

Bij Motorola heeft men een microprocessor ontwikkeld, die intern een 16-bits-structuur bezit. Deze processor, de 6809, zou men een soort "super-6502" kunnen noemen, omdat zijn registers hetzelfde heten als die van de 6502 (zie figuur 1). Daarnaast heeft de 6809 nog een tweede 8-bits accumulator en een variabel direct-page-register. Dat betekent dat de 6809-CPU 256 direct-pages tot zijn beschikking heeft. De 6502 heeft daarentegen slechts één page zero. Een verder voordeel van de 6809-processor is, dat men de accumulators A en B tot een 16-bits brede accumulator D kan samenvoegen.

Een heel "sterke" adresseringsmogelijkheid die de 6809 wel en de 6502 niet heeft is de "program counter relative". Daarmee is het mogelijk relatief, dus ten opzichte van de actuele inhoud van de program counter elke willekeurige geheugenplaats te adresseren.

6502-bezitters zullen bij de 6809-processor wel een vertrouwde adresseringsmethode missen, namelijk indirecte adressering met indexering (voorbeeld: LDA-(POINTL),Y). Indirecte adressering kan men bij de 6809 helaas niet indexeren. Er is ook nog een wat eigenaardige instructie die we even willen vermelden: BRN (BRanch Never), een soort NOP-instructie (No Operation).

Ook de geïndexeerde adressering ziet er bij de 6809 iets anders uit dan bij de 6502. De opcode bestaat uit één byte. Het daaropvolgende byte ("postbyte") kan een 5-bits offset bevatten. De volgende een of twee bytes vormen een 8- of 16-bits offset in twee-komplementnotatie. Het effectieve adres kan als volgt worden berekend:

Index (inhoud van X, Y, S, U, A, B of C) + offset = effectief adres.

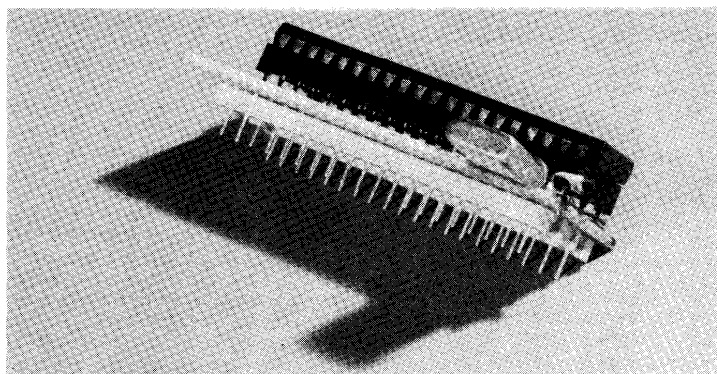
Beperkt men de offset tot  $-16 \dots +15$ , dan bestaat een instructie voor indirecte adressering uit slechts twee bytes, de opcode en het postbyte.

Bij geïndexeerde adressering is ook indirecte toegang tot het geheugen mogelijk. Dat betekent: de pointerinhoud, bestaande uit index + offset, wijst een geheugenplaats aan waarin ADH van het effectieve adres is opgeslagen. In de volgende geheugenplaats bevindt zich ADL van het effectieve adres. Bij de 6809-CPU staan ADH en ADL al in de goede volgorde achter de opcode. Bij de 6502 is dat, zoals bekend, niet zo. Daar is de volgorde ADL, ADH. De indirecte richting van de geïndexeerde adressering bij de 6809-processor is heel interessant omdat daarmee bij hogere programmeertalen bijzonder gemakkelijk arrays en symbool-tabellen kunnen worden opgezet.

Zelfs de accumulators kunnen als index-register worden gebruikt. Daardoor kunnen de index-registers niet alleen worden geïncrmenteerd of gedecrmenteerd, maar kunnen ze ook worden beïnvloed door rekenkundige bewerkingen (decimaal en binair). Op die manier kan de index worden berekend. Als men enkele uren met de 6809 heeft gewerkt, raakt men al vlug vertrouwd met de "accumulator indexed" adressering. In tegenstelling tot de 6502 heeft de 6809 twee stack-pointers: S en U. Stack-pointer S is een 16-bits pointer; deze heeft dezelfde functie als de stack-pointer van de 6502. Terugkeeradressen van subroutines en de inhoud van machine-registers worden automatisch in deze stack-pointer weggezet. Ook interrupts worden via deze stack-pointer uitgevoerd. De user-stack-pointer U staat helemaal ter beschikking van de programmeur. De U-pointer is eveneens 16 bits breed. De U-stack wordt als input-buffer of bij tekstverwerking als

# van 6502 naar 6809

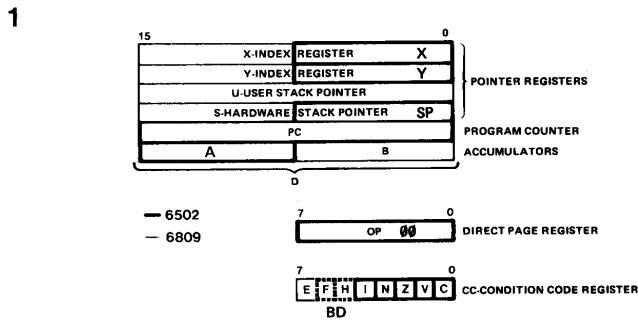
super-6502 met 16-bits structuur



Er bestaan goede processors, en er bestaan betere processors. De volgorde en rang zijn echter niet stabiel, maar hangen meestal af van de komst van nieuwe processors op de markt. Momenteel zou men kunnen zeggen dat de 6502 een goede microprocessor is en de 6809 een betere. Aangezien beide veel gemeenschappelijke eigenschappen hebben, is het de moeite waard eens te gaan kijken hoe een 6502-computer kan worden omgebouwd tot een 6809-computer.

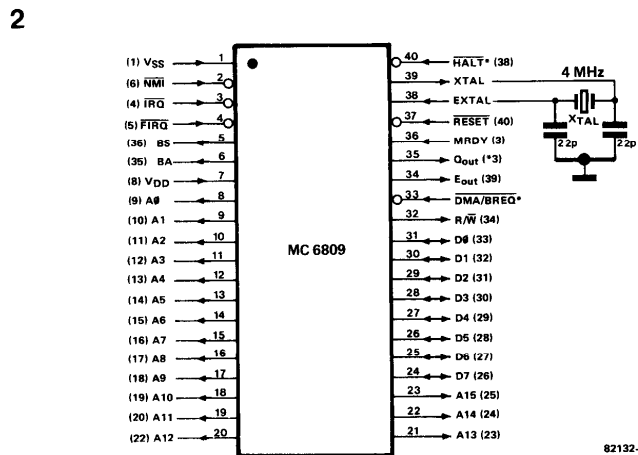
De instructieset van de 6809 zal de 6502-bezitter heel bekend voorkomen, zodat hij de mnemonics en de adresseringsmethoden meteen begrijpt.

De voorwaardelijke spronginstructies van de 6809-processor zijn bijzonder krachtig. De processor kan over een bereik van  $-16 \dots +15$  of  $-128 \dots +127$  of  $-32768 \dots +32767$  adressen springen. De BRA- (BRanch Always) en BSR- (Branch to SubRoutine) instructies en enkele andere mogelijkheden maken een programma onafhankelijk van absolute adressen. Een 6809-programma kan daardoor op elk willekeurig geheugenbereik worden gezet zonder dat daarvoor een byte hoeft te worden veranderd (zogenoemde "relocatable" programma's).



Figuur 1. Vergelijking van de geheugen-organisatie van de 6809 en 6502.

82132-1



Figuur 2. De aansluitgegevens van de 6809. De tussen haakjes geplaatste cijfers geven de overeenkomstige pennummers van de 6502 aan.

82132-2

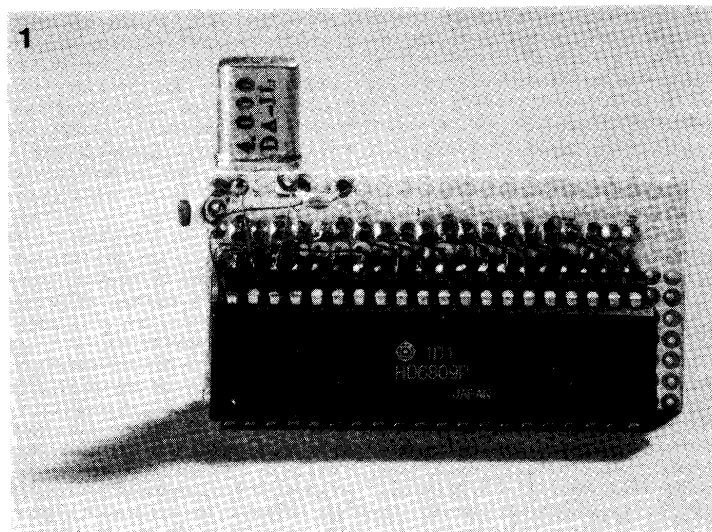


Foto 1. Voorbeeld van een opsteek-print voor de ombouw van 6502 naar 6809. Op een stuk gaatjesbord zit aan de bovenkant de 6809-processor en aan de onderkant een 40-polige DIL-konnektor.

cue-pointer gebruikt. Bij de vergelijking van de twee processoren kwamen we tot de conclusie dat beide een soortgelijk programmeermodel hebben. Ook de soorten adresseringen zijn bijna hetzelfde. Alleen is het instructie-repertoire van de 6809 beter en de snelheid toch aardig wat groter dan die van de 6502-processor. Het "omwerken" van een 6502-systeem naar een 6809-systeem is dus zeker zinvol. De voordelen liggen voor de hand:

- Er is slechts een eenvoudige hardware-aanpassing nodig voor de ombouw.
- Voor de 6809-CPU bestaat veel meer software dan voor de 6502-CPU.
- Voor de 6809-processor zijn op diskette BASIC, FORTRAN, PASCAL en een cross-assembler (voor alle gangbare processors) verkrijgbaar. De cross-assembler werkt in twee richtingen, bijvoorbeeld van 6809 naar Z80 en omgekeerd.

- Er is een standaard-formaat voor het werken met floppy-disk. Bij de 6502 bestaan er verschillende formaten.

Nu blijft eigenlijk alleen nog de vraag: hoe bouw ik mijn 6502-systeem om naar een 6809-systeem? Daartoe wordt de 6809, samen met een 4 MHz-kristal en twee condensatoren, op een stukje gaatjesbord gemonteerd. Onder aan dit zelfbouwprintje zit dan weer een 40-polige DIL-stekker, die op de plaats van de (verwijderde) 6502 wordt geprikt. Op deze manier kan men de oude processor eenvoudig tegen de nieuwe uitwisselen. De bedrading van het "hulpprintje", dus welke pen van de 6809 moet worden verbonden met welke pen van de konnektor, is aangegeven in figuur 2. Een voorbeeld van zo'n constructie is te zien in foto 1. Als het printje klaar is kan men de eigenlijke ombouw uitvoeren:

- 6502-processor uit de voet trekken.
- 6809-opsteekprintje in de voet steken.
- 6502-operating-system (meestal in ROM's of PROM's opgeslagen) vervangen door een 6809-operating-system, bijvoorbeeld het monitor-programma ASSIST 09 uit het in de literatuurlijst genoemde "Programming manual". Daar er voor de 6809 ook een tekst-editor, een linker/loader en een Disc Operating System (DOS) beschikbaar zijn, kan men dan met de (omgebouwde) junior computer en een floppy-disk-systeem ook met FORTRAN of PASCAL werken.

Literatuur:

- MC 6809 - MC 6809E: 8-bit Micro-processor Programming Manual van Motorola (bevat ASSIST 09).
- Macro assemblers Reference Manual: 6800, 6801, 6805, 6809 van Motorola.