**Лекція 5**

# 5 Програмований контролер переривань І8259

# 5.1 Призначення і структура

В мікропроцесорній системі необхідно щоб пристрої вводу/виводу такі як клавіатура, дисплей, датчики та інші компоненти мали ефективне обслуговування.

Найбільш поширений метод обслуговування таких пристроїв є опитування. ЦП послідовно перевіряє кожний пристрій , чи потребує він обслуговування. Таким чином більша частина основної програми буде складатися з безперервного циклу опитування, що негативно діє на пропускну спроможність системи.

Більш корисним буде метод, який дозволяє мікропроцесору виконувати головну програму і зупинятися тільки на обслуговування периферійних пристроїв по запиту. Цей метод дозволяє проінформувати процесор про необхідність завершити операції які виконуються в цей час і отримати запит на обслуговування периферійного пристрою.

Після процедури обслуговування пристрою процесор повернеться до виконання програми в тому місці де вона була зупинена. Це називається перервою. При цьому пропускна спроможність системи набагато збільшується.

Програмуємий контролер переривань отримує запити від периферійних пристроїв, визначає які з вхідних запитів мають пріоритет вищего значення, чим той що обслуговується в цей час .

# 5.2 Основні функції контролера

Оскiльки I8080 обслуговує тiльки один запит на переривання, що надходить на потенцiйний вхiд INT,то очевидно, що обслуговувати бiльшу кiлькiсть переривань без апаратноi пiдтримки неможливо. Функцii такої пiдтримки i покликаний виконувати контролер переривань. Контролер переривань обслуговує вiсiм запитiв на переривання i має вбудованi апаратнi засоби для збільшення кiлькостi запитiв до 64 (64=8\*8), шляхом каскадування, з iншими аналогiчними контролерами . Порядок обслуговування переривань задається програмно. Кожен запит на переривання може бути заборонено/дозволено програмним маскування.

Програмований контролер переривань (ПКП, Programmable Interrupt Controller, PIC) реалізує векторну систему переривань.

Мікросхема І8259А фірми Intel , а так само її модифікації І8259А-2 і І8259А-8, підтримує 8 рівнів переривань від восьми різних пристроїв. Це каскадуємий до 64 векторних пріоритетних переривань, призначена для мінімізації програмного забезпечення і реальних додаткового часу для забезпечення багато-рівневих пріоритетних переривань. ВІС має декілька режимів, дозволяючи виконати оптимізацію системи. Блок схема контролера приведена на рис.4.1.

Основні функції контролера:

1) фіксація запитів на переривання від восьми зовнішніх джерел;

2) програмне маскування запитів, що поступають;

**INTA \ INT**

**Схема керування**

**Буфер лінії даних**

**Блок управління читан./записом**

**Блок управління компаратором**

**Регістр маски переривання**

**(IMR)**

**Регістр обслуго-**

**вуван.**

**переривань.**

**(ISR)**

**Регістр дільник**

**Пріоритетів**

**Регістр запитів переривань**

**(IRR)**

**D0-D7**

**RD\**

**IR0**

**WR\**

**A0**

**IR7**

**CS\**

**CS0**

**CS1**

**CS2**

**SP\**

**D0.D7** - лінія даних для взаємодіїй з ЦП . В великих системах можливо будуть необхідні шині драйвери, а в малих системах достатньо прямих з’єднань.

**RD/ -** системний сигнал читання , дозволяє розмістити на шину даних зміст регістрів IMR, ISR або IMR або приорітетний рівень, який видається на шину, і залежить від стану контролера .

**WR/** - системний сигнали запису. , який дозволяє прийняти дані з шини даних і використати їх для встановлення бітів в словах наказів.

**A0** - вхiд вибору адреси; цей вхідной сигнал використовується сумісно з WR та RD для запису команд в різні командні регістри, а також для зчитування різних регістрів стану мікросхеми. Ця лінія може підключатися безпосередньо до однієї з адресних ліній.

**CS/** - чіпселект; вибір корпусу ВІС

**CASO…CAS2** - лінії виходів каскадування, для ідентифікації конкретного підлеглого контролера .

**SP** - Виконує дві функції. Як вхід, визначає, яким є контролер: ведучим (SP#/EN# == 1) або підлеглим (SP#/EN# == 0). Як вихід, виконує заборону приймачів та передатчиків шини даних, коли дані передаються з контролера до ЦП.

**INT/** - вихід запиту переривання на процесор

**ІNTA/** - вхід підтвердження отримання переривання процесором

**IR0...IR7** - входи запиту

Рисунок 5.1- Блок схема ПКП

3) привласнення фіксованих або циклічно змінних пріоритетів входам контролера, на як поступають запити;

4) ініціація виклику процедури обробки апаратного переривання, що поступило.

Кількість обслуговуваних зовнішніх джерел переривань може бути збіль-шена шляхом каскадування декількох контролерів.

До складу контролера входять:

- схема управління читанням/записом;

- схема управління;

- схема каскадування;

- регістр запитів на переривання;

- схема обробки пріоритетів;

- регістр стану;

- регістр маскування запитів на переривання.

ПКП може знаходитися в двох основних станах: налаштування і обслуговування запитів на переривання. В стані налаштування контролер приймає керуючі слова ініціалізації (Initialization Command Words, ICW), в стані обслуговування операційні керуючі слова (Operation Control Words, OCW).

# 5.3 Блок схема програмованого контролера переривань

Контролер переривань обслуговуватє 8 запитів переривань і має вбудовані апаратні засоби для збільшення кількості обслуговуваних переривань до 64 шляхом підключення додаткових контролерів. Порядок обслуговуваних переривань задається програмно. Кожний запит переривання може бути заборонений (дозволений) програмним маскуванням. Порядок обслуговування поривань і маскування може динамічно змінюватися в довільний час.

**Регістри INTERRUPT REQUEST REGISTER (IRR) і IN-SERVICE REGISTER (ISR)**

Запити переривань на входах IR керуються двома послідовно сполученими регістами обслуговуваних переривань (IRR і ISR). IRR призначений для зберігання усіх запитів переривань ,які запитують обслуговування. ISR призначений для зберігання усіх запитів переривань , які обслуговуються. По фронту сигналу ( запит переривань на вході IR встановлюється розряд регістру IRR рівня лог. «1» на лінії INT. В регістрі IRR може бути встановлено і декілька розрядів, якщо вони не замасковані. Гашення IRR виконується послідовністю імпульсів /INTA від ЦП. Встатовлення розрядів ISR імпульсом /INTA в той час, коли гаситься розряд в IRR. Цей розряд утримується на протязі усього часу роботи програми, до того часу поки контролер на отримає команду ЕОІ ( кінець переривання).

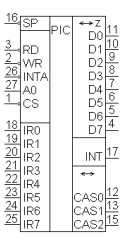


Рисунок 5.2-Корпус мікросхеми І8259

**Розподілювач пріоритетів PRIORITY RESOLVER**

Розподілювач пріоритетів визначає пріоритети розрядів, які встановлені в регістрі IRR. Вибирається розряд найвищого пріоритету і за допомогою імпульсу /INTA встановлюється відповідний розряд в регістрі ISR. Вивід INT (переривання) безпосередньо зв’язаний з відповідним входом ЦП. Вхід /INTA (підтвердження переривання) зв’язаний з регістром стану ЦП. Регістр стану виробляє три різних імпульса /INTA. За допомогою ціх імпульсів контролер видає на шину даних 3-х байтну команду CALL. Ця команда забезпечуэ перехід ЦП до програми обслуговування переривань в відповідності з алгоритмом пріорітетів і в відповідності з умовами запитів переривань.

**Регістр маски INTERRUPT MASK REGISTER (IMR**)

Регістр маски переривань (IMR) зберігає розряди запитів переривань, які повинні бути замасковані. Цей регістр працює на регістри IRR і ISR. Маскування розрядів з високим пріоритетом не впливаэ на запити переривань з низьким пріоритетом.

**Буфер даних DATA BUS BUFFER**

Буфер шини даних , двонаправленний , 8-розрядний , з тристабільним станом використовується для зв’язку з контролером і передачі команд керування або зчитування слова стану.

**Блок керування операціями зчитування запису READ / WRITE CONTROL LOGIC**

Цей блок забезпечує прийом команд з ЦП. Він має регістри команд ініціалізації (ICW) і робочіх команд (OCW), які зберігають різні керуючі слова , які забезпечують роботу контролера. Крім цього , цей блок дозволяє виводити на шину даних інформацію про стан контролера.

**Сигнал вибору кристалу CS (CHIP SELECT)**

Рівень лог. «0» на вході /CS дозволяє функціонування контролера .

**Сигнал –запис даних WR (WRITE**)

Рiвень лог.0 на входi WR/ дозволяє ЦП провести запис команд ICW i OCW в контролер.

**Сигнал- читання даних RD (READ)**

Рiвень лог.0 на входi RD/ дозволяє контролеру засилати iнформацiю стану регiстру запитiв переривань (IRR), регiстру обслуговуємих переривань (ISR), регiстру маски переривання (IMR), або двійково-десятковий код номеру старшого пріорітету переривання на шині даних.

**Сигнал на вході А0**

Вхiдний сигнал А0 використовується в сполученнi з сигналами на входах: WR/ i RD/ для запису команд в рiзнi регiстри команд, або читання iнформацii стану рiзних регiстрiв контролера.Вхiд А0 може бути безпосередньо пов'язаний з однiєю iз адресних лiнiй МП.

**Сигнал /SP**

Вхiд SP/-сигнал пiдлеглого контролера, забезпечує збiльшення кiлькостi запитiв переривання до 64, шляхом використовування декiлькох контролерів переривань (каскадування). В цьому разi один контролер є головним (SP1), iншi пiдлеглими (SP0).

**Блок буфера компаратора THE CASCADE BUFFER/COMPARATOR**

Блок буфера компаратора призначений для зберiгання i зрiвняння iдентифiкаторiв усiх контролерiв. Три контакта входу/виходу (CAS0.-.CAS2) блоку є виходами, коли контролер є головним, або входами, коли контролер є пiдлеглим. Головний контролер посилає iдентифiкатор CAS0-CAS2 для вибору пiдлеглого контролера. Вибраний контролер посилає адресу своєї пiдпрограми на шину даних протягом слiдуючих двох iмпульсiв /INTA.

# 5.4 Принцип роботи контролера

При здiйсненнi передачi даних з перериванням програми виконується слiдуюча послiдовнiсть дiй:

- встановлюється рівень лог. «1» на одній або декількох ліній запиту переривання сигналізуючи контролеру , що зовнiшнiй пристрiй потребує обслуговування запиту переривання;

- контролер приймає ці запити, розподіляє пріоритети і посилає сигнал INT до ЦП;

- контролер підтверджує отримання сигналу INT посилкою сигналу /INTA;

- при отриманні сигналів /INTA з регістру стану ЦП контролер виставляє на шину даних код команди CALL (11001101);

- по цій команді виконується видача ще двох імпульсів сигналу /INTA;

- ці імпульси дозволяють контролеру виставити на шину даних адресу підпрограми. По першому імпульсу виконується видача восьми молодших розрядів адреси , по другому –старших розрядів;

- цим завершується 3-х байтна команда CALL, створена контролером.

Регістр обслуговуємих переривань не гаситься до завершення програми, коли в контролер поступає команда ЕОІ ( кінця переривань).

**5.4.1 Режими роботи**

**1.Режим фіксованих пріоритетів (Fixed Priority, Fully Nested Mode).**

В цьому режимі контролер знаходиться відразу після ініціалізації. Запити переривань мають жорсткі пріоритети від 0 до 7 (0 - вищий) і обробляються відповідно до пріоритетів. Переривання з меншим пріоритетом ніколи не буде оброблено, якщо в процесі обробки переривань з більш високими пріоритетами постійно виникають запити на ці переривання.

**2. Автоматичний зсув пріоритетів ( Automatic Rotation ).**

В цьому режимі дається можливість обробити переривання всіх рівнів без їх дискримінації. Наприклад, після обробки переривання рівня 4 йому автоматично привласнюється низький пріоритет, при цьому пріоритети для всієї решти рівнів циклічно зсовуються і переривання рівня 5 матимуть в даній ситуації вищий пріоритет і, отже, можливість бути обробленими.

**3. Програмно-управляючий зсув пріоритетів( Specific Rotation ).**

Програміст може сам передати команду циклічного зсуву пріоритетів ПКП, задавши відповідне управляюче слово. В команді задається номер рівня, якому вимагається привласнити максимальний пріоритет. Після виконання такої команди пристрій працює так само, як і в режимі фіксованих пріоритетів, з урахуванням їх зсуву. Пріоритети зсовуються циклічно, таким чином якщо максимальний пріоритет був призначений рівню 3, то рівень 2 отримає мінімальний і оброблятиметься останнім.

**4 Автоматичне завершення обробки переривання (Automatic End Interrupt, AEOI).**

В звичайному режимі роботи процедура обробки апаратного переривання повинна перед своїм завершенням очистити свій біт в ISR спеціальною командою, інакше нові переривання не оброблятимуться ПКП. В режимі AEOI потрібний біт в ISR автоматично скидається в той момент, коли починається обробка переривання потрібною процедурою обробки і від неї не потрібен видавати команду завершення обробки переривання (EOI). Складність роботи в даному режимі обумовлюється тим, що всі процедури обробки апаратних переривань повинні бути тими, що повторно входять, оскільки за час їх роботи можуть повторно виникнути переривання того ж рівня.

**5. Режим спеціальної маски (Special Mask Mode).**

Даний режим дозволяє відмінити пріоритетне впорядкування обробки запитів і обробляти їх у міру надходження. Після відміни режиму спеціальної маски попередній порядок пріоритетів рівнів зберігається.

**6. Режим опиту (Polling Mode).**

В цьому режимі апаратні переривання не відбуваються автоматично. Поява запитів на переривання повинна визначатися прочитуванням IRR. Даний режим дозволяє так само отримати від ПКП інформацію про наявність запитів на переривання і, якщо запити є, номер рівня з максимальним пріоритетом, по якому є запит

**5.5 Програмування контролера**

Програмування ВН59 здійснюється двома типами керуючих слів: ICW (Initialization Command Word) і OCW (Operation Command Word). На рис. 4.3 представлена послідовність операцій при ініціалізації.

Три керуючих слова ICW1-ICW3 завантажуються перед початком роботи і встановлюють ВІС у режим фіксованих пріоритетів.

Для оперативного управління роботою контролера в будь-який час у нього можуть бути завантажені команди керування OCW1-OCW3.

Можливі слідуючі режими:

* режим повного вкладення;
* режим циклічного пріоритету;
* режим спеціального маскування;
* режим опитування.

**5.5.1 Команди ініціалізації**

Контролер використовує три команди ініціалізації ICW1, ICW2 і ICW3.

Команда ініціалізації, в якій біт керуючого слова D4=1 при А0=0 інтерпретується як команда ICW1. Після її отримання в контролері запускається послідовність ініціалізації, тобто автоматично виконуються слідуючі операції:

* гасяться всі тригери. Тому перехід в стан лог. «1»якого небудь входу (IR) після ініціалізації генерує запит переривання;
* гаситься регістр маски переривання;
* входу IR7 присвоюється пріоритет 7;
* гасяться тригери читання стану і регістр спеціального маскування.

Дві перших обов'язкових команди ICW1 і ICW2 визначають базову адресу таблиці переходів (рис. 4.7). Адресний інтервал 4 або 8 задається бітом F в ICW1. Початкові адреси підпрограм обслуговування формуються за схемою: addr = base + k × N, де k = 4 або 8, N - номер запиту, прийнятого до обслуговування. У складі ICW1 біт S визначає відсутність або наявність каскадування ВН59. У каскадному варіанті завантажується ще команда ICW3 у ведучий і підлеглий КП. ICW3 для провідного КП містить 1 в розрядах, відповідних входів запитів, до яких підключені виходи INT підлеглих КП. ICW3 для підлеглого КП містить код номера входу ведучого, до якого він підключений.

Після ініціалізації контролер готовий до роботи в режимі фіксованих пріоритетів. Подальше керування роботою схеми здійснюється за допомогою команд OCW1 - OCW3, формати яких наведено на рис. 4.8.



S: S=1 –некаскадуємий контролер (один);S=0 –декілька контролерів

F: інтервал адреси, F=1 – 4 байти, F=0 – 8 байт

А7-А5: старші розряди молодшого байта адреси



А8-А15: старший байт початкової адреси обробки переривань

 для ведучого

Sі=1, якщо к відповідному номеру входу запита ведучого підключений ведений

для веденого

0,1,2-індефікатор веденого

Рисунок 4.7 –Формати команд ICW1-ICW3

**5.5.2 Робочі команди**

Робочі команди OCW

У довільний момент часу і незалежно від інших кожен запит може бути замаскованим командою OCW1. При встановленні 1 в розряді IMR забороняється прийом переривань з даного входу. Команда OCW2 служить для встановлення в 0 довільних розрядів ISR і циклічного зсуву пріоритетів з призначенням максимального значення будь-якому з восьми можливих рівнів. Для обслуговування запитів з рівними пріоритетами використовується циклічний зсув (команда EOI). При використанні команди зсуву одночасно зі скиданням ISR-біта, що має вищий пріоритет, реалізується циклічний зсув пріоритетів з призначенням нижщого щойно обслугованого рівня. Циклічний зсув не порушує послідовності вкладених один в одного переривань, що забезпечує правильне повернення з обслуговуючих їх програм. Пряма адресація рівня в слові OCW2 дозволяє скинути конкретний ISR-біт і таким чином завершити процедуру обслуговування цього запиту і циклічну зміну пріоритетів з явною вказівкою нижщого рівня. За допомогою OCW3 встановлюється режим спеціального маскування (див. рис. 4.6). У цьому режимі кожен біт в регістрі ISR забороняє тільки власний рівень, але дозволяє всі інші.

Командою OCW3 здійснюється керування режимом « поллінг» і вибір регістра IRR або ISR для читання його вмісту за допомогою програм. Режим ініціюється видачею в КП слова OCW3 з встановленням біта P (Polling). Контролер визначає наступний цикл читання при А0 = 0, як підтвердження переривання і видає на шину даних OCW3. За цим словом визначається запит з найвищим пріоритетом (рис. 4.9).



Маски переривань

Номер рівня

|  |  |
| --- | --- |
| 0 х 0  1 0 0  1 1 0  0 0 1  0 1 1  1 0 1  1 1 1 | Немає операції  Немає операції  Спеціальний зсув  ЕОІ  Спеціальний ЕОІ  ЕОІ з зсувом  Спеціальний ЕОІ  З зсувом |



|  |  |
| --- | --- |
| Немає  оперц.  Вибір IRR  Вибір ISR | 0 х  1 0  1 1 |

|  |  |
| --- | --- |
| 0 х  0 0  0 1 | Немає операції  Зкид спец.маскування  Спец.маскування |

Рисунок 4.8 – Формати OCW1-OCW3



Прапор запиту Рівень з найвищим приоритетом

Рисунок 5.9 – Формат даних при опитуванні

Вхід

Запис ICW1

Запис ICW2

Контролер один?

Запис ICW3

Запис ICW1

Запис ICW2

Запис ICW3

Необхідно

маскування?

Цикл. зсув приоритетів?

Необхідно маскування?

Режим полінгу?

Запис OCW3

Запис OCW1

Запис OCW2

Запис OCW3

Запис ІCW3

Ведучий

Ведучий

ні

Ведучий

так

Підлеглий

так

Підлеглий

ні

так

ні

так

Вхід в спецмаск.

Прогр.спецмаск.

ні

Для виходу

З спецмаскування

так

ні

Вихід

Рисунок 5.6 – Послідовність ініціалізації і керування режимами

Команда ICW1 мiстить 2 керуючих розряди i три розряда адреси команди CALL. Пiсля ICW1 подається команда ICW2, яка мiстить 8 старших розрядiв адреси команди CALL. Кожному входу КП встановлюеться вiдповiдна адреса пам'ятi, яка видається на лiнii у вiдповiдь на сигнал INTA/. Адреси можуть розмiщуватись з iнтервалом 4-8 байтiв.

Якщо кількість запитів більше 8, то застосовуються схеми каскадування контролерів . Один з контролерів отримує статус ведучого (вихід SP підключається через резистор до джерела 5В), а решта - підлеглих (виходи SP заземлюються). Вихідні лінії INT з підлеглих КП під'єднуються до входів запитів на переривання ведучого (рис. 4.10). Якщо ведучий КП, обробляючи запити, приймає на обслуговування запит, що надійшов з підлеглого, то після отримання першого імпульсу INTA встановлюється перший байт команди CALL. На шині каскадування CAS0 - CAS2 провідний КП зкидає код підлеглого, запит з якого прийнятий до обслуговування. Підлеглий КП, код якого відповідає коду на лініях каскадування, в другому і третьому циклах INTA встановлює молодший і старший байти початкової адреси підпрограми обслуговування переривання.

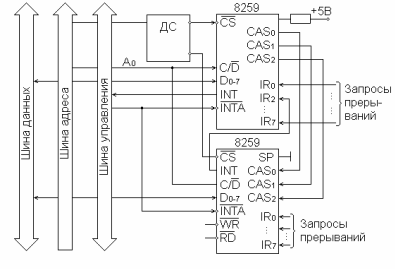


Рисунок 4.10 – Схема каскадування та підключення до шин

**Приклад ініціалізації на комплексі I8259, ASM-80**

Pic a0 20h

Pic a1 21h

Програмування КП

mvi a,00010110b ;ICW1 по 4

out 20h

mvi a,0h ;ICW2

out 21h

mvi a,……… ;OCW1 якщо потрібно

out 21h

mvi a,……… ;OCW2 якщо потрібно

out 21h

m1: головна програма

jmp m1

hlt

Таблиця переходів

org 0000h

call ir0 ; INT0

ret ; повернення з підпрограми

org 0004h

call ir1 ; INT1

ret ;повернення з підпрограми

org 0008h

call ir2

ret

org 000bh

call ir3

ret

org 000fh

call ir4

ret

org 0010h

call ir5

ret

org 0014h

call ir6

ret

org 0018h

call ir7

ret

Табдиця векторів

org 0100h

ir0: mvi b,0 ; номер вектора

ret

ir1: mvi b,1

;підпрограма

mvi a,20h ;OCW2 кінець переривання

out 20h ;

ret

ir2: mvi b,2

;підпрограма

mvi a,20h ;OCW2 кінець переривання

out 20h ;

ret

ir3: mvi b,3

ret

ir4: mvi b,4

ret

ir5: mvi b,5

ret

ir6: mvi b,6

ret

ir7: mvi b,7

ret

hlt

end

Контрольні питання та завдання

1 .. Поясніть, які можливості мають МП для організації обміну за запитами переривання (на прикладі МП ВМ80, ВМ85, ВМ86).

2. Яка організація радіальної системи переривань?

3. Поясніть переваги і недоліки прийому запитів на переривання у вигляді рівнів напруг (високого / низького) і фронтами сигналу.

4. Що розуміється під однорівневими і багаторівневими перериваннями?

5. Які способи формування початкового адреси підпрограм для обслуго-вування переривань вам відомі?

6. Наведіть приклади векторної 8-рівневої системи переривання.

7. Назвіть функції програмованого контролера І8259.

8. Назвіть керуючі слова ініціалізації І8259 та їх призначення.

9. Які функції виконують операційні управляючі слова OCW1-OCW3?

10. Зобразіть по пам'яті структурну схему контролера І8259 і поясніть призначення її компонентів.

11. Назвіть режими обробки запитів по пріоритетам контролера І8259.

12.На лабораторній написати програму ініціалізації контролера.