

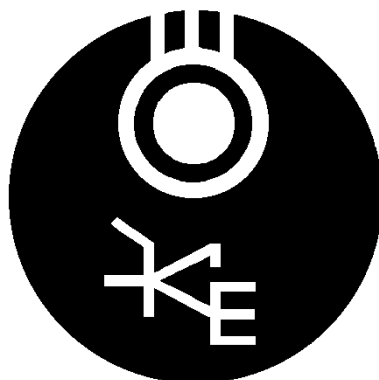
П.І.Б.

Група

Варіант

Відмітка про залік:

Міністерство освіти і науки України
Національний гірничий університет



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи МПП-7

“ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕРИВАНЬ. ПРОГРАМУВАННЯ ОПИТУВАННЯ ДИСКРЕТНИХ ДАТЧИКІВ”,

індивідуальних завдань та самостійної роботи

з професійно-орієнтованої дисципліни

“МІКРОПРОЦЕСОРНІ ПРИСТРОЇ”

для студентів спеціальності 7.092203 “Електромеханічні системи автоматизації
та електропривід” напряму “Електромеханіка”

Дніпропетровськ

2006

Міністерство освіти і науки України
Національний гірничий університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи МПП-7 “Організація переривань. Програмування опитування дискретних датчиків”, індивідуальних завдань та самостійної роботи з професійно-орієнтованої дисципліни “Мікропроцесорні пристрої” для студентів спеціальності 7.092203 “Електромеханічні системи автоматизації та електропривід” напряму "Електромеханіка”

Дніпропетровськ
НГУ
2006

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи МПП-7 “Організація переривань. Програмування опитування дискретних датчиків.”, індивідуальних завдань та самостійної роботи з професійно-орієнтованої дисципліни “Мікропроцесорні пристрої” для студентів спеціальності 7.092203 “Електромеханічні системи автоматизації та електропривід” напряму “Електромеханіка”/ Упорядн.: В.І. Кириченко, О.А. Яланський, В.Г. Алпаєв – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2006. – 24 с.

Упорядники: В.І. Кириченко, д-р техн. наук, проф.

О.А. Яланський, канд. техн. наук, доц.

В.Г. Алпаєв, мол. наук. співробітник.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри електроприводу

О.С. Бешта, д-р техн. наук, проф.

ВСТУП

Мета самостійної та лабораторної робіт – поглиблення знань з дисципліни “Мікропроцесорні пристрої” шляхом теоретичного вивчення та отримання навичок програмування мікроконтролерів сімейства MCS-51, зокрема опрацювання переривань ОЕОМ, розробка програм опитування дискретних датчиків для можливості програмної обробки їх сигналів. Для досягнення цієї мети пропонується засвоїти принципи роботи системи переривань та програмування пристроїв клавіатурного введення інформації за допомогою навчально-налагоджувального стенду EV8031/AVR.

1. ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ ТА ЛАБОРАТОРНОЇ РОБІТ

1.1. Самостійна робота

Самостійна робота полягає у вивченні теоретичного матеріалу, який викладено у даних методичних вказівках. Слід ознайомитися із особливостями програмування переривань та опитування дискретних датчиків на прикладі дванадцяти кнопочної клавіатури. Після засвоєння матеріалу слід відповісти на запитання самоперевірки та виконати індивідуальне завдання до самостійної роботи.

1.2. Лабораторна робота

Виконується у комп'ютерних класах кафедри. Метою роботи є теоретичне і практичне ознайомлення з програмуванням системи переривань MCS-51 на базі навчально-налагоджувального стенду EV8031/AVR, а також засвоєння методів розробки програмного забезпечення для обробки дискретних сигналів у режимі реального часу.

До виконання допускаються студенти, які ознайомилися з теоретичним матеріалом п.п. 2...3 методичних вказівок, відповіли на запитання самоперевірки, виконали індивідуальне завдання до самостійної роботи, підготували попередній звіт з алгоритмом (із дотриманням ГОСТ) та програмою (із коментарями) відповідно індивідуального завдання вибраного рівня складності. Захист роботи – шляхом демонстрації викладачеві роботи розробленої програми та заключної тестової перевірки на ПЕОМ або співбесіди з викладачем.

Програма виконання

- Ознайомитися із організацією системи переривань ОЕОМ MCS-51 та особливостями її застосування.
- Засвоїти методику опитування дискретних датчиків з механічними контактами.

- Після засвоєння матеріалу п.п. 2...3 методичних вказівок відповіді на запитання самоперевірки, які наведені після п. 3.
- Виконати індивідуальний варіант самостійної роботи (номер варіанту повинен збігатися з порядковим номером студента у журналі групи).
- Розробити та налагодити програму для виконання індивідуального завдання.
- Завантажити програму до стенду ОЕОМ та впевнитись у правильності її роботи.
- Скласти підсумковий звіт та захистити роботу шляхом тестової перевірки або співбесіди з викладачем.

Вказівки щодо складання звіту

Попередній звіт повинен містити:

- Назву, мету та програму роботи.
- Відповіді на запитання самоперевірки.
- Відповіді на запитання індивідуального варіанту самостійної роботи.
- Чернетку з алгоритмом та програмою для виконання індивідуального завдання вибраного рівня складності.
- *Підсумковий звіт*, окрім перших трьох пунктів попереднього звіту, повинен містити алгоритм та налагоджену програму згідно індивідуального завдання вибраного рівня складності, перевірені та підписані викладачем.

Увага! Допуском до виконання лабораторної роботи є підготовлений попередній звіт згідно поставлених до нього вимог.

2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕРИВАНЬ MCS-51

Переривання в загальному випадку є засіб змусити процесор призупинити виконання поточної програми і перейти на виконання іншої (підпрограми обслуговування запиту на переривання), а після того повернутися до виконання перерваної поточної програми з того самого місця, в якому відбулось її переривання. Необхідну реакцію мікроконтролера на зовнішні та внутрішні запити на переривання забезпечує вбудована в нього система переривань. Запит на переривання може бути сформований будь-яким джерелом, яке встановлює відповідний прапор (ознаку) у відповідному службовому реєстрі. Обслуговування запитів може бути дозволеним або забороненим.

Якщо обслуговування даного запиту на переривання не заборонено і процесор не зайнятий обслуговуванням переривань однакового або вищого пріоритету, то система переривань внутрішніми апаратними засобами сформує виклик підпрограми обслуговування запиту на переривання за адресою, яка є фіксованою для даного переривання і зветься вектором переривання. При цьому в стек буде автоматично записана адреса повернення, яка займає 2 байти ОЗП. У ПЗП за адресою вектора переривання повинна розміщуватися команда `AJMP adr` або

LJMP adr, де adr – початкова адреса розміщення підпрограми обслуговування даного переривання. Алгоритм обробки переривання при виявленні відповідного запиту наведений на **рис.2.1**.

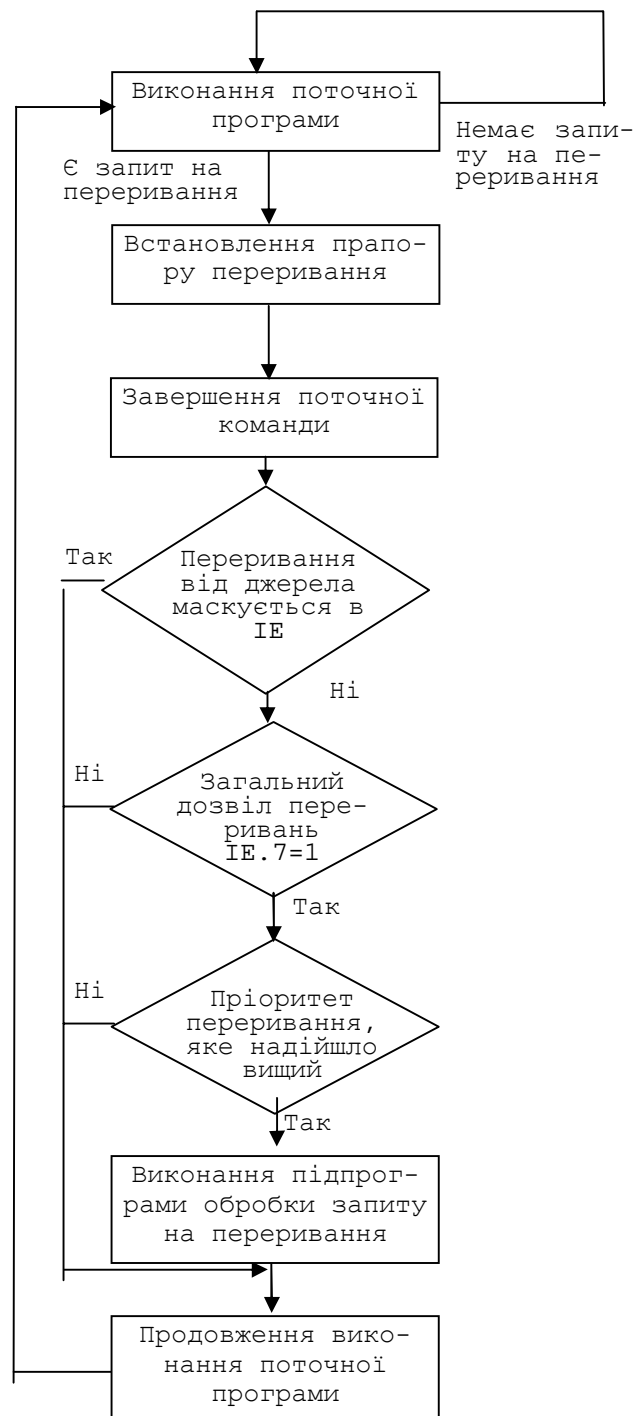


Рис.2.1. Алгоритм обробки переривання

На **рис.2.2**. показані всі можливі джерела переривання. Підпрограма обслуговування переривання повинна забезпечити збереження всіх необхідних даних (включно із словом стану PSW).

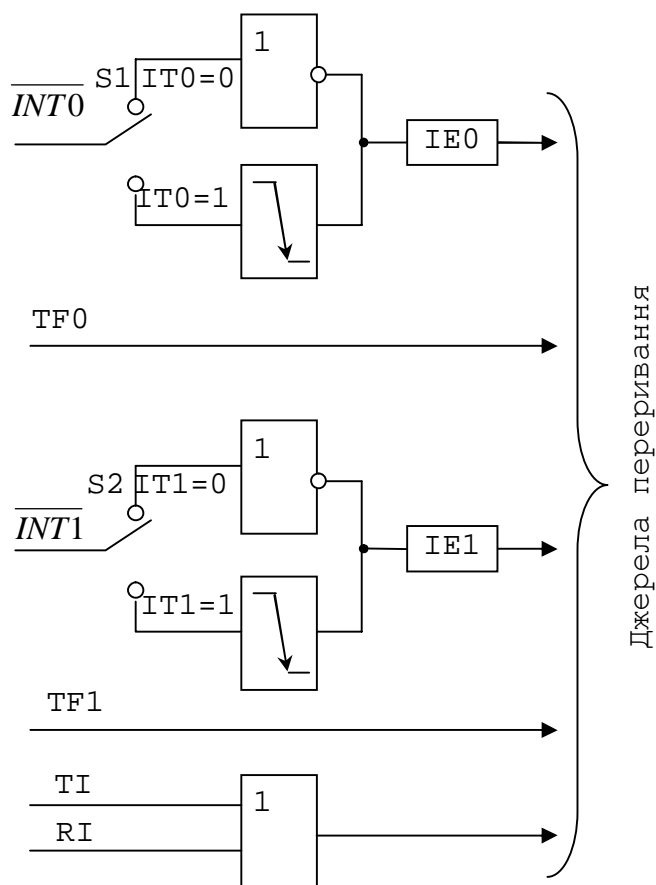


Рис. 2.2. Можливі джерела переривання: $IT0, IT1$ – біти управління регістра $TCON$;
 $TF0, TF1, IE0, IE1$ – прапори ознак у регістрі $TCON$;
 TI, RI – прапори ознак у регістрі $SCON$

Якщо підпрограма обслуговування запиту на переривання використовує ті ж регістри що і перервана програма, то на початку підпрограми слід розмістити команди збереження вмісту всіх спільно використовуваних регістрів, а в кінці підпрограми – команди відновлення вмісту регістрів перерваної програми. Закінчуватися підпрограма переривань повинна командою $RETI$, за якою поновлюється виконання перерваної програми і знімається блокування переривань. Якщо запит на переривання здійснений по фронту, то прапор (ознака) переривання скидається в нульовий стан апаратно по виходу із підпрограми. При запиті за рівнем у підпрограмі переривання слід передбачити програмне скидання в нульовий стан цієї ознаки для запобігання помилкового повторного виконання підпрограми.

2.1. Структура переривань мікроконтролерів MCS-51

Базові мікроконтролери сімейства MCS-51 мають 5 каналів виклику переривань: два від зовнішніх пристроїв (входи $\overline{INT0}$ і $\overline{INT1}$) і три від внутрішніх джерел (таймерів/лічильників Т/С 0, Т/С 1 і послідовного порту PS). Система переривань дозволяє:

Зовнішні переривання надходять на входи $\overline{INT0}$ і $\overline{INT1}$ (виводи P3.2 і P3.3 порту P3, який налагоджено на виконання альтернативної функції). Переривання можуть бути активізовані як низьким рівнем (логічний 0) сигналу на відповідному вході, так і по задньому фронті цього сигналу (переривання сприймається в момент переходу сигналу від високого рівня до низького, тобто переходу від логічної 1 до логічного 0). З цією метою використано мультиплексори-перемикачі S1 і S2 (рис.2.3), якими керують розряди IT0 і IT1 регістра TCON (TCON.0, TCON.2), значення яких і визначає тип ініціалізації переривання. При ITx=0 (x=0 або 1) запит на переривання від зовнішнього джерела здійснюється за рівнем, а при ITx=1 – за фронтом. Позначки і призначення розрядів регістра TCON наведені в **табл. 2.1**.

Таблиця 2.1

Регістр керування таймерами/лічильниками й перериваннями TCON.		
Позначка	Біт	Призначення
TF1	TCON.7	Прапор (ознака) переповнення таймера/лічильника 1. Встановлюється апаратно при переповненні таймера/лічильника 1 або програмно. Скидається апаратно при переході на обслуговування запиту на переривання $\overline{INT1}$.
TR1	TCON.6	Біт керування таймером/лічильником 1. Встановлюється /скидається програмно для пуску/зупинки таймера/лічильника 1. TR1=1 – пуск, TR1=0 – зупинка.
TF0	TCON.5	Прапор (ознака) переповнення таймера/лічильника 0. Встановлюється апаратно при переповненні таймера/лічильника 0 або програмно. Скидається апаратно при переході на обслуговування запиту на переривання $\overline{INT0}$.
TR0	TCON.4	Біт керування таймером/лічильником 0. Встановлюється /скидається програмно для пуску/зупинки таймера/лічильника 1. TR0=1 – пуск, TR0=0 – зупинка.
IE1	TCON.3	Встановлюється в «1» при надходженні запиту $\overline{INT1}$ або програмно і викликає підпрограму переривання. Коли запит по фронту, то IE1 скидається апаратно при зверненні до підпрограми переривання. А коли за рівнем – то скидається при знятті запиту $\overline{INT1}$ (запит повинен утримуватися до початку і скидатися до завершення підпрограми) – тобто відслідковує стан виводу $\overline{INT1}$.
IT1	TCON.2	Керування типом переривання $\overline{INT1}$. Встановлюється/скидається програмно для вибору фронту або низького рівня джерела переривання $\overline{INT1}$ (IT1=1 – переривання по фронту, IT1=0 – переривання за рівнем).
IE0	TCON.1	Призначення таке ж як для IE1, але для запиту $\overline{INT0}$.
IT0	TCON.0	Призначення таке ж як для IT1, але для запиту $\overline{INT0}$.

При надходженні запиту на переривання \overline{INTx} від зовнішнього пристрою на відповідний вивід порту P3 сигнал інвертується логічним елементом DD1 (або DD2) (**рис.2.3.**) і встановлює в 1 розряд IEx (x=0 або 1) регістру TCON. Очищення прапора IEx виконується апаратно при перериванні по фронту (прапор IEx скидається при звертанні до відповідної підпрограми обробки переривання), а при перериванні за рівнем скидання прапора здійснюється при знятті запиту зовнішнього переривання (по даним табл. 2.1 у такий спосіб при перериванні за рівнем стан входу \overline{INTx} можна відстежити по прапорі IEx). Для розпізнання запиту за рівнем від зовнішнього пристрою слід низький рівень на вході \overline{INTx} утримувати не менше одного машинного циклу. При цьому запит повинен утримуватися до початку обслуговуючої підпрограми і зніматися до її завершення (для запобігання повторного обслуговування). Для розпізнавання переривання по фронту необхідно, щоб на виводі \overline{INTx} перед низьким рівнем сигналу спочатку був високий рівень.

При використанні режиму переривань за рівнем мікропроцесорна система може бути оснащена зовнішньою схемою, яка забезпечить зняття запиту на переривання при його обслуговуванні. Інакше процесор буде циклічно виконувати підпрограму переривання доти, поки запит не буде знятий. Ця властивість режиму переривань за рівнем ускладнює їх застосування, однак дозволяє при використанні нескладної зовнішньої логіки здійснити розширення входів переривання для використання з багатьма зовнішніми джерелами. Наприклад, для розширення входу зовнішнього переривання INT0 на 8 джерел може бути використана схема **рис.2.4.**

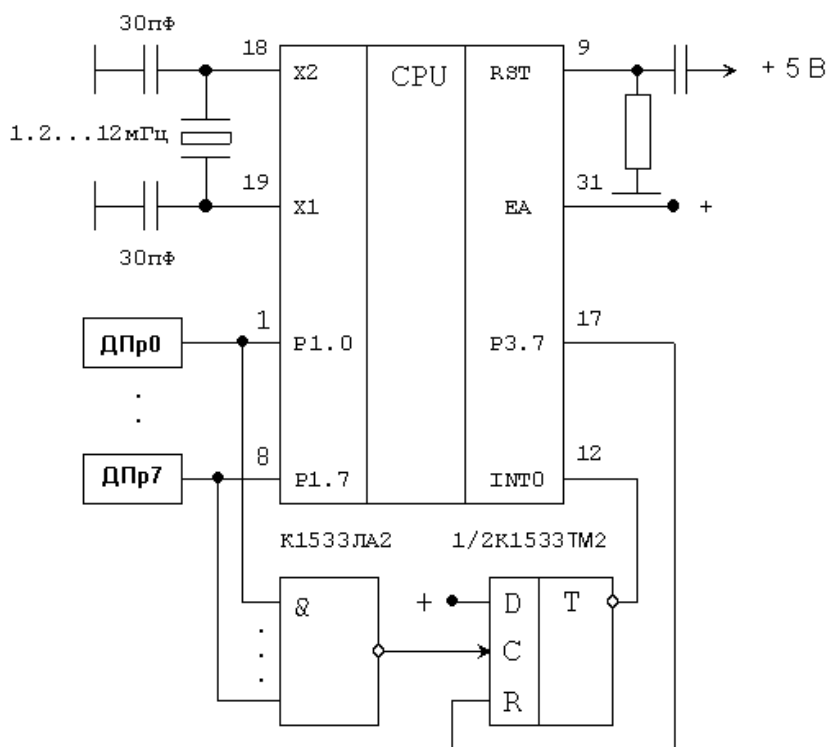


Рис.2.4. Схема розширення входу переривання

Якщо сигнали запитів переривань від зовнішніх джерел ДПр0...ДПр7 не перекриваються в часі (за необхідності така умова може бути забезпечена зовнішніми схемами), то при надходженні запиту від кожного з джерел у момент переходу вихідного сигналу з логічної одиниці в логічний 0 на виході схеми "І-НІ" з'явиться одиничний сигнал, по фронту якого в тригер буде записана логічна одиниця з входу D, що формує на виході \overline{Q} потенціал логічного нуля. Цей сигнал буде сприйматися процесором як запит на переривання. Як тільки процесор перейде до виконання підпрограми обслуговування переривання він повинен через вивід 17 (P3.7) здійснити скидання тригера по входу R (подачею логічної одиниці), що забезпечить зняття запиту із входу INT0 процесора (з \overline{Q} надійде логічна одиниця) і в такий спосіб забезпечити однократне обслуговування переривання. Крім того, зовнішні переривання по входах INTx можна викликати програмною установкою розрядів порту P3.2=0 і P3.3 =0.

2.3. Переривання від таймерів/лічильників

Переривання від таймерів/лічильників виконуються за допомогою прапорів TF0 і TF1 регістра TCON, які встановлюються при переповненні відповідних регістрів таймерів/лічильників (при переході їх вмісту зі стану «всі одиниці» у стан «всі нулі») за винятком режиму 3. Очищення прапорів TF0 і TF1 відбувається при переході до підпрограми обслуговування переривання апаратно.

2.4. Переривання від послідовного порту

Послідовний порт формує однаковий запит на переривання при двох різних подіях: прийомі чергового слова до буфера й при готовності буфера до передачі наступного слова. Переривання від послідовного порту виконується по прапору закінчення прийому RI "приймач повний" або по прапору закінчення передачі TI "передавач порожній", які встановлюються в регістрі SCON. Прапори запиту RI і TI не скидаються автоматично при обслуговуванні переривання й вимагають програмного скидання (звичайно в межах підпрограми обробки переривання, де визначається, якому із прапорів (RI або TI) відповідає переривання).

2.5. Встановлення пріоритетів переривання

Для встановлення пріоритетів переривання використовується регістр IP (Interrupt Priority). Позначки й призначення розрядів регістру IP показано в *табл.2.2*.

Всі розряди регістра встановлюються й скидаються програмним способом. Встановлення розряду в «1» відповідає високому рівню пріоритету, в «0» – низькому. Кожний розряд регістру IP керує одним з перемикачів – демультіплексорів S3...S7, що з'єднують виходи запиту переривань (виходи LE DD5) з лініями високого (0H...4H) і низького (0L...4L) рівнів пріоритетів (*рис.2.3*).

Регістр пріоритетів переривань IP		
Позначка	Біт	Призначення
XX	IP.7	Не використовується
XX	IP.6	Не використовується
XX	IP.5	Не використовується
PS	IP.4	Біт встановлення пріоритету прийомопередавача (0 – низький, 1 – високий)
PT1	IP.3	Біт встановлення пріоритету таймера/лічильника 1 (0 – низький, 1 – високий)
PX1	IP.2	Біт встановлення пріоритету зовнішнього переривання 1 (0 – низький, 1 – високий)
PT0	IP.1	Біт встановлення пріоритету таймера/лічильника 0 (0 – низький, 1 – високий)
PX0	IP.0	Біт встановлення пріоритету зовнішнього переривання 0 (0 – низький, 1 – високий)

При старті мікроконтролера всі переривання мають низький (рівний один одному) пріоритет. У випадку одночасного надходження запитів переривання з однаковим рівнем пріоритету, рівним 0 або 1, їхня обробка буде виконуватись у наступному порядку **рис. 2.5**:

$\overline{INT0}$ → Таймер 0 → $\overline{INT1}$ → Таймер 1 → Послідовний порт

Джерело	Пріоритет
IE0	0 (найвищий)
TF0	1
IE1	2
TF1	3
RI ∨ TI	4 (найнижчий)

Рис.2.5. Послідовність обробки запитів на переривання

Наприклад якщо зовнішні переривання $\overline{INT0}$ і $\overline{INT1}$ одночасно мають вищий пріоритет, як показано на (**рис.2.3**) ($PX0=1$ і $PX1=1$) і вони не замасковані ($EA=1$, $EX0=1$ і $EX1=1$), то з одночасною появою запитів на переривання буде обслуговуватись запит по входу $\overline{INT0}$.

Якщо під час роботи підпрограми обробки запиту на переривання з'явився запит на переривання з вищим рівнем пріоритету, то підпрограма обробки переривання з низьким пріоритетом перерветься і мікроконтролер перейде до обробки переривання з вищим пріоритетом і по закінченню його обробки повернеться до перерваної програми переривання з нижчим рівнем пріоритету.

2.6. Заборона/дозвіл переривання

Для дозволу або заборони переривання використовується регістр керування дозволом переривання ІЕ (Interrupt Enable). Позначки й призначення розрядів регістра ІЕ показано в *табл.2.3*.

Таблиця 2.3

Регістр заборони/дозволу переривань ІЕ		
Позначка	Біт	Призначення
EA	ІЕ.7	Керування всіма джерелами переривань одночасно. Якщо EA=0, то всі переривання заборонені. Якщо EA=1, то переривання можуть бути дозволені індивідуальними дозволами розрядів ES, ET1, EX1, ET1, EX0.
XX	ІЕ.6	Не використовується.
XX	ІЕ.5	Не використовується.
ES	ІЕ.4	Переривання від послідовного порту: ES=1 – дозволено, ES=0 – заборонено.
ET1	ІЕ.3	Переривання від таймера/лічильника 1: ET1=1 – дозволено, ET1=0 – заборонено.
EX1	ІЕ.2	Переривання від зовнішнього джерела $\overline{INT1}$: EX1=1 – дозволено, EX1=0 – заборонено.
ET0	ІЕ.1	Переривання від таймера/лічильника 0: ET0=1 – дозволено, ET0=0 – заборонено.
EX0	ІЕ.0	Переривання від зовнішнього джерела $\overline{INT0}$: EX0=1 – дозволено, EX0=0 – заборонено.

Розряд EA=0 забороняє всі переривання, блокуючи передачу запитів переривання через ЛЕ DD5 (*рис.2.3*). При EA=1 переривання дозволені, однак переривання від кожного джерела або групи джерел може бути маскованим (забороненим) встановленням 0 у відповідних розрядах регістра ІЕ. Ці розряди блокують передачу запиту переривання через ЛЕ DD4 (*рис.2.3*). Всі розряди регістра ІЕ встановлюються й скидаються програмним способом.

2.7. Вектор переривання

Вектором переривання називається початкова адреса ПЗП. У якому розміщена перша команда підпрограми обробки певного запиту на переривання. При виникненні запиту мікроконтролер перериває виконання основної програми й звертається до цієї початкової адреси адресного простору. Для кожного джерела переривання є заздалегідь певна початкова адреса розміщення підпрограми переривання. Усю сукупність векторів переривання ще називають таблицею векторів переривання (*табл.2.4*).

Початкові адреси (вектори переривань)

Джерело запиту на переривання	Адреса початку підпрограми переривання (вектор переривань)
Зовнішнє переривання $\overline{INT0}$	0003H
Переповнення таймера 0	000BH
Зовнішнє переривання $\overline{INT1}$	0013H
Переповнення таймера 1	001BH
Послідовний порт	0023H

Як видно із даних *таблиці 2.4*, розробниками MCS-51 для кожної підпрограми обробки переривання відведено лише 8 байт. Очевидно, що підпрограми опрацювання запитів на переривання можуть бути значно довгими, а тому основну частину підпрограми звичайно розміщують в іншому місці адресного простору ПЗП, а у векторний простір записують лише команду безумовного переходу на початкову адресу основної частини підпрограми, що буде виконуватись за відповідним запитом на переривання. Вище викладені положення зведені у *табл.2.5*.

Таблиця 2.5.

Переривання	Умови		Вектор	Дозвіл	Пріоритет
INT0	0 або перехід 1/0	IE0=TCON.1	0003H	EX0=IE.0	PX0=IP.0
INT1	0 або перехід 1/0	IE1=TCON.3	0013H	EX1=IE.2	PX1=IP.2
T/C0	Переповнення T/C0	TF0=TCON.5	000BH	ET0=IE.1	PT0=IP.1
T/C1	Переповнення T/C1	TF1=TCON.7	001BH	ET1=IE.3	PT1=IP.3
Послідовний порт	Приймач повний	RI=SCON.0	023BH	ES=IE.4	PS=IP.4
	Передавач пустий	TI=SCON.1			
Все				EA=IE.7	
				1 – дозвіл	1 – високий
				0 – заборона	0 – низький

Приклад програми

Даний приклад програми демонструє організацію обробки запитів на переривання від зовнішніх пристроїв на входах INT0 і INT1 мікроконтролера. Програма виконує наступні дії. Основна програма здійснює виведення вмісту регістра R7 в перший та другий розряди пристрою статичної індикації за адресою 0A000H та збільшує на 1 цей вміст в циклі. При виникненні запиту на переривання підпрограма обробки гасить перше та друге знакомісця блоку статичної індикації та виводить в одне з них номер запиту на переривання яке виникло.

```

ORG 0
JMP 100H
ORG 03          ;Початкова адреса вектора
                 ;переривання  $\overline{INT0}$ 

JMP 200H
ORG 13H        ;Початкова адреса вектора
                 ;переривання  $\overline{INT1}$ 

JMP 300H

;----- Основна програма -----
ORG 100H
MOV 0A8H,#00000000B ;Заборона всіх переривань
MOV 0B0H,#11111111B ;Альтернативні функції виводів порту P3
MOV 0B8H,#00000000B ; Встановлення низького рівня всіх
                    ;пріоритетів
MOV 0B8H,#00000001B ;Встановлення високого
                    ;пріоритету для входу  $\overline{INT0}$ 
MOV 88H,#00000101B ;Встановлення переривання по фронту
MOV 0A8H, #0FFH    ;Дозвіл всіх переривань
MOV R7,#00         ;0 → R7
M1: MOV DPTR,#0A000H ;Виведення вмісту R7 на статичну
MOV A,R7           ;індикацію за адресою 0A000H
MOVX @DPTR,A      ;
LCALL TIME        ;Затримка часу
INC R7            ;Збільшення вмісту R7 на одиницю
JMP M1           ;

;-----
TIME:             ;Підпрограма затримки часу
                 ;
MOV R2,#01H      ;
M4: MOV R0,#0FFH ;
M2: MOV R1,#0FFH ;
M3: DJNZ R1,M3   ;
    DJNZ R0,M2   ;
    DJNZ R2,M4   ;
RET              ;

;-----
ORG 200H         ;Підпрограма обробки переривання  $\overline{INT0}$ 

MOV R3,#0FH     ;Погашення розрядів 1 і 2 блоку статичної
L2: MOV DPTR,#0A000H ;індикації і виведення у другий розряд
MOV A,#0FFH     ;числа 0
MOV @DPTR,A    ;
MOVX DPTR,#0A000H ;
MOV A,#0F0H    ;
MOVX @DPTR,A   ;
LCALL TIME     ;Затримка часу
DJNZ R3,L2    ;
RETI          ;Вихід із підпрограми переривання

;-----
ORG 300H        ;Підпрограма обробки переривання  $\overline{INT1}$ 
                 ;гасить розряди 1 і 2 статичної індикації

```

```

;і виводить в 1-ий розряд число 1
MOV R4,#0FH ;
L1: MOV DPTR,#0A000H ;
MOV A, #0FFH ;
MOVX @DPTR,A ;
MOV DPTR,#0A000H ;
MOV A,#01FH ;
MOVX @DPTR,A ;
LCALL TIME ;Затримка часу
DJNZ R4,L1 ;
RETI ;Вихід із підпрограми переривання
;-----
END
;-----

```

3. ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ ДИСКРЕТНИХ ДАТЧИКІВ

3.1. Загальні відомості

Для введення інформації широко застосовують кнопкові перемикачі і контактні клавіатури. Сигнал від таких перемикачів формується шляхом замикання (розмикання) електричного кола. Сигнал, формований контактною парою, супроводжується брязкотінням, тривалість якого становить ~ 8...12 мс (*рис.3.1*).

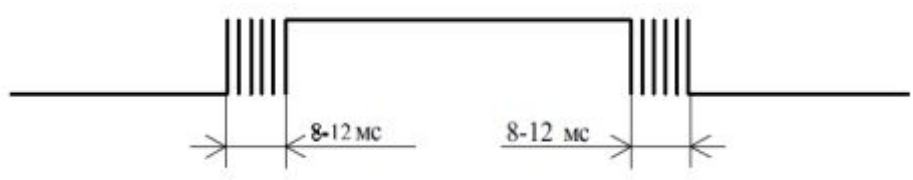


Рис. 3.1. Сигнал контактної пари

Для усунення брязкотіння в отриманого сигналу на виході контактної пари встановлюють спеціальні формувачі. Приклад такого формувача із використанням RS-тригера наведений на *рис.3.2*.

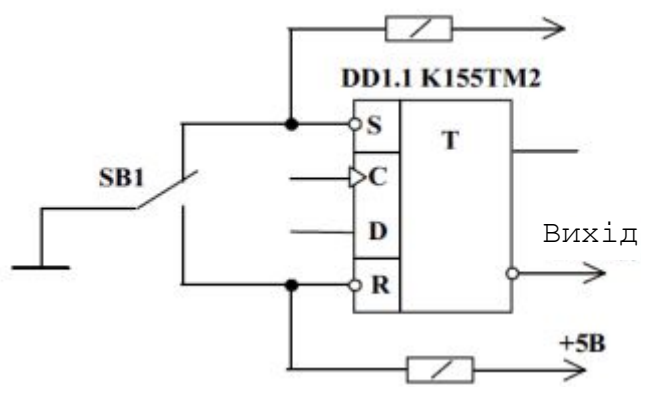


Рис. 3.2.Схема усунення брязкотіння за допомогою RS-тригера

Для зменшення апаратних витрат застосовують програмне згладжування брязкотіння. Воно полягає у повторному опитуванні контактної пари із затримкою в 12 мс, при збіганні результатів опитування – кнопка була натиснута, інакше в результаті першого опитування було зафіксовано брязкотіння.

3.2. Організація опитування клавіатури основної плати навчально-налагоджувального стенду EV8031/AVR

У складі навчально-налагоджувального стенда є дві окремі кнопки S10 і S11, які можуть опитуватись як програмно, так і за допомогою використання функцій переривань INT0 та INT1 відповідно, а також матрична 3x4 клавіатура S1...S12. Клавіатура підключена до шини даних OEOM за допомогою мікросхеми буфера DD1 74245(див. принципову схему стенду).

Опитування усіх клавiш клавіатури виконується за три прийоми (за один зчитується стан тільки одного стовпця клавіатури). Для опитування одного стовпця клавіатури (S1,S4,S7,S10 або S2,S5,S8,S11 чи S3,S6,S9,S12) слід виставити на одному з перших трьох бітів каналу передачі адреси (A0,A1,A2 для першого, другого й третього стовпця відповідно) рівень логічного нуля, а на двох наймолодших розрядах що залишилися – рівень логічної одиниці. Старший байт адреси при цьому повинен бути 90H. Після цього можна прочитати стан буфера клавіатури (підключеного до шини даних OEOM) як доступний для читання елемент пам'яті з адресами 9003H, 9005H або 9006H залежно від обраного для опитування стовпця клавіатури. При цьому з дешифратора DD7 по лінії CS1 і з мікроконтролера по лінії RD надійдуть низькі рівні напруги для активації буфера DD1. Мікросхема DD1 передасть стан кнопок на шину даних, звідки ця інформація надійде до акумулятора. Якщо клавiша натиснута у стовпці, що опитується, то струм через навантажувальний резистор, натиснуту клавiшу і відповідний діод надійде до адресної лінії з низьким потенціалом і як наслідок відповідний біт у прочитаному байті буде мати рівень 0. Якщо ж клавiша не натиснута, то на відповідний її вхід буфера через навантажувальний резистор надійде майже повна напруга живлення, тобто сигнал логічної одиниці. Адресний простір для опитування матричної клавіатури наведений у **таблиці 3.1**.

Таблиця 3.1.

Адреси опитування клавіатури стенда	
Стовпець (клавiші)	Адреса
1 (S1,S4,S7,S10)	9006H
2 (S2,S5,S8,S11)	9005H
3 (S3,S6,S9,S12)	9003H

Приклад програми

Програма ілюструє обробку сигналів з цифрової клавіатури основної плати стенда і зовнішніх переривань INT0 та INT1 і виконує такі дії. Основна частина програми здійснює опитування клавіатури з виведенням значення натис-

нутої клавіші на статичну індикацію. При виникненні запиту на переривання на вході $\overline{INT0}$ підпрограма обробки виводить цифру «4» на пристрій динамічної індикації, а при наявності запиту на вході $\overline{INT1}$ – у шаховому порядку запалюються світлодіоди лінійки плати розширення.

```

ORG 00H
    JMP 30H                ;Початкова адреса основної програми
ORG 03H                    ;Початкова адреса вектора
                            ;переривання  $\overline{INT0}$ 
    JMP 100H              ;
ORG 13H                    ;Початкова адреса вектора
                            ;переривання  $\overline{INT1}$ 
    JMP 150H              ;
;----- Основна програма -----
ORG 30H                    ;
    MOV 0A8H,#00000000B    ;Заборона всіх переривань
    MOV 0B0H,#11111111B    ;Альтернативні функції P3
    MOV 0B8H,#00000000B    ;Встановлення всіх пріоритетів
                            ;у низький рівень
    MOV 0B8H,#00000001B    ;Встановлення високого
                            ;пріоритету для входу  $\overline{INT1}$ 
    MOV 88H,#00000101B     ;Встановлення переривання по фронту
    MOV 0A8H,#10000101H    ;Дозвіл переривань
    MOV DPTR,#8003H        ;Запис в DPTR адреси PUC
    MOV A,#80H             ;Налагодження ППІ
    MOVX @DPTR,A          ;
;-----
M:   MOV A,#0              ;Опитування першого
    MOV DPTR,#9006H        ;стовпця клавіатури
    MOVX A,@DPTR          ;
    MOV R0,A              ;
    MOV DPTR,#0A000H       ;
    CJNE R0,#0F7H,M1      ;
    MOV A,#0F7H           ;
    JMP M4                 ;
    MOV R1,A              ;
M1:  CJNE R0,#0FBH,M2     ;
    MOV A,#0F4H           ;
    JMP M4                 ;
M2:  CJNE R0,#0FDH,M3     ;
    MOV A,#0F1H           ;
    JMP M4                 ;
M3:  CJNE R0,#0FEH,M4     ;
    MOV A,#0F0H           ;
M4:  MOVX @DPTR,A        ;
;-----
    MOV A,#0              ;Опитування другого
    MOV DPTR,#9005H        ;стовпця клавіатури
    MOVX A,@DPTR          ;
    MOV R0,A              ;
    MOV DPTR,#0A000H       ;

```

```

        CJNE R0,#0F7H,M11      ;
        MOV A,#0F8H           ;
        JMP M14                ;
M11:    CJNE R0,#0FBH,M12      ;
        MOV A,#0F5H           ;
        JMP M14                ;
M12:    CJNE R0,#0FDH,M13      ;
        MOV A,#0F2H           ;
        JMP M14                ;
M13:    CJNE R0,#0FEH,M14      ;
        MOV A,#0F0H           ;
M14:    MOVX @DPTR,A          ;
;-----
        MOV A,#0              ;Опитування третього
        MOV DPTR,#9003H        ;стовпця клавіатури
        MOVX A,@DPTR          ;
        MOV R0,A              ;
        MOV DPTR,#0A000H       ;
        CJNE R0,#0F7H,M21      ;
        MOV A,#0F9H           ;
        JMP M24                ;
M21:    CJNE R0,#0FBH,M22      ;
        MOV A,#0F6H           ;
        JMP M24                ;
M22:    CJNE R0,#0FDH,M23      ;
        MOV A,#0F3H           ;
        JMP M24                ;
M23:    CJNE R0,#0FEH,M24      ;
        MOV MOV A,#0F0H        ;
M24:    MOVX @DPTR,A          ;
        JMP M                  ;Перехід на початок циклу опитування
;-----
TIME:   ;Підпрограма затримки часу
        MOV R4,#0AAH          ;
        MOV R3,#0FFH          ;
C0:     DJNZ R3,C0             ;
        DJNZ R4,C1             ;
        RET                    ;
;-----
ORG 100H ;Підпрограма обробки переривання
;по  $\overline{INT0}$ , яка виводить цифру «4»
;на 1 та 4 знакомісця Д_Інд
        MOV R7,#20H           ;
CC:     MOV R1,#99H           ;Запис до R1 коду цифри «4»
        MOV A,R1              ;Індикація цифри «4»
        MOV DPTR,#8001H       ;на 1-му знакомісці
        MOVX @DPTR,A          ;
        MOV A,#00H           ;
        MOV DPTR,#8002H       ;
        MOVX @DPTR,A          ;
        LCALL TIME            ;Часова затримка
        MOV A,#0FFH          ;Погашення цифри «4»
        MOV DPTR,#8001H       ;на 1-му знакомісці

```

```

MOVX @DPTR,A           ;
LCALL TIME              ;Часова затримка
MOV A,R1                ;Індикація цифри «4»
MOV DPTR,#8001H        ;на 4-му знакомісці
MOVX @DPTR,A           ;
MOV A,#03H              ;
MOV DPTR,#8002H        ;
MOVX @DPTR,A           ;
LCALL TIME              ;Часова затримка
MOV A,#0FFH            ;Погашення цифри «4»
MOV DPTR,#8001H        ;на 4-му знакомісці
MOVX @DPTR,A           ;
LCALL TIME              ;Часова затримка
DJNZ R7,CC              ;Перехід до початку циклу індикації
RETI                    ;Вихід із підпрограми переривання
;-----
ORG 150H                ;Підпрограма обробки переривання
                        ;по  $\overline{INT1}$ , яка запалює світлодіоди
                        ;у шаховому порядку
MOV R6,#20H            ;
L: MOV A,#0AAH         ;Індикація лінійки світлодіодів
MOV DPTR,#8000H        ;у шаховому порядку
MOVX @DPTR,A           ;
LCALL TIME              ;Часова затримка
MOV A,#00H             ;Погашення світлодіодів
MOV DPTR,#8000H        ;
MOVX @DPTR,A           ;
LCALL TIME              ;Часова затримка
DJNZ R6,L              ;Перехід до початку циклу індикації
RETI                    ;Вихід із підпрограми переривання
;-----
END
;-----

```

Запитання для самоперевірки

- Що таке переривання?
- Яка виконується послідовність дій при обробці переривання?
- Призначення, приклади застосування системи переривання?
- Чим відрізняються переривання по фронту від переривань за рівнем?
- З чим зв'язана необхідність використання спеціальної команди RETI для повернення з підпрограми обслуговування переривань замість звичайної команди RET повернення з підпрограми?
- Що слід передбачити в програмі, щоб дозволити переривання по $\overline{INT0}$ і $\overline{INT1}$, а інші заборонити?
- Наведіть послідовність в якій будуть виконуватись запити на переривання, якщо всі вони встановились одночасно і не мають ознак пріоритетів у регістрі IP?
- Що необхідно зробити для заборони виконання запитів переривання від будь-якого джерела?

- Яким буде встановлений пріоритет переривань по команді MOV IP,#12H?
- Як встановити найвищий пріоритет для таймера T/C0?
- Яким чином можливо організувати розширення входів на зовнішні переривання?
- У яких випадках необхідно і яким образом доцільно зберігати вміст регістрів R0..R7, A, PSW у підпрограмах обслуговування переривань?
- За яких умов виконується обробка переривань від таймерів та послідовного прийомопередавача?
- Що називають вектором переривання?
- Яким чином і навіщо підпрограму обробки переривання розміщують в іншому місці адресного простору ПЗП від заздалегідь відведеного?
- Які методи усунення брязкотіння контактів?
- У чому полягає необхідність застосування апаратного або програмного усунення брязкотіння контактів?
- Яким чином опитується клавіатура стенда?

Індивідуальні завдання низького рівня складності

Для отримання оцінки 3 (задовільно) слід розробити програму, яка буде опитувати стан клавіатури і виводити на статичну індикацію номер кожної кнопки. Для груп АУ виводити значення кнопок за адресою 0A000H, а для груп АУр – 0B000H. Скориставшись розробленою програмою низького рівня складності у лабораторній роботі МРР-6 використати її як підпрограму $\overline{INT0}$.

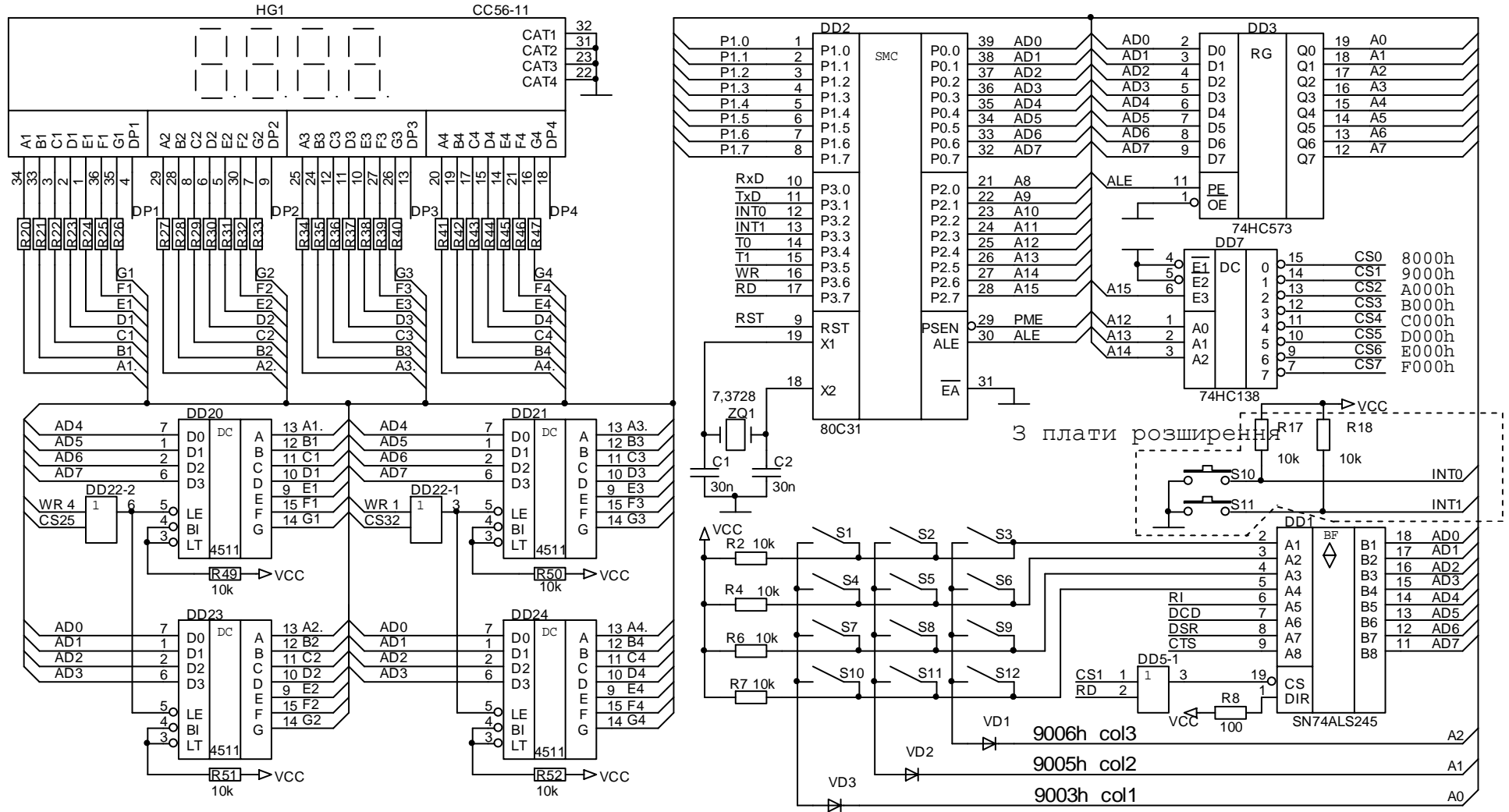
Індивідуальні завдання середнього рівня складності

Для отримання оцінки 4 (добре) слід завдання низького рівня складності доповнити підпрограмою обробки переривання по зовнішньому запиту $\overline{INT1}$. Можливе використання розробленої програми середнього рівня складності лабораторної роботи МРР-6 або розробка власної програми з використанням довірливого типу індикації. Встановити пріоритет обробки переривання по $\overline{INT0}$ для тих, у кого парний порядковий номер та по $\overline{INT1}$ для тих у кого цей номер непарний.

Індивідуальні завдання підвищеного рівня складності

Для отримання оцінки 5 (відмінно) у розробленій програмі попередніх пунктів виконати підрахунок кількості натискань клавіші S11 та відобразити це значення на знакомісцях статичної індикації, які не відведені для індикації номерів клавіш клавіатури.

Принципова схема організації блоку датчиків дискретних сигналів та емуляції переривань



СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бродин В.Б., Шагурин И.И. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс. – М.: ЭКОМ, 1999. – 400 с.
2. Фрунзе А.В., Фрунзе А.А. Микроконтроллеры ? Это же просто ! М.: ООО «ИД СКИМЕН», т.2, т.3.–2003.–224 с.
3. Встраиваемый микроконтроллер 8XC251SB: Руководство пользователя: Пер. с англ. – К.: Квазар-микро, 1995. – 418 с.
4. Злобин В.К., Григорьев В.Л. Программирование арифметических операций в микропроцессорах. – М.: Высш. шк., 1991. – 303 с.
5. Козаченко В.Ф. Микроконтроллеры: Руководство по применению 16-разрядных микроконтроллеров Intel MCS-196/296 во встроенных системах управления. – М.: ЭКОМ, 1997. – 688 с.
6. Однокристалльные микроконтроллеры Microchip: PIC16C5X / Под ред. А.Н. Владимирова: Пер. с англ. – Рига: ORMIX, 1996. – 96 с.
7. Современные микроконтроллеры: Архитектура, средства проектирования, примеры применения, ресурсы сети Интернет / Под ред. И.В. Коршуна; Составление, пер. с англ. Б.Б. Горбунова. – М.: Аким, 1998. – 272 с.
8. Lopez S. Using the 87C51GB. AB-44 Application Brief. March 1991. Order Number: 270957-001. Intel Corporation, 1996, p. 1-18, A.1-A.7, B.1.
9. MCS-51 and MCS-96 Packaging Information. November 1994. Order Number: 272118-001. Intel Corporation, 1995, 16 p.
10. PIC17C4X High-Performance 8-Bit CMOS EPROM/ROM Microcontroller. Data Sheet. Order Number: DS30412C. Microchip Technology Inc., 1996, 240 p.
11. Schue R. 32-Bit Math Routines for the 8051. AB-40 Application Brief. October 1992. Order Number: 270530-002. Intel Corporation, 1996, 8 p.
12. 8XC51GB CHMOS Single-Chip 8-Bit Microcontroller. Preliminary. November 1994. Order Number: 272337-002. Intel Corporation, 1995, 22 p.

Упорядники:
КИРИЧЕНКО Віталій Іванович
ЯЛАНСЬКИЙ Олексій Анатолійович
АЛПАЄВ Володимир Георгійович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ
МПП-7 “ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕРИВАНЬ. ПРОГРАМУВАННЯ ОПИТУВАННЯ
ДИСКРЕТНИХ ДАТЧИКІВ”, ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ТА
САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“МІКРОПРОЦЕСОРНІ ПРИСТРОЇ”

для студентів спеціальності 7.092203 “Електромеханічні системи автоматизації та
електропривід” напряму “Електромеханіка”

Редакційно-видавничий комплекс
Друкується у редакційній обробці упорядників

Підписано до друку . Формат 30×42/4.
Папір офсет. Ризографія. Умовн. друк. арк. .
Обліково-видавн. арк. . Тираж 100 прим. Зам. №

НГУ
49027, м. Дніпропетровськ-27, просп. К. Маркса, 19.