

4.4. CANALE DMA. SISTEMUL DE ÎNTRERUPERI

Conectarea plăcilor de extensie (prezentate în primul paragraf al acestui capitol) într-unul din sloturile libere ale plăcii de bază nu rezolvă întotdeauna complet integrarea în sistem a dispozitivului respectiv. Placa respectivă va trebui să comunice cu restul de componente ale sistemului, în primul rând cu microprocesorul. Setarea plăcii se va face, după cum am amintit, (în special la plăcile moștenite, de tip ISA/EISA) prin poziționarea unor jumpere și comutatori DIP.

Această setare se face și în funcție de canalele libere prin care se efectuează comunicarea și transferurile de date cu sistemul. Există și o integrare software pe baza driverelor care însoțesc plăcile de extensie.

Pentru integrarea completă a unui dispozitiv periferic în sistemul de calcul, indiferent de scopul acestui dispozitiv, este necesară definirea și asigurarea comunicației generale prin care se va controla (de către microprocesor) activitatea dispozitivului. Trebuie stabilite și rezervate canale de comunicație DMA (*Direct Memory Acces*), precum și canale de întreruperi IRQ (*Interrupt Request*). În final trebuie setate adresele I/O la nivelul cărora se efectuează transferul datelor.

De exemplu, transferul datelor de la o placă de achiziție la memoria calculatorului se face în cazul achiziției de date analogice în două etape:

1. Datele achiziționate sunt stocate într-un buffer de tip FIFO (*First In First Out*) de pe placă.
2. Datele sunt transferate din memoria FIFO în memoria sistemului de calcul utilizând întreruperile sau DMA.

Bufferul FIFO este utilizat pentru stocarea temporară a datelor achiziționate până când acestea sunt transferate în memoria sistemului. Procesul de transfer în memoria FIFO și de la aceasta la memoria sistemului de calcul comportă următoarele etape:

- Bufferul FIFO stochează eșantioanele nou achiziționate cu o frecvență de eșantionare constantă;
- Înainte ca bufferul să fie umplut cu date, software-ul începe extragerea datelor. De exemplu, un semnal de întrerupere este generat atunci când bufferul FIFO este pe jumătate plin, semnalizând software-ului să înceapă extragerea datelor din buffer cât mai repede;
- Deoarece gestionarea întreruperilor sau programarea controllerului DMA pot consuma un timp de ordinul milisecundelor, în bufferul FIFO se stochează în acest timp date noi care vor fi prelucrate ulterior (un avantaj îl constituie bufferele de lungime mare);
- Eșantioanele sunt transferate către memoria calculatorului prin intermediul magistralei sistemului (de exemplu PCI). După transferul eșantioanelor, software-ul este liber pentru alte sarcini până la apariția unei alte întreruperi (de exemplu datele pot fi prelucrate sau salvate pe un mediu de stocare).

Sistemul de întreruperi

Metoda cea mai lentă dar și cea mai uzuală de a transfera datele achiziționate în memoria sistemului este utilizarea sistemului de întreruperi. Placa generează un semnal de tip *Interrupt Request* (IRQ) atunci când este achiziționat un eșantion sau mai multe eșantioane. Procesul de transfer al datelor prin sistemul de întreruperi se desfășoară conform următoarelor etape generale:

- Placa utilizator instalată va lansa către microprocesor un semnal de tipul *Interrupt Request*, adică o cerere de întrerupere desemnată de un anumit cod;
- Microprocesorul abandonează (în funcție de prioritatea întreruperii) temporar acțiunea în curs de desfășurare și transmite către placă un mesaj de recepție, numit *Interrupt Acknowledge*;
- După aceasta, sistemul de operare va executa o rutină specială care salvează starea regiștrilor curenți ai microprocesorului și care citește din tabela vectorilor de întrerupere adresa la care se află numărul canalului de întrerupere cerut
- În continuare se poate da controlul rutinei driver aflată la adresa respectivă, rutină care răspunde de activitatea dispozitivului care a emis semnalul IRQ. După rezolvarea acestei rutine, sistemul de operare va reface starea microprocesorului și sistemul revine la starea și procesul desfășurat înainte de apariția semnalului IRQ.

Transferul de date este relativ lent datorită timpului consumat cu salvarea, setarea și refacerea informațiilor din regiștri, utilizarea sistemului de întreruperi fiind nerecomandată pentru aplicații la care frecvența de eșantionare este mai mare de 5 kHz.

Întreruperile hardware sunt gestionate de către un circuit de tipul 8259 (controller de întreruperi). Plăcile de extensie au asignate anumite coduri care sunt recunoscute de către controllerul de întrerupere și de către microprocesor. Magistrala de întreruperi, adică traseul urmat de semnalele de întrerupere de la și către microprocesor, este dotată de regulă cu două controllere de întreruperi înseriate care au fiecare opt intrări și o ieșire, cel de-al doilea controller având intrarea 2 conectată la primul controller, prin această tehnică mărindu-se numărul de nivele de întreruperi ce pot fi folosite. Corespunzător celor 16 intrări vor rezulta 16 nivele de întrerupere, dintre care multe sunt deja rezervate unor periferice instalate (tastatură, harddisc etc.).

În ceea ce privește alegerea nivelelor de întrerupere folosite, trebuie alocate nivele diferite pentru plăci diferite, pentru a nu intra în conflict diverse cereri simultane ale plăcilor de extensie, adresate pentru același nivel de întrerupere.

Pentru sistemele vechi de tip XT și AT de exemplu, există 8 nivele de priorități (IRQ0-IRQ7), respectiv 16 nivele (IRQ0-IRQ15). Se pot folosi și canale prealocate în afara celor libere, atunci când nu folosim perifericul corespunzător acelui nivel (de exemplu IRQ5 – LPT 2). Modul în care sunt asignate întreruperile în cazul unui sistem AT este prezentat în tabelul 4.2.

Observație: Circuitele 82C59A pot fi folosite pentru conectarea în cascadă astfel încât se poate ajunge la 64 de nivele de întrerupere. Schema unei astfel de conectări este dată în Fig. 4.11.

Tabelul 4.2. Semnificația nivelelor de întrerupere

Nivel de Întrerupere	Utilizare
IRQ0	Ceas sistem
IRQ1	Tastatură
IRQ2	Al doilea controller IRQ
IRQ3	COM2, COM4 *
IRQ4	COM1, COM3
IRQ5	LPT2 *
IRQ6	Disc flexibil
IRQ7	LPT1
IRQ8	Ceas de timp real
IRQ9	Redirectat de la IRQ2 *
IRQ10	Rezervat * sau liber pentru alte extensii
IRQ11	Rezervat * sau liber pentru alte extensii
IRQ12	Rezervat * sau liber pentru alte extensii
IRQ13	Coprocessor matematic *
IRQ14	Harddisc
IRQ15	Rezervat * sau liber pentru alte extensii
* Utilizate în general de către BIOS	

DMA

Folosirea DMA conduce, după cum se cunoaște, la creșterea vitezei sistemului prin degrevarea microprocesorului de controlul transferurilor de date, accesul la memorie fiind efectuat de placa de extensie. Când ne referim la DMA, ne referim de fapt la transferuri de date și la controlul acestora între memorie și porturile I/O. Activitatea este supravegheată în cazul transferurilor de tip DMA de către un circuit specializat numit controller DMA. Dacă o setare DMA a fost realizată greșit, de exemplu același canal DMA a fost alocat pentru mai multe dispozitive, placa nou conectată nu va funcționa sau chiar va bloca sistemul. În funcție de aplicație, se pot folosi unul sau mai multe canale DMA.

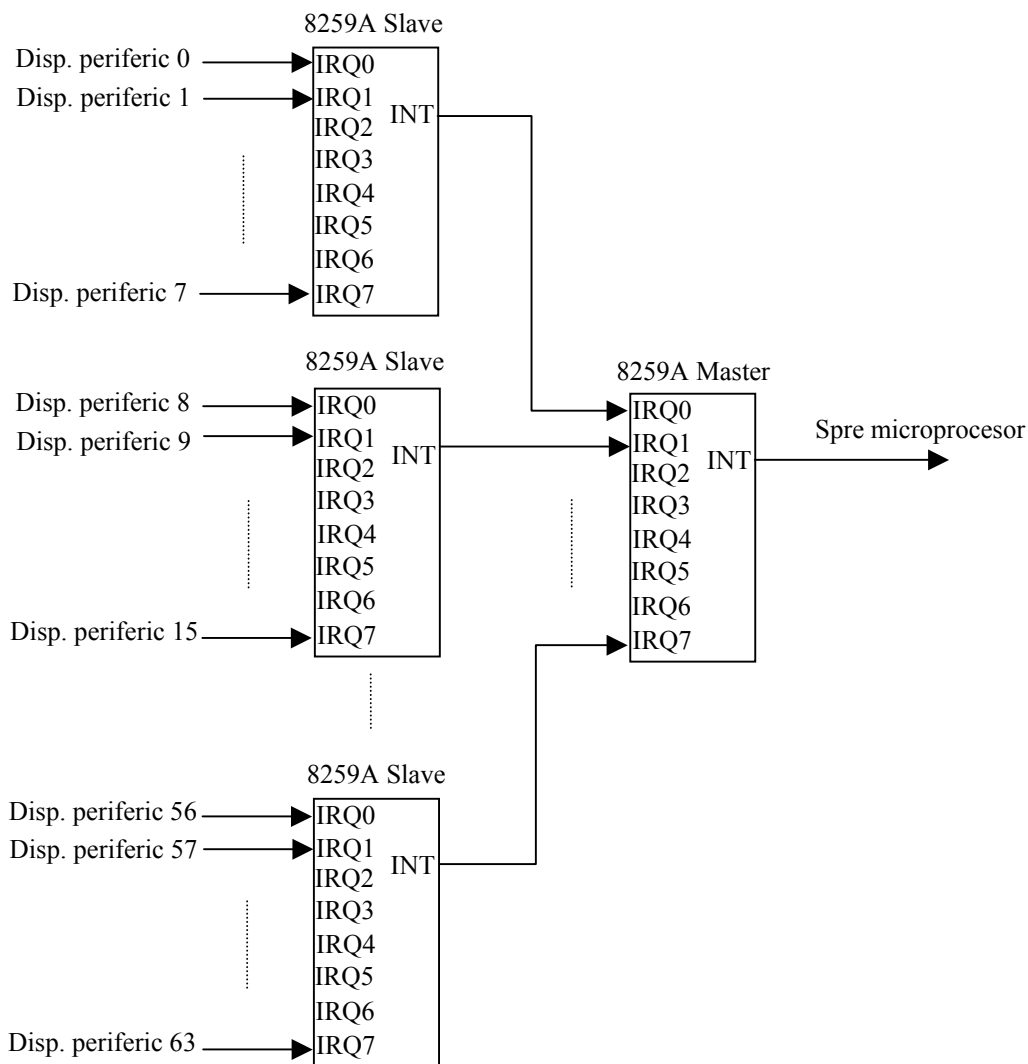


Fig. 4.11. Utilizarea controllerelor de întreruperi 82C59A

Procesul transferului de date prin intermediul DMA este în esență următorul:

- Atunci când datele sunt gata de transfer, placa avertizează controllerul DMA pentru ca acesta să efectueze transferul către memoria sistemului;
- Unitatea centrală (microprocesorul) încetează comunicarea cu placa și controllerul DMA mută datele de pe placă în memoria sistemului;
- Controllerul DMA se pregătește pentru un nou transfer, prin indicarea următoarei locații de memorie;
- Etapele anterioare sunt repetate, fără a fi necesară nici-o interacțiune între placă și unitatea centrală.

În timp ce magistralele ISA/EISA au un controller DMA de tip 8237A, magistrala de tip PCI permite implementarea controllerului (*bus master*) DMA la latitudinea producătorului de plăci de extensie – care sunt de tip *plug-in*.

Un exemplu de bus master DMA pentru magistrala PCI este ASIC MITE, produs de National Instruments. Acest controller a fost construit pentru ca plăcile plug-in să beneficieze de viteza maximă teoretică a magistralei PCI de 132 MB/sec. ASIC MITE permite transferul de date între memoria FIFO a plăcii de achiziție și memoria RAM fără intervenția procesorului, asigurând implementarea a 3 canale DMA și buffere FIFO pentru minimizarea timpului de scriere/rescriere de date din timpul transferului.

Controllerul ASIC MITE implementează transferuri de date de tip *scatter-gather* (dispersare-adunare) care elimină necesitatea reprogramării procesorului DMA la fiecare sfârșit de pagină (cum era cazul la 8237A).

Sistemul de operare DOS are capacitatea de a aloca unei aplicații un bloc compact de memorie fizică. Acest lucru permite creșterea vitezei de transfer prin DMA datorită faptului că paginile de memorie în care sunt transferate datele au lungime maximă (64 k), deci numărul de reprogramări ale controllerului DMA de tip 8237 este minim. Dezavantajul acestui sistem de operare este că memoria care poate fi alocată este limitată.

Sistemele de tip Windows folosesc memorie virtuală, care din punct de vedere al aplicației pare o memorie compactă, dar care în realitate este o colecție de segmente mici de memorie fizică, dispersate, cu adrese de start și cu lungimi diferite. În timpul transferului DMA, controllerul 8237 trebuie reprogramat la începutul fiecărui segment nou care primește date, ceea ce conduce la încetinirea vitezei de transfer.

În cazul folosirii unui controller de tip ASIC MITE, acesta implementează transferul *scatter-gather*, care modifică tehnica de transfer: înainte de efectuarea transferului, controllerul este programat cu adresele de început și cu mărimile segmentelor de memorie fizică alocate aplicației respective, segmente care vor primi date. Această pre-programare elimină necesitatea de reprogramare repetată a procesorului DMA, ceea ce conduce la creșterea vitezei de transfer.