

HÍRADÁSTECHNIKA

Mikroprocesszorok architektúrájának fejlődése

PONGRÁCZ GYÖRGY
Számítógéppalkalmazási
Kutatóintézet

Az elektronikában már több éve létező és használt elem a mikroprocesszor. Jelenleg közel félszáz cég foglalkozik különböző típusú mikroprocesszorok gyártásával.

Az utóbbi évek technológiai fejlődése lehetővé tette a rendkívül nagy integráltságú áramkörök létrehozását, amelyekben realizálhatóvá váltak a modern architektúrais elvek. Így a legújabb mikroprocesszorok már a korábbi minigépek teljesítményét képesek nyújtani egyetlen tokban.

A rögzített utasításkészletű mikroprocesszor-családok fejlődésének két fő iránya figyelhető meg.

Egyrészt az egyre több elemet tartalmazó 8 bites családokon belül kialakultak az egyetlen integrált áramkörrel megvalósított ún. „single chip” mikro-számítógépek, amelyek külön hardware nélkül önállóan működőképes eszközök. Beépített ROM, ill. RAM memóriájuk és I/O vonalaik vannak.

Másrészt egyre több 16 bites vagy ennél nagyobb szóhosszúságú mikroprocesszor jelenik meg. Ezeknek az architektúráját úgy igyekeznek kialakítani, hogy elősegítse a magas szintű nyelvek és a modern programozási eljárások (pl. moduláris programozás) könnyű használatát. Ezenkívül természetesen rendelkeznek a minigépek teljes hardware és software lehetőségeivel (több Mbyte-os memóriatartomány, hatékony I/O kezelés, flexibilis utasításkészlet, multiprocesszoros lehetőség stb.).

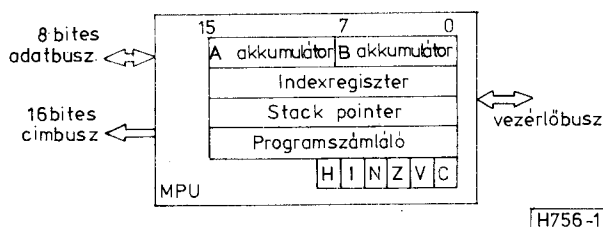
Az említett általános fejlődési irányok jól megfigyelhetők az egyes gyártók mikroprocesszor családjainál. A továbbiakban ezt a fejlődést szeretnénk bemutatni a MOTOROLA M6800-as családján keresztül.

Az MC 6800 8 bites alapgép

Az MC 6800 mikroprocesszor busz szervezésű, 8 bites, párhuzamos gép, 16 bites címbusszal.

Két 8 bites akkumulátora van, amelyek az operandusokat és az ALU-ból kijövő eredményt tartalmazzák.

Beérkezett: 1980. XI. 14.



1. ábra. Az MC 6800 belső felépítése

A 16 bites indexregisztert az indexelt címzési módban használja.

A stack pointer két byte-os regiszter, amely egy külső stack címére mutat, a 16 bites utasításszámláló pedig az aktuális utasítás címét tartalmazza.

Végül a feltétel-kód regiszter a következő hat jelző bitet foglalja magában, amelyek az ALU művelet eredményére vonatkoznak:

N = negatív,
 Z = zérus,
 V = túlsordulás,
 C = átvitel a 7-es bitről,
 H = fél átvitel a 3-as bitről,
 I = megszakítási maszk.

A processzor vezérlő vonalai a következők:

- **Reset**: automatikusan alapállapotba viszi a processzort,
- **IRQ**: megszakítás kérés,
- **NMI**: nem maszkolható megszakítás,
- **TSC, DBE, HALT**: felhasználásuk **DMA** vagy multiprocessing esetén.

A buszra csatlakozó I/O készülékeket a program ugyanúgy kezeli, mint a memóriarekeszeket, így a ki/beviteli feladat egyszerű memóriaoLVasásra, ill. -írásra egyszerűsödik.

Az aszinkron soros (ACIA) és a párhuzamos (PIA) interface-ek mellett sok speciális célú perifériavezérlő létezik. Ezek hardware jellemzői (pl. az adatvonalak iránya) programozás útján módosíthatók. Így ugyanazt a hardvert különböző vezérlési feladatokra is

felhasználhatjuk, csak a vezérlő programot kell megírni hozzá.

Az MC 6800-nak 72 féle különböző utasítása van, amelyek között vannak bináris és decimális aritmetikai, logikai, léptető, rotációs, töltő, tároló, feltételes és feltétel nélküli ugrási, szubrutin hívó, megszakítási és stack kezelő utasítások. Az utasításokat 7 féle címzési módban tudja végrehajtani.

Ezek a módok a következők:

akkumulátoros címzés: egy byte-os utasítás, a kódjától függően vagy az A vagy a B akkumulátorra vonatkozik,

közvetlen (immediate) címzés: az operandus az utasítás második (és harmadik) byte-jával egyezik meg,

direkt címzés: az operandus címét az utasítás második byte-ja tartalmazza. Lehetővé teszi a $\emptyset\emptyset\emptyset - 255$ decimális cím közé eső memóriatartomány közvetlen címzését,

bővített címzés: az operandus címét az utasítás második és harmadik byte-ja tartalmazza,

indexelt címzés: az operandus címe úgy keletkezik, hogy az utasítás második byte-ja hozzáadódik az index regiszter alacsonyabb helyiértékű byte-jához,

regiszteres címzés: a címzéshez szükséges információt az utasítás kódja tartalmazza,

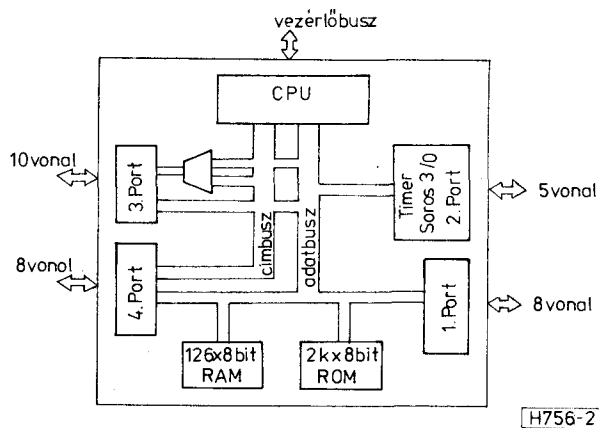
relatív címzés: az utasítás második byte-ja plusz 2 hozzáadódik az utasításszámláló alacsonyabb helyiértékű byte-jához.

Az utasítások végrehajtási ideje az 1 MHz-es MPU toknál 2–12 μ s közé esik.

Az MC 6801 8 bites „single chip” processzor

A 6800-as család egyik univerzális egysége, amely egy tokban tartalmazza a CPU-t, 2 kbyte ROM-ot, 128 byte RAM-ot, három 16 bites timert, egy soros bemeneti/kimeneti portot és 31 programozható I/O periféria vezérlő vonalat. Ezenkívül a tok tartalmazza az óragerátort is.

Utasításkészlete kompatibilis az MC 6800-éval, de ezeken kívül még 10 új utasítást is tartalmaz.



2. ábra. Az MC 6801 belső felépítése

Belső architektúrális változtatásokkal (16 bites busz és több belső munkaregiszter) az utasítások végrehajtási idejét is sikerült csökkenteni. Az új utasítások között 16 bites műveletek is szerepelnek, ahol az összekapcsolt A és B akkumulátor alkot egy 16 bites D akkumulátort, ezenkívül három új, X regisztert kezelő utasítással egyszerűbbé vált a helyfüggetlen és reentráns kódok kezelése.

Sok feladatnál jól használható a 8×8 bites, előjel nélküli szorzó utasítás, amelynek végrehajtási ideje 10 μ s.

Az MC 6801-nek négy I/O portja van, amelyek szerepe az üzemmódtól függően változhat. Mindegyik portnak van egy adatrány regisztere, amelynek segítségével mindegyik I/O vonal bemeneti vagy kimeneti irányba állítható be.

A 2. port soros kommunikációra, a timer elérésére vagy 5 bites párhuzamos I/O portként használható. A többi három párhuzamos port I/O vonalként vagy MPU adat, ill. címvonalként működhet az üzemmódtól függően.

Az MC 6801 három alap-üzemmódba állítható. Ezek a következők:

Single Chip üzemmód:

ekkor mindegyik port I/O vonalként működik és a processzor a belső ROM-ban levő vezérlő programtól függően különböző I/O feladatokat végezhet el önállóan.

Bővített, nem multiplexeit üzemmód:

ebben az üzemmódban a processzor közvetlenül csatlakoztatható az MC 6800 buszára, mivel a 3. port lesz az adatbusz, a 4. port egy max. 8 bites címbusz, az 1. és 2. port pedig I/O vonalként fog működni.

Bővített, multiplexeit üzemmód:

ekkor a 4. porton lesz a 8 nagyobb helyiértékű címvezeték, a 3. port multiplexeli az adatvonalakat és a kisebb helyiértékű címvonalakat, az I/O vonalak pedig a 2. és 1. porton lesznek.

Az MC 6801 háromféle üzemmódja és 4 db portja segítségével sokféle vezérlési feladatra használható (pl. multiprocesszoros periféria vezérlő stb.).

Az MC 6809 8 bites processzor
16 bites tulajdonságokkal

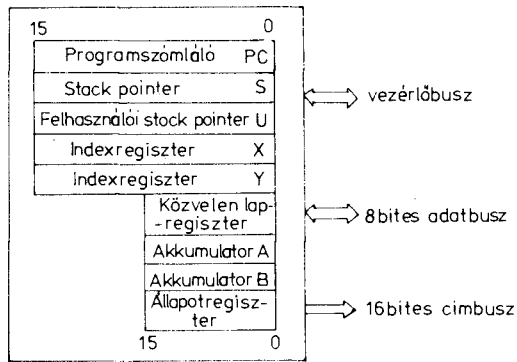
Az M 6800-as byte szervezésű család legnagyobb teljesítményű tagja, amely az adatok feldolgozását 16 bit széles belső buszon, ill. regiszterekben végzi. A korábbi rendszerekkel való software-kompatibilitás megtartása mellett néhány új utasítása is van, amelyek nagy része 16 bites.

A hatásfokot az új címzési módok bevezetése is növelte. Belső felépítése a 3. ábrán látható, ahol a belső regiszterek funkciója a következő:

8 bites A és B akkumulátor, amelyek összekapcsolva alkotják a 16 bites D akkumulátort,

16 bites X és Y indexregiszterek, amelyek automatikusan inkrementálhatók, dekrementálhatók,

16 bites S és U stack-pointerek, amelyekkel a stack memória címezhető. Mindkét stack-pointernek



3. ábra. Az MC 6809 belső felépítése

van indexelt címzési módja. A felhasználói stack-et (*U*) a programozó felhasználhatja argumentumoknak egyik modulból egy másikba való áthelyezésére,

egy 16 bites programszámláló (*PC*), amely indexelhető,

egy 8 bites állapotregiszter (*CC*), amelynek az MC 6800-nál létező 6 flag mellett (*N*, *O*, *E*, *Z*, *J*, *H*) egy *F* jelzője is van (gyors megszakítás, ahol csak a *PC* és a *CC* regiszter tartalmát mentik el a stack-be) és egy *E* jelzője, amelyet az elmentés alatt billentenek be,

egy 8 bites közvetlen lap-regiszter (*DPR*), amely 256 lap közvetlen címzésére használható.

A rendszer hatékony felhasználását jól támogatják a következő utasítások:

„effektív cím töltő” utasítás, amely közvetlen (immediate) értéket vagy az egyik akkumulátor értékét adja hozzá az indexregiszterhez,

„hosszú ugró” utasítások, amelyekkel a memória bármelyik része elérhető,

a regiszterek közötti átvitelt és cserét végrehajtó utasítások,

az előjel nélküli, 8×8 bites szorzó utasítás,

adatmozgató és blokkösszehasonlító utasítások, amelyek automatikus inkrementáló, ill. dekrementáló címzési módban hajthatók végre,

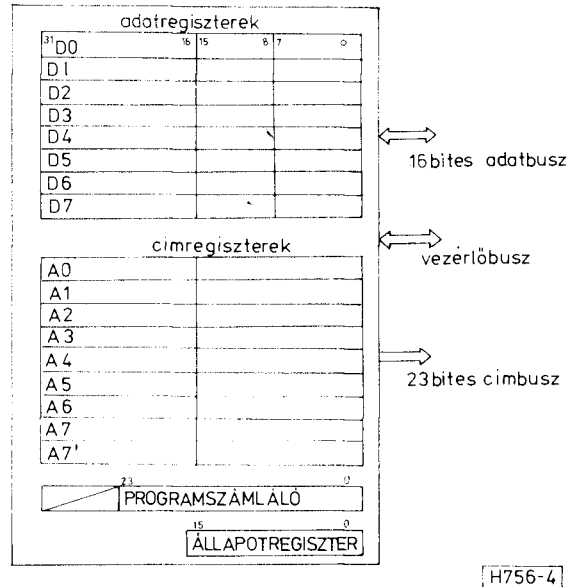
a hardware és software szinkronizálását szolgáló utasítás, amely leállítja a processzort és csak akkor indítja el, amikor valamelyik megszakítási vonal aktív lesz.

Az MC 6809 átmenetet képez a 8 és a 16 bites gépek között. Architektúrájának tervezésénél és utasításainak kialakításánál nagymértékben figyelembe vették a modern programozás követelményeit (pl. magas szintű nyelvre orientált utasítások, moduláris programozás hw/sw támogatása).

Az MC 68 000 16 bites processzor 32 bites belső architektúrával

A 16 bites mikroprocesszorok közül az egyik leghatékonyabb, amit a belső 32 bites architektúrára felépülő utasításkészletének köszönhet.

23 bites (+1 kiegészítő bit) külső címbuszával 16 Mbyte memóriát tud közvetlenül megcímezni.



4. ábra. Az MC 68 000 belső felépítése

Külső adatbusza 16 bites, de az összes belső regiszter és az ALU 32 bites.

Az utasítások által használt belső regiszterei a 4. ábrán láthatók.

A *D0*–*D7* adatregisztereket byte-os (8 bit), szavas (16 bit), ill. dupla szavas (32 bit) műveletekhez lehet felhasználni. Az *A0*–*A7* címregiszterek felhasználhatók stack pointernek és bázis címregiszternek szavas (16 bit), ill. duplaszavas műveletekkel. A rendszer flexibilitását növeli, hogy mindkét típusú regisztertömb (*D*, ill. *A*) bármelyik regisztere használható indexregiszternek.

A moduláris I/O rutinok kezelését segíti a 8 szintű vektoros megszakítási struktúra, ahol 192 vektorra történhet elugrás. Az *A7* címregisztert a rendszer stack pointerként használja a programszámláló és az állapotregiszter elmentésére, míg az *A7'* regisztert a programozó csak egy speciális, ún. felügyeleti üzemmódban érheti el.

Az MC 68 000 hatféle adattípust tud kezelni: bit, BCD számok, byte-ok, ASCII karakterek, szavak, dupla szavak. Utasításkészlete 61 alaputasításból áll, ez nem kompatibilis az M6800 byte-orientált utasításkészletével.

A több szintű mikroprogramozással megvalósított utasításoknál kihasználják a 32 bites belső architektúra nyújtotta előnyöket, így a 14 féle címzési mód révén az M6800-énál sokkal hatékonyabb utasításkészlete van. Az új utasításkészlet miatt a korábbi 8 bites rendszerekkel való software kompatibilitás elveszett; ezt a rendszeren futó transzlátor program ellensúlyozza, amely a 6800 assembler nyelvű programjait fordítja le a 68 000 kódjaira.

Utasításai a strukturált magas szintű nyelvek (Pascal, Cobol, Fortran, Basic) utasításaihoz állnak közel, és lehetővé teszik a moduláris programozást. Így könnyen megvalósítható pl. a paraméterek átvitele egyes software modulok között (pl. több regisztert kezelő töltő, ill. olvasó utasítások), ill. egyszerűbbé válik a szubrutinhívás (pl. láncolási utasi-

tások). Adatmozgató utasításai segítségével lehetőség van egyetlen utasítással regiszterből regiszterbe, regiszterből memóriába, memóriából regiszterbe és memóriából memóriába adatok átvitelére.

Aritmetikai utasításai közül ki kell emelni az előjeles és előjel nélküli szorzási és osztási utasítást és a decimális aritmetikai műveleteket.

A programban történő hibakeresést segítik a speciális utasítások, amelyekkel a következő hibák jelezhetők:

páratlan szócím,
illegális utasítás,
végre nem hajtott utasítás,
illegális címzési mód,
illegális memória-hozzáférés,
osztási túlcsondulás stb.

Ezeknek és néhány más oknak a kezelésére használható egy 64 vektoros speciális programugrás, ún. „trap”.

Az MC 68 000 vezérlő busza lehetővé teszi a 6800 család periféria vezérlőinek egyszerű csatlakoztatását (pl. MC6820: párhuzamos I/O, MC6850: soros aszinkron I/O, MC6843: floppy diszkvezérlő, MC6845: display vezérlő stb.).

Ezekon kívül három speciális áramkör tartozik az MC 68 000 rendszerhez, amelyek közül az egyik a memória szegmentálását és dinamikus multitask kezelést végez (memory manager), a második a 4 csatornát kezelő DMA vezérlő és a harmadik a multiprocesszoros alkalmazásokat segítő buszvezérlő áramkör (bus arbitrator).

I R O D A L O M

- [1] M6800 Microcomputer System Design Data. MOTOROLA, 1976
- [2] D. Bursky—E. Gellender: Microprocessor Data Manual II. Electronic Design, 21. Oct. 11. 1978. p. 53—217
- [3] M. Wiles—F. Musa—T. F. Ritter—J. Boney—T. Gunter: Compatibility clues growing pains of microcomputer family. Electronics, febr. 2. 1978. p. 95—103
- [4] D. Bursky: MC68 000 16-bit microprocessor to offer wide adress range, powerful commands. Electronic Design, 15. Jul. 19. 1978. p. 28—29
- [5] I. LeMair—R. Nobis: Complex systems are simple to design. Electronic Design, 18. Sept. 1. 1978. p. 100—107
- [6] R. P. Capecca—J. G. Posa: Microprocessors and microcomputers. Electronics, Oct. 26. 1978. p. 138—145
- [7] MOTOROLA Product Preview: MC6801 Microcomputer Unit. MOTOROLA Inc., 1978. NP—93