

eti microprocessors

ETI RAPPORT

DEEL 1

Een belangrijke nieuwe groep van elektronische apparaten is in aantocht, en wij zullen er in een aantal artikelen uitgebreid aandacht aan besteden.

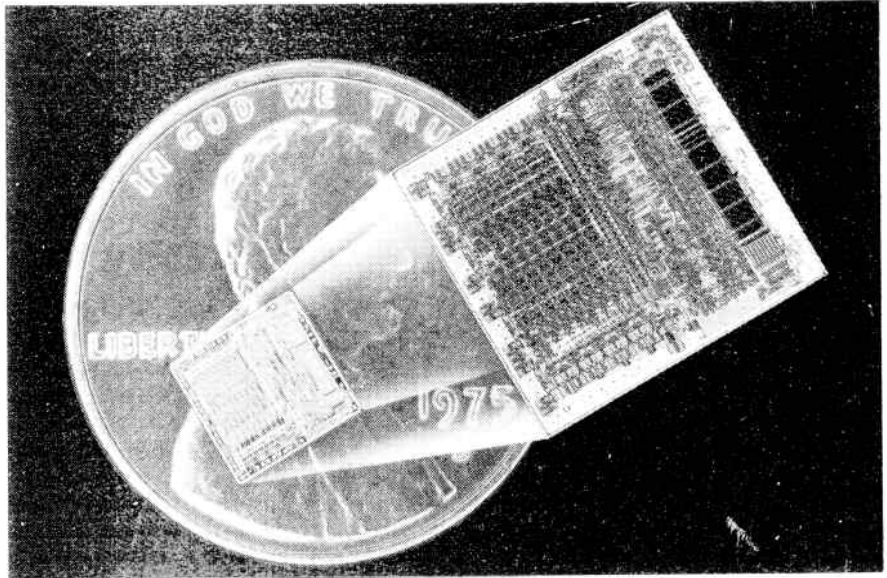
Het zijn de zogenaamde microprocessors, zeer grote geïntegreerde schakelingen, die, in combinatie met een betrekkelijk klein aantal andere onderdelen wonderlijke dingen kunnen presteren.

De toepassingen liggen in de sfeer van programmeerbare metingen, regelsystemen, informatieverwerking en men kan er een minicomputer van maken. In het algemeen moeten daarvoor geheugens plus in- en uitvoerschakelingen worden toegevoegd.

De Amerikaanse tijdschriften hebben reeds veel aandacht aan deze ontwikkeling besteed, en in advertenties worden bouwpakketten aangeboden voor minicomputers, compleet met programma's. Men kan niet met een paar woorden zeggen wat een microprocessor is. Ettelijke firma's hebben ze in hun programma, maar daar zijn grote onderlinge verschillen tussen. Ze komen in zo verre overeen dat het zeer grote geïntegreerde schakelingen zijn die, gestuurd door van buitenaf programmeerbare instructies, een hele reeks van elektrische functies kunnen uitvoeren.

De taal die men nodig heeft om dit soort zaken te beschrijven is zodanig verengelst, en er komen zoveel uit het engels voortgekomen afkortingen in voor, dat men er niet omheen komt een groot deel van de engelse termen te gebruiken. Wij zullen wel steeds de nederlandse vertaling van de engelse termen er bij geven en deze in een aparte lijst onderbrengen.

Een computer, wij zouden moeten zeggen rekentuig, zoals we ook spreken van rijtuig, vaarttuig, werktuig enz, bestaat in hoofdzaak uit drie dingen. Een centrale verwerkings-eenheid, Central Processing Unit (CPU), een geheugen, memory, en input/output apparatuur, input/output interfacing. (Figuur 1). De volgorde van bewerkingen, het



programma dat de computer moet uitvoeren, wordt ingevoerd in het geheugen, samen met de gegevens, data, die bewerkt moeten worden. Het programma, de instructies, wordt stap voor stap afgewerkt.

Daartoe worden die instructies één voor één aangeboden aan de CPU die ze decodeert en beslist wat er mee gedaan moet worden. De bewerkingen worden dan uitgevoerd in het reken- en logicadeel van de CPU. De uitkomst wordt gecontroleerd, vastgehouden of weer in het geheugen teruggevoerd.

Een MicroProcessor Unit, (MPU), lijkt op een centrale verwerkings-eenheid, CPU, van een computer, en er hoort een geheugen bij waar het uit te voeren programma's in vast ligt. Voor een andere toepassing hoeft meestal alleen maar een ander programma in het geheugen gebracht te worden.

BESCHRIJVING VAN EEN MICROPROCESSOR SYSTEEM

Hierboven hebben we al vermeld dat er verschillende microprocessors in de handel worden aangeboden. Wij zullen ons eerst even bezig houden met de 6800 van Motorola. Hierbij kunnen we opmerken dat veel van wat hierover wordt gezegd ook van

toepassing is op andere, zij het dan met wijzigingen.

In figuur 2 is het blokschema getekend van een 6800 MPU microprocessor unit, met de daarbij behorende bouwstenen.

De MPU en de vier hulpstukken zijn onderling verbonden door een net van 'buslijnen'. Het woord bus, dat een afkorting is van busbar, komt uit de sterkstroom techniek. In verdeelkasten, schakelruimten enz. legt men meestal een aantal hoofdleidingen, waar afgaande leidingen van worden afgetakt. Die hoofdleidingen, wij noemen ze rails, heten busbars. Een 'bus' is nu in de electronica een draad, meestal een aantal dradenbundel, die op verschillende plaatsen in een apparaat dezelfde dingen doet, afgeeft of opneemt.

Zo zien we in figuur 2 een Databus, dat is een draadbundel die data, gegevens, overdraagt van een plaats waar ze vandaan komen naar een andere plaats waar ze nodig zijn.

De volgende is een 'Addressbus', adresbus die adressen overdraagt. Een 'adres' is te beschouwen als een postbus. Er zijn er een heleboel, doch slechts één voor een bepaald adres. Dit komt overeen met een bepaalde plaats in een geheugen.

De derde is de Controlbus. Daar zitten alle draden in die nodig zijn voor de regeling en de voortgang van de handelingen.

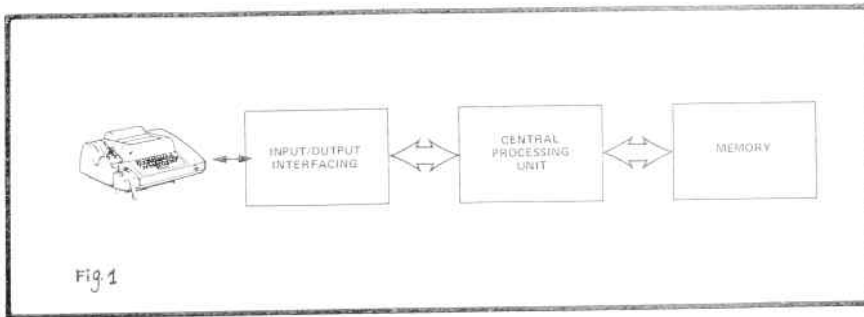
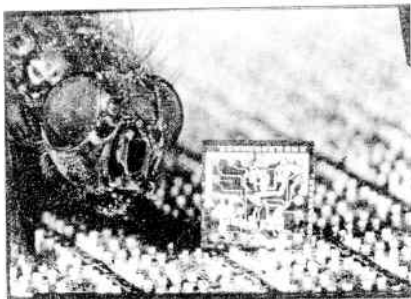


Fig. 1



Hoe klein een micro circuit is blijkt duidelijk uit deze vergelijking met een vlieg welke voor dit doel niet door ons werd vergroot!

Bij de MPU is verder nodig een 5 V voedingsspanning en een klokfrequentie generator, dwz. een generator die het tempo van de bewerkingen bepaalt. Deze is meestal kristal gestuurd.

In de figuur zien we verder een ROM-en een RAM blok. Dat zijn beide geheugens. De resterende blokken zijn invoer/uitvoer schakelingen.

De databus heeft 8 draden en daarmee kunnen 256 verschillende bit-combinaties naar en van de MPU worden gehanteerd.

De adresbus heeft 16 draden, genummerd A_0 tot en met A_{15} , en daar-

mee kan de MPU twee tot de zestigste macht, dat is 65536 bytes uit het geheugen opnemen, waarbij 1 byte een woord voorstelt van 8 bits. Dit is geen geringe geheugencapaciteit. Men zou daar meer dan 10 bladzijden van dit blad compleet in kunnen opnemen. Voor veel toepassingen is dat zeker ruim voldoende.

DE ROM EN RAM GEHEUGENS

ROM is de afkorting van Read Only Memory (vrij vertaald: alleen leesgeheugen), dat is een geheugen dat alleen kan worden uitgelezen. Er wordt éénmaal, bij de fabricage, een aantal geheugengegevens in vastgelegd, en die zijn blijvend beschikbaar, onveranderlijk en onverliesbaar. De gebruiker kan er geen verdere gegevens meer inschrijven, en ook aan de aanwezige niets veranderen, ook niet door de spanning uit te schakelen. Een RAM geheugen, RAM is de afkorting van Random Access Memory (vrij vertaald: willekeurig toegangsgeheugen), is een geheugen waarbij data, gegevens naar willekeur kunnen worden ingevoerd en uitgelezen,

en dat op elke plaats, op elk adres, (zeg in elke postbus). Er bestaan allerlei vormen van geheugens. De hier gebruikte is een geïntegreerde schakeling op een siliciumplaatje van slechts enkele mm² welke een 'chip' wordt genoemd. Een RAM verschilt belangrijk met een ROM. Terwijl bij laatstgenoemde de inhoud onverliesbaar is, gaat bij een RAM de gehele inhoud verloren als de spanning uitgeschakeld wordt!

De in de figuur aangegeven ROM 6830 en RAM 6810 worden door Motorola geleverd bij de MPU 6800, maar in principe zijn ook andere, vergelijkbare geheugens bruikbaar.

DE INPUT/OUTPUT SCHAKELINGEN

De onderste twee blokken in het schema van figuur 2 hebben betrekking op de invoer en uitvoer van gegevens, input/output interfacing. Een interface is een scheidingsvlak tussen twee dingen die elk een eigen bestaan hebben. Voorbeeld: Een stopcontact en steker zijn 'interface' apparatuur tussen electriciteitsnet en schemerlamp.

Scheidingsvlakken, interfaces dus, zijn altijd belangrijke punten, want wat aan de ene kant en aan de andere kant ligt moet op elkaar passen.

In de figuur zien we aangegeven een 'Peripheral Interface Adaptor', PIA. Peripheral betekent letterlijk 'aan-de-buitenkant', of naar-buiten-gericht. De naam duidt dus aan dat daar de verbinding met de buitenwereld tot stand gebracht wordt. De PIA kan gegevens aannemen en afgeven met

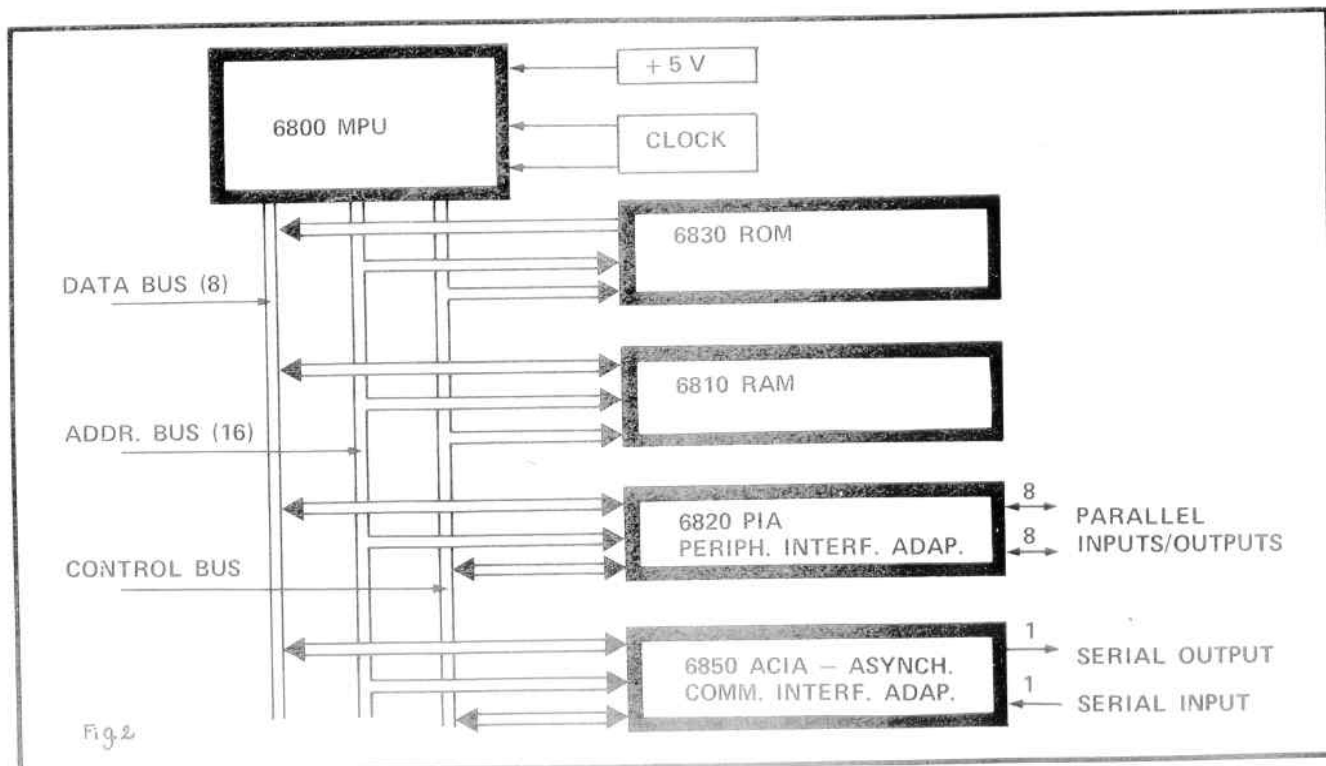
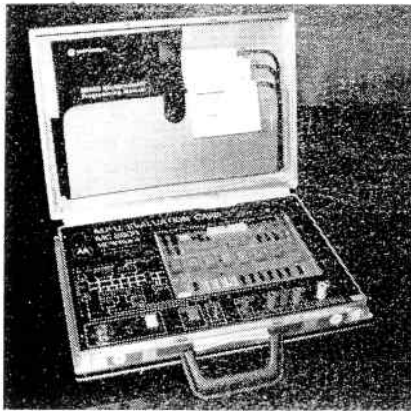


Fig. 2



8 wegen parallel, waar we later op terugkomen.

De andere, aangeduid als ACIA, afkorting van Asynchronous Communications Interface Adaptor, doet hetzelfde, maar op een andere manier. Ook hierop wordt later teruggekomen.

VERDERE BENODIGDHEDEN

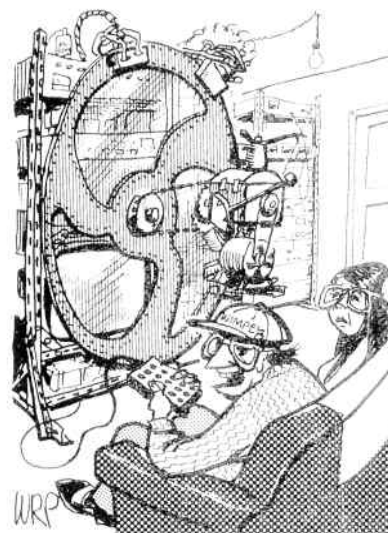
Het in figuur 2 afgebeelde blok-schema kan in wezen niet anders doen dan digitale signalen aannemen en afgeven. Om er iets mee te doen moet men dus ook nog beschikken over apparatuur om die signalen te maken, respectievelijk zichtbaar te maken, zoals een teletype, video display, of b.v. een televisietoestel. Ook hierop komen we later terug.

Een hulpapparaat dat verder nog bijna onontbeerlijk is, is een 'modem', een modulator-demodulator, waarmee digitale signalen, die maar twee toestanden of 'niveaus' hebben, worden omgezet in een frequentie-gemoduleerd signaal dat op een

magneetband kan worden opgenomen. Van de band af kan men het oorspronkelijke digitale signaal weer terugkrijgen.

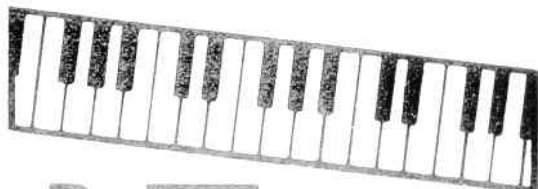
Met deze korte inleiding zullen wij nu volstaan. Wij zijn wel benieuwd wie er in ons land al met microprocessors werkt en wij zullen gaarne mededelingen van lezers daarover opnemen in onze rubriek 'Lezers Schrijven'.

In de volgende artikelen gaan wij dieper op de materie in, waarbij wij echter steeds voor ogen zullen houden dat er een behoefte bestaat aan duidelijke informatie over de microprocessors. Hoe werkt het, wat doe je ermee, wat kost het en wat heeft de hobby-ist eraan of is het alleen maar voor industriële toepassingen geschikt. Als het laatste dan al het geval mocht zijn, dan volgen de hobby-isten, als altijd, toch het spoor. Wij zullen deze artikelen-serie echter aanpassen aan de wensen van onze lezers. Het is beslist geen dode, doch een zeer dynamische, en boeiende materie! Tot de volgende keer!




Electronische orgels voor zelfbouw

Komplete bouwpakketten, handleidingen en voorbereerde kasten. Meer gegevens vindt u in onze uitgebreide catalogi



Dr. Böhm

Amsterdamsestraatweg 101
Utrecht. Tel. 030-319397

RR  **RADIO ROTOR**

Stort f 2,50 op girorekening 2779042 t.n.v. Radio Rotor Emmen en u ontvangt per omgaande het

ROTOR NIEUWS

vol electronica voor

HUIS, HOBBY en INDUSTRIE

Amsterdam, Kinkerstr. 55, Tel. 020 - 125759

Den Dolder, Marterlaan 10, Tel. 030 - 782439

Emmen, Kapt. Nemostraat 7, Tel. 05910 - 16810

ETI RAPPORT DEEL 2

MICRO-BIOLOGIE

In dit artikel wordt de 'inwendige werking' (biologie) van de microprocessor besproken. In het vorig nummer hebben wij de algemene indeling van de microcomputer besproken en deze maand zullen wij ons concentreren op het hart van deze eenheid - de *microprocessor*. Om te beginnen zullen wij een aantal basis-begrippen herhalen - een goede introductie vormen de ROTOR-leergangen-EMMEN 'Ontwerpen van digitale systemen voor gevorderden' en de cursus: 'Digitale computerlogica en electronica' voor beginners. De eerste bestaat uit 6 en de laatste uit 4 delen. Indien u deze delen heeft bestudeerd ofwel deze stof beheerst, zal de volgende stof u geen moeilijkheden opleveren!

GETAL-SYSTEMEN

In het dagelijkse leven tellen wij in tientallen, wat nogal voor de hand ligt, gerekend met onze tien vingers en tien tenen. Indien echter het lot

beslist had, dat wij maar over acht vingers zouden kunnen beschikken, zouden wij naar alle waarschijnlijkheid in acht-tallen tellen en het is zeer twijfelachtig, of wij dit als een nadeel zouden ondervinden. Een digitale computer bezit echter geen vingers en de enige verandering in de toestand, die dit apparaat kan waarnemen, is de verandering van een 'nul' (afwezigheid van signaal) naar een 'één' (aanwezigheid van signaal). Het ligt voor de hand, deze twee mogelijke toestanden als een '0' en als een '1' te bestempelen. Dit tellen met als basis het twee-talig stelsel is bekend als 'binaire wiskunde' en dit systeem wordt door alle digitale computerexperts gehanteerd. Net zoals de 'digits' in een tientalig stelsel machten van tien vertegenwoordigen (365 = $3 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$) vertegenwoordigen de 'digits' in het twee-talig stelsel machten van 2 (hier is '2' het *grondtal* van het binaire telstelsel). Het binaire getal 11010 komt overeen met het decimale getal $1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 16 + 8 + 2$, wat gelijk is aan 26 (decimaal). Het decimale getal 39 kan heel eenvoudig langs verschillende wegen in een binair getal worden omgezet; voor zulke kleine getallen is de meest eenvoudige methode het vinden van



LISTEN! - WITH A DEDICATED MPU DOING THE COMPOSING AND ANOTHER THE PLAYING. ... WHO NEEDS MIKE OLDFIELD?

de hoogste macht van 2, welk getal nog kan worden afgetrokken en vervolgens zo verder met afdalende machten van 2. Uitgaande van het getal 39 is de hoogste macht van 2, die hiervan kan worden afgetrokken gelijk aan 5 ($2^5 = 32$), zodat nog 7 overblijft.

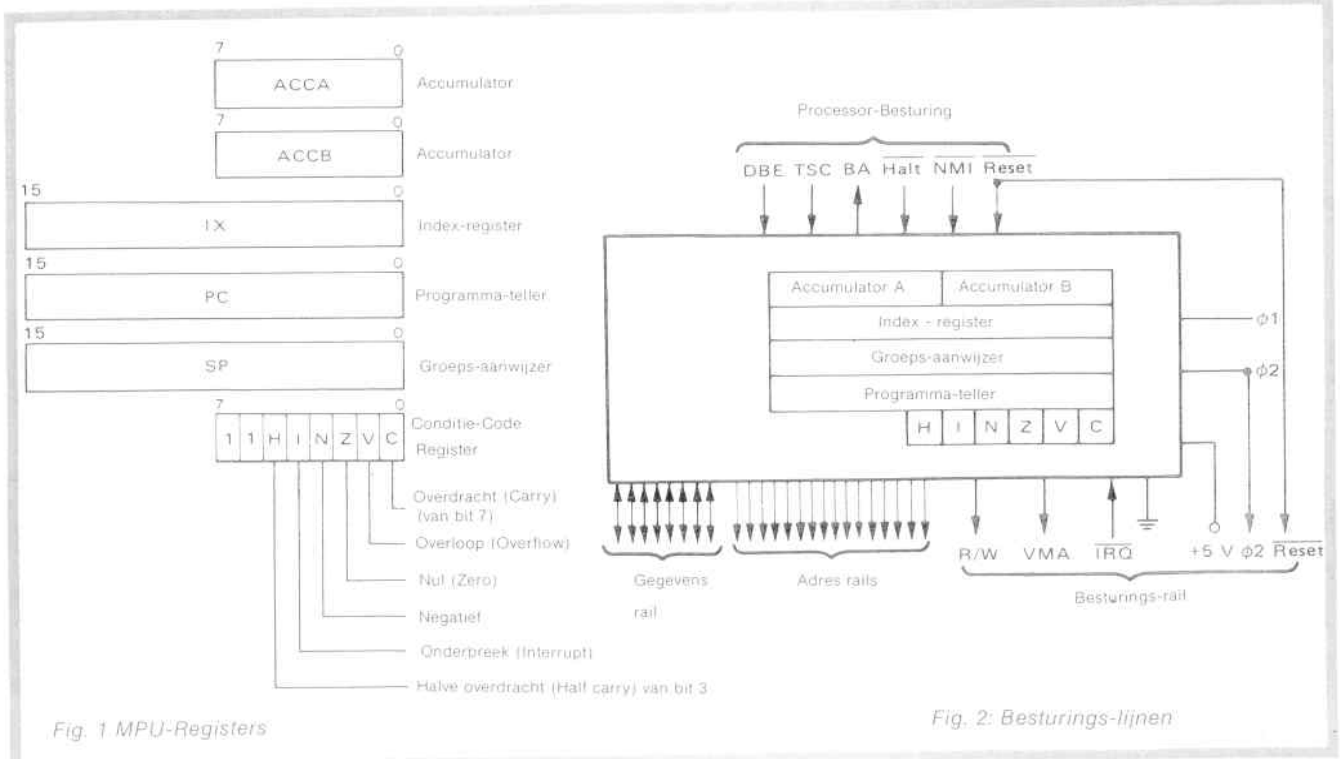


Fig. 1 MPU-Registers

Fig. 2 Besturings-lijnen

We noteren nu een 1 als eerste cijfer in het resultaat. De eerstvolgende lagere macht van 2 is 4 ($2^2 = 16$), welk getal we niet van 7 kunnen aftrekken; we noteren nu een '0'. De eerstvolgende lagere macht van 2 kunnen we evenmin van 7 aftrekken, zodat we weer een 0 noteren, doch $2^2 = 4$ kan wel, zodat we hier een '1' noteren; de rest is $3 : 3 = 2^1 + 2^0$, zodat we hier '11' kunnen noteren; het decimale getal 39 kunnen we derhalve 'binair' voorstellen door 100111 (bin). Voor grotere getallen zijn er eenvoudiger methoden om decimale getallen in binaire om te zetten; voor verdere bijzonderheden verwijzen we naar de genoemde cursussen van ROTOR LEERGANGEN.

Zoals we reeds geconstateerd hebben, werken de meeste microprocessors met een woordlengte van acht bits (bit betekent 'binaire digit', hetgeen zeggen wil een 'teken' met twee toestanden) waaruit volgt, dat het kleinste mogelijk getal voorgesteld kan worden door 0000000 en het grootste 1111111, of respectievelijk '0' en '256' (decimaal).

Negatieve getallen kunnen op twee manieren binair voorgesteld worden; dit kan geschieden door de keuze van de eerste digit of door het complement van 2 te nemen. Ook over deze methodes zullen wij niet in bijzonderheden treden; wij verwijzen naar de reeds eerder genoemde cursussen. Het neerschrijven van binaire getallen neemt in de 'volledige' vorm veel plaats in, terwijl de grote getallen moeilijk te onthouden zijn; daarom wordt een ander talstelsel, het hexadecimale (zes-decimaal) toegepast, afgekort tot 'hex'.

In hex worden de cijfers 0 t/m 9 op de 'normale' binaire manier geschreven, terwijl de getallen 10 t/m 15 voorgesteld worden door de letters 'A' t/m 'F'. Dit is een bijzonder gemakkelijke methode, daar $15 = 1111$, het grootste getal, dat door 4 digits kan worden voorgesteld; een binair getal van 8 digits kan derhalve door slechts twee hex. digits voorgesteld worden. De omzetting van binair in hex gaat nu als volgt:

0000 = 0	1000 = 8
0001 = 1	1001 = 9
0010 = 2	1010 = A
0011 = 3	1011 = B
0100 = 4	1100 = C
0101 = 5	1101 = D
0110 = 6	1110 = E
0111 = 7	1111 = F

Zodoende wordt het 8-bits-getal 10010101 in hex voorgesteld door: 95. Voor een 16-bits getal - zoals dit voorkomt op de adres-rail, zijn 4 hex-digits benodigd - het getal 1110-0101-1011-1101 wordt voorgesteld door E5BD in hex.

Teneinde de verwerking van deci-

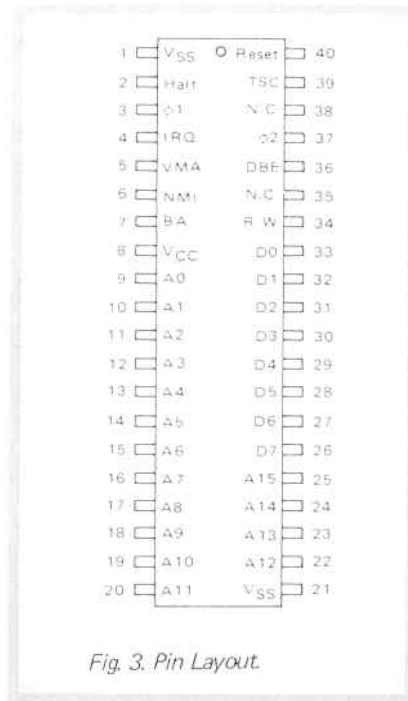


Fig. 3. Pin Layout

male getallen in de computer nog verder te vereenvoudigen wordt nog een ander talstelsel toegepast, wat als de het Binair geCodeerde Decimale (BCD-code) stelsel bekend staat. In dit systeem wordt iedere afzonderlijke decimale digit direct in een 4-bits binair getal omgezet. Het decimale getal 49 kan zodoende binair voorgesteld worden door '0100.1001' en wel als volgt:

4 9
0100 1001

Op dezelfde eenvoudige manier kunnen de BCD-getallen weer omgezet worden in decimale door steeds 4 bits bijeen te nemen en iedere groep afzonderlijk in een enkele decimale digit om te zetten, bijvoorbeeld: '0110.1000' wordt '68'.

Enige ervaring in het gebruik van deze getalsystemen is absoluut noodzakelijk indien u een computer wilt kunnen programmeren. Om wat 'gevoel' voor deze materie te verkrijgen, raden wij u ten sterkste aan, wat decimale getallen om te zetten in binaire en hiermede verschillende optellingen te verrichten. Hierbij zult u spoedig ontdekken, dat indien u twee getallen in BCD-code optelt, alsof deze 'echt' binair waren, u niet het juiste antwoord verkrijgt. Er zijn echter methodes om dit te corrigeren zoals we later zullen behandelen.

We hebben tot nu toe al deze systemen behandeld, alsof deze alleen maar getallen voorstellen; in werkelijkheid vertegenwoordigen deze 'getallen' eveneens de instructies voor het programma van de MPU (Micro-Processor Unit). Voeren wij bijvoorbeeld de hex code 8B in, dan zal de M 6800 MPU een getal uit het geheue-

gen naar een van zijn accumulatoren brengen, terwijl hex 97 instructie geeft om de inhoud van een accumulator over te brengen naar het geheugen. Er zijn 197 verschillende instructies (72 basis-types) welke door de MPU worden gebruikt - we zullen vele van deze in detail beschouwen tijdens het bespreken van het programmeren.

HOE ZIET HET ER VAN BINNEN UIT?

De M6800 MPU is een 40 pins Dual-In-Line (DIL) IC, welke ongeveer 10.000 onderdelen bevat. De NMOS (Neg. gate Metal Oxyde Semiconductor) techniek maakt een zeer hoge pakkingsdichtheid mogelijk, waardoor het geheel in deze 'verpakking' gerealiseerd kon worden. Er bestaan één of twee microprocessors, gebaseerd op bipolaire (transistor-) technieken (bijvoorbeeld Am 2901) die in het algemeen slechts 4 bits woorden kunnen verwerken; door parallel-schakeling kunnen langere woord-lengtes verwerkt worden (deze techniek staat bekend als 'bit-splitsing'). Voor een bedrag van rond f 130,— kunt u een M6800 aanschaffen waarbij u ongeveer 3000 poorten verkrijgt, wat nogal goedkoop is, waarbij u er wel rekening mee moet houden, dat deze MPU niets doet zonder een behoorlijke hoeveelheid 'hardware' hieromheen. Hierbij spreken we nog niet over de benodigde 'software' (de programma's). Indien de ontwikkelingen zich echter voortzetten kan er verwacht worden, dat de prijs in 1977 mogelijk-kerwijs zal kunnen dalen tot onder de f 80,— en, indien de prijsontwikkeling zich zal voortzetten zoals voorzien, wellicht in 1980 f 5,— zal bedragen.

Het ligt nogal voor de hand, dat de schakelingen op het brokje silicium uitermate ingewikkeld zijn. De enige gedeelten, waar de programmeur toegang kan verkrijgen, zijn de 6 registers die verbonden zijn met de gegevens- en de adressen-'rails'. Via bepaalde aansluitingen kan hij ook toegang verkrijgen tot bepaalde delen van de 'logica' ten einde onderbrekingen en het overbrengen van gegevens te kunnen 'behandelen'. Het grootste deel van de logica is niet toegankelijk. Het rekenorgaan rondom de accumulatoren is 'doorzichtig'. Indien de MPU de instructie ontvangt om op te tellen, zal dit 'automatisch' geschieden; deze functie kan niet gewijzigd worden. Gelukkig is het vrijwel nooit noodzakelijk, de functie van de MPU te wijzigen; deze is zo algemeen en de instructies zijn zodanig 'ingebouwd' dat hiermede alles verricht kan worden wat er rede-

lijkerwijze kan worden verlangd. De zes registers, die hierboven al genoemd zijn, vormen het belangrijkste deel van de MPU:

1. Accumulator A (ACCA). Een van de twee 8-bits-registers van de MPU.
2. Accumulator B (ACCB); het andere 8-bits register.
3. Het **Conditie-Code-register (CCR)**, die verschillende informatie-bits bevat omtrent de 'inhoud' van de accumulatoren. Het is een 8-bits-register, doch er worden slechts 6 bits gebruikt.
4. De **Programma-teller (PC)** is een 16-bits-register dat normaliter het adres van de instructie geeft, die de MPU bezig is uit te voeren.
5. De **Groeps-aanwijzer (Stackpointer) (SP)** wordt gebruikt om bepaalde delen van het geheugen 'aan te wijzen' voor het opbergen van tussenresultaten en ook voor het behandelen van onderbrekingsinstructies. Deze bevat eveneens 16-bitslengtes.
6. Het **Index-register (X)** wordt gebruikt voor speciale adressen, ten einde de MPU te doen 'verspringen' van geheugen naar sub-routines; ook dit is een 16-bits-register.

Door middel van verschillende instructies kunnen gegevens in en uit de accumulatoren en geheugens gebracht worden, kunnen gegevens worden gewijzigd, getallen opgeteld en de resultaten van verschillende bewerkingen gecontroleerd worden. Hierbij wordt het **CCR**-belangrijk; dit bevat 6 bits - **HINZV5C** - zoals dat in fig. 1 wordt getoond. H is het 'halve-overdracht' (half-carry) bit dat benut wordt in een 'overdracht' (carry) die weer opgewekt wordt door bit 3 van de accumulator en is van bijzondere betekenis bij het rekenen in BCD-code. Het I-bit is een onderbrekings-maskeringsbit, dat benut wordt indien de MPU onderbrekings-verzoeken moet negeren, die afkomstig zijn van andere apparatuur. (Onze excuses voor het voortdurend noemen van onderbrekingen zonder deze uit te leggen, maar deze materie moet eerst behandeld worden!)

N is een Negatief-bit en wordt geactiveerd indien het resultaat van de berekening negatief mocht zijn; Z is een 'nul'-bit wat aangeeft indien het resultaat nul is.

V wordt geactiveerd indien het resultaat een 'overloop' in het register veroorzaakt ten gevolge van het 2e complement, gebruikt bij de voorstelling van negatieve getallen. C is een overdrachtsbit, wat geactiveerd wordt indien het resultaat de 8 bits overschrijdt.

De groepsaanwijzer en het Index-register kunnen 'gevuld' worden,

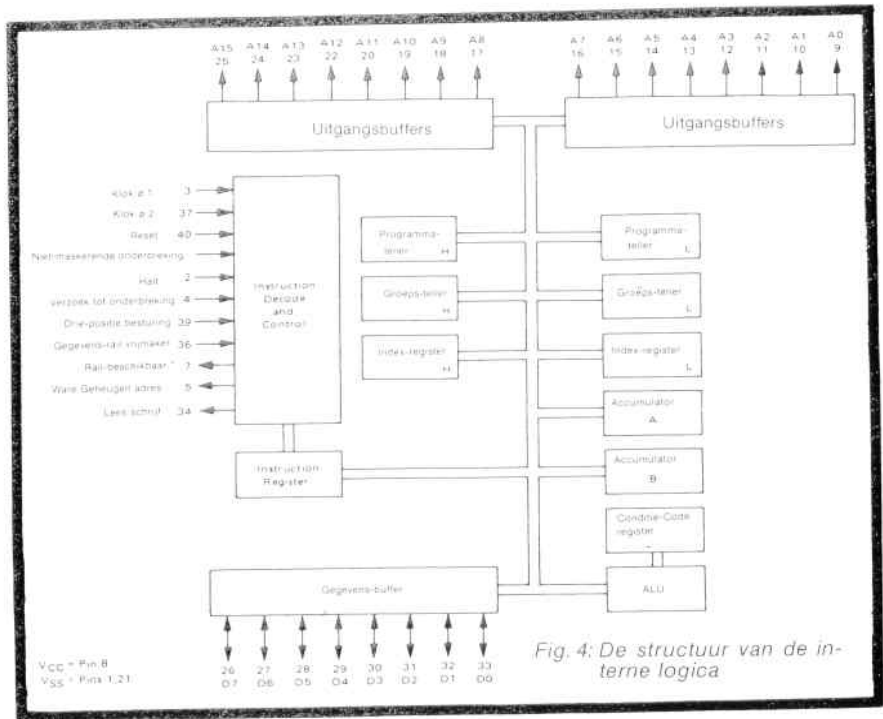


Fig. 4: De structuur van de interne logica

'vermeerderd' of 'verminderd' door soortgelijke instructies. De programma-teller wordt gewijzigd door andere instructies zoals JSR (Jump to Sub Routine - 'spring naar de sub-routine'). Al deze instructies zullen nog in detail behandeld worden tijdens de instructie in het programmeren.

PEN-AANSLUITINGEN

In fig. 2 zijn de signalen getekend waarmee de MPU 'communiqueert' met de andere delen van de micro-computer. De 8-bit gegevens-rail kan in twee richtingen gebruikt worden; de MPU kan gegevens naar de rail toezenden of hij kan gegevens ontvangen van andere apparatuur. De ontvangst van gegevens van het geheugen wordt 'lezen' genoemd, terwijl het uitzenden van gegevens voor opslag 'schrijven' genoemd wordt. De MPU zal als regel aan de andere apparaten doorgeven wat deze doet; tijdens het schrijven is de spanning op de R/W (Read-Write) lijn laag, tijdens het lezen juist hoog. De MPU zal ook op de adres-rail het adres aangeven van de positie van het geheugen, waaruit gelezen of waarin geschreven wordt. Er kunnen echter dubbelzinnigheden optreden indien de MPU het adres wijzigt, dat juist aan de rail verschijnt; om dit te voorkomen, wordt er een ander signaal (VMA, Valid Memory Address) gebruikt, wat alleen 'hoog' is, indien de adres-rail 'stabiel' is en de lees/schrijfbewerkingen plaats kunnen vinden.

Het Onderbrekings Verzoek Signaal (Interrupt Request Signal, (IRQ)

wordt gebruikt door de randapparatuur om de MPU te signaleren te stoppen met alle bewerkingen ten einde een meer dringende taak te vervullen. Indien op de IRQ-lijn een lage spanning verschijnt, zal de microprocessor de onderhanden zijnde instructie vervullen, de inhoud van de registers 'opbergen' in een positie, aangegeven door de groepsaanwijzer en vervolgens overgaan naar het 'onderbrekings-werk'-programma.

Indien dit programma is uitgevoerd zullen de registers weer 'geladen' worden en de bewerkingen beginnen weer vanaf het punt, waar deze gestopt waren. Indien het Onderbrekings Maskeringsbit van de CCR is geactiveerd dan zal de MPU het onderbrekingsverzoek negeren tenzij de Niet-Maskerbare Onderbrekingslijn (Non-Maskable Interrupt) 'laag' is, daar in deze toestand het '1'-bit van de CCR wordt omzeild en de MPU aan het verzoek moet beantwoorden.

Deze onderbrekings-mogelijkheid van de micro-processor is bijzonder belangrijk, daar alle verschijnselen zich zo snel afspelen, dat het net is alsof de MPU twee dingen tegelijk doet. De MPU kan bijvoorbeeld een programma uitvoeren en gelijktijdig gegevens van een teleprinter-toetsenbord opnemen. De MPU kan een instructie in enige microseconden uitvoeren terwijl een teleprinter iedere 100 milliseconden een teken afgeeft, waardoor het voor de microprocessor geen zin heeft veel tijd te verdoen met het wachten op een nieuw teleprinter-karakter. In plaats hiervan kan deze een programma

uitvoeren totdat een onderbreking dit stopt ten einde het teleprinterteken op te nemen, waarna de processor weer kan terugkeren tot het hoofdprogramma, totdat deze weer wordt onderbroken etc.

De Gegevens-Rail-Vrijmaker (Data-Bus Enable) (DBE) en de Drie-Toestands-regelaar (Three-State Control) (TSC) zijn twee ingangen die ervoor zorgen, dat de MPU naar de 'hoge-impedantie-toestand' gaat waarbij deze zich van de rails 'vrijmaakt' waardoor andere apparatuur deze kan gebruiken zonder dat daarbij de MPU wordt beïnvloed. De Halt-instructie heeft tot gevolg, dat de MPU eveneens in de Drie-Toestand overgaat. De Rail-Beschikbaar (Bus-Available) (BA) zal 'hoog' zijn om aan te geven, dat de MPU gestopt is en dat de adres-rail beschikbaar is.

De 'Reset' wordt gebruikt indien de MPU in gebruik gesteld wordt. Een positieve 'flank' op deze ingang zal tot gevolg hebben, dat de MPU een speciale inschakel-procedure gaat uitvoeren, waardoor de uitgangen weer naar de oorspronkelijke waarde teruggaan; hierdoor wordt voorkomen, dat het hele systeem 'op hol gaat'.

Ø1 en Ø2 zijn de twee fasen van de systeemklok, die op een frequentie van 1 MHz kan werken, waarbij de kortste instructie in 2 µsec. uitgevoerd kan worden. Ø1 en Ø2 worden gevormd door twee niet-overlappinge complementaire vierkantgolven en zijn de enige ingangen, die niet overeenkomen met de standaard TTL-niveaus. Alle gegevens-overdracht vindt plaats tijdens de 2 µsec. klok-cyclus zodat dit signaal

normaliter gebruikt kan worden om de DBE te bekrachtigen en om gegevens en aanpassingsapparatuur 'vrij te maken'.

De laatste twee ingangen naar de MPU 'chip' zijn de aard-verbinding en de 95 V-voeding.

DE INSTRUCTIES

We hebben tot nu toe besproken, hoe bepaalde aansluitingen worden gebruikt om de MPU te 'besturen', maar het basis-concept van iedere micro-processor is de besturing door de patronen van '0' en '1' op de gegevens-rail. Er bestaan 197 van zulke patronen, die weer variaties zijn op een basis van 72 instructies. Het binaire-patroon 1000.1011 (hex 8B) zal tot gevolg hebben dat de MPU een optelling verricht op de navolgende manier: indien tijdens het uitvoeren van een programma de MPU de programma-teller met een stapje 'verhoogt' teneinde de volgende programma-stap 'uit te kunnen lezen' en dan de code 8B tegenkomt (wat in menselijke begrippen betekent: 'Tel hierbij het volgende getal, dat reeds in de ACCA aanwezig is'), dan zal de MPU de PC alsnog een stapje doen uitvoeren waardoor de volgende positie in het geheugen 'uitgelezen' kan worden en dat getal gevoegd kan worden bij de inhoud van de ACCA. Zodoende neemt de gehele instructie twee 'bytes' (woorden van 8-bits) van het geheugen in beslag en duurt de gehele bewerking twee klokperiodes. Elke klok-periode heeft twee helften. Gedurende Ø1 wordt de adres-rail gewijzigd waarbij in interne logica in bedrijf is terwijl Ø2

wordt gebruikt om de gegevens te lezen/schrijven, waarbij alles, naar wij hopen, stabiel blijft.

Al de instructies worden in wezen op soortgelijke manier uitgevoerd. Indien de instructie in het voorbeeld BB zou zijn geweest, zou de MPU deze gelezen hebben - welke een soortgelijke optel-instructie omvat - om vervolgens de inhoud van de twee volgende geheugen-bytes in te lezen. Deze verschaffen op hun beurt een adres in het geheugen, waar het juiste getal opgeslagen is, wat weer bij de ACCA moet worden opgeteld. Het principe van de adressering, wat uitermate belangrijk is, zal later nog in meer detail worden behandeld.

De bewerking 'optellen bij de inhoud van ACCA' wordt in een mnemotechnische vorm afgekort teneinde het uitschrijven van programma's te vergemakkelijken. Overeenkomstig wordt 'optellen bij ACCB' samengehouden tot 'ADDB', 'opladen van accumulator A', wordt 'LDAA', vermeerderen (to increment) is 'INC' etc. Een volledige lijst van samentrekkingen wordt gegeven in tabel 1, waarbij wij de Engelse tekst laten staan. In de beschrijving hebben wij reeds veel van deze afkortingen 'vrij vertaald' weergegeven.

METHODEN VAN ADRESSERING

We hebben al kort enige verschillende manieren van ADD instructie beschouwd: (a) de *onmiddellijke* methode, waarbij de waarde, die gebruikt moet worden, de instructie volgt, als vervat in het programma; (b) de *verlengde* methode, waarbij de

ABA	Add Accumulators	COM	Complement	ROL	Rotate Left
ADC	Add with Carry	CPX	Compare Index Register	ROR	Rotate Right
ADD	Add			RTI	Return from Interrupt
AND	Logical And	DAA	Decimal Adjust	RTS	Return from Subroutine
ASL	Arithmetic Shift Left	DEC	Decrement		
ASR	Arithmetic Shift Right	DES	Decrement Stack Pointer	SBA	Subtract Accumulators
		DEX	Decrement Index Register	SBC	Subtract with Carry
BCC	Branch if Carry Clear			SEC	Set Carry
BCS	Branch if Carry Set	EOR	Exclusive OR	SEI	Set Interrupt Mask
BEQ	Branch if Equal to Zero	INC	Increment	SEV	Set Overflow
BGE	Branch if Greater or Equal Zero	INS	Increment Stack Pointer	STA	Store Accumulator
BGT	Branch if Greater than Zero	INX	Increment Index Register	STS	Store Stack Register
BHI	Branch if Higher			STX	Store Index Register
BIT	Bit Test	JMP	Jump	SUB	Subtract
BLE	Branch if Less or Equal	JRS	Jump to Subroutine	SWI	Software Interrupt
BLS	Branch if Lower or Same			TAB	Transfer Accumulators
BLT	Branch if Less than Zero	LDA	Load Accumulator	TAP	to Condition Code Reg.
BMI	Branch if Minus	LDS	Load Stack Pointer	TBA	Transfer Accumulators
BNE	Branch if Not Equal to Zero	LDX	Load Index Register	TPA	Transfer Condition Code Reg. to Accumulator
BPL	Branch if Plus	LSR	Logical Shift Right		
BRA	Branch Always			TST	Test
BSR	Branch to Subroutine	NEG	Negate	TSX	Transfer Stack Pointer
BVC	Branch if Overflow Clear	NOP	No Operation	TXS	Transfer Index Register
BVS	Branch if Overflow Set	ORA	Inclusive OR Accumulator	TXS	to Stack Pointer
CBA	Compare Accumulators	PSH	Push Data	WAI	Wait for Interrupt
CLC	Clear Carry	PUL	Pull Data		
CLI	Clear Interrupt Mask				
CLR	Clear				
CLV	Clear Overflow				
CMP	Compare				

Tabel 1. M6800 Instructie-set

twee bytes, die op de instructie volgen, een adres geven, waar de MPU de te gebruiken waarde kan vinden. In werkelijkheid zijn er 5 verschillende methodes of zelfs 6, indien daarbij ook de methode wordt begrepen, waarin geen adres of waarde wordt gegeven, zoals de CLRA, die weer de ACCA uitwist. Bij de directe methode is het byte, wat volgt op de instructie, de waarde, die opgeteld, afgetrokken, opgeladen etc. moet worden. Deze methode is handig voor constante waarden in het programma.

Direkt-adresseren bevat een 8-bits adres in het byte, wat op de instructie volgt; zodoende kan dit alleen de geheugen-posities 0-255 ($2^8 - 1$) bestrijken, waardoor dit gebied zeer goed gebruikt kan worden voor 'klad'- of tijdelijke notities.

Uitgebreide adressering gebruikt de

twee bytes, die de instructie volgen, teneinde een 16-bits adres te verschaffen, waardoor de MPU iedere geheugen-plaats kan bestrijken.

Geïndiceerd-adresseren maakt gebruik van het index-register in combinatie met het adres, wat achter de instructie komt. Indien de processor de instructie LDAA 05 tegenkomt in de Index-positie, zoekt deze het adres op wat verschafte wordt door de waarde van het Index-register plus 05, waarna de inhoud van deze positie in de ACCA wordt geladen. De geïndiceerde adresseringspositie is bijzonder nuttig, indien volgens het programma 'gesprongen' moet worden aangezien instructies zoals LDX, INX, DEX methodes geven om de waarden in het index-register te wijzigen.

De *relatieve methode* wordt alleen toegepast bij vertakte instructies en

stelt de processor in staat 'af te takken' van ongeveer 127 posities met betrekking tot de bestaande waarde van de programma-teller. Deze instructies zijn bijzonder nuttig om 'lusverbindingen' op te zetten en 'iteratieve' (= herhalende) processen uit te voeren, alsmede voor subroutines. Gedetailleerde informatie omtrent de instructie-set en de verschillende adresserings-ongelijkheden is vervat in de M 6800 'Systems Reference and Data Sheets'; deze informatie is veel te uitvoerig om hier te kunnen bespreken doch is voor geïnteresseerden verkrijgbaar bij Motorola of bij de fa. Diode te Utrecht.

In het volgende artikel zullen wij de andere onderdelen beschouwen, welke tezamen de geheugens en de in- en uitgangsdelen van de computer uitmaken.



**ROTOR
LEERGANGEN**

POSTBUS 260 EMMEN
TEL. 05910-16810

Cursussen

- Ontwerpen van digitale systemen voor gevorderden.
- Digitale computerlogica en electronica.

Die Branche steht Kopf

**1000 ausgewählte
Elektronik-Teile
zu überraschend
günstigen Preisen**

Alaska Kühlkörper	Lichtschranken
Antennenverstärker	Lichtsteuerungen
Bausätze	Messgeräte
Chemikaliensätze	Mikrophone
Draht-Potentiometer	NF-Verstärker
Epoxyd-Hartglasplatten	Netztransformatoren
Folien-Kondensatoren	Photoempfindliche Lacke
Gehäuse	Optima-Verstärker
Gleichrichter	Oszillographen
Giessharzsätze	Rasterplatten
Halbleiter	Steckverbinder
Hi-Fi-Lautsprecher	Telefonverstärker
Integrierte Schaltungen	Wechselsprechanlagen
Kupferkaschierte	Weichen für Lautsprecher
Hartpapierplatten	Zener-Dioden

Nur an Wiederverkäufer · Katalog anfordern

H. G. Schukat · Export-Import · D-4019 Monheim
Postfach · Telefon (02173) 5 21 66 · Telex 8515732



Radio Rotor

Zelf perfecte HiFi boxen bouwen met Isophon speakers.
Wij leveren het totale Isophon programma, tevens dempingsmateriaal en l.s. doek.



Emmen Kapitein Nemostraat 7. Tel. 05910-16810
Den Dolder Marterlaan 10. Tel. 030-782439
Amsterdam Kinkerstraat 55. Tel. 020-125759

DEEL 3

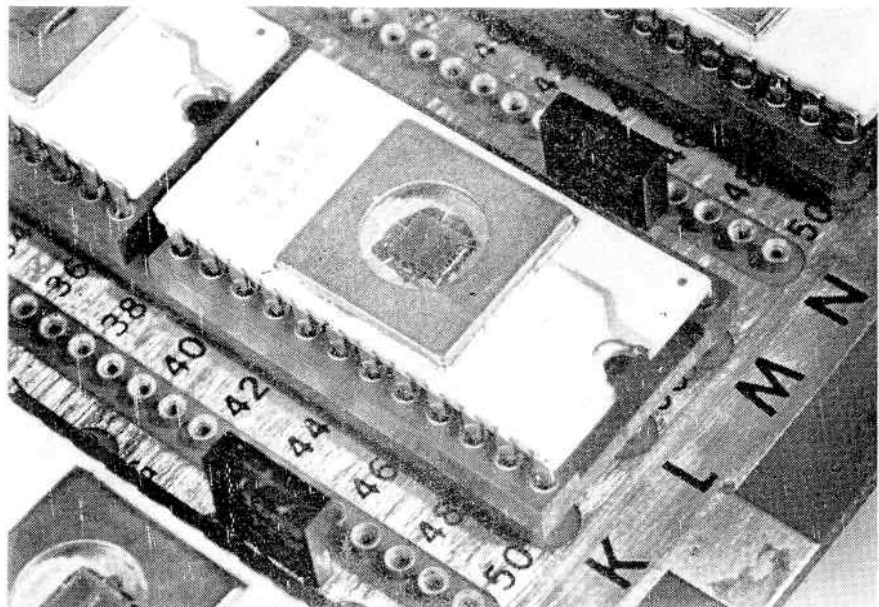
GEHEUGENS EN WAARVAN ZIJ GEMAAKT WORDEN

In de voorafgaande artikelen hebben we gezien, dat de grondslag van de werking van de microprocessor gelegen is in de besturing door een reeks van bit patronen opgeslagen in een geheugen, identiek aan de manier, waarop dit ook in grote digitale computers gebeurt.

In micro-systemen worden vrijwel steeds twee soorten halfgeleider-geheugens toegepast, nl. MOS (Metal-Oxyde Semiconductor) of Bipolaire (transistor-)geheugens. Vier geheugens moeten permanent in het systeem bewaard blijven en mogen niet worden uitgewist, indien de voeding zou wegvallen. Bijvoorbeeld voor programma's voor verkeerslichten, belastings- of meetprogramma's voor de microcomputer. Deze programma's worden vastgehouden in ROM's, Read-Only Memories, dit zijn geheugens welke alleen bestemd zijn voor het uitlezen. Wijzigingen kunnen slechts in zeer bijzondere omstandigheden worden verricht, b.v. bij ontdekking van een fout in het programma. Voor het opslaan van resultaten van tussenbewerkingen en voor programma's, die niet voortdurend in het systeem behoeven te worden opgeslagen kunnen 'RAM's' (Random-Access Memory, geheugens, die willekeurig toegankelijk zijn) worden toegepast. Deze kunnen zowel ingeschreven als uitgelezen worden door de processor.

ROM

ROM-geheugen chips zijn beschikbaar in verschillende types en worden gemaakt door een aantal fabrikanten. Het voornaamste type, wat door de fabrikanten in grote aantallen ten behoeve van microprocessors wordt uitgebracht, is de door een masker geprogrammeerde ROM. Dit vaste programma wordt er door middel van een patroon, afkomstig van



The AMI S6830 EPROM.

een gemetalliseerd masker, ingebracht tijdens de fabricage. Dit patroon wordt uitgewerkt door een computer vanaf een geperforeerde papierstrook of vanaf ponskaarten. Dit is wel de goedkoopste manier om ROM's in grote aantallen te vervaardigen, doch wijzigingen zijn uitgesloten en geen firma zal het wagen ROM's van dit type toe te passen, zonder het programma grondig te testen op mogelijke fouten. Voor kleine aantallen is het maskeringproces niet economisch verantwoord en voor enkele stuks is de toepassing praktisch uitgesloten. Typische voorbeelden zijn Motorola MCM 6830, Intel 8308 en AMD Am 2961.

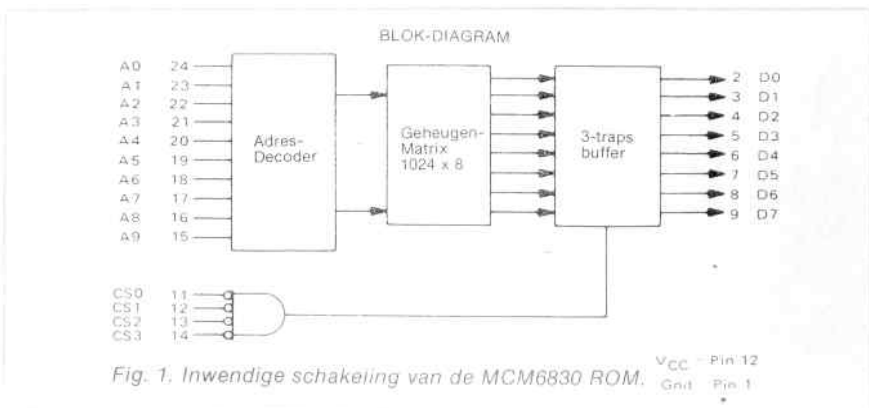
PROM

Programmable Read-Only Memories (PROM's; Uitleesgeheugens, die ge-

programmeerd kunnen worden) worden gebruikt in kleine systemen en voor ontwikkelingswerk. Deze PROM's kunnen eenvoudigweg geprogrammeerd worden door kleine bruggen te 'blazen', die of van nichroom, of van poly-silicium gemaakt zijn. Dit 'blazen' kan verricht worden door het adres van het bit te kiezen, dat ingeprogrammeerd wordt op de gebruikelijke manier en een korte (in de orde van enkele honderden microsec.) impuls met hoge stroomsterkte te doen vloeien in de betreffende aansluiting. Is dit geschied, dan kan de chip in het systeem gebracht worden waarna het programma, naar we hopen, volgens de verwachting zal verlopen.

EPROM

De 'Uitwisbare' PROM (Erasable



eti microprocessors

omvat het 128 byte statische geheugen MCM6810, dat gemakkelijk in het 6800-systeem kan worden toegepast. Evenals bij de ROM zijn er drie-positie buffers op de chip aangebracht,

PROM) kan 'schoongemaakt' worden door de bedekking van het doorzichtige kwarts-venster los te nemen en het geheel bloot te stellen aan ultra-violet licht gedurende ongeveer tien minuten. De EPROM kan dan weer geprogrammeerd worden op de manier als bij de PROM beschreven is. Dit onderdeel werkt in wezen door het vasthouden van ladingen in een MOSFET met een zwevende poort en lawine-injectie. Dit onderdeel is bijzonder nuttig in proto-types doch een beetje te kostbaar voor toepassing in de produktie. AMI's S6830, genoemd in het voorafgaand artikel is een goede keuze voor microsystemen of als andere mogelijkheid Intel's 2708, 2704 en 8702.

EAROM

Electrisch wijzigbare ROM's (Electrically Alterable ROM) kunnen herhaaldelijk 'uitgewist' en 'geherprogrammeerd' worden. Dit gaat heel wat sneller dan bij EPROM's. Het uitwissen duurt slechts 100 msec. Bepaalde EAROM's (bijvoorbeeld NCR1105) kunnen rij voor rij uitgewist worden met als gevolg, dat volledige uitwissing en herprogrammeren niet noodzakelijk is.

ALGEMENE WERKWIJZE

De meeste van de hierboven genoemde eenheden zijn volgens het byte-patroon georganiseerd. Dat wil zeggen dat, indien een bepaald adres op de chip is gekozen, de processor het 'lees' commando op de besturingsrail geeft en de V(alid) M(emory) A(ddress) 'hoog' wordt. Hierdoor worden de 8-bits in parallel aan de gegevens-rail gelegd. Uit fig. 1 blijkt, dat de uitgang van de geheugen-matrix via een 3-positie buffertrap naar de gegevens-rail gaat. 3-Positie-logica, een handelsmerk van National, werd terloops in het voorafgaande artikel al vermeld. Voor wat het geheugen betreft: zolang de keuze-ingangen van de chips aan de ROM (of RAM) niet zijn vrijgemaakt, blijven de uitgangs-buffertrappen in de 'hoge-impedantie' toestand, waardoor de chip van de rail geïsoleerd wordt. Zodoende kunnen net zo veel chips als noodzakelijk volgens de Wired-Or poorten (dus met een gezamenlijke collectorweerstand) aan de gegevens-rail worden verbonden. Hierbij gaan deze poorten uitsluitend in de lage impedantie toestand over ('1' of '0') indien de poorten ook inderdaad gekozen worden.

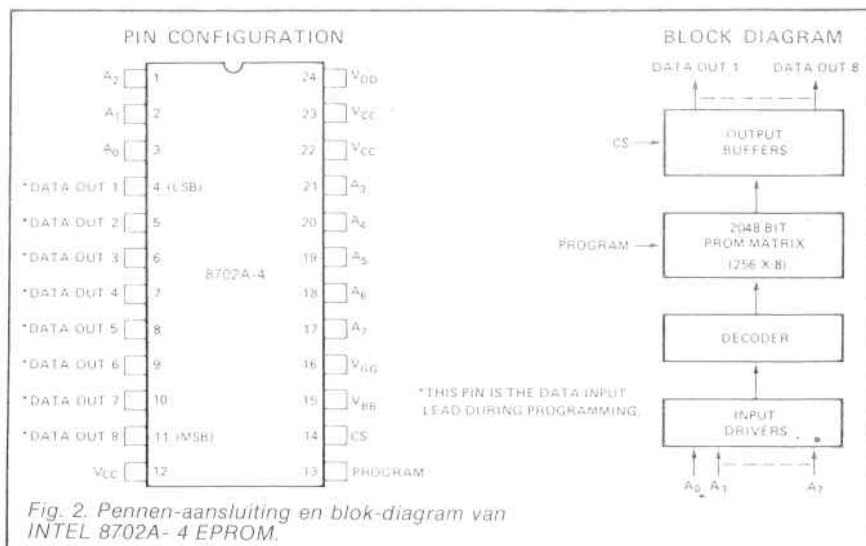


Fig. 2. Pinnen-aansluiting en blok-diagram van INTEL 8702A-4 EPROM.

RAM

Er zijn twee types RAM's, nl. statische en dynamische. Indien de gegevens in een *statische* RAM zijn opgeslagen, zullen die daarin bewaard blijven, indien althans de voeding niet wegvalt. Bij een *dynamische* RAM echter worden de parasitaire capaciteiten van de MOSFET poorten gebruikt om, in combinatie met een opslagcel, de gegevens vast te houden. Ten gevolge van de lekstromen over de grenslaag kunnen deze gegevens echter slechts gedurende een korte tijd worden vastgehouden met als gevolg, dat deze elke milliseconde weer 'opgefrist' moeten worden. Dit proces wordt verricht door het voortdurend 'rondgaan' langs de lagere orde adreslijnen (A_0-A_4). De statische RAM is in het algemeen langzamer in de bewerkingen en kleiner van afmetingen. Geheugens, die opgesteld zijn volgens het byte systeem, worden bij voorkeur toegepast in de MPU en deze zijn alle van het statische type. De Motorola-familie

doch bij de RAM werken deze in twee richtingen. Sommige van de chips bevatten geen buffers met 3-posities (bijvoorbeeld AMD Am 2970, Am 2950) en zijn moeilijk onder te brengen in rail-systemen.

Dynamische geheugens bezitten een hogere dichtheid voor de geheugenelementen, doch bezitten als nadeel een meer ingewikkelde schakeling, 4K (4096, 8x512). Dynamische RAM's zijn nu standaardproducten in de industrie en worden gewoonlijk geleverd in 22 pins of 16-pen DIL-verpakkingen. Hierbij moet echter de extra 'opfrissings-schakeling' gevoegd worden met als gevolg, dat een 8K-byte dynamische RAM beschouwd kan worden als een plezierige bouwsteen voor geheugen systemen, terwijl een statische RAM voor kleinere geheugens kan worden toegepast. Indien zulks vereist is kan deze echter zeer eenvoudig worden uitgebreid. De RAM is uit de aard der zaak meer 'ingericht' als een 4K x 1 bit dan als een 'byte' organisatie. Uit

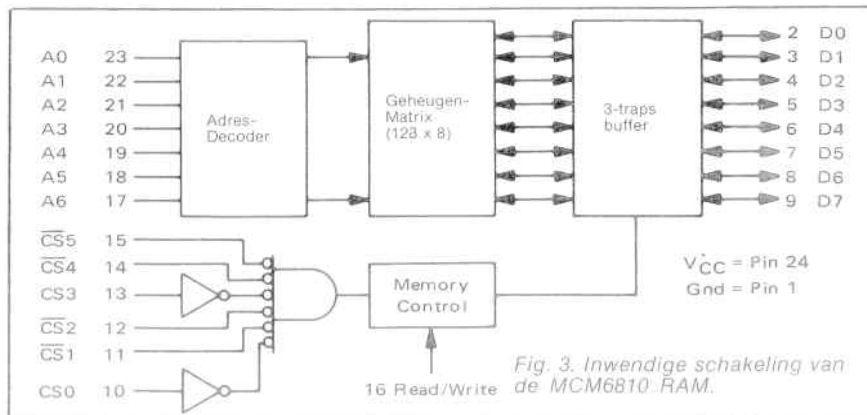


Fig. 3. Inwendige schakeling van de MCM6810 RAM.

dien hoofde moeten 8 stuks 4K chips toegepast worden om een 4K byte-geheugen samen te stellen.

ADRESSERING VAN DE GEHEUGENS

De meeste 8-bits microprocessors - de M6800 niet uitgesloten - beschikken over een 16-bits adresrail. Hieruit volgt, dat deze een geheugen-capaciteit van 65K direct kunnen adresseren via de 16-lijnen van de adresrails. Hierbij zij echter opgemerkt, dat de MCM6830 ROM slechts 10-adres ingangen bezit en de MCM6810 RAM slechts 6. Om dit te overbruggen kunnen de ingangen voor chip-keuze handig worden gebruikt. Door hiervan gebruik te maken kan een chip met iedere plaats van het geheugen-systeem worden verbonden; of wij nu beginnen bij adres '2048' of bij het adres '0', het doorverbinden geschiedt eenvoudigweg door de CS (chip-select) en de cs (*niet*-chip-select) ingangen te verbinden met de nog overgebleven adres-rails. Slechts, indien al de CS-ingangen '1' zijn en de cs '0' kan de chip doorgeschakeld worden. Men kan bijvoorbeeld de CS-ingangen van de 6830 ROM aan de pennen 14 en 15 van de adres-rails leggen, waarbij de CS-ingangen van een 6810 RAM doorverbonden worden met de bits 14 en 15. Dit betekent, dat de ROM start bij het adres 49152 of C000 HEX, terwijl de RAM begint bij nul en gaat tot het adres 127 of 007F Hex. (De Hex-code moet steeds 4-digits bevatten, vandaar de eerste twee nullen.)

Hierbij moet nog opgemerkt worden, dat de 'fase' 0 2 van de systeemklok aan CS gelegd moet worden, waardoor de chip alleen maar in werking gesteld kan worden tijdens de tweede fase (o 2) van het klok-sig-naal. Het is gebruikelijk om de VMA (Valid Memory Address) ook aan een CS-ingang te leggen. Indien er CS-ingangen te kort zijn, kunnen extra CS-ingangen via een EN-poort (extender) aangelegd worden aan de CS-ingang of via een NEN-poort aan de cs-ingang (lees *niet* chip select ingang).

Indien wij de inmiddels vergaarde kennis tezamen nemen, dan kunnen we een 'minimaal' M6800-systeem samenstellen uit een MPU, 1 ROM, 1 RAM, 1 PIA (Peripheral Interface Adaptor) en 1 ACIA (Asynchronous Communication Interface Adapter = aanpassingsorgaan voor in serie binnenkomende en niet met de klok gesynchroniseerde informatie). Deze laatste twee eenheden zijn de in- en uitgangseenheden van de 6800-serie, maar er bestaan geen speciale instructies hoe of de in- en uitgangsgegevens behandeld moeten worden. In plaats daarvan zijn

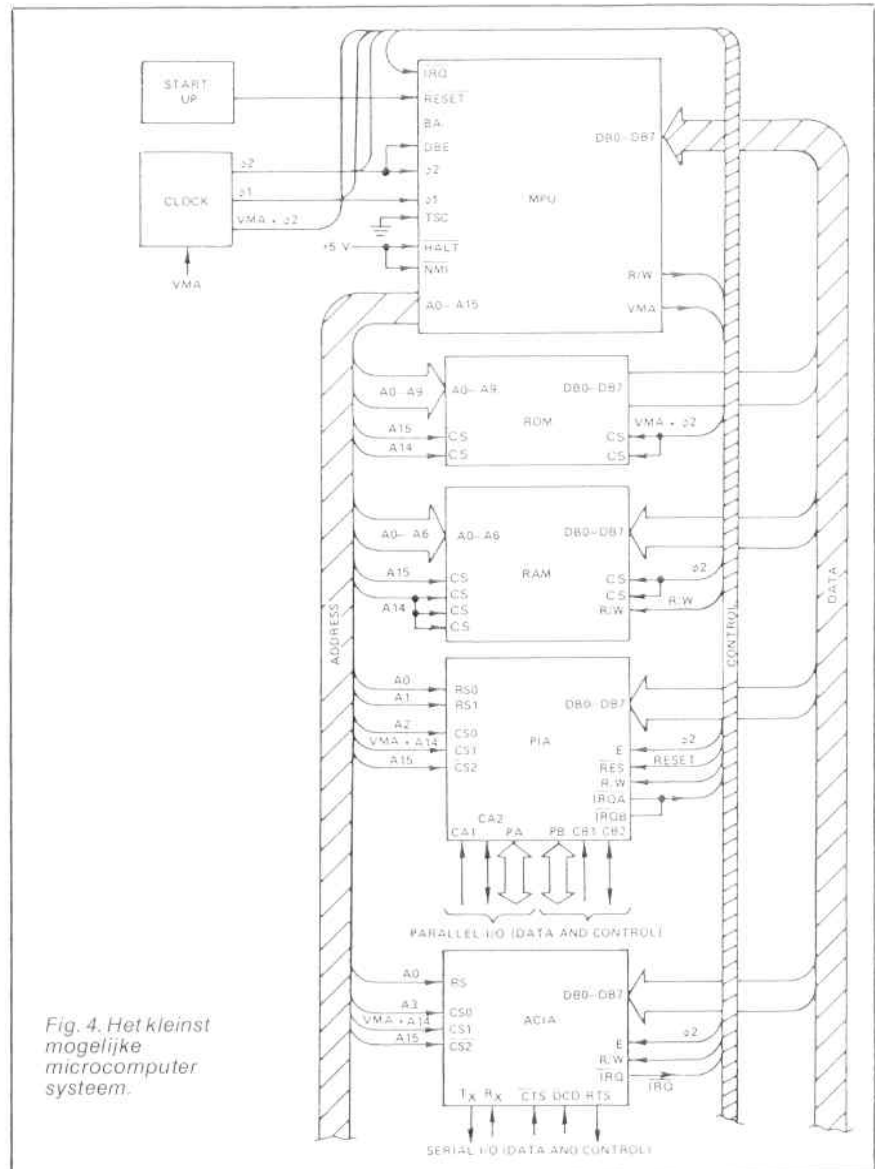
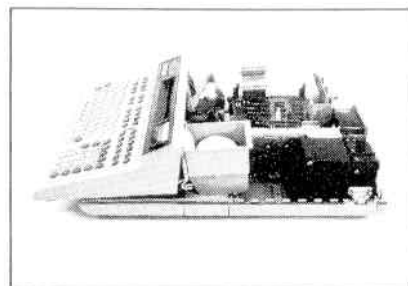


Fig. 4. Het kleinste mogelijke microcomputer systeem.



deze eenheden direct met de rails verbonden en worden op dezelfde manier in- en uitgelezen alsof dit geheugens waren. De verbindingen vanaf de PIA en de ACIA zijn de normale CS- en cs-ingangen met daarbij RS (Register-Select)ingangen om één van de inwendige registers in de chip te 'adresseren', E (Enable = vrijmaak)ingangen, welke normaliter aan de fase 0 2 van de klok gelegd worden. Al met al zien de in- en uitgangschips er vanaf de processor beschouwd, als *geheugens* uit.

DE PIA

De Peripheral Interface-Adaptor (aanpassingseenheid met randapparatuur), b.v. MC6820 is het parallelwerkend in- en uitgangsgoed van het 6800 microcomputer systeem. Deze verschaft ons 16 onafhankelijke lijnen die gebruikt kunnen worden om b.v. lampen te doen branden, relais te bekrachtigen of ook als parallelwerkende aanpassing met andere eenheden. De PIA is in twee vrijwel gelijke delen verdeeld, die ieder 8 in- en uitgangslijnen bezitten, welke elk weer afzonderlijk geprogrammeerd kunnen worden als in- of uitgang of als twee besturingslijnen in iedere helft van de eenheid.

In het inwendige bevinden zich onder meer twee programmeerbare besturings-registers en twee programmeerbare gegevens-richtings-registers. Indien wij het gedeelte 'A' bekijken van de PIA dan bepaalt het 'Data Direction Register A' (DDRA, richtings-bepalend register) de richting

van de gegevens, die door iedere gegevenslijn naar de randapparatuur vloeien. Indien een bijzonder bit van de DDRA de stand '1' aanneemt, zal de hiermede overeenkomende lijn een uitgang zijn. Indien dit bit '0' is, zal de lijn een ingang zijn. Het besturingsregister A (Control Register A, CRA) is dermate gecompliceerd, dat we dit hier niet in detail zullen behandelen. Dit register regelt de werking van de besturingslijnen CA1 en CA2 alsmede de onderbrekingen voor de metingen (Monitoring-Interrupts). Het uitgangsregister A brengt - na adressering - de informatie via een 'houdcontact' over op de MPU-gegevens-rail en verbindt deze door met de gegevenslijn naar de uitgangen.

Zoals we in het voorafgaande besproken hebben, is de PIA een zeer veelzijdige eenheid voor parallelwerkende (gelijktijdige) in- en uitgang. Voor in serie binnenkomende of uitgaande informatie verschaft de MC6850 ACIA een nog indrukwekkender lijst van functies, waaronder begrepen bitcontrole (parity-check), overcapaciteitscontrole, formaatfouten controle (Frame-Error-detection) etc. De volledige beschrij-

ving van al deze eenheden kan gevonden worden in het Motorola Handboek 'M6800 Microcomputer System Design Data'. Verkrijgbaar bij DIODE B.V. - Utrecht.

De meeste microprocessors bevatten hun eigen in- en uitgangsorganen. De Intel 8080 heeft de 8255 programmeerbare aanpassingseenheid en de 8251 programmeerbare communicatie aanpassingseenheid. We zullen later deze in- en uitgangsorganen nog in meer detail bespreken.

APPARATUUR, GEBASEERD OP MICROPROCESSORS

In de afgelopen maanden zijn verscheidene nieuwe produkten aan de markt gekomen, welke microprocessors toepassen, waaronder een nieuwe tafelrekenmachine van Hewlett-Packard. De 9825 is zeer geschikt voor toepassing in ingenieursvakken en in de wetenschap als een integraal deel van een test-meetsysteem - waarbij gebruik gemaakt wordt van de HP-aanpassingsrails - of ook als een veelzijdige zelfstandige calculator.

De micro-processor, die het hart van

de machine uitmaakt, wordt gefabriceerd door HP en bestaat uit een hybride processor met 3 chips, bestaande uit een 16-bit parallele processor chip, een in-uitgangs-chip en een uitgebreide wiskundige chip, die de drijvende komma bepaalt en de vermenigvuldigings-capaciteit van de 'hardware'. De 16 x 16 bit binaire vermenigvuldigingstijd van 6 μ sec. geeft een idee omtrent de snelheid van deze processor.

Fluke International heeft een nieuwe, door een micro-processor bestuurde informatie-scanner (data-logger, een gegevens 'logboek') met een capaciteit om 60 informatie-kanalen af te tasten met de basis-eenheid en tot 1000 kanalen met uitbreidingen naar keuze. De 'Summa II 2240A' kan volledig geprogrammeerd worden in het bereik, in de functies, in het overslaan van kanalen, in de grenzen van alarmering, in datum en tijd en in de vaste gegevens. Deze zijn alle instelbaar vanaf het frontpaneel. De volledige programma's kunnen ontleend worden aan het geheugen. Het opgeslagen programma kan de daarin vervatte gegevens tenminste vijf jaar bewaren!



fascinating electronics

1060A mengpaneel

STUJLVOL UNIVERSEEL HUISKAMER MENG-PANEEL "HOME GRAND LUXE"

NIEUW

• PANORAMISCHE REGELING VAN DE MICROFOONINGANG OVER BEIDE KANALEN

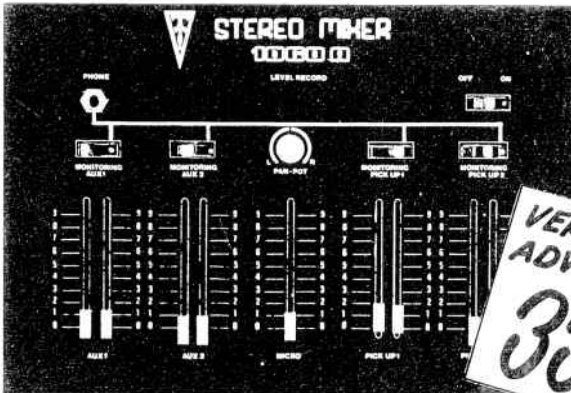
• 2 PICK UP INGANGEN (MAGNETISCH) MET VOOR IEDER KANAAL AFZONDERLIJKE POTENTIOMETERS

• 2 AUX. INGANGEN MET DE MOGELIJKHEID 2 STEREO OF 4 MONO SIGNALLEN AFZONDERLIJK TE REGELEN

• ALLE INGANGEN MET HOOFDTELEFOON VOOR TE BELUISTEREN

• UITGEVOERD IN ZWART ALUMINIUM DUS ZEER SMAAKVOL, ZOWEL VOOR OPBOUW ALS VOOR INBOUW GESCHIKT

• ANDERE MOGELIJKHEDEN EN GEGEVENS ZIJN GELIJK AAN DE 1050A



VERKOOP ADV. PRIJS 335,-

Ingang

- 1 x microfoon
- 2 x Tape/Tape
- 2 x P U

Uitgang

- 1 x Hoofdtelefoon

hoogfrequentie 20mv/20K Ohm

Laagfrequentie 2 mv/150 Ohm, 100 K Ohm

mag 3mv (RIAA) ref. 150 mv/20K Ohm

300 mv Ohm 50 Ohm

10 - 40 000 Hz

0.1% bij 100 mv

4 - 2000 Ohm

TRANS TRONIC INC. B.V.
 Claes de Vrieselaan 167
 ROTTERDAM
 Tel. 010-259586 of 253196



BELGIE
DUITSLAND
NEDERLAND
TAI WAN