривань МПС

Регістр пріоритетів (*IP*) призначений для установки рівня пріоритету переривання для кожного з 5-ти джерел переривання.

Позначення розрядів регістра *IP* показане в табл. 6.1, а призначення вказане нижче.

Таблиця 6.1 Регістр пріоритетів переривання *IP*

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	PSP	PT1	PX1	PT0	PX0

Призначення розрядів регістра *IP* наступне:

- PX0 – установка рівня пріоритету переривання від зовнішнього джерела /INTO;
- PT0 – установка рівня пріоритету переривання від T/C0;

- PX1 – установка рівня пріоритету переривання від зовнішнього джерела. /INT1;
- PT1 – установка рівня пріоритету переривання від T/C1;
- PS – установка рівня пріоритету переривання від послідовного порту;
- X – резервний розряд.

Наявність в розряді IP “1” встановлює для відповідного джерела високий рівень пріоритету, а наявність в розряді IP “0” – низький рівень пріоритету. При читанні резервних розрядів, відповідні лінії магістралі даних не визначені.

Регістр дозволу переривання (IE) призначений для дозволу або заборони переривань від відповідних джерел. Позначення розрядів регістра *IE* показане в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 Регістр дозволу переривань *IE*

7	6	5	4	3	2	1	0
EA	X	X	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Призначення розрядів регістра *IE* наступне:

- EA – управління всіма джерелами переривань одночасно. Якщо EA=0, то переривання заборонені. Якщо EA=1, то переривання можуть бути дозволені індивідуальними дозволами EX0, ET0, EX1, ET1, ES.
- X – резервний розряд
- ES – управління перериванням від послідовного порту. ES=1 - дозвіл, ES=0 – заборона
- ET1 – управління перериванням від т/с 1. ET1=1 – дозвіл, ET1=0 – заборона
- EX1 – управління перериванням від зовнішнього джерела /INT1. EX1=1 – дозвіл, EX1=0 – заборона

ET0 – управління перериванням від т/с 0. ET0=1 – дозвіл, ET0=0 – заборона

EX0 – управління перериванням від зовнішнього джерела /INT0.
EX0=1 – дозвіл, EX0=0 – заборона

При читанні резервних розрядів відповідні лінії магістралі не визначені.

Структура переривань

Механізм переривань в МПС дозволяє автоматично реагувати на зовнішні і на внутрішні події (переповнювання таймерів/лічильників; завершення послідовного обміну).

Кожне із зовнішніх переривань /INT0, /INT1 може бути активізоване по рівню або по фронту сигналів P3.2, P3.3 за допомогою бітів IT0 і IT1 регістра TCON. Під час вступу запиту зовнішнього переривання /INTx встановлюється прапор IEx регістра TCON. Очищення прапора IEx проводиться апаратний: при перериванні по фронту IEx скидається при зверненні до відповідної підпрограми обробки переривання; при перериванні по рівню прапора очищається при знятті запиту зовнішнього переривання, тобто в IEx відстежується стан виведення /INTx.

Щоб зовнішнє переривання по рівню було розпізнане, необхідне, щоб низький рівень на виведенні INTx утримувався в перебігу не меншого 12 періодів сигналу тактової частоти. Якщо ж переривання активізується по переходу із стану високого рівня в стан низького рівня, то циклу низького рівня повинен передувати цикл високого рівня на виведенні /INTx. Якщо зовнішнє переривання активізується по рівню, запит повинен утримуватися до початку обслуговуючої підпрограми і зніматися перед завершенням цієї підпрограми для запобігання повторному обслуговуванню.

Переривання від таймерів/лічильників виконуються по прапорах TF0 і TF1 регістра TCON, які встановлюються при переповнюванні відповідних регістрів таймерів/лічильників (за винятком режиму 3). Очищення прапорів TF0 і TF1 відбувається при переході до підпрограми обслуговування переривання.

Переривання від послідовного порту виконується по прапору закінчення прийому R1 або по прапору закінчення передачі T1, які встановлюються в регістрі *SCON*.

На відміну від решти прапорів, R1 і T1 скидаються тільки програмним шляхом зазвичай в межах підпрограми обробки переривання, де визначається, якому з прапорів R1 і T1 відповідає переривання.

У разі одночасного надходження запитів переривання з однаковим рівнем пріоритету, рівним 0 або 1, обробка їх проводиться в порядку їх внутрішнього опиту прапорів;

$$IE0 \rightarrow TF0 \rightarrow TE1 \rightarrow TF1 \rightarrow (T1 + R1)$$

Установка прапорів переривання відбувається в кінці машинного циклу, а їх опит в наступному циклі. І лише після виконання останнього циклу поточної команди проводиться апаратний виклик відповідної підпрограми обслуговування, еквівалентній команді *LCALL*.

У загальному випадку, звернення до підпрограми обслуговування затримується при виконанні хоч би одного з наступних умов:

- Проводиться обробка переривання з таким же або вищим пріоритетом.
- Поточний машинний цикл (цикл опиту прапора) не є останнім циклом виконуваної команди.
- Виконувана команда поточної програми *RET1* або будь-яка команда звернення до регістрів *IE*, *IP*.

У останній умові після закінчення однієї з вищезгаданих команд обов'язково виконатися ще одна команда поточної програми перед викликом підпрограми обслуговування переривання.

Прапор переривання, встановлений під час дії блокування переривання по одному з трьох вказаних умов і скинутих до їх зняття, не викличе обслуговування відповідного запиту переривання.

Підпрограма обслуговування переривання триває до виконання команди *RET1* по якій відновлюється те, що складається логіки переривання і стан

програмного лічильника РС з двох верхніх осередків стека. При використанні команди RET відновлюється тільки стан програмного лічильника, а стан логіки переривання залишається незмінним.

Таблиця 6.3. Початкові адреси векторів переривань

<i>Джерело переривання</i>	<i>Адреса</i>
Зовнішнє переривання 0	0003H
Переповнювання таймера 0	000BH
Зовнішнє переривання 1	0013H
Переповнювання таймера 1	001BH
Послідовний порт	0023H

У складі учбовий-налагоджувального стенду є дві окремі кнопки S10-S11, які можуть опитуватися, як програмно, так і за допомогою використання функцій переривань INT0-INT1 відповідно.

У складі учбовий-налагоджувального стенду є матрична 3x4 клавіатура SW3-SW14 (табл. 6.4). Клавіатура підключена до шини даних OEVM за допомогою мікросхеми буфера DD1 74245 (АП6).

Опит всієї клавіатури проводиться за три рази (за один раз прочитується стан тільки одного стовпця клавіатури). Щоб провести опит стовпця клавіатури (SW3, SW6, SW9, SW12; SW4, SW7, SW10, SW13; або SW5, SW8, SW11, SW14) необхідно виставити відповідні лінії адреси (A0, A1, A2 для першого, другого і третього стовпця відповідно) рівень логічного нуля, а на інших лініях рівень логічної одиниці і прочитати стан буфера клавіатури, підключеного до шини даних OEVM як доступний для читання елемент пам'яті з адресою 9000h. Якщо кнопка натиснута, то відповідний біт в ліченому байті буде рівний нулю, якщо ж не натиснута одиниця.

Таблиця 6.4. Робота із матричною клавіатурою

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

Принципова схема для виконання практичної роботи зображена на рис. 6.3. Далі наведені приклади розробки програм обробки дискретних сигналів для УНС МК51.

Приклад 6.4. Приклад програмного опитування дискретного сигналу

```

CSEG
ORG 0
JB  P3.2, $           ;опитування натискання
                        ;кнопки ;SW15, якщо кнопка
                        ;натиснута,
                        ;програма виконується далі
CONTINUE:
MOV  A, #0
MOV  DPTR, #0A004h
MOVX @DPTR, A         ;відміна гасіння знакомісць
                        ;C_інд
MOV  A, #04h          ;записати в акумулятор число
                        ;04
MOV  DPTR, #0A000h    ;встановити в DPTR адресу
                        ;лівої ;пари знакомісць C_інд
MOV  @DPTR, A         ;засвітити число 04
MOV  DPTR, #0B000h    ;встановити в DPTR адресу
                        ;правої пари знакомісць C_інд
MOVX @DPTR, A         ;засвітити число 04
CALL ZAD              ;виклик підпрограми затримки
MOV  A, #00001111b
MOV  DPTR, #0A004h
MOVX @DPTR, A         ;погасити всі знакомісця C_інд
CALL ZAD

```

```

                JMP    CONTINUE        ;перехід на початок програми
ZAD:                                ;підпрограма затримки
                MOV    R1, #0ffh
C2:             MOV    R2, #0ffh
C4:             DJNZ   R2, C4
                DJNZ   R1, C2
                RET                      ;вихід з підпрограми
                END

```

Приклад 6.5. Відображати на $C_{\text{інд}}$ Числа 33.33 і 32.32 при натисканні кнопок SW16, SW15 відповідно (програма написана на мові програмування C).

```

#include <8051h>
#include "..\ev8031.lib\ev8031.c"
#include "..\ev8031.lib\bitdef.h"

int main ()
{
begin:
    DC_REG=0x0F; // гасити індикатор HG1
    if (!P3_2)
    {
        new_dotsi=0x20;
        left i=0x32;
        right i=0x32; // якщо кнопка SW15 натиснута,
                       // вивести 32.32
    }
    if (!P3_3)

```

```

{
    new_dotsi=0x20;
    left i=0x33;
    right i=0x33; // якщо кнопка SW16 натиснута,
                  // вивести 33.33
}
goto begin;
}

```

Підготовка до виконання практичної роботи

1. Вивчити систему переривання МК *ATMEL AT89C51* (KM1816BE51), особливості опитування дискретних датчиків з механічними контактами.
2. Розробити алгоритм для виконання індивідуального завдання (табл. 6.5).
3. Розробити програму для виконання індивідуального завдання.

Таблиця 6.5. Варіанти індивідуальних завдань

$h_2 h_3 h_1 h_0$ [16]	Завдання
1	Підрахувати і відобразити на статичному індикаторі кількість натиснень кнопки SW15.
2	Реалізувати опит клавіатури. Номер клавіші відображати шляхом засвічування відповідної крапки на знако-синтезуючому індикаторі.
3	Реалізувати опитування клавіатури. Номер клавіші послідовно відображати в кожному розряді динамічному індикаторі.
4	Після натиснення SW15 запускати вогник, що біжить, на світлодіодах HL1-HL8, при опусканні кнопки здійснюється плавне загоряння числа 3 на знако-синтезуючому індикаторі.

5	Після натиснення кнопки SW16 включити секундомір з відображенням на статичному індикаторі значення секунд при опусканні запускати «тінь», що біжить, на світлодіодах HL1-HL8.
6	Реалізувати опитування клавіатури. Номер клавіші відображати позиційним кодом на світлодіодах HL1-HL8, з відображенням кнопки на індикаторі.
7	Реалізувати програму введення чотиризначного числа з клавіатури, використовуючи статичний індикатор і дублюючи значення натиснутої кнопки на знако-синтезуючому індикаторі.
8	Реалізувати опит клавіатури після 2-х натиснень кнопки SW16. Номер клавіші відображати на динамічному індикаторі.
9	Після натиснення SW15 запускати будь-яке значення, що біжить, на знако-синтезуючому індикаторі, а після натиснення SW16 запалити всі крапки в шаховому порядку.
A	Відображати значення секунд на статичному індикаторі. По перериванню INT0 зупинити секундомір і засвітити світлодіоди HLn (n – непарне).
B	Відображати число 7543 на динамічному індикаторі. По перериванню INT1 засвітити світлодіоди HLn (n - парне).
C	На статичному індикаторі відобразити число 5555. По перериванню INT0 відображати «шахматку» на знако-синтезуючому індикаторі, по перериванню INT1 відобразити на статичному індикаторі число 3333.

<i>D</i>	Після натиснення SW15 реалізувати програму введення тризначного числа з клавіатури з відображенням на статичному індикаторі.
<i>E</i>	Після натиснення SW16 запускати «тінь», що біжить, на знако-синтезуючому індикаторі, а при повторному натисненні SW16 згасити всі крапки.
<i>F</i>	Реалізувати опит клавіатури. Номер клавіші ініціювати двійковим кодом на світлодіодах HL1-HL8.

Порядок виконання практичної роботи

1. Використовуючи програмно-налагоджувальні засоби для МК або моделюючий комплекс *SCM* МК51 налагодити розроблену програму:

- сформулювати початковий текст програми за допомогою текстового редактора, виконати пошук синтаксичних помилок та скомпілювати програму;
- налагодити розроблену програму.

2. Завантажити програму в УНС МК51. Переконавшись в правильному виконанні індивідуального завдання, при від'ємному результаті здійснити зміну алгоритму або програми. Повторити завантаження програми в стенд УНС.

3. Роздрукувати лістинг програми.

Зміст звіту

Звіт повинен містити короткі теоретичні відомості, схему алгоритму, налагоджену програму на асемблері, часові діаграми, а також висновки за роботою.

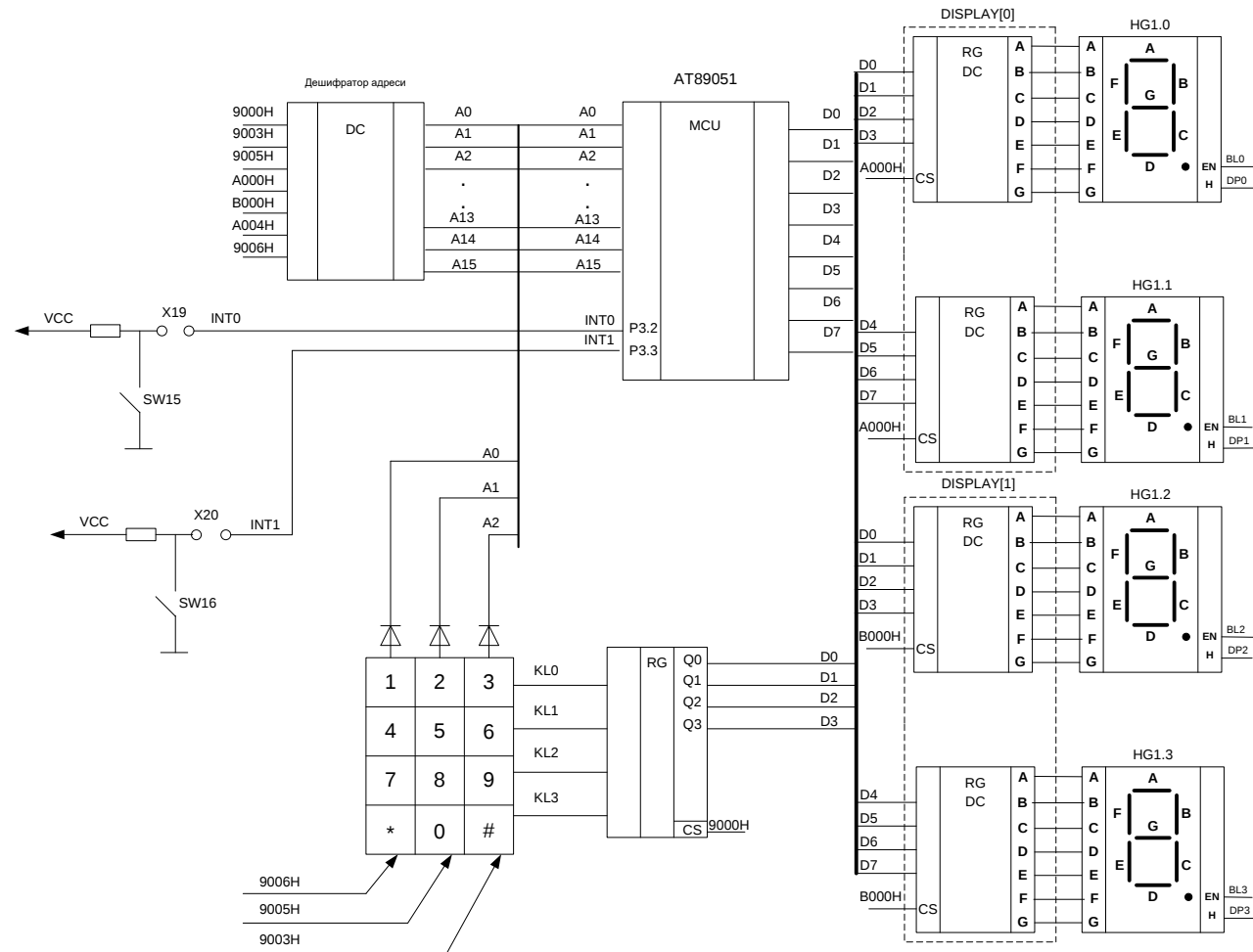


Рис. 6.3. Принципова схема до виконання практичної роботи №6

Контрольні питання

1. Структура системи переривання МПС.
2. Призначення, приклади застосування системи переривання.
3. Регістри управління, розподіл пам'яті в МПС.
4. Переривання від таймерів, послідовного приймача-передавач.
5. Апаратне усунення брязкоту контактів схем з TTL і КМОП.
6. Програмне усунення брязкоту контактів.
7. Необхідність застосування програмного або апаратного усунення брязкоту контактів.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жабін В.І. Арифметичні та управляючі пристрої цифрових ЕОМ: Навчальний посібник / В.І.Жабін, І.А.Жуков, І.А.Клименко, Стиренко С.Г. – К.: ВЕК +, 2008. – 176 с.
2. *Каган Б.М.* Электронные вычислительные машины и системы / *Б.М. Каган.* – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 552 с.
3. *Карцев М.А.* Архитектура цифровых вычислительных машин / *М.А. Карцев.* – М.: "Наука", 1978. – 295 с.
4. ЖАБИН В.І., ЖУКОВ І.А., ТКАЧЕНКО В.В., КЛИМЕНКО І.А. Мікропроцесорні системи: Навчальний посібник. – К. Видавництво «СПД Гуральник», 2009. – 492 с.
5. *Новожилов О.П.* Основы микропроцессорной техники / Учебное пособие в двух томах. – М.: ИП РадиоСофт, 2007. – 336 с.
6. *Прикладана* теорія цифрових автоматів: Навчальний посібник / В.І.Жабін, І.А.Жуков, І.А.Клименко, В.В.Ткаченко. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2007. – 364 с.
7. *Пухальский Г.И.* Проектирование микропроцессорных систем: Учебное пособие для ВУЗов. – Спб.: Политехника, 2001. – 544 с.

8. Самофалов К.Г., Корнейчук В.И., Тарасенко В.П. Цифровые ЭВМ. Теория и проектирование.– К.: Высш.шк. 1989. – 424 с.
9. Тарабрин В.В., Лунин Л.Ф., Смирнов Ю.Н. Интегральные микросхемы: Справочник. – М.: Радио и связь, 1990. – 528 с.