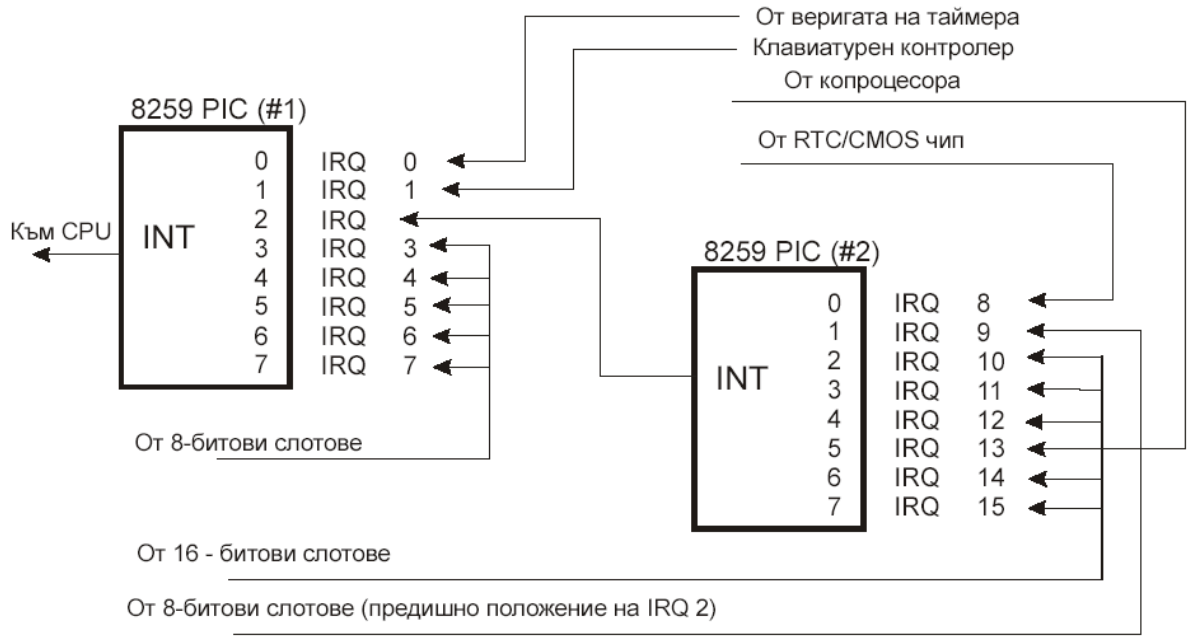
ТЕМА 1. КАСКАДНО СВЪРЗВАНЕ НА КОНТРОЛЕРИТЕ НА ПРЕКЪСВАНЕ. ПРИОРИТЕТ НА ПРЕКЪСВАНИЯТА. PLUG AND PLAY СИСТЕМИ.

1.1 Каскадно свързване на контролерите на прекъсване

Както беше споменато по-горе, в PC с процесори 8088/8086 има един контролер за прекъсвания, който осигурява 8 канала, а в системите AT (с процесори 286 и по-добри) е въведен втори контролер с още 8 канала, който е свързан каскадно към първия (фиг. 1). Единият контролер се означава като главен (Master Controller), а другият (новият) - като подчинен (Slave Controller). Прекъсванията, генерирани от втория контролер, се подават през неизползваното IRQ2 на първия контролер, като така се осигуряват общо 15 използваеми прекъсвания.

Контролерите на прекъсванията отдавна не се срещат като отделни интегрални схеми в PC. Тяхната задача се реализира от част от набора чипове, но с оглед на съвместимостта е запазено старото схемно решение.



фиг. 1 Каскадно свързване на двата контролера на прекъсванията през IRQ2

1.2 Приоритет на прекъсванията

Когато компютърната системи работи с един контролер, приоритета на прекъсването се определя от неговия номер. Колкото по-малък е номера, толкова по-висок приоритет (предимство при изпълнение) има съответното прекъсване. Чрез подаване на всички прекъсвания от втория IRQ контролер през IRQ2 на първия, всички тези нови прекъсвания вкупом имат ниво на приоритет между IRQ1 и IRQ3. При това положение, в края на краищата IRQ 15 се оказва с по-висок приоритет от IRQ 3.

Таблица 1 показва типичната употреба на прекъсванията в 16-битовата ISA и 32-битовите PCI/AGP шини, и ги изброява по приоритети, започвайки от най-високия. Излезлите от употреба EISA и MCA шини използват подобна карта на прекъсванията.

табл. 1 Предназначения на прекъсванията при ISA/PCI/AGP шини

IRQ	Функции	Разширителен слот	Тип карта	Препоръчително предназначение
0	Системен таймер	не		
1	Контролер на клавиатура	не		
2	Свободно	не		
8	Часовник реално време	не		
9	Свободно	да	8/16-битови	мрежова карта
10	Свободно	да	16-битови	USB
11	Свободно	да	16-битови	SCSI хост адаптер
12	Порт за мишка/ Свободно	да	16-битови	Порт за мишка
13	Мат. копроцесор	не		
14	Главно IDE	да	16-битови	Харддискове
15	Вторично IDE	да	16-битови	CD-ROM
3	Сериен порт 2 (COM2)	да	8/16-битови	COM2/вътрешен модем
4	Сериен порт 1 (COM1)	да	8/16-битови	COM1
5	Звукова карта / LPT2	да	8/16-битови	Звукова карта
6	Контролер на флопидискови устройства	да	8/16-битови	Контролер на флопидискови устройства
7	Паралелен порт LPT1	да	8/16-битови	LPT1

Каналите за прекъсване 0, 1, 2 и 8 винаги се използват за определените функции от електрониката на дънната платка, докато останалите канали могат да се използват различно в зависимост от конфигурацията на PC.

Забележете, че прекъсвания 0, 1, 2, 8 и 13 нямат изводи в слотовете на шината и не са достъпни за разширителните карти. Прекъсвания 8, 10, 11, 12, 13, 14 и 15 се подават от втория контролер на прекъсванията и са достъпни само за адаптери, използващи 16-битовото разширение на слотовете, защото именно там се намират изводите на съответстващите им проводници. В 8-битовите слотове проводникът за IRQ 9 е свързан на мястото на IRQ 2, така че IRQ 9 замества IRQ 2 и поради това е налично за 8-битовите карти, които от своя страна си мислят, че то в действителност е IRQ 2.

Когато се появят едновременно повече от една заявки за прекъсвания, тяхната обработка се извършва според приоритета им, като таймерът на дънната платка има най-високия, а паралелният порт- най-ниския приоритет.

Още по-висок приоритет от таймера има немаскируемото прекъсване (NMI - Non Maskable Interrupt), което не може да бъде забранено с маскиране като другите прекъсвания. Немаскируемо прекъсване може да възникне, когато се получат критични системни грешки като грешка при проверка по четност на RAM-паметта, което води до сриване на системата и "увисване" на PC.

При някои PC енергоспестяващите функции (Green PC) са реализирани също чрез NMI, като това се практикува различно при различните производители. В такива случаи

потребителят не може да оказва никакво влияние, като се изключи, разбира се, BIOS-Setup, където съответните "Green Functions"' се конфигурират или изцяло могат да бъдат изключени.

Забележка: Допълнителните IRQ линии в една система с 16-битова ISA шина не са от голяма полза, освен ако адаптерните карти, които възнамерявате да използвате, ви позволяват да ги конфигурирате за неизползваните прекъсвания. Някои устройства са твърдо установени, така че могат да използват само конкретно прекъсване. Ако имате устройство, което вече използва това IRQ, трябва да разрешите конфликта, преди да инсталирате втория адаптер. Ако нито един от адаптерите не ви позволява да преконфигурирате използваното прекъсване, тогава не можете да използвате двата адаптера едновременно в една и съща система.

1.3 Plug and Play системи. Обработка на прекъсванията при шина PCI

Всички усъвършенствания на КС са имали за цел да направят системата достатъчно гъвкава, с големи възможности за разширяване. При това целта винаги е била компютърната система сама да се справя с преконфигурацията си, когато се извърши разширение или поне да се намали до минимум намесата на потребителя на КС. Такава технология на развитие на компютърните системи получи наименованието Plug-and-play (постави и задействай), съкратено PnP. При PnP картите липсват превключватели и джъмпери, а конфигурирането се извършва от PnP BIOS-а на системата или от специални програми за не-PnP системите. PnP също позволява на системата да открива и конфигурира външни устройства, като монитори, модеми и устройства, свързани към USB и IEEE-1394 портове.

Първата реализация на Plug and Play стандарта, която има практическо значение, са PCI системите. При тях в компютърната архитектура се добавя допълнителна шина, наречена PCI шина, към която са свързани няколко слота, в които може да се поставят разширителни PCI карти.

Използването и настройката на прекъсванията при PC с дънна платка PCI са по-различни от тези на ISA и съвсем точно дефинирани. PCI дефинира 4 нови прекъсвания, които могат да се използват от PCI устройствата, за да сигнализират на шината, че се нуждаят от внимание. За да се прави разлика дали прекъсването е използвано от ISA или от PCI карти, прекъсванията при ISA се означават с IRQ, а прекъсванията за PCI - с INT. Четирите PCI прекъсвания се наричат INTA#, INTB#, INTC# и INTD#. Тези INTx# прекъсвания са чувствителни към нивото на сигнала (level-sensitive), което означава, че електрическите сигнали им позволяват да бъдат споделяни от PCI картите. Всъщност всички PC1 карти или чипове с единични функции или устройства, които използват само едно прекъсване, трябва да използват INTA#. Това е едно от правилата в спецификацията на PCI. Ако в чипа или на самата карта има допълнителни устройства, те могат да използват прекъсванията от INTB# до INTD#. Тъй като съществуват много малко многофункционални PCI чипове или карти, практически всички устройства, свързани към дадена PCI шина, ще споделят INTA#.

За да може PCI шината да функционира в едно PC, PCI прекъсванията трябва да се съпоставят на ISA прекъсвания. Тъй като ISA прекъсванията не могат да се споделят, в повечето случаи на всяка PCI карта, използваща INTA# по PCI шината, трябва да й се

присвои различно несподеляемо ISA прекъсване - в повечето случаи IRQ9, IRQ10, IRQ11 или IRQ5.

Намирането на уникални прекъсвания за всяко устройство както на ISA, така и на PCI шината винаги е било проблем; просто няма достатъчно свободни IRQ линии. Установяването на две ISA устройства на едно и също IRQ никога не е било възможно, но при повечето по-нови системи споделянето на прекъсвания между няколко PCI устройства е възможно. По-новите системни BIOS-и и Plug and Play операционни системи, като например Windows 95B (OSR 2), Windows 98, Windows 2000 и Windows XP, поддържат функции, известни като превключване на PCI прекъсвания (PCI IRQ Steering).

По принцип BIOS-ът назначава уникални прекъсвания на PCI устройствата. Ако вашата система подържа функцията PCI IRQ Steering и тя е разрешена, прекъсванията на PCI устройствата се назначават от Windows. Но дори когато тази функция е разрешена, BIOS-ът пак първоначално назначава прекъсвания на PCI устройствата. Въпреки че Windows е в състояние да променя тези настройки, той обикновено не прави това автоматично, освен когато се налага да елиминира конфликти.

Ако броят на свободните прекъсвания е недостатъчен, функцията за превключване на прекъсванията позволява на Windows да назначи едно прекъсване на няколко PCI устройства, давайки възможност на всички устройства в системата да функционират правилно.

Без поддръжка на PCI IRQ Steering, способността за споделяне на PCI прекъсванията става непотребна, защото при това положение всички назначения на прекъсвания от PCI към ISA ще трябва да са уникални. Без IRQ Steering, Windows започва да забранява устройствата, след като свободните прекъсвания се свършат. Ако тази функция липсва, лесно може да останете без свободни прекъсвания. Ако превключването на прекъсванията е налично и е разрешено, няколко PCI устройства могат да споделят едно и също прекъсване, позволявайки на системата да се разширява, без да се свършат свободните прекъсвания.

За да се определи дали Windows 9x/Me използва, се отваря Device Manager >System Devices> PCI Bus >IRQ Steering. Там има отметка, която показва дали функцията IRQ Steering е разрешена и е указано откъде се чете таблицата с прекъсванията.

В Windows XP не може да се забрани IRQ превключването, а в Device Manager не се появява страницата IRQ Steering.

Забележете, че към PCI шината може да имате свързани и вътрешни устройства, дори и ако всички PCI слотове са свободни. Например, повечето съвременни системи имат два IDE контролера и USB контролер, които са свързани към PCI шината. Обикновено на PCI IDE контролерите се назначават ISA прекъсванията 14 (главният IDE контролер) и 15 (вторичният IDE контролер), докато USB контролерът може да използва обикновено свободните ISA прекъсвания 9, 10, 11 и 5.

PCI шината позволява да съществуват два вида устройства, наречени мастери на шината (bus masters), които са инициатори, и подчинени устройства (slaves), които са

приемници. Един мастер на шината е устройство, което може да поеме управлението над шината и да инициира трансфер. Приемащото устройство представлява местоназначението на трансфера. Повечето PCI устройства могат да действат и като мастери, и като приемници, а за да са съвместими с PC 97 и по-новите препоръки за дизайн, всички PCI слотове трябва да поддържат карти, които са мастери на шината.

PCI шината се арбитрира: Един централен арбитър (част от контролера на PCI шината в чипсета на дънната платка) управлява всички трансфери по шината, раздавайки справедлив и контролиран достъп на всички устройства, свързани към шината. Преди един мастер да може да използва шината, той трябва първо да направи заявка за управление към централния арбитър, след което управлението на шината му се предава само за указан максимален брой цикли. Това арбитриране позволява равен и справедлив достъп за всички мастери на шината и предотвратява състояния, при които едно-единствено устройство заграбва управлението на шината, както и ситуации на взаимна блокировка, причинени от едновременно осъществяване на достъп от няколко устройства. По този начин PCI шината действа много подобно на локална мрежа (LAN), но такава, която изцяло се съдържа в системата и работи на много по-висока скорост от конвенционалните външни мрежи между PC-та.

1.4 Усъвършенстван програмируем контролер на прекъсванията (APIC).

Като заменител на традиционната двойка контролери на прекъсванията 8259, в средата на 90-те години Intel създават усъвършенстван програмируем контролер на прекъсванията (Advanced Programmable Interrupt Controller - APIC). Макар че всички процесори след първоначалния Pentium съдържат APIC, APIC трябва също да присъства в чипсета на дънната платка и BIOS и операционната система трябва също да поддържат APIC.

Поддръжката на APIC е осигурена от повечето съвременни дънни платки и от версиите на Windows след Windows 2000. Тази поддръжка може да се разреши или забрани в системния BIOS.

APIC осигурява поддръжка за многопроцесорни системи, но също се използва в еднопроцесорни компютри. Главното предимство на APIC за единичен процесор е поддръжката на виртуални PCI прекъсвания с по-голям брой от 15, обикновено до 24. Докато Windows 2000 се стреми да постави PCI прекъсванията в традиционния ISA обхват от 15, дори когато е разрешен APIC, Windows XP напълно използва APIC услугите, когато е инсталиран на система с разрешен APIC. В Windows XP APIC ограничава споделянето на прекъсвания, за да позволи на устройствата да работят по-добре, с по-малко конфликти. Например, в една типична Windows XP система с разрешен APIC, PCI прекъсванията се присвояват така:

- PCI IRQ 16: вградено аудио/AGP графика (споделено)
- PCI IRQ 17: разширителна карта за USB 1.1 контролер (несподелено)
- PCI IRQ 18: разширителна карта за USB 1.1 контролер (несподелено)
- PCI IRQ 19: 10/100 Ethernet адаптер/ разширителна карта за USB 2.0 контролер (споделено)
- PCI IRQ 21: вградени USB 1.1 контролери (3 бр.)/вграден USB 2.0 контролер (споделено)

Традиционното ISA прекъсване 15 на примерната система се използва само от ISA устройства, предотвратявайки по този начин ISA-PCI конфликти на прекъсванията.

За да се направят достъпни услугите на APIC, той трябва да бъде разрешен в системния BIOS, когато се инсталира Windows 2000 или XP, а когато се инсталират Windows XP Professional x64 Edition и Windows Server 2003 for x64, трябва да е разрешен задължително предварително.

1.5 Диагностика на настройките на прекъсванията. Разрешаване на IRQ конфликти

Един лесен начин за проверяване настройките на прекъсванията е да се използва Device Manager в Windows 95/98/Me, NT, 2000 или XP. Чрез двукратно щракване върху иконата Computer (най-горе в списъка) можете да се види кратък списък на всички използвани системни ресурси. Към Windows 95B от Microsoft са включили и една програма, наречена HWDIAG; Windows 98 и по-новите версии включват програмата System Information (в Windows XP може да се извика и чрез командата MSinfo32). HWDIAG и System Information се справят отлично с докладването на използваните системни ресурси, както и показването на подробности относно драйверите на устройства и записите в регистъра на Windows (Windows Registry) за всеки хардуерен компонент.

Вероятно най-често срещаният IRQ конфликт е този между интегрирания COM2: порт, който се среща в повечето модерни дънни платки, и вътрешен (разположен на адаптерна карта) модем. Проблемът е в това, че истинските, базирани на карти, модеми включват в себе си вграден сериен порт, който по подразбиране е установен на COM2:. Компютърът различава два COM2: порта, всеки от които използва същото прекъсване и същите входно/изходни портове. Разрешението на този проблем е лесно – влиза се в настройващата програма на BIOS и се забранява вградения COM2: порт. В по-старите системи серийните COM портове обикновено се използваха за присъединяване на мишка или външен модем, но сега за мишките се използва PS/2 или USB порт, а модеми почти не се използват. Следователно в един съвременен PC използването COM порт е по-скоро изключение и затова е препоръчително да се забрани и COM1:, за да се освободи прекъсване, което може да се използва от други устройства.

Друг конфликт при прекъсванията възниква, когато в една система се добавят COM3: и COM4: портове. В такъв случай обикновено става така, че COM3: се установява да използва IRQ 4 (споделяйки го с COM1:), а COM4: се установява да използва IRQ 3 (споделяйки го с COM2:). Това е неприемливо, защото не позволява едновременно да се използват два COM порта. Най доброто решение в случая е да се постави многопортова входно/изходна карта, която позволява установяването на неконфликтни прекъсвания, или пък интелигентна карта със собствен процесор, която е способна да управлява множество портове, използвайки само едно прекъсване в системата.

Ако дадено устройство от показаните в таблицата липсва, като например вградените на дъното порт за мишка (IRQ 12) или паралелен порт 2 (IRQ 5), можете да считате, че използваните от тях прекъсвания са свободни. Например втори паралелен

порт е рядкост, така че в повечето системи IRQ 5 се използва от звукови карти. Също така в повечето системи IRQ 15 е назначено на вторичния IDE контролер. Ако няма втори IDE твърд диск или CD/DVD, можете да се забрани вторичния IDE контролер, за да се освободи неговото прекъсване за друго устройство.

За да се осигури максимален брой споделяеми прекъсвания в съвременните системи без ISA слотове, препоръчително е да се извършат следните настройки в системния BIOS:

1. Да се забранят неизползваните остарели портове (серийни и паралелни) в системния BIOS. Така може да се освободят цели 3 прекъсвания.
2. Да се изберат освободените в стъпка 1 прекъсвания като достъпни за PCI/PnP употреба. В зависимост от BIOS екранът за настройка може да се нарича PnP/PCI Resource Exclusion (PnP/PCI изключване на ресурси) или PnP/PCI Configuration.
3. Да се разреши опцията Reset Configuration Data (нулиране на конфигурационните данни), за да се изчистят IRQ таблиците в CMOS.
4. Да се съхранят промените в BIOS и да се излезе от него.