



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013



Platformă de e-learning și curriculum e-content pentru învățământul superior tehnic

Programare în limbaj de asamblare

13. Întreruperi interne și externe.

Înteruperi externe

Înteruperile externe, care pot fi transmise de dispozitive externe, sunt primite de procesor pe două linii: NMI și INTR.

Linia INTR este controlată de PIC (Programmable Interrupt Controller), 8259A; rolul său este de a accepta cereri de întrerupere de la dispozitivele externe, determină care cerere este cea mai prioritară și activează linia INTR, dacă dispozitivul care a cerut întreruperea este mai prioritar decât cel deservit în momentul respectiv. Când linia INTR devine activă, procesorul execută diferite acțiuni, depinzând de starea indicatorului de validare a întreruperilor (IF); oricum, nu se execută nici o acțiune până nu se termină execuția instrucțiunii curente, pe durata căreia a apărut întreruperea. Dacă IF=0, deci întreruperile mascabile sunt dezactivate, procesorul ignoră semnalul INTR. Întreruperile se activează cu instrucțiunea STI (SeT Interrupt enable flag), deci IF=1, și se dezactivează cu instrucțiunea CLI (CLear Interrupt enable flag). Ele pot fi, de asemenea, mascate selectiv prin transmiterea de comenzi corespunzătoare către PIC. Instrucțiunile de activare a întreruperilor se vor lansa după sfârșitul instrucțiunii următoare, pentru a nu încărca excesiv stiva. Întreruperea este recunoscută prin executarea a două cicluri de magistrală de recunoaștere întrerupere (INTA\); pe durata acestor două cicluri se activează semnalul LOCK\, pentru a indica altor procesoare că nu pot obține acces la magistrală. Primul ciclu este utilizat de procesor pentru a semnaliza PIC că se onorează cererea, iar în timpul celui de-al doilea ciclu PIC răspunde plasând un octet pe magistrala de date, care conține tipul întreruperii (32 ÷ 255), asociat cu servirea cererii de întrerupere. Tipul este atribuit la inițializarea procesorului, prin program. Procesorul utilizează acest cod pentru a apela o procedură de tratare a întreruperii.

PIC poate accepta întreruperi de la până la opt dispozitive diferite. Numărul de dispozitive ce pot solicita întreruperi poate fi extins până la 64, prin utilizarea a 9 circuite de întrerupere PIC, conectate în cascadă astfel: opt dintre dispozitive la cele opt intrări ale unui PIC, iar fiecare ieșire PIC devine o nouă intrare pentru cel de-al nouălea PIC. Un calculator obișnuit utilizează două circuite PIC pentru a furniza 15 intrări de întreruperi (șapte pe PIC master și încă opt de la PIC slave).

O cerere externă de întrerupere poate veni și pe linia NMI, care e comandată pe front (INTR e comandată pe nivel) și este utilizată pentru evenimente deosebite (cădere tensiune, restartare). Întreruperile nemascabile NMI nu pot fi dezactivate și au prioritate față de cele mascabile INTR.

Înteruperi interne

Înteruperile interne sunt evenimente sincrone și reprezintă răspunsuri ale procesorului la anumite evenimente detectate în timpul execuției unei instrucțiuni. Întreruperile externe (mascabile și nemascabile) sunt evenimente asincrone. Deosebirea majoră între aceste două tipuri de întreruperi constă în originea lor: o întrerupere internă este întotdeauna reproductibilă prin reexecuția programului și a datelor ce au cauzat întreruperea, în timp ce o întrerupere externă este, în general, independentă de execuția task-ului curent. Întreruperile interne sunt de două tipuri. Un tip de întrerupere este denumit excepție, deoarece întreruperea apare numai dacă există o anumită condiție de eroare, care nu permite execuția corespunzătoare a instrucțiunii; celălalt tip generează întrerupere ori de câte ori instrucțiunea INT n este executată. Aceste instrucțiuni sunt utilizate fie pentru a testa rutinele utilizatorului de tratare a întreruperilor externe, fie pentru a apela rutine DOS. Pentru apelul rutinelor DOS se utilizează acest mecanism

și nu mecanismul de apel de procedură din două motive: fie nu se cunosc aceste adrese, fie ele se modifică de la o versiune la alta.

Exemple de excepții sunt: eroare de împărțire, depășire detectată de instrucțiunea INTO, depășire limite detectată de instrucțiunea BOUND, depășire segment (overrun), cod de operație invalid, eroare de extensie procesor etc.

În modul protejat sunt detectate mult mai multe condiții de eroare, care determină o întrerupere internă. În acest mod, de adresare virtuală, tabela de vectori de întrerupere nu are adrese fizice fixe și deci nu poate fi adresată direct. De aceea programele care, în modul real de adresare, manipulează direct tabela de vectori de întrerupere, nu vor lucra în modul protejat.

Întreruperile interne au următoarele caracteristici:

- codul întreruperii este conținut în instrucțiune sau este predefinit;
- nu se execută cicluri de recunoaștere întrerupere;
- nu pot fi dezactivate, cu excepția întreruperii „single step“;
- sunt prioritare față de cele externe.

Întreruperea „Single Step“

Această întrerupere, de tipul 1, este generată în mod automat după execuția fiecărei instrucțiuni, dacă indicatorul TF a primit valoarea 1. Ea mai este denumită și excepție de depanare deoarece permite execuția unui program instrucțiune cu instrucțiune (adică pas cu pas). Procesorul salvează registrul indicatori și adresa următoarei instrucțiuni de executat în stivă și pune indicatorii TF și IF pe zero, astfel ca, la intrarea în procedura de tratare a întreruperii „single step“, procesorul nu mai este în modul „pas cu pas“; se evită astfel recursivitatea infinită. Procedura va permite vizualizarea programului întrerupt (registre, indicatori, variabile memorie etc.); la sfârșitul procedurii se vor reface indicatorii din stivă, astfel că programul poate reveni în modul de execuție „pas cu pas“. Procesorul nu dispune de instrucțiuni directe pentru modificarea acestui indicator (TF); el poate fi modificat numai prin modificarea imaginii sale din stivă (utilizând instrucțiunile PUSHF, POPF).

Întreruperea de breakpoint (suspendare)

Această instrucțiune, INT 3, este singura instrucțiune de întrerupere care are lungimea de un octet (toate celelalte ocupă câte doi octeți, primul fiind codul instrucțiunii, iar cel de-al doilea – tipul întreruperii). Ea este folosită la implementarea de programe de depanare, deoarece necesită un singur octet de cod și poate substitui, foarte ușor, orice octet de cod de instrucțiune. Ea permite, în acest mod, suspendarea programului și executarea rutinei de tratare a întreruperii de pe acest nivel.

Instrucțiunea permite, în plus, și inserarea de noi instrucțiuni în program, fără a fi recompilate sau reasamblate. Aceasta se poate face salvând primul octet de instrucțiune și înlocuindu-l cu instrucțiunea INT 3. Procedura de tratare a întreruperii de suspendare va conține noile instrucțiuni, plus codul pentru refacerea octetului de instrucțiune salvat (înlocuit anterior de INT 3) și să decrementeze adresa de revenire, salvată în stivă (mai exact IP) înainte de revenire, astfel ca instrucțiunea înlocuită să fie executată după instrucțiunile inserate.

Metoda aceasta de depanare a unui program este mai complicată decât utilizarea registrelor de depanare, deoarece necesită crearea unui alias pentru segmentul de cod, salvarea octetului instrucțiunii originale, înlocuirea lui cu INT 3 și refacerea octetului la terminarea întreruperii.