

MOS 6510 mikroprocesszor

A MOS 6502 változata; részletesebben lásd: https://hu.wikipedia.org/wiki/MOS_Technology_6510

MOS 6502 mikroprocesszor

További részletek: https://hu.wikipedia.org/wiki/MOS_Technology_6502

A 6502 a legolcsóbb teljes értékű mikroprocesszorként jelent meg a piacon, de funkcionalitásában nem maradt el a konkurens termékek mögött. Nem sokkal megjelenése után (1976-ban) a MOS Technology céget teljes egészében felvásárolta a [Commodore International](#), és áttervezték a mikroprocesszort: a 6510-es processzor a 6502 leszármazottja, digitális I/O porttal és háromállapotú címsínnel kiegészítve, és lett a Commodore háziszámítógép-család gépeinek központi egysége. Az áttervezés javította az előzőek legnagyobb hibáit, lehetővé tette az akkumulátor és indexregiszterek együttes használatát a bemenet és (cím)eltolások kezelésére. Bevezetésre került még [BCD \(Binary Coded Decimal\) aritmetikát](#) támogató utasításokat és csipre integrált órajel-generátor: mindössze egyetlen külső órajel-frekvenciára volt szükség és a processzor az összes járulékos áramkör órajeleit elő tudta állítani, ezzel csökkentve a külső komponensek számát.

A 8 bites MOS Technology 6502 mikroprocesszor adatsínje 8 bites, címsínje 16 bites. Az integrált áramköri lapka 8 µm-es [NMOS](#) (később [HMOS](#) és [CMOS](#)) technológiával készült, 3510 [tranzisztort](#) tartalmaz, amelyek egy 3,9 mm × 4,3 mm méretű, 16,6 mm² lapkán foglalnak helyet. A processzort eleinte NMOS technológiával gyártották. A minimalista tervezés és a hatékony gyártás eredményezte az olcsó árat, ezzel nyerve meg a versenyt a piacon.

Belső felépítés


A processzornak egy bemeneti órajelre van szüksége (Φ_0 IN); a tipikus bemeneti órajel 1 MHz és 2 MHz között (legfeljebb 3 MHz) lehet, egy áramkör ebből állítja elő a belső kétfázisú (két, eltolás) órajelet, ami több szinkronizálást tesz lehetővé egy órajel-cikluson belül. (A két jel ki is van vezetve a Φ_1 (OUT), Φ_2 (OUT) lábakra, így azt külső áramkörök is használhatják.)

A belső logika az órajel által diktált sebességen működik, a teljesítmény az alacsony órajel ellenére nem marad el a gyorsabb órajelű korabeli processzorokétól. Ez főleg a rendkívül egyszerű állapotgépnek köszönhető, amelyet [kombinációs hálózatokkal](#) valósítottak meg, sokkal nagyobb arányban, mint más felépítésekben. Az alacsony órajel mérsékelte a CPU-hoz csatlakozó tárral és periférius eszközökkel szemben támasztott sebességi követelményeket is. A tárműveletekhez az órajel-ciklusnak körülbelül 50%-a állt rendelkezésre, ami kritikus volt az akkoriban megfizethető tárrak 450–250 ns körüli hozzáférési idejéhez képest.

Regiszterek

A processzor igen kevés regisztert használ (elődjéhez, a Motorola 6800-ashoz hasonlóan), ezt különféle tervezési megfontolások (például a korlátozott tranzisztorszám) indokolták, viszont hatékonyabban használja a közönséges RAM-ot. A regiszterek:

- A: 8 bites [akkumulátor regiszter](#)
- X, Y: 8 bites indexregiszterek
- S: 8 bites [veremmutató](#) (verem pointer)
- P: 8 bites processzor-állapotregiszter
- PC: 16 bites [programszámláló](#)



VSS	1	40	RES	
RDY	2	39	Φ_2 (OUT)	
Φ_1 (OUT)	3	38	S0	
IRQ	4	37	Φ_0 (IN)	
N.C.	5	36	N.C.	
NMI	6	35	N.C.	
SYNC	7	34	R/W	ez
VCC	8	33	D0	
A0	9	32	D1	
A1	10	31	D2	és
A2	11	30	D3	
A3	12	29	D4	
A4	13	28	D5	
A5	14	27	D6	
A6	15	26	D7	
A7	16	25	A15	
A8	17	24	A14	
A9	18	23	A13	
A10	19	22	A12	
A11	20	21	VSS	

A 6510 lábkioldása

A verem hely és mérete rögzített, és beleértett címzési módú utasítás használja, amely beírja (push) vagy kiveszi (pull) az akkumulátor vagy az állapotregiszter tartalmát. A vermet használják a szubrutinhívás és -visszatérés (JSR, RTS), valamint megszakítás-kezelő (BRK, RTI) utasítások.

Az [állapotregiszter](#) különleges regiszter: a különböző műveletek eredményének jellemzőit és bizonyos gépi állapotokat tárolja. Az állapotregiszter 7 bitjét használják a feltételes ugró-, valamint az aritmetikai és logikai utasítások, a tartalmat a verembe mentés után lehet elérni.

Tár

A processzor által címezhető 64 [KB](#) főtár szabadon használható, de van néhány speciális területe:

- Nullás lap: a \$0000 – \$00FF címek közötti terület, amelynek bármely két egymást követő bájtyát 16 bites címként lehet használni. Különleges szerepet játszik, mivel a processzor nulla lapos címzési módjai erre a területre hivatkoznak, és ez a címzési mód gyorsabb működést tesz lehetővé.
- Verem: a \$0100 – \$01FF címtérület, nem változtatható. A vermet az S veremmutató címzi, emellett elérhető egyéb címzési módokkal is. Adat beírásakor az S értéke csökken; a verem 'teteje' a \$01FF cím. Ha a verem mélységét korlátozza egy program, akkor az 1-es lapot is használhatja egyéb adattárolásra.
- A tár legfelső 6 bájtya (\$FFFF – \$FFFA) a megszakítási vektoroknak van fenntartva.

A 6502-esben nem volt semmi speciális támogatás a külső hardveres eszközök csatlakoztatására (nem voltak külön I/O portjai), így azokat a főtár valamely területére kellett leképezni, hogy adatokat cserélhessenek a processzorral.

Címzési módok

A processzor hatékonyan használja a verem- és az indexregisztereket különböző címzési módokkal, beleértve a gyors „nulla-lapos” címzést is, amelyben a cím csak 1 bájton van tárolva, és a 0...255 című memóriahelyeket címezheti. Az ilyen címzést használó utasítások gyorsabbak, mint a 16 bites címzést használók, mert megtakarítják a címek magasabb helyiértékű részének kiolvasásához szükséges órajel-ciklust.

A processzornak 13 címzési módja van, de nem mindegyik utasítás használható mindegyik címzéssel. Ezek a következők:

- Akkumulátor: A művelet csak az akkumulátor-regiszterben történik.
- Beleértett: 1 bájtos utasítások használják, az utasításkód határozza meg a megcímzett valamelyik regisztert.
- Közvetlen: 2 bájtos utasítások használhatják, a tényező az utasításkód után álló byte, amely közvetlenül részt vesz a számításban.
- Abszolút: a tényező a 16 bites főtárcímmel meghatározott rekesz tartalma vesz részt.
- Nullás lap: Az 1 B-os cím a főtár első lapjára (nulla-lapra mutat).
- Relatív: Csak feltételes ugróutasítások használják, a címzés a vezérlésátadás helyére vonatkozik. A tényező egy 1 bájtos eltolási értéket (–128-tól +127-ig) határoz meg, ami hozzáadódik az utasításszámláló (PC) aktuális értékéhez.
- Abszolút X-szel indexelt: az utasításban szereplő 2 bájtos címhez hozzá kell adni az X regiszter tartalmát, az így kapott című memóriarekeszben található a tényező.
- Abszolút Y-nal indexelt: hasonló az előzőhöz, csak az Y indexregisztert használja.
- Nullás lap X-szel indexelt: Az X-ben levő értéket hozzáadja a nullás lapra mutató címhez, eredményül kapott címen tárolt byte vesz részt az utasításban.
- Nullás lap Y-nal indexelt: hasonló az előzőhöz, csak az Y indexregisztert használja.
- X-szel indexelt indirekt: Az X-regiszter tartalma hozzáadódik az utasításban álló 1 bájtos értékhez, az így kapott nullás lapon lévő cím a tényleges 16 bites címre mutat.
- Y-nal indexelt indirekt: Az X-regiszter tartalma hozzáadódik az utasításban álló 1 bájtos értékhez, az így kapott nullás lapon lévő cím a tényleges 16 bites címre mutat.

- Indirekt vagy abszolút indirekt: Ez a címzési mód csak a feltétlen ugró utasításnál fordul elő; az utasításban megadott 2 bájt egy címet határoz meg, ami az ugrási cím 2 bájtjára mutat. (A CMOS verzió (65C02) további három újabb címzési móddal rendelkezik.)

Az indirekt címzési módokat jól lehet használni tömbök feldolgozásánál. Az 5/6 órajel-ciklust igénylő „(zp),y” (nullás lap indirekt Y-indexelt) címzésnél a 8 bites Y regiszter hozzáadódik a nullás lapon tárolt 16 bites alapcímhez, a címzéshez viszont elég az utasításkódot követő 1 byte, az Y regiszter valóban tömbindexként használható: az indexregiszter növelésével sorban megcímezhetők pl. egy tömb vagy string elemei. A nullás lap indexelt indirekt címzést, pl. mutatókat tartalmazó tömb feldolgozásánál lehet használni. Az indexelt címzési módok miatt a nullás lap felfogható 128 további, bár igen lassú címregiszterként.

A 6502 az összeadást és kivonást képes bináris és [binárisan kódolt decimális](#) üzemmódban végezni. A CPU-t a SED utasítással lehet BCD üzemmódba kapcsolni; ezután a processzor képes tízes számrendszerben számolni, pl. a \$99 + \$01 összeadás eredménye \$00 lesz, és az átvitelbit 1. CLD utáni bináris módban ugyanennek az összeadásnak az eredménye \$9A és az átvitelbit 0. Az Atari BASIC-en kívül a BCD üzemmódot ritkán használták az otthoni számítógépes alkalmazásokban.

Utasításkészlet

A processzornak 256 utasítása van. A műveleti kódok egybájtosak, a különböző címzési módokkal együtt 151 [opkódot](#) foglalnak el a lehetséges 256-ból. Az utasítások a tényezőkkel együtt a kódban 1, 2, vagy 3 bájtot foglalnak el, a végrehajtásukhoz 2–7 órajel-ciklus szükséges; az egyszerű műveletek általában 2–3 órajel-ciklus alatt futnak le. A nullás lapot és a vermet használó műveletek egy órajel-ciklussal gyorsabbak, mint a többiek.

Az utasításokat a processzor egy 130×21 bites dekódoló ROM, ([programozható logikai tömb](#), PLA) segítségével értelmezi, ami a vezérlő logikához csatlakozik, így a processzor a 151 „szabályos”, dokumentált utasításon kívül a 105 opkód esetén is végez valamilyen nem dokumentált műveletet. Az illegális opkódok hatása igen változatos: egyesek lefagyasztják a processzort, mások üres utasítást hajtanak végre és átugorják az utánuk következő 1 vagy 2 bájtot, megint mások két hagyományos utasítást végeznek el egy lépésben. Az illegális opkódok sok játék- és demóprogramban is fellelhetők.

Működés

A processzor nem maszkolható megszakítás (NMI) bemenete érzékeny, ami azt jelenti, hogy ha egy megszakítást kiadó forrás alacsonyán tartja az NMI vonalat, akkor az utána következő NMI kéréseket blokkolja.

Egy nem maszkolható NMI és egy maszkolható IRQ kérelem egyidejű kiadása esetén a hardver megszakítási vonalak nem engedélyezik a megszakítást. Ha az IRQ kérelem egy NMI után is fennáll, akkor a processzor azonnal megkezdi az IRQ végrehajtását. Ez egyfajta beépített megszakítás-prioritás kezelésként használható.

A processzor 'Break' állapotbitje nem kezelhető direkt utasításokkal és a PHP (push P to verem), PLP (pull P from verem) utasítások segítségével sem lehet állítani. A jelzőbit másolata csak a veremben létezik, ahol a BRK és PHP utasítások mindig 1-re állítják, míg az IRQ és NMI mindig 0-ra állítja azt.

Az 'SO' bemeneti láb beállítása 1-re állítja a processzor túlcsoordulás (overflow) jelzőbitjét. Ezt a gyors blokkműveleteket végző eszközök meghajtójában használják, és 3 órajel alatt egyszer tesztelhető. (Például a [Commodore 1541](#) és más Commodore lemezmeghajtók is így ellenőrzik, hogy rendelkezésre áll-e a következő byte a lemez olvasásakor, mivel a hagyományos teszt és ugrás típusú ellenőrzés lassabb ennél: minimum 7 órajel-ciklusig tart.) A meghajtókban óvatosan kell bánni ezzel a jelzőbittel, mert romba döntheti a számtani műveleteket.