
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7908893**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Zwevende-, komma-processor, voorzien van gelijktijdige exponent/mantisse-werking.**
- ⑤1 Int.Cl³: G06F9/22.
- ⑦1 Aanvrager: Data General Corporation te Westboro, Massachusetts, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octroobureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 7908893.
- ②2 Ingediend 10 december 1979.
- ③2 Voorrang vanaf 11 december 1978.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 968227 .
- ②3 --
- ⑥1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 13 juni 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Data General Corporation
Westboro, Massachusetts, Verenigde Staten van Amerika.

Zwevende-, komma-processor, voorzien van gelijktijdige exponent/
mantissee-werking.

De uitvinding heeft in het algemeen betrekking op stelsels voor het verwerken van gegevens, en meer in het bijzonder of een zwevende-komma-eenheid voor het uitvoeren van zwevende-komma-berekeningen in het stelsel voor het verwerken van gegevens.

5 Het uitbeelden van getallen in stelsels voor het verwerken van gegevens, in het bijzonder niet gehele getallen, vereist het invoeren van een decimaalteken in de notatie. Als mogelijkheid kan bij stelsels voor het verwerken van gegevens een "vaste-komma-notatie" worden gebruikt, waarbij het decimaalteken direkt rechts van het kleinste cijfer onder de tien of direkt rechts van het tekenbit voor het eerste informa-
10 tiebit, is geplaatst.

Een verdere mogelijkheid wordt de "zwevende-komma-notatie" genoemd, waarbij het getal wordt uitgebeeld door een teken, een exponent en een mantisse. Een dergelijke techniek is in vele geschriften beschreven, waarbij een voorbeeld wordt gevormd door "Computer Architecture"
15 Caxton C. Foster, Van Nostrand Rheinhold Company, New York, New York, 1976, blz. 16 en volgende.

Zwevende-komma-processoreenheden hebben de neiging betrekkelijk ingewikkeld te worden, wanneer zij worden ontworpen voor gebruik voor grote decimaalbereiken en vergrote nauwkeurigheidvermogens. Een tech-
20 niek, die een betrekkelijk goede mate van soepelheid en goede nauwkeurigheid verschaft, onder toepassing van enige vereenvoudiging van de gebruikelijk toegepaste zwevende-komma-architectuur, is beschreven in het Canadese octrooischrift 1.105.065. Een dergelijke architectuur is ontworpen voor het verschuiven van eerste en tweede operanden, die zijn
25 voorzien van eerste en tweede mantisse- en exponentwaarden voor het uitvoeren van rekenkundige werkingen. Logische rekenkundige middelen en registermiddelen zijn daarin verschaft voor het opwekken van een vooraf gekozen schaaufactor voor het aanduiden van eisen voor het ver-

7908893

schuiven van de operanden. Schaalmiddelen daarin zijn verbonden voor het gekozen laden van de registers in serie in een eerste richting, en voor schaal- en operandingang in aanspreking op de voorafgekozen schaalfactor. Schakelmiddelen worden gebruikt voor het gekozen verbinden van het register met de schaalmiddelen voor het in serie uitschrijven van het gekozen register in de eerste richting.

Een andere, bekende techniek, die een verbetering verschaft van de snelheid van werken van Mantis-vermenigvuldigingstechnieken, is verschaft door het uitvoeren van de werking op vier bits tegelijk van de vermenigvuldigermantisse in tegenstelling tot het toepassen van eenvoudige bitmantisse-vermenigvuldigingstechnieken, welke techniek is beschreven in de Amerikaanse octrooiaanvraag 871.616 van 23 januari 1978, en op naam van aanvraagster. In deze eerdere aanvraag, wordt de vier-bits mantissevermenigvuldiging uitgevoerd in een hexadecimale notatie onder toepassing van passend verbonden schuifeenheden, logische rekenkundige eenheden en registers. Overeenkomstig dit eerdere voorstel, is de algemene werking feitelijk een "pijpleiding"-werking, waarbij een werkend register altijd een partieel product omvat, en een eindregister altijd een partiële som bevat, die wordt teruggekoppeld in een tweede logische rekenkundige eenheid voor het verschaffen van een ononderbroken berekening. Het totale product bij een eindregister wordt geleverd aan het stelsel voor het verwerken van gegevens via een inwendige Mantis-verzamelleiding aan de gegevensverzamelleiding, die het gegevens overbrengen verschaft tussen het processorstelsel en de zwevende-komma-eenheid.

Hoewel de in de genoemde stand van de techniek en het eerdere voorstel beschreven stelsels het vermogen hebben tot het snel en gemakkelijk uitvoeren van rekenkundige werkingen bij een groot bereik van getallen met een redelijk hoge nauwkeurigheid en snelheid, kan toch de algemene werking van de zwevende-komma-processor, waarbij gebruik wordt gemaakt van een architectuur voor het verschaffen van een Mantisberekeningswerking en een exponent/tekenberekeningswerking, en de regeling van deze twee andere werkingen, nog worden verbeterd. De uitvinding verschaft deze verbetering van de werksnelheid en doeltreffendheid door het invoeren van technieken, die de gelijktijdige werking

7908893

mogelijk maken van zowel de Mantisse- als exponentwerkingen onder een bijzondere regelarchitectuur.

Dienovereenkomstig wordt aan de voortdurende uitdaging of de moeilijkheid van het verminderen van de tijd voor bepaalde berekeningen en voor de totale werking van een zwevende-komma-processor, voldaan door het onderhavige ontwerp of de onderhavige oplossing.

De uitvinding heeft betrekking op een zwevende-komma-eenheid (FPU) voor het uitvoeren van zwevende-komma-berekeningen in een stelsel voor het verwerken van gegevens. De zwevende-komma-eenheid omvat een mantisse-architectuur, een exponent/tekenarchitectuur en een regelarchitectuur voor het regelen van de werkingen van de mantisse-architectuur en de exponent/tekenarchitectuur. De mantisse-architectuur hanteert de mantissegedeelten van bepaalde gegevens op een eerste voorafbepaalde wijze, waarbij de exponent/tekenarchitectuur andere gegevens behandelt, ontvangen van de mantisse-architectuur, op een tweede, voorafbepaalde wijze. De regelarchitectuur maakt een gelijktijdige werking mogelijk van de exponent/tekenarchitectuur en de mantisse-architectuur.

Volgens een verder onderhavig kenmerk, omvat de regelarchitectuur een microprogramma-regelconstructie voor het opwekken van stellingen microprogramma-regelsignalen, en een pijpleidingregisterconstructie voor het helpen bij het snel overbrengen van de micro-geprogrammeerde regelsignalen naar een regelplaats voor het regelen van de werking van de FPU.

Het is dus voordelig de uitvinding toe te passen in een stelsel voor het verwerken van gegevens teneinde het dit stelsel mogelijk te maken hogere snelheden en grotere doelmatigheden te bereiken met betrekking tot het hanteren van gegevens.

Het is dus een doel van de uitvinding een verbeterd stelsel te verschaffen voor het verwerken van gegevens.

Het is een verder doel een verbeterde, zwevende-komma-eenheid te verschaffen voor toepassing in een stelsel voor het verwerken van gegevens.

Het is nog een verder doel een verbeterde zwevende-komma-processor te verschaffen, waarbij de hantering en regeling van de mantisse-

7908893

werking en de exponent/tekenwerking op een gelijktijdige wijze worden uitgevoerd voor het bereiken van een grotere mate van algemene doelmatigheid van de werking.

De uitvinding wordt nader toegelicht aan de hand van de tekening, waarin :

fig. 1A een blokschema toont van het stelsel voor het verwerken van gegevens, waarmee de zwevende-komma-processor samenwerkt,

fig. 1B een schema toont van het geheugen volgens fig. 1A, waarmee de FPU communiceert,

fig. 2A een blokschema toont van de FPU, waarbij de verbindingen daarvan met de consturctie volgens fig. 1 zijn weergegeven,

fig. 2B schematisch de koppelschakeling volgens fig. 2A toont,

fig. 2C schematisch de stroomrichting toont van kloksignalen en bepaalde hoofdkoppelsignalen, zoals tussen de krachtbron, de FPU en de CPU,

fig. 3 een gedetailleerd blokschema toont van de in fig. 2A weergegeven regelarchitectuur,

fig. 4 een gedetailleerd blokschema toont van de in fig. 2A weergegeven exponent/tekenarchitectuur,

fig. 5 een gedetailleerd blokschema toont van de in fig. 2A weergegeven mantisse-architectuur,

fig. 6 schematisch de verzamelleiding-uitgangsformatie weergeeft van de regelopslag ROM 419,

fig. 7 een blokschema toont van het in een gestapelde gedaante weergegeven werkregister 468,

fig. 8 schematisch een zwevende-komma-woord toont, zoals dit wordt opgeslagen in het geheugen 313, en wordt uitgebeeld in de zwevende-komma-eenheid 490,

fig. 9 schematisch de overnotatie 64 weergeeft, toegepast bij het hanteren door de exponentwerking,

fig. 10 schematisch een niet-genormaliseerd en het bijbehorende genormaliseerde zwevende-komma-woord toont,

fig. 11 schematisch de schakeling toont, waaruit het werkregister 468 bestaat,

fig. 12 een blokschema toont van de verschuiver 470.

7908893

fig. 13 schematisch de schakeling weergeeft in de verschuiver 470, en

fig. 14 een tijdschema toont, waarbij de verschillende klok- en koppelsignalen zijn weergegeven, gebruikt door het stelsel voor het verwerken van gegevens en door de daarin vervatte FPU.

Eerst wordt in het kort een beschrijving gegeven van het totale stelsel voor het verwerken van gegevens, waarbij de uitvinding wordt toegepast. Met betrekking tot fig. 1A, omvat het geheugen 311 van de computer 310 een of meer ondergeheugens 313. De uitgang van het geheugen 311 is door de MEMOUT-verzamelleiding 318 verbonden met de ingangen van het MEMOUT-register 340 in de CPU 314 en het geheugen 330 in de PFP 312, en met de FPU 490 in fig. 2A (hierna beschreven). De MEMOUT-verzamelleiding 318 is ook verbonden met de logische schakeling 319 voor het corrigeren van fouten (ERCC) in de CPU 314. De uitgang van het MEMOUT-register 340 is verbonden met de ALUIN-verzamelleiding 324, waarbij de uitgang van het PFP-geheugen 330 is verbonden met de PFP-verzamelleiding 322. De PFP-verzamelleiding 322 is verbonden met de ALUIN-verzamelleiding 324 via de overbrengverzamelleiding 348, de kort effectieve adresverzamelleiding 350 (EFA) en de IR 346. De PFP-verzamelleiding 322 is verbonden met de ingangen van de logische micro-instructieschakeling 342 en de schakeling 354 voor het toewijzen en beschermen van het geheugen (MAP). De uitgang van de logische micro-instructieschakeling 342 is door het micro-instructieregister 344 (MIR) verbonden met één ingang van de ALU 356 en met de ALUIN-verzamelleiding 324. De ALUIN-verzamelleiding 324 is verbonden met een andere ingang van de ALU 356. Een eerste uitgang van de ALU 356 is verbonden met de ALUOUT-verzamelleiding 326, waarbij een tweede uitgang is verbonden met een ingang van de MAP 354. De ALUOUT-verzamelleiding 326 is verbonden met de ALUIN-verzamelleiding 324 via de SWAP-verzamelleiding 360 en de lessenaar ROM 358, en met de PFP-verzamelleiding 322 via het register 352. De ALUOUT-verzamelleiding 326 is verbonden met de ingangen van het CPU-programmateller (CPUPC) register 364 en het PFP-ophaalprogrammateller (PCF) register 332. De uitgang van het CPU PC-register 364 is verbonden met de ALUIN-verzamelleiding 324, met een ingang van de logische PFP klaar

7908893

(PFPRDY) schakeling 334 en met de leesadresingang van het PFP-geheugen 330. De uitgang van het PFP PCF-register 332 is verbonden met een andere ingang van de logische PFPRDY-schakeling 334 en met de schrijfadresingang van het PFP-geheugen 330. De ALUOUT-verzamelleiding 326 is verbonden met een ingang van het MEMIN-register 362 door de verzamelleiding 326a, met de hoge orde adresverzamelleiding (HIADR)-328 door de verzamelleiding 326b en met één ingang van het PFP verzochte programmateller (PCR)-register 336. De uitgangen van de MAP 354 zijn verbonden met de ALUIN-verzamelleiding 324 en met de HIADR-verzamelleiding 328. De HIADR-verzamelleiding 328 is verbonden met de ALUIN-verzamelleiding 24 door de overbrengverzamelleiding 366. De HIADR-verzamelleiding 328 is verbonden met de ingangen van het MEMIN-register 362 en het PFP PCR-register 336. De uitgangen van het MEMIN-register 362 en het PFP PCR-register 336 zijn verbonden met de MEMIN-verzamelleiding 320, die is verbonden met de ingang van het geheugen 311 en met de FPU 490 in fig. 2A (hierna beschreven). De uitgang van het PFP PCR-register 336 is verbonden met één ingang van de logische schrijfstroomblokschakeling (WCB) 338, waarbij de MEMIN-verzamelleiding 320 is verbonden met een andere ingang van de WCB 338. De klok- en regelverzamelleiding 321 (CC) is verbonden tussen het geheugen 311 en de CPU 314 en de PFP 312. De I/O-gegevensverzamelleiding 368 is verbonden met de ALUIN-verzamelleiding 324 via de verzamelleiding 370, en met de ALUOUT-verzamelleiding 326 via de verzamelleiding 372. Het I/O ASC II-kanaal 374 is verbonden met de ALUIN-verzamelleiding 324 en de ALUOUT-verzamelleiding 326 via de universeel asynchrone ontvanger/zender 376 (UART).

De CPU 314 heeft directe toegang tot het geheugen 311 voor het in of uit het geheugen 311 schrijven of lezen van instructies en gegevens. De FPU 490 volgens fig. 2A heeft eveneens direct toegang tot het geheugen 311 onder bepaalde hierna te beschrijven omstandigheden. De CPU 314 heeft tevens indirect toegang tot het geheugen 311 via de PFP 312, die instructies ophaalt en opslaat vóór de instructie uit, die op dat moment wordt uitgevoerd door de CPU 314.

Onder het eerst keren naar de directe toegang tussen de CPU 314 en het geheugen 311, is de uitgang van het geheugen 311 direct

7908893

aangebracht op de ALUIN-verzamelleiding 324 en de ALU 356 via het MEMOUT-register 340. Op soortgelijke wijze heeft de ALU 356 direct toegang op de ingang van het geheugen 310 voor het direct invoeren of verzoeken van gegevens of instructies via de ALUOUT-verzamelleiding 326 en het MEMIN-register 362. Gegevenswoorden worden verschaft aan het MEMIN-register 362, direct vanaf de uitgangverzamelleiding 326 van de ALU, waarbij echter het verschaffen van adressen aan het geheugen 310 afhankelijk is van het feit of de gebruiker het direct adresseren van het geheugen 311 toepast of het adresseren via de MAP. Bij het direct adresseren, worden logische adresbits 6 - 15 verschaft aan het MEMIN-register 362 via de verzamelleiding 326a, waarbij logische adresbits 0 - 5 en bits 16 - 19 worden verschaft via de verzamelleiding 326b en de HIADR-verzamelleiding 328. Bij het voeren door de MAP, worden de logische adresbits 6 - 15 verschaft aan het MEMIN-register 362 vanaf de ALUOUT-verzamelleiding 326 en de verzamelleiding 326a. De logische adresbits 1 - 5 worden verschaft aan de MEF 354 vanaf de ALU 456. De MAP 354 vertaalt de logische adresbits 1 - 5 in overeenkomstige bits 0 - 5 en 16 - 19 van het fysische adres, en verschaft deze bits aan het MEMIN-register 362 via de HIADR-verzamelleiding 328.

Bij het beschouwen van de indirecte toegang tussen de CPU 314 en het geheugen 311, voert de PFP 312 het vooruitkijken uit naar instructies voor de CPU 314 door het uit het geheugen 310 ophalen en opslaan van een reeks instructies, vooruitlopende op de instructie, die op dat moment wordt uitgevoerd door de CPU 314. De CPU 314 bewaakt het programma, dat wordt uitgevoerd, door het opslaan van een gedeelte van het logische adres van de instructie, die op dat moment wordt uitgevoerd, in het CPU PC-register 364, welk getal wordt aangeduid als de CPU-programmatelling, (CPUPC). De eerste CPUPC van een reeks instructies wordt geladen in het CPUPC-register 364 vanaf de ALU 356 via de ALUOUT-verzamelleiding 326. De CPUPC wordt dan met één verschoven telkens wanneer een instructie is uitgevoerd indien de instructies in volgorde uit het geheugen 311 moeten worden opgeroepen. Indien de geldende instructie een sprong of soortgelijke werking vereist, wordt een nieuwe CPUPC in het CPUPC-register 364 geladen. Het fysische

7908893

adres van de eerste instructie van de reeks instructies wordt in het PFPPCR-register 336 geladen als PFPPCR. Evenals bij het in het MEMIN-register 362 laden van adressen, kan het fysische adres direkt worden geladen of via de MAP. Bij het direkt laden, wordt het fysische adres
5 verschaft vanaf de ALU 356 via de verzamelleiding 326 c. Indien de MAP 354 werkzaam is, worden de bits 6 - 15 geladen via de verzamelleiding 326c, waarbij de via de MAP gevoerde bits 1 - 5 en 6 - 19 via de HIADR-verzamelleiding 328 worden geladen vanaf de MAP 354. Tegelijkertijd worden de kleinste cijferbits 12 - 15 van het fysische adres ge-
10 laden in de PFP PCF 332 als PFPPCF. De CPUPC vertegenwoordigt derhalve het eerste logische adres van de reeks, waarbij PFPPCR en PFPPCF het eerst fysische adres vertegenwoordigen.

Daarna kan bij elke beschikbare geheugentoeegangkringloop, die niet nodig is voor andere doeleinden, bijvoorbeeld door de CPU 314
15 of de I/O-keten 316, het fysische adres PFPPCR in het PFP PCR-register 336 op de MEMIN-verzamelleiding 320 worden geplaatst voor het uit het geheugen 311 lezen van de overeenkomstige opgeslagen instructie. Een woord, verzocht door de PFPPCR en verschijnende op de MEMOUT-verzamelleiding 318, wordt opgeslagen in het PFP-geheugen 330 op een adres,
20 bepaald door de PFPPCF. De PFPPCR en PFPPCF worden verschoven wanneer een woord uit het geheugen 311 wordt gelezen. Het PFP PCR-register 336 wekt zodoende verzochte adressen op en spoort deze op, waarbij het PFP PCR-register 332 opgehaalde adressen opspoort en opslagadressen kiest in het PFP-geheugen 330. De WCB 338 vergelijkt adressen,
25 verzocht door de PFPPCR met adressen, ingeschreven door de CPU 314; en verschaft een waarschuwing, indien de CPU 314 in de door de PFP 312 verzochte instructie-adressen schrijft.

Het overbrengen van woorden vanaf het PFP-geheugen 330 naar de CPU 314 wordt geregeld door het CPU PC-register 364 en de logische PFPRDY 334. De CPUPC, opgeslagen in het CPU PC-register 64, wordt
30 verschaft als leesadres aan het PFP-geheugen 330. Instructies in het PFP-geheugen 330 worden zodoende overgebracht op de PFP-verzamelleiding 322, en zijn beschikbaar voor de logische micro-instructieschakeling 342 en de IR 346 om te worden gebruikt, zoals vereist door
35 het programma. De PFPRDY 334 vergelijkt de PFPPCF-schrijfadressen

7908893

met de CPUPC-leesadressen, en geeft aan de CPU 314 aan of de PFP 312 de volgende instructie heeft, vereist door de CPU 314.

Onder het thans keren naar de andere kenmerken van de CPU 314, bewaakt de logische ERCC 319 alle gegevens of instructiewoorden, geschreven in of gelezen uit het geheugen 311. De ERCC 319 wekt bits op voor het corrigeren van fouten in woorden, die in het geheugen 311 zijn geschreven door de MEMIN-verzamelleiding 320. Indien een uit-leeswoord, dat een fout bevat, verschijnt op de MEMOUT-verzamelleiding 318, schakelt de logische ERCC 319 de uitgang van het geheugen 311 uit, waarbij deze schakeling een gecorrigeerd woord opwekt. De logische ERCC 319 stuurt het gecorrigeerde woord op de MEMOUT-verzamelleiding 318 in plaats van het foutieve woord. De overbrengverzamelleiding 348 maakt het mogelijk om woorden op de PFP-verzamelleiding 322 direkt over te brengen naar de ALU 356 via de ALUIN-verzamelleiding 24. De kort effectieve adresverzamelleiding 350 maakt het mogelijk de acht kleinste cijferbits van het woord op de PFP-verzamelleiding 322 over te brengen naar de ALUIN-verzamelleiding 324 als een kort effectief adres, d.w.z. voor het opwekken van een geheugenadres met betrekking tot een op dat moment bekend geheugenadres. Het register 352 maakt het mogelijk de uitgang van de ALU 356 op de ALUOUT-verzamelleiding 326 over te brengen op de PFP-verzamelleiding 322, bijvoorbeeld als een ingang naar de logische micro-instructieschakeling 342, de IR 346 of de MAP 354. De SWAP-verzamelleiding 360 maakt het mogelijk om bits op de ALUOUT-verzamelleiding 326 om te keren en te plaatsen op de ALUIN-verzamelleiding 324 als een ingang naar de ALU 356. De overbrengverzamelleiding 366 maakt het mogelijk een adres op de HIADR-verzamelleiding 328 over te brengen op de ALUIN-verzamelleiding 324.

Onder verwijzing naar de I/O-organen 316 en de lessenaar RCM 358, maken het I/O-gegevenskanaal 368 en de I/O-verzamelleidingen 370 en 372 het overbrengen mogelijk van gegevens tussen de ALUIN-verzamelleiding 324 op de ALUOUT-verzamelleiding 326 en een uitwendig orgaan. Op soortgelijke wijze maakt de UART 376 het overbrengen mogelijk van gegevens en instructies tussen de ALUIN-verzamelleiding 324 of de ALUOUT-verzamelleiding 326 en een uitwendig orgaan, verbonden met de

7908893

I/O ASCII-verzamelleiding 374. De lessenaar ROM 358 is een koppelorgaan, dat het een uitwendig orgaan, voorzien van bijvoorbeeld een ASCII-koppeling, mogelijk maakt te werken als een computerlessenaar. Uitwendige ASCII-tekenen worden ontvangen door de UART 376, omgezet in een binaire code en geplaatst op de ALUIN-verzamelleiding 324. De tekens worden verwerkt onder gebruikmaking van de ALU 356 en verschijnen op de ALUOUT-verzamelleiding 326 als lessenaar ROM 358 adressen. Adressen op de ALUOUT-verzamelleiding 326 worden dan vertaald in machinetaal-instructies door de lessenaar ROM 358.

Thans wordt in het kort een gedetailleerde beschrijving verschaft van het geheugen 313, waarin instructies voor het regelen van de FPU 490 zijn opgeslagen.

Onder verwijzing naar fig. 1B is een blokschema weergegeven van een ondergeheugen 313. Het ondergeheugen 313 is ingericht als vier gelijke geheugenmodulen 512, 514, 516 en 518. De modulen 514, 516 en 518 zijn voor de duidelijkheid schematisch weergegeven zonder de details, weergegeven in de moduul 512. De constructie en werking van de modulen 512-518 worden dus besproken onder verwijzing naar de moduul 512. Gegevens- en adresverzamelleidingen zijn aangegeven door evenwijdige lijnen, en regelverzamelleidingen door één enkele dikke lijn.

Elke moduul omvat twee gelijke geheugenbanken 520 en 522 met willekeurige toegang (RAM), een tijdgenerator 524, een rij-adresgrendel 526, een kolom-adresgrendel 528 en de geheugenstuurketens 532.

Elke RAM-bank 520 of 522 kan 21 geheugenelementen omvatten. Elk element kan een geheugen met willekeurige toegang zijn met een lengte van 26K (16:384 woorden) en een breedte van 1 bit, welk geheugen inwendig is uitgevoerd als 128 rijen bij 128 kolommen. De 21 geheugenelementen zijn derhalve in staat tot het opslaan van 16K 21-bits woorden. De MEMIN-verzamelleiding 320 is vanaf de CPU, de PFP en de FPU verbonden met de ingangen van de bufferschakeling 534, die bijbehorende uitgangen verschaft op de geheugeningangsverzamelleiding 535 (MI). 21 Lijnen van de MI-verzamelleiding 535 zijn verbonden met ingangen van de gegevensgrendel 536, waarbij de gegevensingangsverzamelleiding 537 (DI) direct is verbonden met gegevensingangen van

7908893

de banken 520 en 522 van de modulen 512-518.

De plaat-, moduul- en bankkiesverzamelleiding 539 (BMS) is verbonden tussen MI-verzamelleiding 535 en de ingangen van het logische geheugen 538. De rij-adresverzamelleiding 527 (RA) en de kolom-adresverzamelleiding 529 (CA) zijn respectievelijk verbonden vanaf de MI-verzamelleiding 535 met de ingangen van de rij-adresgrendels 526 en de kolom-adresgrendels 528 van de modulen 512 - 518. De uitgangen van de grendels 526 en 528 zijn als adresverzamelleiding 530 (ADR) verbonden met ingangen van de stuurketen 532. De opfrisadresverzamelleiding 531 (REFADR) vanaf het logische geheugen 538 is verbonden met andere ingangen van de stuurketen 532 van de modulen 512 - 518. Reeks adresverzamelleidingen 533 (A) zijn vanaf de stuurketen 532 verbonden met adresingangen van de banken 520 en 522.

Gegevensuitgangen van de banken 520 en 522 van elke geheugenmoduul, zijn inverterend geschakeld voor het omvatten van de gegevensuitgangsverzamelleidingen (DO), te weten de DOA-verzamelleiding 513 - DOD-verzamelleiding 519 van de modulen 512-518. De DOA-verzamelleiding 513 - DOD-verzamelleiding 519 zijn verbonden met ingangen van de uitgangmultiplexerschakeling 540 (MUX). De uitgangsverzamelleiding 541 (MO) van de multiplexerschakeling is verbonden met ingangen van de uitgangsregisters 542 - 548. De uitgangsverzamelleidingen 543 - 549 (RO) van de registers, zijn inverterend geschakeld voor het omvatten van de uitgangsverzamelleiding 551 (O) naar de ingang van de stuurketen 550 voor de verzamelleidingen. De uitgang van de stuurketen 550 voor de verzamelleidingen is verbonden met de MEMOUT-verzamelleiding 318. De regellijn MOENB (duidelijkheidshalve niet weergegeven) is verbonden vanaf de uitgang van de stuurketen 550 voor de verzamelleidingen met een ingang van bijvoorbeeld de CPU 314.

De regel- en klokverzamelleiding 321 (CC) is verbonden tussen het logische geheugen 538, de buffer 534, de CPU 314 en de PFP 312. Het logische geheugen 538 en de tijdgeneratoren 534 van de modulen 512 - 518, zijn onderling verbonden door de geheugenregelverzamelleiding 555 (CTL). De opfrisregelverzamelleiding 557 (REF) vanaf de logische schakeling 538 is verbonden met ingangen van tijdgeneratoren 524 en stuurketen 532 van de modulen 512 - 518.

7908893

De uitgangsregelverzamelleiding 559 (OUTCNTL) vanaf het logische geheugen 538, is verbonden met ingangen van de uitgangsmultiplexerschakeling 540, de uitgangsregisters 542 - 548 en de stuurketen 550 van de verzamelleidingen. Hoewel duidelijkheidshalve niet weergegeven, is de regellijn DATAINLATCH vanaf de logische schakeling 538 verbonden met één ingang van de gegevensgrendel 536, waarbij de regellijn MEMWRITE vanaf de buffer 534 is verbonden met ingangen van de grendels 526 en 528. De regellijn MEMSTART vanaf de buffer 534 is verbonden met één ingang van de logische schakeling 538.

De adresmultiplexerschakelingverzamelleidingen 561 (MUX) zijn verbonden met ingangen van de grendels 526 en 528 van de modules 512 - 518. De moduulregelverzamelleidingen 563 (MEM) zijn via de stuurketens 532 verbonden met ingangen van de banken 520 en 522 van de modules 512 - 518.

De voorgaande beschrijving van het hoofdgeheugen van het onderhavige stelsel voor het bewerken van gegevens, kan een nuttige achtergrond zijn voor een juist begrip van de werking van de FPU 490 volgens fig. 2A, omdat de FPU 490 is verbonden met de rest van het stelsel voor het verwerken van gegevens via de MEMIN/MEMOUT-verzamelleidingen van het hoofdgeheugen. Onder het dus verwijzen naar fig. 2A, is de MEMOUT-verzamelleiding 318 een verlenging van de MEMOUT-verzamelleiding 318 volgens fig. 1B. De MEMIN-verzamelleiding 320 is een verlenging van de MEMIN-verzamelleiding 320 volgens fig. 1B. De MEMOUT-verlengingsverzamelleiding 402 verbindt de MEMOUT-verzamelleiding 318 met de mantisse-keten 408. Op soortgelijke wijze verbindt de MEMIN-verlengingsverzamelleiding 406 de MEMIN-verzamelleiding 320 met de mantisse-keten 408. Inwendig in de mantisse-keten 408 is de FPAC 408A weergegeven, bestaande uit acht afzonderlijke registers, waarvan er vier bestaan uit voor de gebruiker toegankelijke registers voor algemene doeleinden, en de andere vier inwendige tijdelijke opslagregisters zijn. Naar dit accumulatorblok of -groepering wordt hierna gedetailleerder terugverwezen.

Onder het vervolgens verwijzen naar de regeling 409, ontvangt deze instructies van de instructieverzamelleiding 400, eveneens weergegeven in fig. 1A als een verzamelleiding, die instructies verkrijgt

7908893

uit de IR 346. De regeling 409 is via de uitgang 401 verbonden met de mantisse-keten 408, zoals weergegeven in fig. 2A. Een tweede uitgang van de regeling 409 wordt geleid op de verzamelleiding 405 naar de exponent/tekenketen 410.

5 Het koppelblok 200 verschaft een ingang via de verzamelleiding 200A naar de regeling 409. Deze verzamelleiding is weergegeven met twee richtingen voor het verduidelijken, dat de regelsignalen door dezelfde verzamelleiding 220A worden teruggeleid in de koppeling 200. De verzamelleiding 400A verschaft signaalingangen aan de koppeling
10 200 vanaf de micro-IR 344, weergegeven in fig. 1A, waarbij de verzamelleiding 400B uitgangen verschaft vanaf de koppeling 200 aan de logische micro-instructieschakeling 342, eveneens weergegeven in fig. 1A. De koppeling 200 verkrijgt eveneens kloksignalen vanaf de weergegeven klokingang, die wordt verkregen van de krachtbron 300 in
15 fig. 1A. Een verdere bespreking van deze kloksignalen wordt hierna gegeven.

Onder het vervolgens verwijzen naar de mantisseketen 408, worden de uitgangen daarvan via de hexa nul-verzamelleiding 407 en de werkregisterverzamelleiding 404 aan de exponent/tekenschakeling
20 410 verschaft. De uitgang van de exponent/tekenschakeling 410 wordt via de hexaverschuivercode-ingangsverzamelleiding 403 verschaft aan de mantisse-schakeling 408. De exponent/tekenschakeling 410 bevat ook een bankaccumulatoreen FPAC 410A, waarbij weer vier van de acht afzonderlijke registers bestaan uit voor de gebruiker toegankelijke re-
25 gister voor algemene doeleinden, en de andere vier inwendige tijdelijke opslagregisters zijn. Toestandsignaalingangen naar de regeling 409 worden verkregen vanaf de mantisseschakeling 408 en de exponent/tekenschakeling 410, zoals weergegeven in fig. 2A.

Onder het nog steeds verwijzen naar fig. 2A, worden tijdens bedrijf gegevensingangen vanaf de MEMIN-verzamelleiding 320 of de MEMOUT-verzamelleiding 318 verschaft aan de zwevende-komma-eenheid 490 via de mantisse-schakeling 408, en meer in het bijzonder via het werkregister (in deze figuur niet weergegeven), vervat in het mantisse-
30 blok 408. Het werkregister 468 (weergegeven in fig. 5), en waarover meer wordt gezegd in verband met deze figuur) is via de werkregisterver-
35

790.8393

zamelleiding 404 verbonden met de exponent/tekenverzamelleiding 410, zodat dus gegevens, die zijn opgeslagen in het mantisse-blok 408 en in aangeduide registers van de FPAC 408A, ook worden opgeslagen via de werkregisterverzamelleiding 404 in de exponent/tekenschakeling 410, en meer in het bijzonder in de gekozen registers van de FPAC 410A.

Dit laden van aangeduide registers en accumulatoren in zowel de mantisseschakeling 408 als de exponent-tekenschakeling 410 is verantwoordelijk voor een bepaalde instructie, verkregen van de instructieverzamelleiding 400 via de regeling 409 en geleid door de uitgangen 401 en 405.

De volgende reeks macro-instructies wordt ontvangen door de instructieverzamelleiding 400 van het instructieregister 346 volgens fig. 1A. Deze volgende instructie wordt tijdelijk opgeslagen in een instructieregister (niet weergegeven in fig. 2A), vervat in de regeling 409. Deze instructie wordt gedecodeerd met als gevolg het geleiden van een beginadres voor het adresseren van een microprogramma-regelopslag (niet weergegeven in deze figuur) in de regeling 409. De uitgang van deze regelopslag, waarover hierna meer wordt gezegd, zijn regelsignalen, die via de uitgangen 401 en 405 worden geleid naar de mantisse- en exponent/tekenschakelingen. De mantisse-werking wordt geregeld door regelsignalen, waarbij gelijktijdig de exponent/tekenwerking wordt geregeld door andere regelsignalen, alle afkomstig van de regelopslag in de regeling 409. Deze betreffende werkingen kunnen bestaan uit optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen of andere benodigde werkingen. Daarna wordt een zwevende-komma-getal resultaat verschaft en opgeslagen in de FPU 490 in afwachting van verder gebruik in de algemene berekenwerking bij volgende instructies van het instructieregister 346 volgens fig. 1A.

Het voorgaande is in het kort een beschrijving van de verbinding en werking van de zwevende-komma-eenheid volgens een brede functionele wijze. Voorafgaande aan het beschrijven van elk der regel-, mantisse- en exponent/tekenuitvoeringen, wordt de bespreking eerst gericht op de CPU/FPU-koppelregeling en klokschakeling 200. In dit verband wordt verwezen naar fig. 2C, waar signalen tussen de krachtbron, de FPU en de CPU, geprogrammeerd op het ritme van een klok of

7908893

met een grondkoppelaar, zijn weergegeven. De regelkoppeling tussen de CPU en de FPU bestaat uit acht regelsignalen, waarvan er vier worden gestuurd door de CPU en ontvangen door de FPU, en vier worden gestuurd door de FPU en ontvangen door de CPU. De vier signalen van de CPU zijn FPUCPU, FPMEM, FPABORT, FPINST. De andere vier signalen van de FPU naar de CPU zijn: FPTB (zwevende-komma-vang of bezet), FPB (zwevende-komma-bezet), FPSKIP1 en FPSKIP2.

De FPCPU wordt gebruikt voor het waarschuwen van de FPU, dat gegevens zullen worden geschreven in of gelezen uit de FPU, welk signaal de tijdschakeling waarschuwt om te beginnen met het tellen van geheugenklokkringlopen om vast te stellen wanneer FPU-gegevens moeten worden gestuurd op de MEMOUT-verzamelleiding of gegevens moeten worden ontvangen op de MEMOUT-verzamelleiding. De FPMEM is een signaal, dat de FPU waarschuwt, dat het gegevens uit het geheugen leest of gegevens daarin schrijft, waarbij bij het verschijnen van de FPMEM, de tijdschakeling of generator weer het juiste aantal MEM-klokimpulsen telt om vast te stellen wanneer het gegevens ontvangt van de MEMOUT-verzamelleiding, welke gegevens worden geschreven naar de FPU-verzamelleiding, of gegevens overbrengt vanaf de FPU naar de MEMIN-verzamelleiding om in het geheugen te worden geschreven. De FPABORT is een signaal, dat wordt uitgezonden door de CPU in twee gevallen : 1) Indien een illegale geheugenverwijzing is gemaakt naar het geheugen of 2) voor het stilzetten van het uitvoeren van de op dat moment in gang zijnde zwevende-komma-instructie. De FPINST (zwevende-komma-instructie) wordt opgewekt door de CPU voor het waarschuwen van de FPU, dat gegevens op de instructieverzamelleiding 400 op dat moment geldige gegevens zijn, en moeten worden ondervraagd door de FPU voor het bepalen van het beginadres van de instructie, die wordt uitgezonden.

De volgende signalen worden door de FPU overgebracht naar de CPU en door deze gebruikt voor het bewaken van de toestand van de zwevende-komma-eenheid. De FPTB wordt ondervraagd door de CPU na het uitzenden van de zwevende-komma-instructie voor het waarschuwen van de CPU voor het feit, dat de instructie een tweede instructie kan zijn, en dat de FPU nog niet klaar is met het uitvoeren van een voorgaande instructie. FPB is een signaal, dat de CPU doet ophouden met het uit-

7908893

voeren van verder coderen totdat het bezetsignaal in de voorgaande zwevende-komma-instructie, die op dat moment wordt uitgevoerd, is voltooid of, indien de zwevende-komma niet bezet is en de zwevende-komma-vang is ingesteld, de CPU het zwevende-komma-vang hanteerorgaan doet negeren voor het oplossen van de fout, die is opgetreden in de laatste zwevende-komma-instructie, waarbij de aanwezige zwevende-komma-instructie niet wordt uitgevoerd, totdat deze vang is opgelost. FPSKP1 is een signaal, dat de toestand vertegenwoordigt van het zwevende-komma-register, en het kiezen kan veroorzaken van een van de vijftien toetsomstandigheden voor het toetsen van de inhoud van het zwevende-komma-register en verschillende combinaties daarvan. FPSKP2 is een signaal, uitgezonden door de FPU voor het aan de CPU aangeven, dat moet worden opgehouden met het uitvoeren van verdere codering, totdat de FPU aangeeft, dat verdere gegevens kunnen worden aanvaard.

Onder het nog steeds verwijzen naar fig. 2C, zijn de nog niet besproken vier signalen MEMCLK, 40CLK, 20CLK en 10CLK. MEMCLK is een kloksignaal, dat met dezelfde frequentie loopt als 10CLK, te weten 10 MHz, welk kloksignaal echter kan worden geregeld door het geheugen voor het naar wens uitschakelen of inschakelen. MEMCLK verschaft de passende tijdsturing voor de MEMIN- en MEMOUT-verzamelleidingsignalen, zodat gebeurtenissen kunnen optreden op deze verzamelleidingen overeenkomstig tussenpozen van 100 nanoseconden. De klokken 40CLK, 20CLK en 10CLK zijn eenvoudige kloksignalen van 40 MHz, 20MHz en 10MHz. Deze kloksignalen worden natuurlijk door de krachtbron 300 direct geleverd aan de FPU 490.

Onder het vervolgens verwijzen naar fig. 2B, is een gedetailleerde schakelingconstructie van de koppeling 200 gegeven. Zoals opgemerkt, wordt bij de schakelingconstructie gebruik gemaakt van genormaliseerde flip-flops, poorten en invertteerketens. De hiervoor met betrekking tot fig. 2C niet genoemde signalen, worden besproken in samenhang met deze schakeling.

WRITECPU is een signaal, opgewekt door de zwevende-komma-eenheid voor het aan de koppeling aangeven, dat de volgende kringloop bestaat uit het schrijven in of uit de CPU van gegevens. VALID FPCCPU is een signaal, dat afkomstig is van de FPCPU en MEMSTART, hetgeen

7908893

aangeeft, dat de tijd juist is voor het beginnen van telgeheugen-
 klokkringlopen om vast te stellen wanneer signalen te sturen op de
 verschillende MEM-verzamelleidingen of daarop aan te spreken. WRITE
 MEM is een signaal, opgewekt door de FPU om aan te geven, dat gege-
 5 vens uit de FPU naar het geheugen moeten worden geschreven. FMEMCLK
 is gelijk aan de reeds beschreven MEMCLK, behalve dat dit signaal
 inwendig wordt gebruikt door de zwevende-komma-eenheid. MEMSTART
 is een signaal, uitgezonden door de CPU om aan te geven, dat het ge-
 heugen op dat moment moet beginnen met het uitvoeren van het op dat
 10 moment mogelijk uitstaande verzoek. CLRPAUSE (schoon pauze) is een
 signaal aan de FPU klokgenerator om te beginnen met het gedurende
 100 nanoseconden laten lopen van de FPU klok na het uitvoeren van dit
 signaal. IRESET is een inwendig terugstelsignaal, dat de toestand te-
 rustelt van de zwevende-komma-eenheid. PORT EN (poort openen) is een
 15 tijdsignaal, gebruikt voor het opwekken van impulsen van 50 nanosecon-
 den of korreligheid, en vindt plaats 25 seconden na de stijgende rand,
 en valt af 75 seconden na de stijgende rand van 10CLK. T100, T200, T300
 zijn inwendige tijdsignalen, gebruikt om aan te geven, dat 100, 200,
 of 300 nanoseconden zijn verlopen sinds de FPMEM of VALIDFPCPU signalen
 20 zijn ontvangen.

Als voortzetting van de bespreking van deze signalen, is I/O CYCLE
 een signaal, opgewekt door de FPU, welk signaal de FPU klok stilzet
 totdat een CLR PAUSE-signaal is uitgezonden. F10 CLK en F20 CLK zijn
 twee kloksignalen, die respectievelijk gelijk zijn aan 10CLK en 20CLK,
 25 welke signalen inwendig worden gebruikt in de zwevende-komma-eenheid.
 TRAP is een signaal, opgewekt door de zwevende-komma-eenheid om aan te
 geven, dat een fout is opgetreden bij het uitvoeren van een voorgaan-
 de zwevende-komma-instructie. BUSY is een signaal, dat inwendig is
 voor de zwevende-komma-eenheid voor het aangeven, dat de zwevende-
 30 komma-eenheid op dat moment een zwevende-komma-instructie uitvoert.
 FPI is een signaal, afkomstig van de FPINST, en wordt gebruikt
 door de koppelschakeling om aan te geven, dat een op dat moment
 aanwezige, zwevende-komma-instructie is uitgezonden door de CPU, welke
 instructie 150 nanoseconden duurt (dit signaal is afkomstig van de
 35 FPINST, die een onbepaalde tijd kan duren, waarbij het signaal FPI

7908893

echter slechts 150 nanoseconden duurt). RESTART is een signaal, uitgezonden door de FPU, hetgeen in beginsel de FPU terugstelt in een onbelaste toestand, en wacht op een volgende zwevende-komma-instructie, welk signaal wordt uitgezonden als gevolg van de FPABORT. RE is een
 5 signaal, uitgezonden door de koppeling voor het openen van de aanzet-adresdecodeer ROM. CLRINST (schooninstructie) is een signaal, uitgezonden door de koppelschakeling voor het overschrijven van het dan geldende adres in het aanzetadresregister. WRE (openen schrijfregister) is een signaal, dat aangeeft, dat een werkelijke instructie, die op dat moment
 10 wordt gedecodeerd door de aanzetadresdecodeer ROM, moet worden geladen in het aanzetadresregister. CREN is een signaal, dat wordt gebruikt voor het schoonmaken van het openen van het register. 150 EN is een signaal, uitgezonden naar de koppeling om aan te geven, dat de FPU-klok op dat moment met tussenpozen van 150 nanoseconden loopt, en dat
 15 de zwevende-komma-eenheid bezet is, en dat er dus niet de juiste tijdsduur aanwezig is voor het laden van aanzetadressen in het aanzet-adresregister. CRE is een signaal, gebruikt voor het opwekken van de tussenpoos van 150 nanoseconden van de FPI. CMD (commando) is een signaal, dat aangeeft, dat er een dan geldige, zwevende-komma-instructie
 20 wordt uitgezonden door de CPU. CLRCMD (schoon commando) is een signaal, dat het dan heersende commando in het commandoregister vrijmaakt, en tevens het aanzetadres vervangt door een adres voor onbelaste toestand. START is één van de signalen, die CLRCMD opwekt samen met IRESET.

Na het zodoende gedetailleerd hebben beschreven van de koppelingsschakeling met inbegrip van de signaalinformatie, samenhangende met de werking van de koppelingsschakeling, wordt thans de aandacht gericht op de gedetailleerde beschrijving en werking van elk der hoofdwerkblokken volgens fig. 2A, te weten het regelblok 409, het mantisse
 25 blok 408 en het exponent/tekenblok 410. Onder het vervolgens verwijzen naar fig. 3, waarin de architectuur, die de regelwerking omvat, is weergegeven, verschaft de instructieverzamelleiding 400 een ingang naar de rest van de regelschakeling via het zwevende-komma-instructieregister 411 voor het zowel aanzetten van de adresdecodeer ROM 412 als het register 428 van de bron- en bestemmingsaccumulatoren (onder verwijzing naar de fig. 3, 4 en 5, zijn alle onderlinge verzamelleidingver-
 30 35

7908893

bindingen weergegeven met een bepaald bitvermogen door het getal, dat samenhangt met een lijn, die een gedeelte van de verzamelleiding snijdt. De verzamelleiding 434 bijvoorbeeld, die het register 428 verbindt met het logische blok 429, draagt vier bits). De uitgang van de decoder ROM 412 wordt verschaft aan het aanzetadresregister 413 via een acht-bits verzamelleiding. De uitgang van het aanzetadresregister 413 wordt via de aanzetadresverzamelleiding 414 geleid naar het microprogramma-adreskiezorgaan 415 als een ingang daarvan. Een tweede ingang naar het microprogramma-adreskiezorgaan 415 is afkomstig van de N-weg tak regel ROM 422 via de N-weg tak adresverzamelleiding 423. De regel ROM's 422 ontvangen vijftien toetstoestandsignalen van verschillende plaatsen van ondervraging of toetsing in de zwevende-komma-eenheid (deze vijftien toetstoestandsignalen zijn hierna opgesomd, direkt na de beschrijving van de verbindingen volgens fig. 3). De uitgang van het microprogramma-adreskiezorgaan 415 wordt via de verzamelleiding 417 en de verzamelleiding 418 verschaft aan de regelopslag ROM's 419.

Terugkerende naar het onderste, linker gedeelte van het schema, verschaft het register 428 van de bron- en bestemmingsaccumulatoren een uitgang via de genoemde verzamelleiding 434 aan de logische FPAC-adreskiezschakeling 429. Een tweede ingang naar deze logische schakeling is afkomstig van de microprogrammegegevensverzamelleiding 420 en van gekozen bits in die verzamelleiding (de verzamelleiding 420 is weergegeven in het bovenste rechter gedeelte van het schema met 72 bits, waarvan er acht worden gebruikt door de logische FPAC-adreskiezschakeling 429). De uitgang van de logische schakeling 429 wordt via de FPAC-kiezverzamelleiding 435 verschaft aan het pijplijnregister 401 en 405. Onder verwijzing naar het onderste linkergedeelte van fig. 3, zijn aanvullende toetsomstandigheden eveneens afkomstig van verschillende plaatsen van ondervraging in de zwevende-komma-eenheid, welke worden verschaft aan de toets MUX 430 (ook deze signalen worden direkt na de beschrijving van fig. 3 gegeven). De uitgang van de toets MUX 430 is een enkel bits ingang en het logische adreskiezblok 431, dat een register en een multiplexeerorgaan omvat. Andere ingangen naar dit logische blok zijn afkomstig via zuivere en valse

7908393

verzamelleidingen vanaf de microprogrammegegevensverzamelleiding 420, welke zuivere en valse verzamelleidingen elk vier bits informatie bevatten. De uitgang van de logische adreskiesschakeling 431 wordt via een vier-bits regeladres kiesverzamelleiding 432 verschaft aan de microprogrammaverloopschakeling 425. Tenslotte wordt de uitgang van de verloopschakeling 425 via een drie-bits regeladres kiesverzamelleiding 424 verschaft aan het microprogramma-adreskiesorgaan 415. Het kiesorgaan 415 en het verlooporgaan 425 omvatten in combinatie de microprogrammaregelmiddelen.

Onder verwijzing naar het pijplijnregister 401 en 405, ontvangt dit een 72-bits ingang vanaf de microprogrammegegevensverzamelleiding 420, en een 40-bits ingang vanaf de regelaar 427 met een willekeurige toestand. De uitgangen van het pijplijnregister verschaffen ingangen aan de exponent/mantisse-bron bestemmingsadresverzamelleiding 436 en aan de aftakadresverzamelleiding 416, die de derde ingang verschaft aan het microprogramma-adreskiesorgaan 415.

De volgende alinea bevat definities van verschillende signalen, die verschijnen aan de ingang van de N-weg aftakregel ROM's 422 in fig. 3: OUR (buiten bereik) is een signaal, dat aangeeft, dat gedurende het verschuiven meer dan 15 hexa-cijfers moeten worden verschoven, ECO (exponent uitvoeren) is een signaal, dat het uitvoeren uitbeeldt van de exponent ALU, EZ (exponent nul) is een signaal, dat aangeeft, dat de exponentenbron en bestemmingsaccumulators van de tweeën een gelijke waarde hebben, SGNR (teken van het resultaat) is een signaal, dat het teken vergelijkt van de bron en bestemmingsexponenten van de tweeën, AOS (optellen of aftrekken) is een signaal, dat aangeeft, dat de betrokken werking bestaat uit optellen of aftrekken, D8 is een signaal, dat het belangrijkste bit aangeeft van het mantisse-woord, EAO is een signaal, dat het tekenbit uitbeeldt van de bestemmingsaccumulator 428, FT0, FT1, FT2 en FT3 zijn signalen, die zwevende-komma-overbrengingen uitbeelden naar het hoofdgeheugen, waarbij 0 is bestemd om aan te geven, dat de inhoud van de eerste zwevende-komma-accumulator is overgebracht en 2 is bestemd om aan te geven, dat de inhoud van de vierde zwevende-komma-accumulator is overgebracht, FZ (fractie nul) is een signaal, dat aangeeft, dat het mantisse-gedeelte

7908893

van FPAC 408A nul is, MUL is een signaal, dat aangeeft, dat de betreffende instructie, die wordt uitgevoerd door de FPU, een vermenigvuldigingsinstructie is, SING is een signaal, dat aangeeft, dat één enkele precisiewerking op dat moment wordt uitgevoerd door de FPU, en
5 SCALE is een signaal, dat aangeeft, dat het mantisse-woord niet is genormaliseerd, en dat normalisering dus nodig is (hierna wordt in samenhang met fig. 10 meer gezegd over normaliseren).

In deze alinea is een definitie vervat van de signalen, die
verschijnen aan de ingang naar de toets MUX 430: FCO (fractie uitvoeren) is een signaal, dat het uitvoeren uitbeeldt van het mantisse-
10 gedeelte van de FPAC, FZ (fractie nul) zoals hiervoor, d.w.z. dat dit een signaal is, dat aangeeft, dat het mantisse-gedeelte van de FPAC hele nullen heeft, DONE is een signaal, dat aangeeft, dat een vermenigvuldigende of delende werking is voltooid, D8, zoals hiervoor,
15 is een signaal, dat het belangrijkste bit uitbeeldt in de mantisse, EAO, zoals hiervoor opgemerkt, is een signaal, dat het teken uitbeeldt van de bestemming FPAC en wordt gebruikt voor het toetsen van dat teken, EN4 is een signaal, dat de precisie van de instructie uitbeeldt, d.w.z. of de betrokken instructie een dubbele precisie of
20 enkele precisie is, en FT3 (zwevende-overbrenging 3) is een signaal, dat aangeeft, dat de inhoud van de vierde zwevende-komma-accumulator is overgebracht naar het geheugen.

Alvorens verder te gaan met de rest van de beschrijving van de architectuur volgens fig. 4 en 5, kan het verhelderend werken op dit
25 punt een beschrijving in te lassen van de werking van de microprogramma-regelaarmiddelen (kiesorgaan 415 en verlooporgaan 425), weergegeven in fig. 3 en hiervoor beschreven. Deze twee onderdelen zijn in de handel beschikbaar. Voor de beschrijving van de werking wordt verwezen naar tabel I.

7908893

Keuze micro-adressen van zwevende-komma-eenheid

Tabel I

<u>Toestand of kring- loop</u>	<u>MS 0-3</u>	<u>M-PC</u>	<u>STKO</u>	<u>ADDR</u>	<u>Op- mer- king</u>	<u>Hoofdgebruik</u>
PCONT EXEC.	0001	N	J	N	Druk micro PC naar STKO	Instellen voor sluiten op een constant adres
FETCH	—	N+1	N+1	—	Verdergaan	in vermenigvuldig- deel kringloop
CONT EXEC.	0011	N	J	N	Verder- gaan, geen ver- andering in stapel	Uitvoeren volgen- de verloop instruc- tie
FETCH	—	N+1	J	—		
POPJ EXEC.	0100	N	J	J	Spring naar adres in STKO	Verschaft een te- rugkoppeling van een sub-routine.
FETCH	—	J+1	K	—	Schieten stapel	
LOOP EXEC.	0111	J+1	J	J	Sluiten op STKO geen verande- ring in stapel	Lus totdat uitwen- dige toets wordt echt
FETCH	—	J+2	J	—		
SA EXEC.	1100	N	J	SA	Spring naar aanzet adres.	Vector voor aanzet- ten van instruc- tie microcode- ring
FETCH	—	SA+1	X	—		
PUSHJ EXEC.	1101	N	J	BA	Spring naar af- takadres.	Voor beginnen sub-routine. Druk terugkeer adres naar STKO.
FETCH	—	BA+1	N+1	—	Druk stapel	
NWAY EXEC.	1110	N	J	N-WAY	Spring naar N-weg aftak- adres	Kiezen van één van de 255 adressen, gebaseerd op veel- toetsomstandig- heden
FETCH	—	NWAY+1	J	—	Geen ver- andering in stapel	
JUMP EXEC.	1111	N	J	BA	Spring naar af- takadres	Één van twee moge- lijke adressen op geconditioneerde tak
FETCH	—	BA+1	J	—	Geen ver- andering in stapel	

7908893

De terminologie van tabel I wordt als volgt bepaald:

- (1) STKO is de plaats, geadresseerd door de stapelwijzer, die zich bevindt in het verlooporgaan 425, (2) X = geen interesse (inhoud van STKO en geen interesse voor wat het is op dit moment), (3) M-PC = microprogrammateller, die zich bevindt in het verlooporgaan 425, (4) ADDR = microprogramma-adres op de verzamelleiding 418, (5) J = inhoud van de STKO, (6) K = inhoud van de STK1 (STKO is de eerste plaats, STK1 is de tweede, enz., (7) N = betrokken waarde van de microprogrammateller in het verlooporgaan 425, (8) SA = aanzetadres in het register 413, (9) BA = aftakadres in de aftakadresverzamelleiding 416, (10) N-WAY = het microprogramma-adres is een van de 255 mogelijke adressen, bepaald door de machinetoetsomstandigheden op de verzamelleiding 423, (11) EXEC. = uitvoeringskringloop van de betrokken micro-instructie, (12) FETCH = het ophalen van het volgende microprogramma-adres gedurende de uitvoerkringloop van de betrokken instructie, (13) POPJ = schietsprong, (14) PUSHJ = druksprong en (15) PCONT = drukvoortduring.

Tabel I vat de werking samen van het adreskiesorgaan 415 en het verlooporgaan 425. Kort samengevat kan de microprogrammaregelaar worden gezien als twee multiplexeerorganen met vier ingangen, die worden gebruikt voor het kiezen van vijf mogelijke micro-instructie-adresbronnen. Het eerste multiplexeerorgaan kiest de microprogrammateller of stapel. De tweede kiest het aanzetadres, het N-weg takadres of het sprongadres als de bron van het volgende micro-instructieadres. Deze vormen samen een strak gekoppeld micro-adreskiesmechanisme, geregeld door de MUX-kiesbits MS0 - MS3 op de verzamelleiding 432.

In tabel I betekent PCONT het naar de "bovenkant" van de stapels STKO drukken van de micro PC, en het verder gaan naar de volgende micro-instructie. Gedurende het uitvoeren van de PCONT-kringloop, bevat de micro PC (M-PC) het betrokken M-PC adres (zoals aangeduid door N), waarbij de bovenkant van de stapel (STKO) zijn betrokken inhoud (J) onveranderd bevat, en het adres het betrokken M-PC (N) is. Het ophalen van de volgende instructie gedurende dit PCONT uitvoeren van M-PC, wordt met één (N+1) verschoven, waarbij STKO M-PC plus één ontvangt.

De CONT-kringloop is de voortgaande kringloop, waarbij het

7903893

micro-adres de betrokken waarde is van M-PC. In de STKO vindt geen verandering plaats. Tijdens de gelijktijdige ophaalkringloop, wordt N+1 in de M-PC geladen. Het hoofdgebruik is het uitvoeren van een reeks instructies door microcode.

5 POPJ is de volgende kringloop, waarbij de inhoud van de STK1 dan de inhoud wordt van de STKO. Gedurende de gelijktijdige ophaalwerking, bevat de M-PC de voorgaande inhoud van de STKO, aangeduid J+1, waarbij STKO de voorgaande inhoud van STK1 bevat.

10 LOOP is de volgende instructiekringloop of toestand, die aan de micro-adresverzamelleiding de inhoud verschaft van de STKO. Dit adres wordt ononderbroken verschaft aan de microprogramma-adresverzamelleiding in het inwendige van het blok 415 totdat een uitwendige toetsomstandigheid, werkelijkheid wordt. Deze toestand wordt in beginsel gebruikt bij het vermenigvuldigen/delen, waarbij een dergelijke werking op mantisses, een voorafbepaald aantal klokkringlopen nodig heeft om te eindigen.

SA (aanzetadres) wordt vanaf het register 413 verschaft aan de microprogramma-adresverzamelleiding inwendig in het blok 415. De M-PC (microprogrammateller) bij het ophalen van de volgende instructie, bevat het aanzetadres plus één. STKO bevat "kan niet schelen" gegevens, die niet worden gebruikt.

25 PUSHJ wordt gebruikt voor het invoeren van een sub-routine en het dan verschaffen van een terugvoerkoppeling naar de bovenkant van de STKO. De betrokken microprogrammateller plus één wordt op de STKO gedrukt, waarbij het betrokken micro-adres door de aftakadresverzamelleiding 416 (BA) wordt geleverd aan het microprogramma-adres.

N-WAY-adresverzamelleiding 423 verschaft betrokken adressen op de microprogramma-adresverzamelleiding, waarbij bij het ophalen van de volgende instructie, M-PC N-weg adres plus één bevat.

30 Tenslotte wordt JUMP gebruikt voor het springen naar een absoluut adres in microcode, in beginsel gedurende een tweewegtoetsomstandigheid, waarbij JUMP een van de aftakadressen is. Gedurende het ophalen van de volgende instructie, bevat M-PC een BA+1 (aftakadres plus één).

35 Na het zodoende hebben beschreven van de algemene verbinding

7908893

van onderdelen in het regelblokschema van de zwevende-komma-eenheid, en de werking van de zwevende-komma-eenheidsmicro-adres kiesschakeling, wordt thans verwezen naar het exponent/tekengedeelte van het blokschema van de zwevende-komma-eenheid, fig. 4. In de bovenste linkerhoek van fig. 4, ontvangt de exponent/tekengegevens MUX 437 drie ingangen van drie verzamelleidingen, te weten de verzamelleiding 404E vanaf het werkreger (fig. 5 wordt hierna besproken), de exponentwerkingverzamel-
leiding 449 en de exponentmultiplexeerorgaanverzamelleiding 447. De uitgang van de exponent/tekengegevens MUX 437 wordt via de exponent/tekengedevensverzamelleiding 438 verschaft aan de exponent/tekenopslag RAM 439. Een tweede ingang naar deze RAM wordt verkregen via de exponentbron/bestemmingadresverzamelleiding 440. De tekenregeling 441 ontvangt een ingang van het tekenopslagblok 439, en verschaft in aanspreking daarop een uitgang. Twee uitgangen van het exponent/tekenopslagblok 439 worden via de exponentbestemmingsverzamelleiding 443 en de exponentbronverzamelleiding 444 verschaft aan de exponent ALU 448 en de exponent MUX 445. De uitgang van de exponent MUX 445 verschaft een tweede ingang aan de exponent ALU 448 via de exponentmultiplexeerorgaanverzamelleiding 447. Een tweede ingang naar het exponentmultiplexeerorgaan 445 wordt verkregen vanaf de verzamelleiding 446, die constanten verkrijgt vanaf de microprogrammegegevensverzamelleiding. De uitgang van de exponent ALU 448 wordt via de exponentwerkingsverzamelleiding 449, zoals hiervoor vermeld, terugverschaft aan het multiplexeerorgaan 437 en ook aan de opzoektafel ROM 450 voor de absolute waarde. De hexa-nulverzamelleiding 407, die wordt verkregen van het microprocessorblok 457 (fig. 5 wordt hierna besproken), verschaft een ingang aan het hexa schuifprioriteitscodeerorgaan 453, waarvan de uitgang via de verzamelleiding 454 wordt verschaft aan de hexa schuifcodeeringangsverzamelleiding 403. Andere ingangen naar de hexa schuifcodeeringangsverzamelleiding 403 worden verkregen via de verzamelleiding 451 vanaf de opzoektafel 450 en via de verzamelleiding 452 vanaf de microprogrammegegevensverzamelleiding.

Onder het vervolgens keren naar fig. 5 en verwijzende naar het bovenste linker gedeelte van dit mantisse-blok schema, verschaft

7908893

de logische draagschakeling 455 voor het vooruitkijken een ingang op de verzamelleiding 456 naar het microprocessorblok 457. Andere ingangen bij dit blok zijn vanaf de mantisse-bron/bestemmingsadres-verzamelleiding 458 en de werkregisterverzamelleiding 404. Uitgangen van het microprocessorblok 457 worden via de hexa nulverzamelleiding 407 teruggedleid naar fig. 4, en, zoals reeds vermeld, naar het hexa codeerorgaan 453 voor het verschuiven van de prioriteit. De andere uitgang van het microprocessorblok 457 wordt via de mantisse-werkingsverzamelleiding 459 verschaft aan vier multiplexeerorganen : de werkregister-ingangsmultiplexeerorganen 460, 461, 462 en 463. Deze ingangen worden verschaft via verzamelleidingen 459a, 459b, 459c en 459d. Andere ingangen naar deze multiplexeerorganen worden verkregen van de werkregisterverzamelleiding 404a en weer respectievelijk op de ingangsverzamelleidingen 404b, 404c, 404d. De andere ingang naar het multiplexeerorgaan 463 wordt niet verkregen van de werkregisterverzamelleiding, maar van de MEMBUS via de FPU MEMBUS MUX 474 en de verzamelleiding 474a daarvan. De ingangen naar deze MUX worden verkregen van de MEMIN-verzamelleiding 320 en de MEMOUT-verzamelleiding 318, die op hun beurt de ingangen verkrijgen van de MEMIN-verzamelleidingstuurketen 472 en de MEMOUT-verzamelleidingstuurketen 473. De MEMIN-verzamelleidingstuurketen verkrijgt de ingangen daarvan vanaf de verzamelleidingen 474b en 472d, evenals de MEMOUT-verzamelleidingstuurketen. Uitgangen van de multiplexeerorganen 460, 461, 462 en 463 worden via parallelle ingangsgegevensverzamelleidingen 464, 465, 466 en 467 verschaft aan het werkregister 468. De uitgang van het werkregister 468 wordt, zoals hiervoor vermeld, naast het worden verschaft daarvan aan het microprocessorblok 457, ook via de hexa verschuiver-ingangverzamelleiding 469 geleverd aan de hexaverschuiver 470. De hexaverschuiver 470 ontvangt een tweede ingang van de hexa verschuivercode-ingangsverzamelleiding 403 (van fig. 4). Een andere uitgang van het werkregister 468 wordt verschaft op de verzamelleiding 472d en verschaft de werkregister bits 8 - 15, de ingangen naar de MEMIN- en MEMOUT-stuurketens 472 en 473.

Tenslotte wordt de uitgang van de hexa verschuiver 470 op de hexa verschuiver uitgangsverzamelleiding 471, die is teruggekoppeld

7908893

in het werkregister 468, geleid. De schakeling volgens fig. 3, 4 en 5, die de decodeer-ROM's omvat, verder de adresregisters, de adreskiezers, de microprogrammavolgordeschakelingen, de aftakregel ROM's, de multiplexeerorganen, de regelopslag ROM's, de ALU's, de ROM opzoekta-
5 bellen, de hexaverschuivercodeerschakelingen, het microprocessor-
blok en andere registers en verschuivers, zijn alle genormaliseerde elektronische, geïntegreerde ketenonderdelen, die op de open markt beschikbaar zijn.

Voorafgaande aan het gedetailleerd beschrijven van de werking
10 van de zwevende-komma-eenheid, kan het nuttig zijn eerst een bespre-
king te verschaffen van de fig. 6 - 10, die bepaalde kenmerken van de
uitvinding verduidelijken. Dienovereenkomstig wordt thans de gegevens-
verzamelleiding-uitgangsformatie verschaft van de microprogramma-
gegevensverzamelleiding 420, zoals weergegeven in fig. 6. Deze uit-
15 gangsformatie bestaat uit negentien regelsignaalgroepen, waarvan de
eerste bestaat uit het invoeren van een mantisse, welke groep één daarmee
samenhangend bit heeft, dat het in het microprocessorblok 457 voe-
ren bepaalt van de mantisse. De mantisse ALU-werking heeft drie bits,
die de ALU-werking regelen in het microprocessorblok 457. De mantisse
20 ALU-bron heeft drie bits en regelt de ALU-bron voor het microproces-
sorblok 457. Vervolgens maakt de mantisse ALU-bestemming gebruik van
drie bits voor het regelen van de bestemmingsaccumulator in het micro-
processorblok 457. De mantisse-adresbron maakt gebruik van drie bits
voor het regelen van de bronaccumulator in het microprocessorblok
25 457. De exponentadresbron omvat drie bits, die de adresbron regelen in
het exponent/tekenopslagblok 439 (fig. 4). Het FPAC-kiesregister ge-
bruikt twaalf bits als de gemicro-geprogrammeerde bron en het be-
stemmingsadres, verkregen van de microcode. Vervolgens omvat de expo-
nent ALU-werking, drie bits voor het regelen van de ALU in het expo-
30 nent ALU-blok 448 (fig. 4). Vervolgens omvat het tekenregelveld twee
bits, die het tekenregelblok 441 regelen. Het exponentregisterregel-
veld omvat vier bits voor het regelen van het exponent/tekenopslag-
blok 439. Het klokkiesveld omvat twee bits, die de zwevende-komma-
klokken regelen. Vervolgens omvat het toestandveld een bit, dat ver-
35 antwoordelijk is voor het volgende: het regelt de bezettoestand van

7908333

de zwevende-komma, het laat de IR-stroombron- en bestemmingsbits, bestaande uit de IR-bits 1 - 4, en het maakt het aanzetadresregister vrij gedurende het halen van het aanzetadres. Vervolgens is het zuivere micro-adreskiesveld een veld, bestaande uit vier bits, en gebruikt voor het kiezen van de bits MS0-3 indien de toetsomstandigheid zuiver is. In tegenstelling is het valse micro-adreskiesveld een veld, bestaande uit vier bits en gebruikt voor het kiezen van het valse adres en verder gebruikt voor het opwekken van verschillende constanten, gebruikt door het exponent MUX-blok 445 (fig. 4). Het werkregisterregelveld omvat twee bits, en regelt het werkregister voor het naar links of naar rechts schuiven, voor het aanhouden of voor het parallel laden. Vervolgens is het toetsomstandigheidskiesveld een veld, dat drie bits omvat, die de toetsomstandigheid kiezen, die op dat moment wordt ondervraagd in het blok 430 (fig. 3). Het letterlijk veld omvat negen bits, en regelt de aftakadres- of de verschillende decodeer ROM's, die op hun beurt een willekeurige regeling verschaffen door de gehele FPU. Vervolgens omvat het willekeurige veld zes bits, die een willekeurige regeling verschaffen, die door de gehele FPU moet worden gedecodeerd, en verder de decodeerorganen voor de willekeurige regeling openen. Tenslotte omvat het toestandsregelveld vier bits, waarbij het de residuele toestanden door de gehele FPU regelt.

Onder het voor dit moment voorbijgaan aan de bespreking van fig. 7, wordt vervolgens verwezen naar fig. 8. Fig. 8 toont een zwevende-komma-woord, waarbij de blokken 800, 801, 802 en 803 woorden zijn, vervat in het hoofdgeheugen 313 (fig. 1A). Het blok 804 is het hoofdgedeelte van het zwevende-komma-woord, vervat in de zwevende-komma-eenheid, en komt overeen met de woorden 800-803, zoals weergegeven. De pijlen, die de verschillende blokken verbinden, geven de wijze weer, waarop woorden in het geheugen worden overgebracht naar de passende FPAC voor gebruik door de zwevende-komma-processor bij het uitvoeren van de verschillende berekeningen ervan. Extra bits 64-67, aangeduid met 805 in fig. 8, vertegenwoordigen vier bits, gebruikt als een beveiligingscijfer. In beginsel zijn deze extra ruimten beschikbaar, indien het zwevende-komma-woord extra ruimte zou behoeven voor het manipuleren, waardoor aanvullende nauwkeurigheid of

7908893

precisie niet verloren gaat voor een 4-bits verschuiving naar rechts. De hoge orde bits van het blok 800 worden bij het overbrengen naar de zwevende-komma-eenheid, opgenomen in de registeropslag 410S van het exponent- en tekengedeelte (fig. 2A), in de voor een gebruiker toegankelijke groep registers. Deze bits worden vervat in de bestemmings-accumulator, gekozen door de IR-bits 3 en 4. De lage orde-bit van het woord 800 en de woorden 801, 802 en 803, worden opgeslagen in het mantisseblok 408A (fig. 2A), en opgenomen in een van de FPAC-register, aangegeven als voor een gebruiker toegankelijke registers voor algemene doeleinden. Samenvattend toont fig. 8 vier woorden 800 - 803, opgeslagen in het hoofdgeheugen, welke woorden samen in een van de FPAC's worden gebracht in fig. 2A op een bepaalde wijze, zodat het woord 800 wordt gebruikt als het teken plus de exponent plus de hoge orde bit van de mantisse en de andere drie woorden in de FPAC worden geplaatst op de plaatsen, die overeenkomen met aanvullende mantisse-informatie, en het veiligheidscijfer 805 en de bits van de exponent en de mantisse 68 bits lang zijn in totaal, en alle zijn vervat in een van de modulen van de FPAC-opslag 408A of 410A.

Onder verwijzing naar fig. 9 wordt vervolgens een bespreking gegeven van de "64 overschrijdingsnotatie". Zoals bekend is op dit gebied, zijn de mantisse van een zwevende-komma-processor fractionele waarden, waarbij de met de mantisse samenhangende exponentpositief of negatief is, afhankelijk van het groter of kleiner dan nul geacht worden te zijn van het zwevende-komma-woord (de mantisse en de exponent samen). Op deze wijze kunnen grote en kleine getallen doeltreffend worden uitgedrukt. Onder verwijzing naar fig. 9, waarbij het van de mantisse bekend is, dat deze 64 binaire bits kan gebruiken (in 16 hexa cijfers), is het maximum getal bijvoorbeeld een mantisse van alle enen maal 16^{63} , waarbij daarentegen het kleinste uit te drukken getal alle nullen in de mantisse is, met uitzondering van de laatste plaats, die een één maal 16^{-64} bevat. Teneinde echter nauwkeurig het getal te kenmerken, is de positieve of negatieve aard, het teken, van de exponent essentieel. Voor het handhaven van informatie met betrekking tot het teken van de exponent, zouden plaatsen ondoeltreffend worden gebruikt. Het 64 overschrijdingsnotatieschema wordt gebruikt voor het uitsparen

7908893

van de behoefte van het door de berekeningen mee moeten dragen van het teken van de exponent. In beginsel wordt de waarde 64 opgeteld bij de absolute waarde in de exponent, en als volgt geïnterpreteerd. Indien, onder verwijzing naar fig. 9, de exponent de waarde 64 bevat, wordt dit geïnterpreteerd als zijnde een nul. Indien de exponent de waarde 127 bevat, wordt dit geïnterpreteerd als 63. Indien de exponent een nul bevat, wordt dit geïnterpreteerd als -64. Zoals weergegeven in fig. 9, zijn negatieve exponenten, waarden, die groter zijn dan of gelijk aan nul of kleiner dan 64. Positieve exponenten zijn 64 - 127.

Onder het vervolgens verwijzen naar fig. 10, is een genormaliseerd en niet-genormaliseerd zwevende-komma-woord weergegeven. In het niet-genormaliseerde woord, is de exponent gelijk aan 71 - 64 of gelijk aan 7. De drie enen, rechts van het exponentwoord zijn gelijk aan 7, waarbij de één in de op één na verste linker stand gelijk is aan 64 onder gebruikmaking van gebruikelijke binaire omzettingstechnieken. In tegenstelling daarmee is in het genoemde woord de exponent gelijk aan 68 min 64 of 4. De bedoeling van de fig. 10 is echter niet om in het bijzonder de exponentwaarden te belichten, maar het verschil tussen een genormaliseerd en niet-genormaliseerd woord als volgt uiteen te zetten.

Normalisering wordt gebruikt voor het verhogen van de precisie van een zwevende-komma-getal, aanwezig in een beperkt aantal hexa cijfers (elke groep 4 binaire bits, zoals weergegeven, is één enkel hexa cijfer) in de zwevende-komma-eenheid. In fig. 10 is een niet-genormaliseerd getal, weergegeven door $3/65.536$ maal 16^7 in eerste instantie geladen in de FPAC 408A of 410A. Het wordt onderzocht op voorlopende hexa nullen, waarbij in dit geval wordt vastgesteld, dat er drie aanwezig zijn. Er zijn, met andere woorden, twaalf nullen die samenhangen met de eerste drie hexa cijfers, plus nog eens twee nullen, voordat het eerste niet nul zijnde binaire cijfer optreedt, hetgeen gelijk kan worden geacht aan $1/2^{15}$ plus $1/2^{16}$ of $2/2^{16}$ en $1/2^{16}$ of $3/2^{16}$, waarbij 2^{16} gelijk is aan 65.536. Normalisering vindt plaats wanneer het voorste hexa cijfer een waarde heeft ongelijk aan nul, zoals in fig. 10 weergegeven met "genormaliseerd". Omdat het eerste niet nul zijnde hexa cijfer drie plaatsen naar links wordt bewogen, wordt de ex-

7908893

ponent verminderd met een waarde van drie, zodat de exponent dan gelijk is aan $68 - 64$ gelijk aan 4. De mantisse is dan tevens gelijk aan $1/2^3$ en $1/2^4$, hetgeen gelijk is aan $3/16$. Het belangrijke punt is, dat $3/16$ maal 16^4 , hetgeen de waarde van het genormaliseerde getal, nauwkeurig gelijk is aan $3/65.536$ maal 16^7 , hetgeen door eenvoudige rekenkunde kan worden nagegaan.

Normalisering wordt bepaald als het hoge-orde hexa cijfer, dat een niet aan nul gelijk zijnd getal bevat, of het normaliseren is met andere woorden de toestand, waarbij althans één bit, dat een niet aan nul gelijk zijnd gelijk bit is, is vervat in het belangrijkste hexa cijfer. Het doel van het normaliseren is het vergroten van het vermogen van de mantisse in de FPAC voor het aannemen van grotere nauwkeurigheid, doordat het vermogen weer bits kan aannemen.

Voor de werking wordt verwezen naar de fig. 3, 4, en 7 samen voor het best beschrijven van de werking van de FPU. Het is duidelijk, dat de FPU een groot aantal werkingen kan uitvoeren en in feite meer dan zestig van dergelijke werkingen kan uitvoeren, zoals het optellen, het aftrekken, het vermenigvuldigen, het delen, het drukken en het springen. Ten behoeve van het verduidelijken van de FPU-werking, worden deze zes werkingen gedetailleerd beschreven onder toepassing van gebruikelijke verwijzingscijfers in de tekening, direkt na de volgende definitie van een aantal uitdrukkingen :

TRAP - Een zwevende-komma-val is een signaal, dat een zwevende-komma-fouttoestand aangeeft, welke toestand bijvoorbeeld het gevolg kan zijn van het trachten te hanteren van onhanteerbare gegevens door de zwevende-komma-eenheid, bijvoorbeeld het delen door nul, enz.,

PUSH FLOATING POINT STATE - Dit is een instructie, die de op dat moment aanwezige inhoud van de zwevende-komma-eenheid op een 18-woord blok bewaart in een bepaald gereserveerd gedeelte van het hoofdgeheugen, dat soms wordt aangeduid als de gebruikerstapel,

POP FLOATING POINT STATE - Dit is een instructie, die het mogelijk maakt het hiervoor genoemde 18-woord blok weer vanuit de gebruikerstapel terug te krijgen in de zwevende-komma-eenheid, en

VECTOR - De uitdrukking vector is soortgelijk aan de uitdruk-

king adres, waarbij vector echter een aanvullende kwaliteit of afmeting heeft, doordat vector een bepaalde microcodeplaats adresseert, terwijl een adres slechts gewoonlijk betrekking heeft op het opnemen van de opvolgende plaats in een reeks microcode-adressen.

5 Bij wijze van voorbeeld zijn vijf mogelijke werktoestanden van de zwevende-komma-eenheid, welke toestanden de wijze, waarop de logische schakelingen werkzaam zijn op de ingangsinstructie, beïnvloeden :

10 (1) De FPU niet bezet door een voorgaande instructie, en de FPU-instructie ontvangen, TRAP niet ingesteld,

(2) FPU niet bezet door voorgaande instructie, en FPU-instructie ontvangen, TRAP ingesteld,

(3) FPU bezet met het verwerken van de voorgaande instructie en een andere FPU-instructie ontvangen, TRAP niet ingesteld,

15 (4) FPU bezet met het verwerken van een voorgaande instructie en een andere FPU-instructie ontvangen, TRAP ingesteld, en

(5) Opslag FPAC-instructie, TRAP niet ingesteld.

20 Bij de toestand nummer 1, wordt het optellen/afrekken besproken, bij de toestand nummer 2, wordt het drukken van de zwevende-komma besproken, waarbij in verband met de toestand nummer 3 het vermenigvuldigen/delen wordt verduidelijkt, voor de toestand nummer 4 het zwevende-komma-springen wordt verduidelijkt, en voor de toestand nummer 5, waarbij de FPU bezet is met het verwerken van een voorgaande instructie, een opslag FPU-instructie wordt besproken.

25 Onder het verwijzen, zoals hiervoor opgemerkt, naar de fig. 3 - 5 en 7, wordt voor de toestand nummer 1 aangenomen, dat een computer-instructie een zwevende-komma-instructie bevat naar de eerste laad FPAC nul (fig. 5, 457 en fig. 4, 439, waarbij de FPAC's van fig. 2A zich in deze blokken bevinden). Voor het eerste operand getal, bijvoorbeeld $1/16$ maal 10^5 , is het eerste bit het tekenbit van de operand, waarbij het tweede bit het teken is van de exponent, welke
30 voor dit voorbeeld beide positief zijn. Zij worden echter respectievelijk aangeduid door nul en één. Voor dit voorbeeld wordt de instructie ontvangen over de instructieverzamelleiding 400, en gedecodeerd met
35 de aanzetadresdecodeer ROM 412. Het resultaat van dit decoderen wordt

7908893

geladen in het aanzetadresregister 413, en via de aanzetadresverzamel-
leiding 414 en de selector 415 op de regelopslagadresverzamelleiding
418. Dit is een aanzetadres of vector, die wordt verschaft aan de regel-
opslag ROM's 419, die op hun beurt passende regelsignalen leveren, die
5 nodig zijn voor het laden van vier operanden vanaf het hoofdgeheugen
in de zwevende-komma-eenheid (hierna wordt meer gezegd over dit laden
in verband met het te volgen stuurschema 14). De operanden in dit geval
zijn aanwezig op de MEMIN-verzamelleiding 320, en worden geleid door
de FPU MEM-verzamelleiding MUX 474 en via de verzamelleiding 474A, de
10 MUX 463 en de verzamelleiding 467 naar het werkregister 468.

In fig. 7 is het werkregister 468 weergegeven in een stapel-
gedaante, die de werking daarvan duidelijker toont. Onder verwijzing
naar fig. 7, worden de gegevens op de verzamelleiding 467 geladen in de
bits 48-63 van het werkregister. Het tweede woord van het vier-woord
15 blok wordt geleid door dezelfde gegevensbanen als hiervoor beschreven,
en geladen in fig. 48 - 63 van het werkregister, waarbij het eerste
woord wordt geleid door de verzamelleiding 404d en de MUX 462 naar de
verzamelleiding 466, waar het wordt geladen in het werkregister 468b.
Dan wordt het derde woord, dat weer wordt geleid door de genoemde ge-
20 gegevensbanen, geladen in het werkregisterblok 468a, waarna het tweede
woord wordt geleid in het werkregister 468b en geladen, en het eerste
woord dan verblijft in het werkregister 468c. Tenslotte verschijnt
het vierde woord, het laatste woord, op de verzamelleiding 467, ge-
laden in het werkregister 468a, waarbij het derde woord dan ver-
25 blijft in het werkregister 468b, het tweede woord in het werkregister
468c en de hoge-orde bits van het eerste woord in het werkregister
439b en de lage-orde bits in het werkregister 468d (ter verduidelij-
kan worden terugverwezen naar fig. 8 voor een beschrijving van de vier
operanden in het hoofdgeheugen en het daaruit voortvloeiende zwevende-
30 komma-woord). Deze beschrijving voltooit het beschrijven van het laden
van het werkregister voor een laadinstructie. Op dit moment worden
gegevens in het werkregister opgeslagen in de bepaalde FPAC in het blok
457 volgens fig. 5, en in de bepaalde FPAC in het blok 439 volgens fig.
4. Het mantisse-gedeelte wordt opgeslagen in 457, waarbij het exponent/
35 tekengedeelte wordt opgeslagen in 439. Deze beschrijving omvat het

7908893

laden van één operand voor het optellen.

Teneinde het de zwevende-komma-eenheid mogelijk te maken het optellen uit te voeren, is natuurlijk het laden van de tweede operand nodig, waarbij echter, omdat het laden van de tweede operand vrijwel
5 gelijk is aan het laden van de eerste, hiervoor beschreven, voor het bekorten van de beschrijving van de werking wordt aangenomen, dat de tweede operand in zijn betrokken FPAC's, naar behoefte is geladen. Bij wijze van voorbeeld wordt de tweede operand gekozen gelijk aan die, weergegeven in fig. 10, genormaliseerd, $3/16$ maal 16^4 .

10 Nadat de twee operanden dus zijn geladen, heeft de volgende beschrijving betrekking op het optellen van de twee operanden in de zwevende-komma-eenheid. Het zwevende-komma-optellen bestaat uit een exponent vergelijking en een mantisse-optelling. Exponenten van de twee operanden worden vergeleken door het uitvoeren van het aftrekken
15 daarvan in het exponent ALU-blok 448. Het resultaat van deze vergelijking wordt verschaft op de verzamelleiding 449, die de in de ROM 450 vervatte opzoektabel voor de absolute waarde adresseert. De ROM 450 verschaft een hexa verschuivercode-uitgang, die door de verzamelleiding 403 wordt geleid naar de hexa verschuiver 470. Bij dit voorbeeld is
20 de hexa verschuivercode gelijk aan één, waardoor de inhoud van het werkregister één hexa cijfer naar rechts wordt verschoven. De ene hexa cijferverschuiving is het gevolg van een verschil van één in de exponenten tussen de twee operanden. Deze verschoven waarde wordt opgeteld bij de bestemmingsmantisse, die zich bevindt in het microprocessor-
25 blok 457, welk opgetelde resultaat wordt geschreven in de bestemmings-accumulator-mantisse, die zich eveneens in het blok 457 bevindt (het blok 457 is bij de voorkeursuitvoeringsvorm een in de handel verkrijgbaar onderdeel).

Op dit moment, tijdens de werking, wordt een toets uitgevoerd door de toets MUX 430 (fig. 3). Indien een overloop het gevolg is van het optellen van de twee operanden, moet normalisering plaats vinden. Bij dit voorbeeld echter vond geen overlopen plaats, zodat dus de mantisse en exponent van het resultaat juist zijn.

Bij deze voorkeursuitvoeringsvorm wordt exponentvergelijking
35 tot stand gebracht door de N-weg aftak ROM's 442. Twee operanden worden

7908893

verschafft aan het exponent ALU-blok 448, en afgetrokken. Het resultaat van het aftrekken produceert vijf toestand veranderlijken : ECO (buiten bereik), ECO (exponentuitvoering), EZ (exponent nul), de middelenbron en de bestemmingsaccumulatoren zijn gelijk, SGNR (teken van het resultaat) vergelijkt tekens van de bron en bestemmingsaccumulatoren, en AOS (optellen of aftrekken), de betrokken uitgevoerde kringloop is een optel- of aftrekkkringloop.

Deze residuele toestandveranderlijken worden verschafft aan de N-weg aftak ROM 442 voor optellen en aftrekken met als resultaat een adres, dat via de microprogramma-adresselector 415 wordt verschafft aan de regelopslagadresverzamelleiding 418. De N-weg-aftakadres ROM's 422 verminderen doeltreffend de voorgaande vergelijkingswerkingen tot één kringloop.

Bij dit bepaalde voorbeeld, zijn de exponenten niet gelijk, waarbij de exponent van de bestemmingsaccumulator groter is dan die van de bronaccumulator. Dit heeft de noodzaak tot gevolg van het in lijn brengen van de exponentbron-mantisse. Deze mantisse is vooraf geladen in het mantisse-werkregister, zoals gezegd. Het resultaat van deze vergelijking wordt onderzocht door de absolute waarde van de opzoektabel ROM 450, hetgeen resulteert in een hexa verschuivercode. Bij dit voorbeeld is de hexa verschuivercode gelijk aan 1, waarbij het mantisse-woord in het werkregister 468 één hexa cijfer naar rechts wordt verschoven, en bits rechts uit het werkregister worden verschoven en geladen in het beveiligingscijfervermogen van het werkregister, fig. 7. Nadat deze verschuiving is opgetreden, worden de mantisses van de twee operanden in lijn gebracht, waarna zij klaar zijn voor optellen. Omdat bij dit voorbeeld de tekens gelijk zijn, worden de mantisses feitelijk opgeteld. Optellen vindt plaats in het microprocessorblok 457. De bronoperand, die zich bevindt op de verzamelleiding 404, verschafft aan één ingang van het blok 57, wordt opgeteld bij de bestemmingsoperand, die zich in het blok 457 bevindt. Het resultaat van dit optellen wordt inwendig onderzocht op mantisse-overloop. In dit geval vindt geen mantisse-overloop plaats, waarbij het resultaat van dit optellen in de bestemmings-mantisse FPAC wordt geplaatst in het blok 457. De bestemmingsexponent is de exponent van het antwoord, welke

7908893

exponent in de bestemmingsexponentschakeling wordt geschreven, die zich in het exponent/tekenopslagblok 439 in fig. 4 bevindt (dit blok is in de handel verkrijgbaar). Het teken in de bestemmingsaccumulatoren is ook het teken van het antwoord, dat eveneens in de bestemmings FPAC wordt geschreven in het blok 439. Bron- en bestemmings FPAC-adressen worden verkregen van de IR-bits 1 - 4. Deze gaan door de logische kiesketen 429 van de FPAC (fig. 3), de kiesverzamelleiding 435 van de FPAC en worden als adressen verschaft aan de exponent en mantisse-blokken 439 en 457. Deze bits bepalen de bron en bestemmingsaccumulatoren, die zijn besproken bij de hiervoor gaande beschrijving van de werking van het optellen. Het hiervoor gaande voltooit de bespreking van de werking van het optellen in de FPU.

Voor de toestand nummer 2 wordt dezelfde instructie onderzocht op de toestand, waarbij een zwevende-komma-TRAP is ingesteld door een voorgaande instructie. Bij het ontvangen van een instructie voor het optellen, brengt de zwevende-komma-eenheid via de aanzet-adresdecodeer ROM 412 en het aanzetadresregister 413 naar een even plaats in de microcode, vervat in het regelopslag ROM's blok 419 (gebruikelijke adressen, die uitvoerbaar zijn, bevatten een oneven adres, waarbij even adressen het gevolg zijn van het feit, dat TRAP is ingesteld door een voorgaande instructie). Indien de TRAP is ingesteld, wordt de op dat moment aanwezige instructie niet uitgevoerd en de TRAP in werking gesteld, bewaakt door de CPU, die de juiste maatregelen neemt voor het vaststellen van de oorzaak van de TRAP en eventueel aan te brengen noodzakelijke correcties. Het aanzetadresregister wordt "ontdaan" van het aanzetadres, en overgeschreven met het rustadres. De zwevende-komma-eenheid sluit dan op dit rustadres in afwachting van een nieuwe zwevende-komma-instructie. Het sluiten bestaat uit een aanzetadres, dat alleen enen bevat. Dit adres wordt op de aanzetadresverzamelleiding 413 geplaatst, waarbij de microprogramma-adresselector 415 de aanzetadresverzamelleiding kiest, die op zijn beurt het adres op de regelopslagadresverzamelleiding 14 plaatst. Dit heeft een uitgang tot gevolg van de regelopslag ROM's 419, die doeltreffende NOOP (geen werking) instructies doen bij het sluiten op het aanzetadresverzamelleidingadres.

7908893

De FPU sluit met andere woorden als een constant adres, dat is vervat in het aanzetadresregister 413. In dit bepaalde geval is het aanzetadres, wanneer het een rustadres is, alleen enen. Dit beschrijft de toestand, waarbij de FPU werkzaam is bij het trachten op te tellen, wanneer de val is ingesteld door een voorgaande instructie, waarbij het optellen niet wordt voltooid, maar waarbij de FPU de instructie negeert en sluit in afwachting van een nieuwe instructie.

Zoals reeds opgemerkt, wordt ter vergelijking van de exponenten voor de optel- of aftrek-instructie tot stand gebracht in de N-weg aftak ROM's 422. Dit vergelijken bestaat uit een tekenvergelijken, een buitenbereiktoestand, teken van het resultaat van de vergelijking, en of deze twee operanden gelijk zijn. Deze vier toestanden worden verschaft aan het N-weg aftakregel ROM's 422, en het resultaat in één van acht vectoren aan de juiste microcodewerkingen voor dit bepaalde stel operanden.

Voor de toestand nummer 3, wordt het vermenigvuldigen beschouwd. Bij dit voorbeeld wordt gebruik gemaakt van dezelfde verduidelijkende operanden als gebruikt in de voorgaande bespreking, waarbij verder wordt aangenomen, dat deze operanden op hiervoor beschreven wijze worden geladen. De zwevende-komma-eenheid is bezig met het verwerken van een voorgaande instructie, waarbij een andere zwevende-komma-instructie wordt ontvangen. De nieuwe zwevende-komma-instructie bevindt zich op de instructieverzamelleiding 400 en wordt geladen in het zwevende-komma-instructieregisterblok 411. Deze instructie wordt op zijn beurt gezonden naar de aanzetadresdecodeer ROM 412, waarbij de daaruit voortvloeiende aanzetadresvector wordt geladen in het aanzetadresregister 413. Omdat de microcode niet aanspreekt op de aanzetadresverzamelleiding, wordt het aanzetadres vastgehouden totdat het nodig is. Bij het zenden van een nieuwe zwevende-komma-instructie, wordt de zwevende-komma-eenheid ondervraagd voor een zwevende-komma-bezetsignaal. In dit bepaalde geval, is de FPU bezet, waarbij het zwevende-komma-bezetsignaal wordt gezonden naar de CPU, waardoor het door de CPU uitvoeren van een verdere code wordt stilgezet. Wanneer de FPU een voorgaande instructie beëindigt, maakt deze het bezet zijn

70 - 2003

vrij, waardoor de CPU verder code kan uitvoeren. De FPU spreekt dan aan op signalen op de aanzetadresverzamelleiding 414, en begint onmiddellijk de dan aanwezige instructie te verwerken, die vooraf in het aanzetadresregister 413 was geladen. Het aanzetadres wordt via de aanzetadresverzamelleiding 414 geleid door het microprogramma selector-blok 415 naar de regelopslagadresverzamelleiding 418. Bij een adres in de regelopslag ROM's 419, verschaft het de juiste uitgangsregelvolg-orde aan de pijplijnregisters 401 en 405.

Voor deze vermenigvuldiginstructie, die wordt beschouwd, wordt de dan aanwezige werking van de exponent/tekenmantisse uitgevoerd. De exponenten worden opgeteld en de tekens vergeleken, waarbij tegelijkertijd de mantisses worden vermenigvuldigd. Voor exponent-optelling worden, onder verwijzing naar fig. 4, de exponent/tekenopslag 439, de exponentbron en bestemmingswaarden opgeteld en geschreven in de exponentbestemmingsaccumulator. De exponentbron en bestemming worden opgeteld door de exponentbestemmingsverzamelleiding 443, de exponentbronverzamelleiding 444, gericht door de exponentmultiplexeerketen 445 en de exponent MUX-verzamelleiding 447 naar de exponent ALU 448. Het resultaat van deze rekenkundige manipulering wordt geplaatst op de exponentwerkingverzamelleiding 449, die wordt geleid door de exponentgegevensselector MUX 437 naar de exponent/tekengegevensverzamelleiding 438, en geschreven in de exponentbestemmingsaccumulator in het blok 439.

De volgende werking, die moet worden uitgevoerd aan de exponenten, bestaat uit het aftrekken van de 64-overschrijding, die het gevolg was van het optellen van twee componenten, die elk een 64-overschrijding bevatte. Dit wordt tot stand gebracht door het plaatsen van 64 op de constante verzamelleiding 446, waarna het wordt geleid door de exponent MUX 445 naar de exponent MUX-verzamelleiding 447. Dit verschaft een van de ingangen naar de exponent ALU 448, in samenhang met de andere ingang, zoals reeds beschreven, die aankomt via de exponentbestemmingsverzamelleiding 443. Deze twee exponentoperanden worden afgetrokken in de exponent ALU 448 met als resultaat een gecorrigeerde exponent in de 64-overschrijdingsnotatie. Dit resultaat wordt via de exponentverzamelleiding 449 geleid door de exponentgegevensselector MUX

7908893

437 naar de exponent/tekengegevensverzamelleiding 438 en geschreven in de exponentbestemmingsaccumulator in het blok 439. Dit voltooit de bespreking of beschrijving van de werking aan de twee exponentoperanden voor een vermenigvuldigvoorbeeld.

5 Voor de mantisses, die zijn vervat in het blok 457 volgens fig. 5, wordt het partiële product in eerste instantie ingesteld op nul, waarna de partiële productvermenigvuldiger en de vermenigvuldiger, vervat in het blok 457, op een gebruikelijke binaire wijze worden vermenigvuldigd met het eindresultaat, opgeslagen in het werkregister 10 468 via de mantisse-werkingverzamelleiding 459, en geleid door de werkregistreringangsmultiplexeerorganen 460 - 463. Dit product is dan vervat in het werkregister, en wordt onderzocht via de N-weg aftakregel ROM's volgens fig. 3, het blok 422 voor een voorste hexa nul cijfer, nul of genormaliseerde mantisse-omstandigheden. Aannemende, dat het 15 product niet nul is, en geen normalisering behoeft, hetgeen het geval zou zijn voor de hiervoor besproken operanden, is het resultaat in deze vorm juist, waarbij het wordt opgeslagen in het blok 457, de microprocessor volgens fig. 5. Op dit moment van de werking, zijn de twee zwevende-komma-getallen met elkaar vermenigvuldigd, waarbij de expo- 20 nent en tekenresultanten daarvan zijn vervat in het exponent- en tekenopslagblok 439, en de aangegeven exponentbestemming en het mantisse-gedeelte van het product zijn vervat in het microprocessorblok 457 in fig. 5. Dit voltooit de onderhavige beschrijving van de werking van de FPU overeenkomstig de toestand 3.

25 In de toestand nummer 4 is de FPU bezig met het verwerken van een voorgaande instructie, waarbij een andere FPU-instructie wordt ontvangen. Deze FPU-instructie is voor het verduidelijken van een zwevende-komma-springinstructie. Ook is de TRAP ingesteld door de voorgaande instructie, die voor het verduidelijken was van een vermenigvuldiginstructie. Ter verduidelijking wordt aangenomen, dat de voor- 30 gaande instructie een fout tot gevolg had teneinde het daaruit voortvloeiende instellen van de TRAP mogelijk te maken.

35 De zwevende-komma-springinstructie negeert het feit, dat de TRAP is ingesteld, en voltooit de springinstructie, hetgeen het vullen tot gevolg heeft van de zwevende-komma-accumulatoren en het zwevende-komma-geheel. Dit is de toestand 5. De FPU is nu bezig met het

7908893

vende-komma-toestandregister met 18-bits woorden, die zich bevinden in een bepaald gedeelte van het hoofdgeheugen, welk gedeelte is gereserveerd voor deze zwevende-komma-toestand. Deze werking wordt voltooid ongeacht de toestand van de TRAP, waarbij de zwevende-komma-accumulators en alle zwevende-komma-toestanden worden bijgewerkt onder weergeving van de zwevende-komma-springinstructies. De werking van de FPU overeenkomstig een springinstructie is gelijk aan het uitvoeren van vier opeenvolgende ladingen, hetgeen gedetailleerd hiervoor is besproken onder de toestand nummer 1, waarbij het laden van zwevende-komma-instructies aan de orde was.

De toestand nummer 5 is een opslag FPUC-instructie, waarbij de TRAP niet is ingesteld. De FPU is bezig met het verwerken van een voorgaande instructie, waarbij de FPU-instructie, die wordt ontvangen, een opslag FPAC is. Bij het zenden van de opslag FPAC-instructie, be-
waakt de CPU de zwevende-komma-bezettoestand, waarbij deze bezet blijkt te zijn. Een verder verwerken van CPU-instructies wordt uitgesteld, totdat de zwevende-komma-eenheid, de voorgaande instructie beëindigt. Dit bewaken vindt plaats aan de CPU/FPU-koppelregeling volgens fig. 2A. Bij het voltooiën van de voorgaande instructie, wordt de zwevende-komma-opslaginstructie als volgt uitgevoerd.

De FPAC-mantisse wordt via de mantisse-werkingverzamelleiding 459, die zoals hiervoor beschreven wordt geleid via de werkregistreringangsmultiplexeerorganen 460-463, geladen in het werkregister. Het exponent- en tekengedeelte wordt geladen in het exponentbronwerkregister, dat zich in het blok 439 bevindt. De uitgang van deze registers is verbonden door de exponentbronverzamelleiding 474b met de MEMIN-verzamelleidingstuurketen 472 en 473 met de MEMIN-verzamelleiding 320. Deze uitgangen worden op de juiste momenten geopend, geregeld door signalen, ontvangen van de CPU/FPU-koppelregeling. Deze zelfde verzamelleidingen gaan ook naar de MEMOUT-stuurketens, waarbij, indien juist, de MEMOUT-verzamelleiding wordt geactiveerd door de MEMOUT-verzamelleidingstuurketens, die zich in het blok 473 volgens fig. 5 bevinden. Signalen, verschaft aan de MEMIN-verzamelleiding 320, worden in het geheugen geschreven, waarbij een signaal, verschaft aan de MEMOUT-verzamelleiding 318, wordt ontvangen door de CPU (signalen,

7908893

verkregen via de MEMIN-verzamelleidingstuurketen 472, die worden geplaatst op de MEMIN-verzamelleiding 320 worden met andere woorden geleid naar het hoofdgeheugen 311 van fig. 1A, waarbij ingangen naar de MEMOUT-stuurketen 473 via de MEMOUT-verzamelleiding 318, weergegeven in fig. 1A, worden geleid en opgeslagen in de CPU 314).

Deze communicatie tussen de FPU en de CPU in het geheugen is de communicatie, die het mogelijk maakt om het door de FPU gedane werk nuttig te gebruiken door andere gedeelten van het stelsel voor het verwerken van gegevens. Hoewel niet met zekerheid de verhouding kan worden gesteld van de inwendige FPU-werkingen tot deze opslag FPAC-instructie, is het voldoende te zeggen, dat de opslag FPAC-instructie niet de gebruikelijke, door de FPU uitgevoerde instructie is. Dit voltooit de onderhavige beschrijving van de werking van de FPU overeenkomstig de toestand nummer 5.

Een laatste van belang zijnde werking, die niet noodzakelijkerwijze verband houdt met gebruikelijke manipuleringen, uitgevoerd door de FPU, wordt thans besproken, en bestaat uit de kieswerking van de bron-en bestemmingsaccumulatoren. Het van belang zijnde gebied bij deze bespreking bevindt zich in het onderste gedeelte van fig. 3. De bron- en bestemmingsaccumulatoren, die zich bevinden in het register 428, worden voorzien van IR-bits 1 - 4 op de verzamelleiding 433. De logische FPAC-adreskiesteken kiest tussen de bron en bestemmingsaccumulatoren, gespecificeerd door een 4-bitsveld, dat zich bevindt in de IR of een 4-bits veld, dat zich bevindt in de microcode of in de regelopslag ROM's 419. Onder het terugverwijzen naar het hiervoor genoemde geval van vermenigvuldigen, kiest bij wijze van voorbeeld de logische kiesketen bij het vermenigvuldigvoorbeeld, de IR-bits 1-4, die op de FPAC-kiesverzamelleiding worden geplaatst en geleid naar de pijplijnregisters 401 en 405. Deze IR-bits worden geleid naar de exponent/mantisse-bron en bestemmingsadresverzamelleiding 440, fig. 4, en in het exponent- en tekenopslagblok 439. Het aanspreken op deze bron- en bestemmingsadressen specificeert de van belang zijnde FPAC's voor de bepaalde beschreven werking. De FPAC-mantisse is vervat in het blok 457, fig. 5, waarbij de FPAC-exponent en het teken zich bevinden in het blok 439, fig. 4. Dit voltooit de onderhavige beschrijving van de

7908393

werking van de FPU overeenkomstig de toestand van het kiezen van het FPAC-adres.

Een gedetailleerde, schematische schakeling van het werkregister is weergegeven in fig. 11. Zoals is te zien worden standaardgeïntegreerde ketens van de vier-bits-soort voor de schuifregisters toegepast. In fig. 11 is de uitvoering van de schuifregisters geformeerd in drie kolommen van vijf rijen. Het schuifregister in de laatste rij van de eerste kolom is bestemd voor het onmiddellijk voorafgaan aan het schuifregister van de eerste rij van de tweede kolom, zoals aangeduid door de pijlen A, waarbij op soortgelijke wijze het schuifregister in de laatste rij van de tweede kolom is bestemd direct voorafgegaan door het schuifregister van de eerste rij in de derde kolom, zoals aangeduid door de pijlen B. Signaalgangen en uitgangen van het werkregister zijn als volgt. De signalen D8 - D67 vertegenwoordigen de zestig uitgangen van het werkregister. De signalen M8 - M67 vertegenwoordigen de evenwijdige laadingangen naar het werkregister. RCLK is de werkregisterklokketen, die met de frequentie loopt van FPU CLOCK (of FPUCLK), en loopt in bepaalde bijzondere gevallen met viermaal de frequentie van FPU CLOCK. Andere signalen, HD0 - HD14, zijn de hexa cijfers 0 - 14, die betrekking hebben op de ingangen van de rechter schuifpoort van elk werkregister, en worden verkregen van de logische hexa verschuiver. Vervolgens worden de signalen DBS0 en DBS1 gebruikt voor het regelen van de hexa cijfers 0 - 7 van het werkregister, waarbij de signalen DAS0 en DAS1 de hexa cijfers 8 - 15 regelen van het werkregister. Deze signalen worden gebruikt voor het regelen van het werkregister bij het naar links of naar rechts schuiven, bij het evenwijdig laden en bij het vasthouden. Het signaal CDL maakt de cijfers 6 - 14 van het werkregister vrij.

Onder het vervolgens verwijzen naar de fig. 12A, 12B en 13, zijn de architectuur en de gedetailleerde schakeling van de hexa verschuiver 470 weergegeven.

De gedetailleerde schakeling bestaat weer uit standaardgeïntegreerde ketenonderdelen, die op de open markt verkrijgbaar zijn. De signalen, die met de schakeling samenhangen, zijn als volgt. HD0-HD14 zijn de hexa cijfers in de mantisse. De signalen S0-S3 zijn de

7908893

schaalcodesignalen, opgewekt door de code-ingangverzamelleiding 403 van de hexa verschuiver, welke signalen de schaalwerking leiden van de hexa verschuiver. Het signaal SL opent het linkergedeelte van de verschuiving van de hexa verschuiver, waarbij het rechter verschuiven
 5 SR het rechter schuifgedeelte opent van de hexa verschuiver. MSEL0 en MSEL1 zijn multiplexeerorgaankiessignalen S0 en S1, hetgeen veranderlijke signalen zijn, die een gezamenlijke opening hebben, en worden gekozen door het naar links of naar rechts verschuiven. De signalen D11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43, 47, 51, 55, 59, 63 en 67 zijn het
 10 belangrijkste bit van elk hexa cijfer van de mantisse.

Nog steeds met betrekking tot de fig. 11, 12A, 12B en 13, wordt thans de gedetailleerde werking van het werkregister en de architectuur van de hexa verschuiver verschaft.

Elk onderdeel van het werkregister 468 is een schuifregister, waarbij elk schuifregister, zoals opgemerkt, gelijk is aan de
 15 andere. Ingangen en uitgangen van deze schuifregisters zijn als volgt. Elk schuifregister bevat vier bits van de zwevende-komma-mantisse. Elke vier bits vormen één enkel hexa cijfer en kunnen worden aangeduid als hexa cijfer 0 - 14. Deze hexa cijfers kunnen gegevens ontvangen van het
 20 bijpassende 4-bits microprocessorblok, en kunnen ook op juiste wijze in schaal gebrachte gegevens ontvangen door de rechter verschuivings-ingangspoort hexa cijfer 0 - 15. De werkingen daarvan worden geregeld door de signalen DAS0, DAS1, DBS0 en DBS1, en bestaan respectievelijk uit het verschuiven naar links, het verschuiven naar rechts, het evenwijdig laden en het vasthouden. De linker verschuivingsingangspoort is
 25 verbonden met het volgende lagere ordebit van het volgende lagere orde hexa cijfer.

In fig. 12 zijn er vervolgens vijf grondblokken aanwezig in de hexa verschuiver. Er is een werking van het naar rechts verschuiven, bestaande uit de blokken 1301, 1302 en 1304, waarbij het
 30 gedeelte voor het naar links verschuiven van de verschuiver bestaat uit de blokken 1302, 1303 en 1305. De passende schuifwerking opent de naar links schuif- of naar rechts schuifcombinatie van logische schakelingen, en leidt signalen op de ingangverzamelleiding 1306, die het
 35 minst belangrijke bit bevatten van elk hexa cijfer, naar de bijpassende

7908393

hexa verschuiver. Deze hexa verschuiver kan worden gezien als een 32 op één multiplexeerorgaan, dat uitgangen van elke hoge orde hexa cijfer kan leiden naar de rechter verschuivingsingangpoort van elk hexa cijfer.

5 In fig. 12 en 13 wordt in het blok 1301 gebruik gemaakt van één enkele verschuiver, waarbij in het onderdeel 1302 drie verschuivers worden gebruikt, in het onderdeel 1303 twee verschuivers, in het onder-
10 deel 1304 vier verschuivers en in het onderdeel 1305 nog eens vier verschuivers, een totaal van veertien verschuivers bij elkaar. Deze verschuivers zijn in de handel verkrijgbaar. Elk dezer organen heeft de mogelijkheid tot het verschuiven van vier gegevensbits over 0, 1, 2 of 3 plaatsen. De ingangen naar deze groep van vijf onderdeelblokken, worden verkregen op de verzamelleiding 1306 van de minst belangrijke bits van elk hexa cijfer 0 - 15. Deze verzamelleiding 1306 is in be-
15 ginsel dezelfde als de hexa verschuiver ingangverzamelleiding 469, afkomstig van het werkregister 468. De uitgangverzamelleiding 1307 is in beginsel gelijk aan de hexa verschuiveruitgangverzamelleiding 471, weer-
gegeven in fig. 5.

Onder verwijzing naar het blok 1301 wordt de werking hiervan
20 als volgt gedetailleerd beschreven. Elke uitgang van het blok 1301 is in werking gelijk aan een multiplexeerorgaan met vier ingangen, waarvan de ingangen zodanig zijn verbonden, dat de kiescode, aangeduid als S0 en S1, één bits verschuivingen kan opwekken van het ingangs-
gegevenswoord. Deze verschuivingen kunnen 0, 1, 2 of 3 plaatsen zijn
25 bij woorden met een willekeurige lengte. De woordlengte in dit bepaalde geval is 16 bits lang. Indien de signalen SEL, S0 en SELS1 bijvoorbeeld beide nullen zijn, zijn gegevens op de Y0-uitgang, ingangsgegevens D11 op de IO. Indien de SELS1 en S0 respectievelijk laag en hoog zijn, verschijnen ingangsgegevens op de ingang I-1, op de uitgang Y0.
30 Wanneer de ingang S0 laag is en S1 hoog, is de uitgang, die verschijnt op de Y0, de ingang op de I-2 ingang. Aannemende, dat de ingangen S0 en S1 laag zijn, is bijvoorbeeld de uitgang Y0 de ingang, vervat op de ingang I-1. Indien de ingangen S0, S1 respectievelijk hoog/laag zijn, is de uitgang aan de Y0-poort, de ingang, vervat in de I-1 poort.
35 Indien de ingangen S0 en S1 respectievelijk laag/hoog zijn, is de uit-

7908893

gang aan de Y0-poort, de ingang, vervat in de I-1 ingangspoort. Indien de ingangen S0 en S1 beide hoog zijn, is de uitgang aan de Y0-poort, de ingang, vervat in de I-3 ingangspoort.

Fig. 14 toont tijdgolfvormen, samenhangende met de verschillende signalen, die eerder in deze aanvraag zijn beschreven. Het tijdschema is geformeerd in vier ingang/uitgang tijdomstandigheden of formaties voor het tonen van de wijze waarop signalen worden geleid tussen het FPU-geheugen en tussen de FPU en de CPU. De formatie A is gekenmerkt als een leeskringloopbesturing met dubbele precisie vanaf het geheugen naar de FPU. B wordt aangeduid als de schrijfkringloopbesturing met dubbele precisie vanaf de FPU naar het geheugen. De formatie C is getiteld het overbrengen van de FPU naar de CPU. De formatie D tenslotte heeft overbrengen van de CPU naar de FPU. Deze groep golfvormen bevat ook de F40 klokketen, de F20 klokketen, de F10 klokketen, de F10 en F20 klokketen en de PORT EN. Deze groepering van kloksignalen is bestemd om samen te hangen met alle vier formaties.

Met betrekking tot de formatie A, zijn de signalen FMEM CLK, FPMEM, MEMIN, MEMOUT, PAUSE, CLR PAUSE, en FPU CLK. De leeskringloopbesturing met dubbele precisie vanaf het geheugen naar de FPU begint als volgt. Bij het begin van de geheugenverwijzing, plaatst de CPU het adres van het eerste uit het geheugen te lezen woord op de MEMIN-verzamelleiding. Dit is weergegeven als adres 1 op het MEMIN-sig-naal. In samenhang hiermede voert de CPU tegelijkertijd een FPMEM uit. Dit signaal maakt de FPU erop attent, dat 400 nanoseconden daarna, gegevens beschikbaar zijn op de MEMOUT-verzamelleiding, en dat de FPU deze gegevens op het ritme van de klok geprogrammeerd in zijn werkregister moet brengen. De FPU CLK wordt bij T=100 als pauze-(laag) in de kringloop gebracht, en laag gehouden, waarbij de FPU CLK wordt aangezet door de CLR PAUSE tussen 400 en 500 nanoseconden in de kringloop. Ongeveer 100 nanoseconden nadat de CLR PAUSE aankomt, ondergaat de FPU CLK een overgang van laag naar hoog. Dit vindt plaats bij T=500 nanoseconden in de geheugenverwijzingskringloop. Tegelijkertijd wordt het eerste gegevenswoord uit het geheugen op het ritme van de klok geprogrammeerd in het werkregister van de zwevende-komma-eenheid. Deze

7908893

kringlopen worden herhaald, waarbij het tweede, derde en vierde woord respectievelijk 700, 900 en 1100 nanoseconden later komt.

Bij $T=200$ in de kringloop, voert de CPU het adres af van het tweede woord (adres 2) op de MEMIN-verzamelleiding. Bij $T=400$ in de kringloop, plaatst de CPU het derde adres (adres 3) op de MEMIN-verzamelleiding. Bij $T=600$, plaatst de CPU het vierde adres (adres 4) op de MEMIN-verzamelleiding. Deze vier adressen komen overeen met vier opeenvolgende plaatsen in het geheugen, waaruit de woorden worden gelezen. Verwezen wordt naar fig. 8 voor een weergeving van deze woorden, zoals zij worden geladen in het werkregister.

De FPU CLK stijgt met andere woorden 75 nanoseconden nadat PAUSE hoog wordt tussen 400 en 500 nanoseconden in de kringloop. In dit bepaalde geval loopt de FPU klokketen dan met een 200 nanoseconden kringlooptijd, waarbij de betrokken gegevens 200 nanoseconden op het ritme van de klok worden geprogrammeerd, nadat het eerste gegeven op deze wijze is ingebracht. Op te merken is, dat MEMCLK kan worden uitgesteld of laag gehouden met 100 nanoseconden stappen door de signalen MEMWAIT en MEMSORRY, uitgezonden door het hoofdgeheugen (zie fig. 1B). Zoals opgemerkt aan de tijdschema's, verschijnen de geldige gegevens 1-4 400 nanoseconden nadat het adres is uitgezonden op MEMIN-verzamelleiding voor elk der vier gegevenswoorden, geladen in de FPU vanaf het geheugen. Op te merken is, dat de gegevens op het ritme van de klok worden geprogrammeerd in het werkregister van de zwevende-komma-eenheid bij de stijgende rand van de FPU CLK. Deze vinden plaats bij $T=500$, 700, 900 en 1100 nanoseconden.

Vervolgens wordt de schrijfkringloopbesturing met dubbele precisie in de formatie B vanaf de FPU naar het geheugen, beschreven. Bij $T=0$ bij het begin van de geheugenverwijzingskringloop, levert de CPU het adres, dat de gegevens moeten inschrijven op de MEMIN-verzamelleiding naar het geheugen. Op dat moment zendt de CPU ook de FPMEM uit naar de FPU. Dit signaal maakt de FPU erop opmerkzaam, dat 100 nanoseconden na ontvangst van de FPMEM, de FPU het eerste woord op de MEMIN-verzamelleiding moet sturen om te worden geschreven in het adres, geleverd door de CPU. Deze kringlopen worden nog eens driemaal herhaald, zodat alle vier 16-bits woorden van de zwevende-komma-eenheid,

7908893

in opeenvolgende plaatsen worden geschreven in het geheugen. Het herhalen van het signaal op de MEMIN-verzamelleiding, weergegeven als geldig adres 1, wordt opgewekt door de CPU en gaat naar het geheugen. Het signaal, aangeduid als geldige gegevens 1, wordt opgewekt door de FPU en op de MEMBUS gestuurd op het juiste moment door de FPU, maar gaat naar het geheugen. Samenvattend levert de CPU het adres voor gegevens, die moeten worden geschreven in het geheugen, waarbij de FPU de gegevens levert, die moeten worden geschreven in deze geheugenplaats.

Onder verwijzing naar de formatie C, getiteld overbrenging vanaf de CPU naar de CPU, wordt het overbrengen van gegevens vanaf de FPU naar de CPU thans als volgt beschreven. De CPU zendt het signaal FPCPU uit, dat de zwevende-komma-processor opmerkzaam maakt op het feit, dat deze gegevens moet leveren op de MEMOUT-verzamelleiding na een bepaald aantal geheugenkringlopen volgende op het ontvangst van dit signaal en de MEMSTART. De CPU zendt ook het signaal INHSEL (uitschakelen kiezen) uit, dat het geheugen uitschakelt van het leveren van gegevens op de MEMOUT-verzamelleiding voor deze bepaalde geheugenverwijzingsinstructie. Bij de ontvangst van de VALID FPCPU, telt de FPU de geheugenkringloop-klokimpulsen, en levert zij gegevens op de MEMOUT-verzamelleiding vanaf $T=400$ tot 500. Deze gegevens worden gestuurd op de MEMOUT-verzamelleiding door het signaal FP DRIVE B. De FPU CLK wordt in de lage toestand gehouden, totdat deze gegevens zijn geleverd aan de CPU, op welk moment de FPU CLK weer begint aan een kringloop. Gegevens worden met andere woorden bijvoorbeeld geleverd vanaf het werkregister. De gegevens worden geladen in het werkregister, waarbij de FPU-klokken uitgeschakeld is tot de ontvangst van VALID FPCPU. Na ontvangst van dit signaal, wachten drie MEM-klokken totdat deze gegevens, die zich in het werkregister bevinden, worden gestuurd op de MEMOUT-verzamelleiding op het moment vanaf $T=400$ tot 500 nanoseconden in de geheugenverwijzingskringloop, waarbij de CPU deze gegevens grendelt bij $T=500$ nanoseconden in de geheugenverwijzingskringloop.

Tenslotte wordt onder verwijzing naar de volgordeformatie D, het overbrengen vanaf de CPU naar de FPU, als volgt beschreven. Gegevens van de CPU worden geschreven naar de FPU. De FPU-klokken wordt

7903393

in zijn lage toestand vastgehouden met de kringloop, voorafgaande aan het begin van het aanzetten van de geheugenverwijzingsinstructie. De CPU zendt het signaal FPCPU uit voor het waarschuwen van de FPU, dat gegevens op het punt staan aan te komen. Dit verschaft samen met de
5 MEMSTART, het signaal VALID FPCPU, waarbij 100 nanoseconden na ontvangst van dit signaal, de FPU de gegevens op het ritme van de klok programmeert in zijn werkregister vanaf de MEMIN-verzamelleiding, zoals weergegeven. In dit bepaalde geval zendt de CPU de INHSEL uit naar het geheugen om te voorkomen, dat deze gegevens naar het geheugen
10 worden geschreven.

Het is duidelijk, dat de streep boven bepaalde signalen in de tekening de gebruikelijke inverterende betekenis hebben, d.w.z., dat het signaal $\bar{A}$ het geïnverteerde A-signaal is.

Het is aan de hand van de beschrijving van het tijdschema en de andere beschrijvingen in deze aanvraag duidelijk, dat de CPU en
15 FPU samenwerken met het hoofdgeheugen op een wijze, die het de FPU mogelijk maakt "transparant" te lijken in de stelselwerkingbetekenis van de uitdrukking, voor de CPU. De CPU verschaft signalen aan en ontvangt signalen vanaf het hoofdgeheugen op de MEMIN- en MEMOUT-verzamelleidingen,
20 waarbij de FPU, die ook is verbonden tussen de MEMIN- en MEMOUT-verzamelleidingen, communiceert met het geheugen en met de CPU op een wijze, die de werking van de CPU niet belemmert of uitsluit.

De uitvinding kan in nog andere bepaalde vormen gestalte worden gegeven zonder de strekking of de essentiële eigenschappen
25 daarvan te verlaten. De onderhavige uitvoeringsvormen moeten dus in alle opzichten als illustratief en niet-beperkend worden beschouwd, waarbij de omvang van de uitvinding wordt aangegeven door de conclusies in plaats door de voorgaande beschrijving, en alle veranderingen, die binnen de betekenis en het equivalentiebereik van de conclusies vallen,
30 derhalve worden geacht daardoor te zijn omvat.

7908893

C O N C L U S I E S :

1. Zwevende-komma-eenheid voor het uitvoeren van zwevende-komma-berekeningen in een stelsel voor het verwerken van gegevens, welk stelsel middelen bevat voor het verwerken van gegevens, geheugenmiddelen voor het opslaan van de gegevens en van instructies, die
5 worden gebruikt bij het regelen van de werking van het stelsel, ingangsverzamelleidingmiddelen voor het leiden van gegevens en instructies vanaf de processormiddelen naar de geheugenmiddelen, en uitgangsverzamelleidingmiddelen voor het leiden van gegevens en instructies vanaf de geheugenmiddelen naar de processormiddelen, waarbij de processor-
10 middelen instructiemiddelen omvatten, uitgevoerd voor het opslaan van één instructie tegelijk voor het regelen en het mogelijk maken van het afleiden van de regeling van de werking van het stelsel, gekenmerkt door regelmiddelen, die een middel bevatten voor het ontvangen van toestandsignalen en aanspreken op zowel de werking van de instructiemid-
15 delen als de toestandsignalen voor het verschaffen van FPU-regelsignalen voor het regelen van de werking van de FPU, door mantisse-middelen, verbonden tussen de ingangverzamelleidingmiddelen en de uitgangverzamelleidingmiddelen, welke mantisse-middelen een middel bevatten voor het leiden van bepaalde gegevens daartussen, een middel voor het
20 ontvangen van bepaalde FPU-regelsignalen van de regelmiddelen, een middel voor het verschaffen van de bijdrage van de mantisse-middelen aan de toestandsignalen aan de regelmiddelen in aanspreking op bepaalde FPU-regelsignalen voor het manipuleren van mantisse-gedeelten van de bepaalde gegevens volgens een eerste, voorafbepaalde
25 wijze, en door exponent/tekenmiddelen, die een middel bevatten voor het ontvangen van andere bepaalde FPU-regelsignalen vanaf de regelmiddelen, een middel voor het verschaffen van de exponent/tekenmid-
delenbijdrage aan de toestandsignalen aan de regelmiddelen aanspreken-
de op de andere bepaalde FPU-regelsignalen voor het manipuleren van
30 andere mantisse-gedeelten van de bepaalde gegevens, ontvangen van de mantisse-middelen, volgens een tweede voorafbepaalde wijze gelijktijdig met de werking van de mantisse-middelen, waardoor de gelijktijdige werking van de exponent/tekenmiddelen en van de mantisse-middelen onder regeling van de regelmiddelen, de zwevende-komma-berekeningen ver-

7908893

schaft in het stelsel voor het verwerken van gegevens.

2. FPU volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de regelmidde-
len worden gevormd door microprogrammaregelmiddelen, die microprogram-
mavolgorde en adresselectormiddelen bevatten voor het combineren van
5 een eerste vertegenwoordiging van de ene instructie met zowel een twee-
de vertegenwoordiging van de mantisse-middelen bijdrage aan de toe-
standsignalen, als een derde vertegenwoordiging van de exponent/
tekenmiddelen bijdrage aan de toestandsignalen, voor het opwekken van
één stel gemicro-programmeerde regelsignalen, overeenkomende met elke
10 werking van de microprogrammavolgorde en adresselectormiddelen, en door
pijplijnregistermiddelen, die een middel bevatten voor het tot stand
brengen van een op dat moment geldige regelstand en een opvolgende
regelstand voor het in de op dat moment geldige regelstand opslaan van
het laatstelijk opgewekte stel gemicro-programmeerde regelsignalen
15 als de FPU-regelsignalen, voor het in de volgende regelstand laden van
het ene stel gemicro-programmeerde regelsignalen en voor het over-
brengen van het ene stel gemicro-programmeerde regelsignalen naar de op
dat moment werkzame regelstand bij het optreden van de direkt volgende
werking van de microprogrammavolgorde en adresselectormiddelen.

3. FPU volgens conclusie 2 met het kenmerk, dat de micro-
programmaregelmiddelen, regelopslag ROM-middelen omvatten, die een
middel bevatten voor het ontvangen van een ingangsadressignaal, dat
het gevolg is van de werking van de microprogrammavolgorde en adres-
selectormiddelen, voor het verschaffen van een eerste, voorafbepaalde
25 groep van het ene stel gemicro-programmeerde regelsignalen aan de pijp-
lijnregistermiddelen.

4. FPU volgens conclusie 3 met het kenmerk, dat de microprogramm-a-
regelmiddelen, regelaarmiddelen met een willekeurige toestand omvatten,
die een middel bevatten voor het ontvangen van zowel een signaal met
30 een willekeurige toestand vanaf de microprogrammavolgorde en adresselec-
tormiddelen, als een tweede voorafbepaalde groep van het ene stel gemi-
cro-programmeerde regelsignalen vanaf de regelopslag ROM-middelen, voor
het verschaffen van gedecodeerde regelsignalen met willekeurige toe-
stand aan althans de pijplijnregistermiddelen.

5. FPU volgens conclusie 4 met het kenmerk, dat de microprogram-

7908893

navolgorde en adressedelectormiddelen, logische adreskiesmiddelen omvatten, die een middel bevatten voor het ontvangen van zowel een gedeelte van de tweede vertegenwoordiging van de mantisse-middelenbijdrage als een gedeelte van de derde vertegenwoordiging van de exponent/middelen
5 bijdrage aan de toestandsignalen, als een derde voorafbepaalde groep van het ene stel gemicroprogrammeerde regelsignalen, voor het regelen van de microprogrammavolgorde en adressedelectormiddelen bij het kiezen van het volgende ingangsadressignaal.

6. FPU volgens conclusie 5 met het kenmerk, dat de microprogramma-
10 volgorde en adressedelectormiddelen, een microprogrammavolgordemiddel omvatten, dat aanspreekt op de regelende werking van de logische adreskiesmiddelen voor het opwekken van zowel een eerste signaal, dat wordt geleid naar de regelopslag ROM-middelen, naar de regelaarmiddelen met de willekeurige toestand en teruggekoppeld naar het microprogramma-
15 volgordemiddel als een tweede signaal.

7. FPU volgens conclusie 6 met het kenmerk, dat de microprogramma volgorde en adressedelectormiddelen, een microprogrammaselector omvatten, die aanspreekt op het tweede signaal, op een ander gedeelte van de tweede vertegenwoordiging van de mantissemiddelenbijdragen
20 en een ander gedeelte van de derde vertegenwoordiging van de exponent-middelen bijdrage aan de toestandsignalen, op de eerste vertegenwoordiging van de ene instructie en op bepaalde FPU-regelsignalen van de op dat moment geldige regelstand in de pijplijnregistermiddelen, voor het opwekken van een microprogrammaselectorsignaal, bestemd om te
25 worden ontvangen door de regelopslag ROM-middelen, regelaarmiddelen met willekeurige toestand en het microprogrammavolgordemiddel, en door middelen voor het voorkomen van het gelijktijdig opwekken van zowel het eerste signaal als het microprogrammaselectorsignaal.

8. Zwevende-komma-eenheid voor het uitvoeren van zwevende-komma-
30 berekeningen in een stelsel voor het verwerken van gegevens, gekenmerkt door regelmiddelen voor het verschaffen van regelsignalen voor het regelen van de werking van de zwevende-komma-eenheid, door mantisse-middelen, die een middel bevatten voor het verschaffen van mantisse-toestandsignalen aan de regelmiddelen in aanspreking op bepaalde regelsignalen voor het manipuleren van mantisse-gedeelten van de gegevens op
35

7908893

een eerste, voorafbepaalde wijze voor het produceren van een mantisse-
 resultaat, en door exponent/tekenmiddelen, die een middel bevatten
 voor het verschaffen van exponent/tekentoestandsignalen aan de regel-
 middelen in aanspreking op andere bepaalde regelsignalen voor het
 manipuleren van andere mantisse-gedeelten van de gegevens volgens een
 tweede, voorafbepaalde wijze, en gelijktijdig met de werking van de
 mantisse-middelen voor het produceren van een exponent/tekenresultaat.

9. FPU volgens conclusie 8 met het kenmerk, dat het stelsel een
 CPU bevat voor het verwerken van de gegevens, en een hoofdgeheugen
 voor het opslaan van de gegevens, welke eenheid middelen omvat voor
 het onderling verbinden van de eenheid, de CPU en het hoofdgeheugen
 via gegevensbanen, en middelen voor het koppelen van kloksignalen en
 instructie/tijdsignalen, afkomstig van de CPU, met de regelmiddelen.

10. FPU volgens conclusie 9 met het kenmerk, dat de verbindings-
 middelen een MEMIN-verzamelleidingmiddel en een MEMOUT-verzamellei-
 dingmiddel bevatten, waarbij de instructie/tijd- en kloksignalen, een
 instructie/tijdsignaal FPMEM bevatten en een kloksignaal MEMCLK, waar-
 bij de FPU middelen bevat, die aanspreken op de FPMEM en MEMCLK voor
 het opwekken van tijdsignalen voor het bepalen wanneer bepaalde gegevens,
 opgeslagen in het hoofdgeheugen, moeten worden ontvangen door de FPU
 vanaf het hoofdgeheugen op de MEMOUT-verzamelleiding, en voor het op-
 wekken van andere tijdsignalen voor het bepalen wanneer het mantisse-re-
 sultaat en het exponent/tekenresultaat moeten worden ontvangen door het
 hoofdgeheugen vanaf de FPU op de MEMIN-verzamelleiding.

11. FPU volgens conclusie 9 met het kenmerk, dat de verbindings-
 middelen een MEMIN-verzamelleidingmiddel en een MEMOUT-verzamelleiding-
 middel bevatten, waarbij de instructie/tijdsignalen, FPCPU, MEMSTART
 en FPMEM bevatten, en het kloksignaal MEMCLK bevat, welke FPU middelen
 bevat, die aanspreken op de FPMEM en MEMCLK voor het opwekken van tijd-
 signalen voor het bepalen wanneer bepaalde gegevens, opgeslagen in het
 hoofdgeheugen, moeten worden ontvangen door de FPU vanaf het hoofd-
 geheugen op de MEMOUT-verzamelleiding, en aansprekende op de FPCPU,
 MEMSTART, en MEMCLK voor het opwekken van andere tijdsignalen voor het
 bepalen wanneer het mantisse-resultaat en het exponent/tekenresultaat
 moeten worden ontvangen door de CPU vanaf de FPU op de MEMOUT-verzamel-

7908803

leiding.

12. FPU volgens conclusie 9 met het kenmerk, dat de verbindingsmiddelen een MEMIN-verzamelleidingmiddel en een MEMOUT-verzamelleidingmiddel bevatten, waarbij de instructie/tijd- en kloksignalen, de instructie/tijdsignalen FPCPU, EMSTART en FPMEM bevatten, en het kloksignaal, MEMCLK, welke FPU middelen bevat, die aanspreken op de FPCPU, MEMCLK en MEMSTART voor het opwekken van tijdsignalen voor het bepalen wanneer bepaalde gegevens, opgeslagen in de CPU moeten worden ontvangen door de FPU vanaf de CPU op de MEMIN-verzamelleiding, en op de FPMEM en MEMCLK voor het opwekken van andere tijdsignalen voor het bepalen wanneer het mantisse-resultaat en het exponent/tekenresultaat moeten worden ontvangen door het hoofdgeheugen vanaf de FPU op de MEMIN-verzamelleiding.

13. FPU volgens conclusie 9 met het kenmerk, dat de verbindingsmiddelen een MEMIN-verzamelleidingmiddel en een MEMOUT-verzamelleidingmiddel bevatten, waarbij de instructie/tijdsignalen, FPCPU en MEMSTART bevatten en het kloksignaal, MEMCLK, welke FPU middelen bevat, die aanspreken op de FPCPU, MEMCLK en MEMSTART voor het opwekken van tijdsignalen voor het bepalen wanneer bepaalde gegevens, opgeslagen in de CPU moeten worden ontvangen door de FPU vanaf de CPU op de MEMIN-verzamelleiding en voor het opwekken van andere tijdsignalen voor het bepalen wanneer het mantisse-resultaat en het exponent/tekenresultaat moeten worden ontvangen door de CPU vanaf de FPU op de MEMOUT-verzamelleiding.

14. FPU volgens een der conclusies 10 - 13 met het kenmerk, dat de tijdsignalen en de andere tijdsignalen, PAUSE, CLR PAUSE, T100, T200, T300 en EN1 en functies daarvan bevatten.

15. FPU volgens conclusie 9 met het kenmerk, dat de mantissesmiddelen een middel omvatten voor het ontvangen van gegevens vanaf de gegevensbanen en het overbrengen van het mantisse-resultaat naar de gegevensbanen, verder een werkregistermiddel voor het tijdelijk opslaan van de mantisse-gedeelten van de gegevens, een microprocessormiddel voor het ontvangen van de mantisse-gedeelten van de gegevens vanaf het werkregistermiddel, en voor het manipuleren van de mantisse-gedeelten in gemanipuleerde mantissegedeelten van de gegevens, een multiplexeer-

7903893

middel voor het combineren van de gemanipuleerde mantisse-gedeelten van de gegevens met de gegevens vanaf de ontvangmiddelen in het werkregistermiddel, en een hexa verschuivermiddel, dat andere middelen bevat voor het ontvangen van de mantisse-gedeelten van de gegevens vanaf het werkregistermiddel, en het ontvangen van een schuifsignaal vanaf de exponent/tekenmiddelen, voor het opnieuw opstellen van de mantisse-gedeelten van de gegevens in het werkregistermiddel.

16. FPU volgens conclusie 15 met het kenmerk, dat de mantisse-gedeelten van de gegevens zijn gegroepeerd als een aantal hexa decimale cijfers van vier bits per cijfer, waarbij het hexa verschuivermiddel een middel omvat voor het vervangen van één van de hexa decimale cijfers door een ander hexa decimaal cijfer.

17. FPU volgens conclusie 16 met het kenmerk, dat het hexa verschuivermiddel een LSB-middel bevat voor het ontvangen van het minst belangrijke bit van de vier bits per cijfer voor een van de cijfers vanaf het werkregistermiddel, en een MSB-middel voor het leiden van het minst belangrijke bit in de belangrijkste bitstand van een van de andere cijfers.

18. FPU volgens conclusie 17 met het kenmerk, dat de kloksignalen, FPUCLK bevatten en de klok RCLK van het werkregistermiddel, welke klok een middel bevat voor het verhogen van de werksnelheden van het LSB-middel en het MSB-middel met een factor vier door het instellen van de RCLK op het lopen met viermaal de frequentie van de FPUCLK.

19. FPU volgens conclusie 15 met het kenmerk, dat de mantisse-gedeelten van de gegevens zijn gegroepeerd als een aantal cijfers met voorafbepaalde bits per cijfer, waarbij het hexa verschuivermiddel, middelen omvat voor het vervangen van een van de cijfers door een ander van de cijfers.

20. FPU volgens conclusie 17 met het kenmerk, dat de kloksignalen, FPUCLK bevatten en de klok RCLK van het werkregistermiddel, voorzien van een middel voor het verhogen van de werksnelheden van het LSB-middel en het MSB-middel door het verhogen van de frequentie van de RCLK met betrekking tot de FPUCLK.

7908893

310

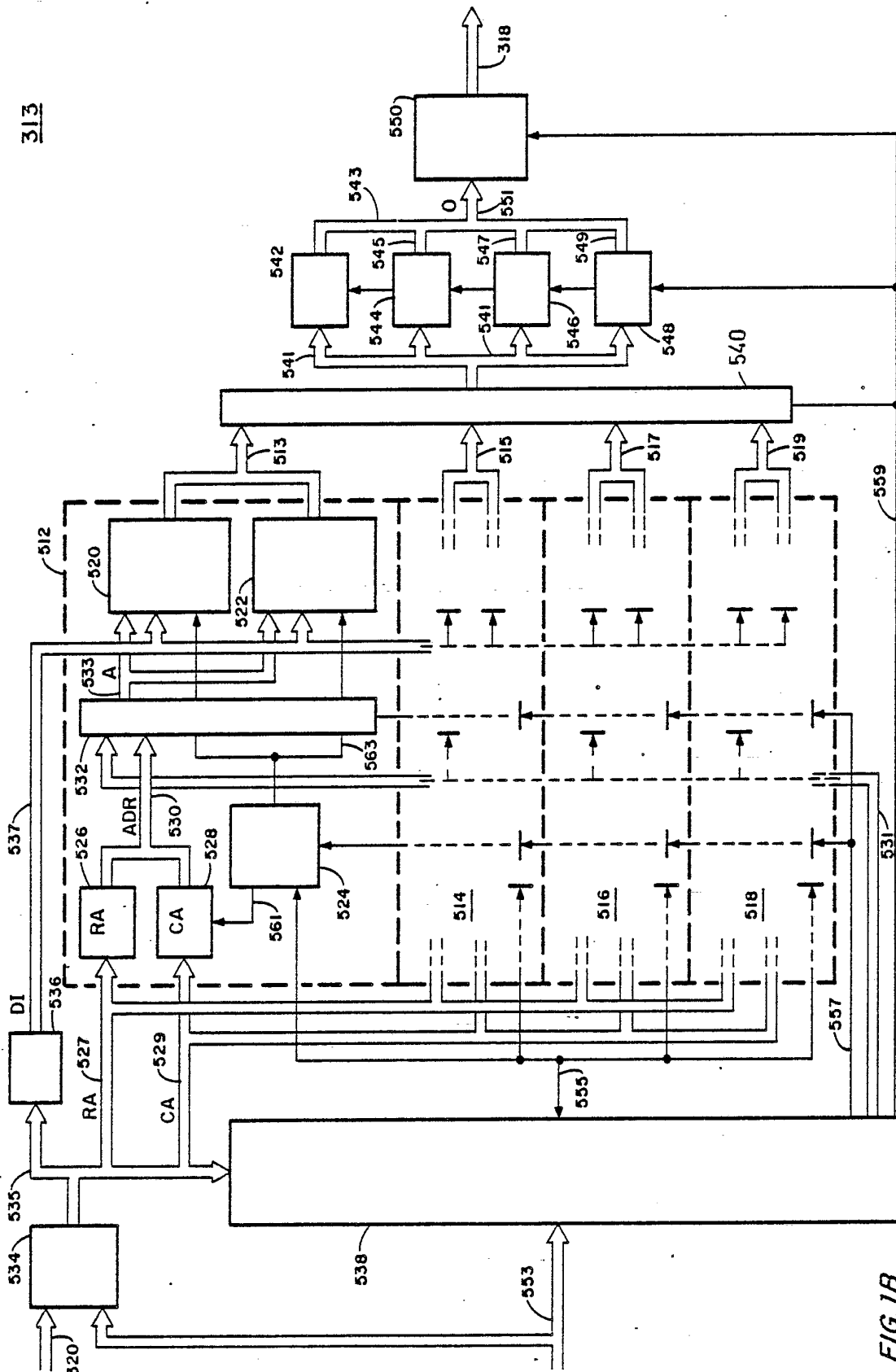


FIG. 1B

790.8893

7908893

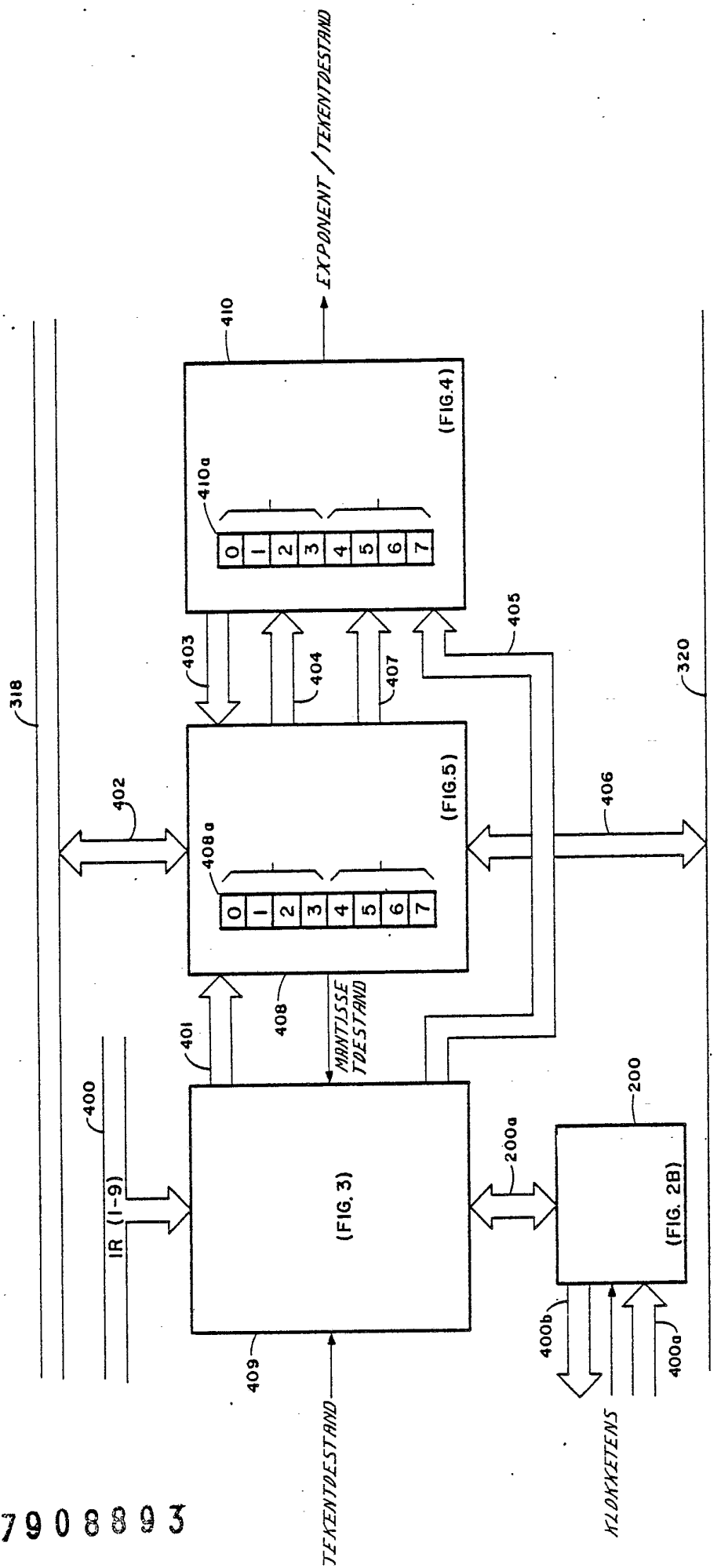


FIG. 2A

7908893

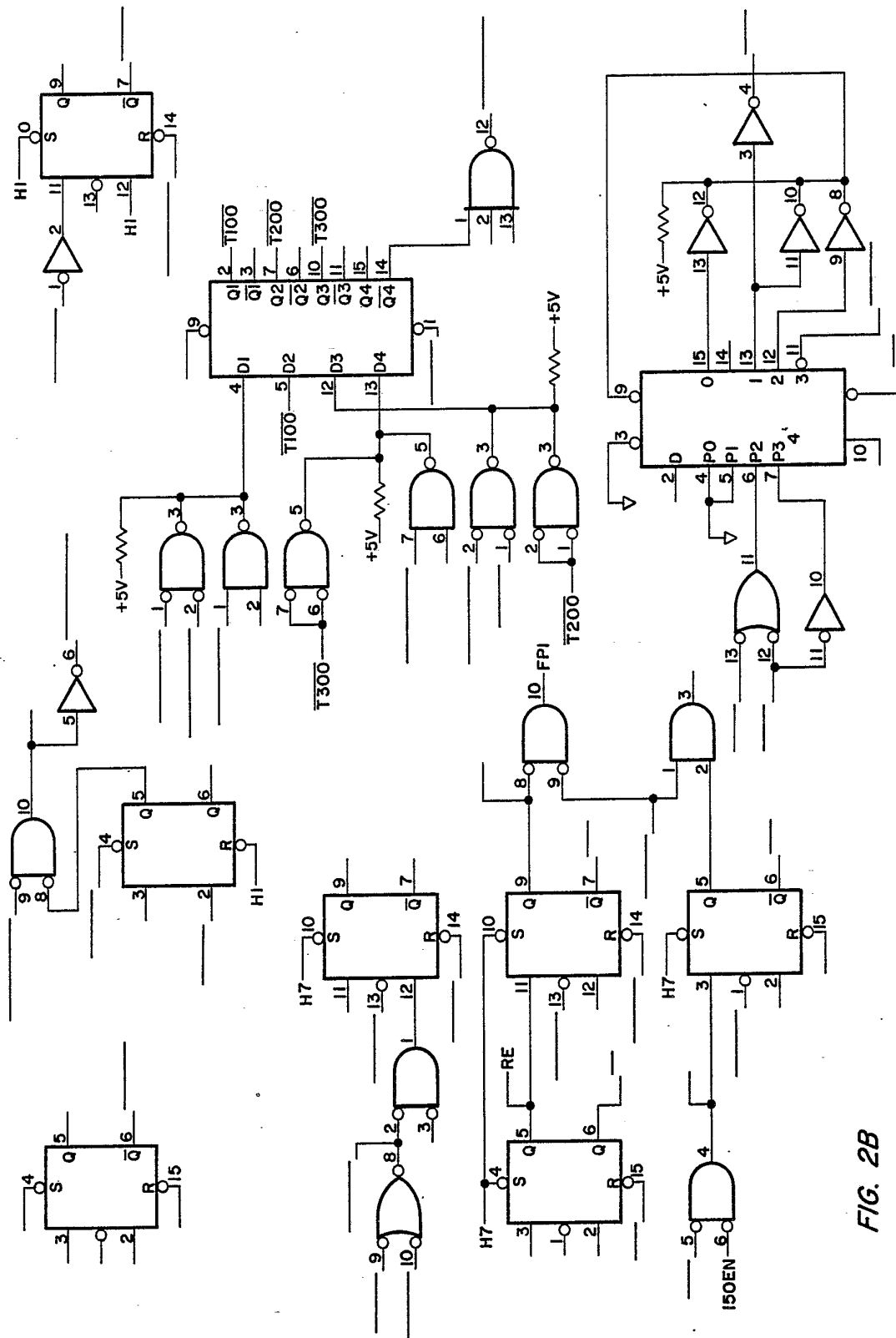


FIG. 2B

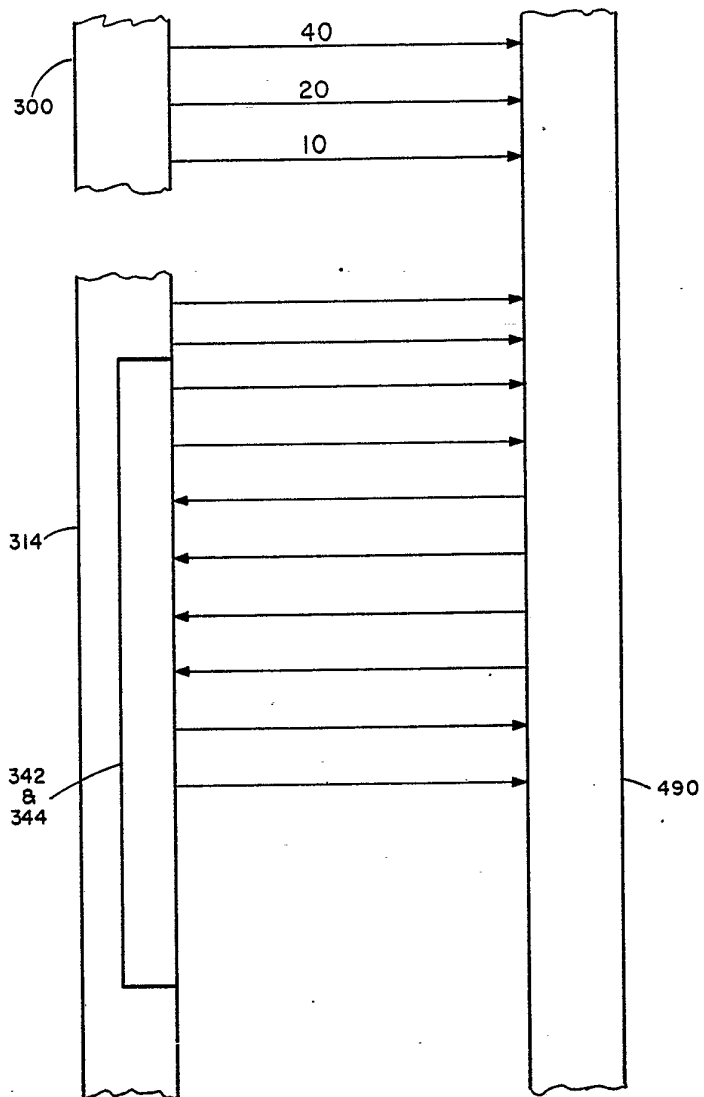
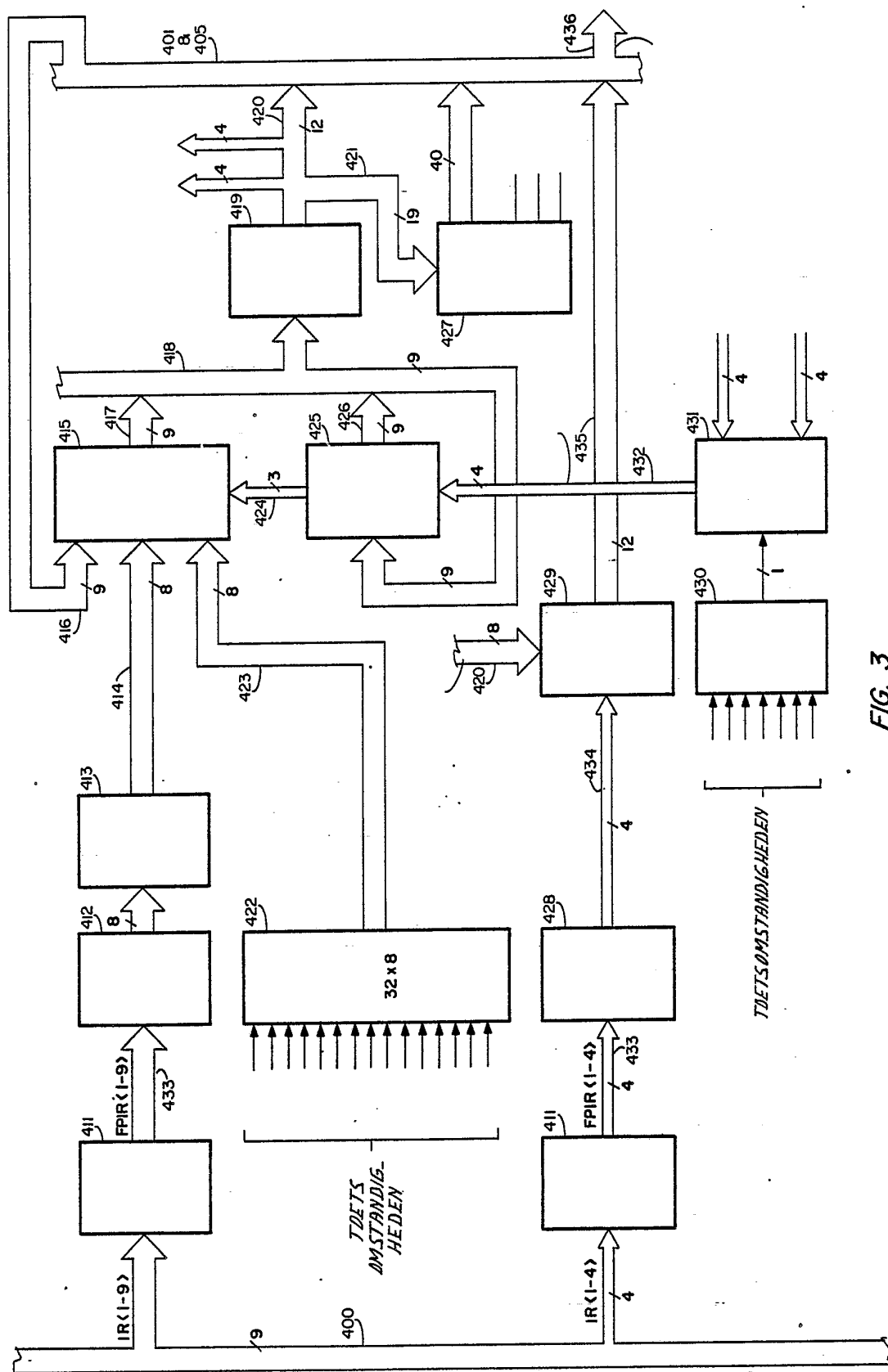


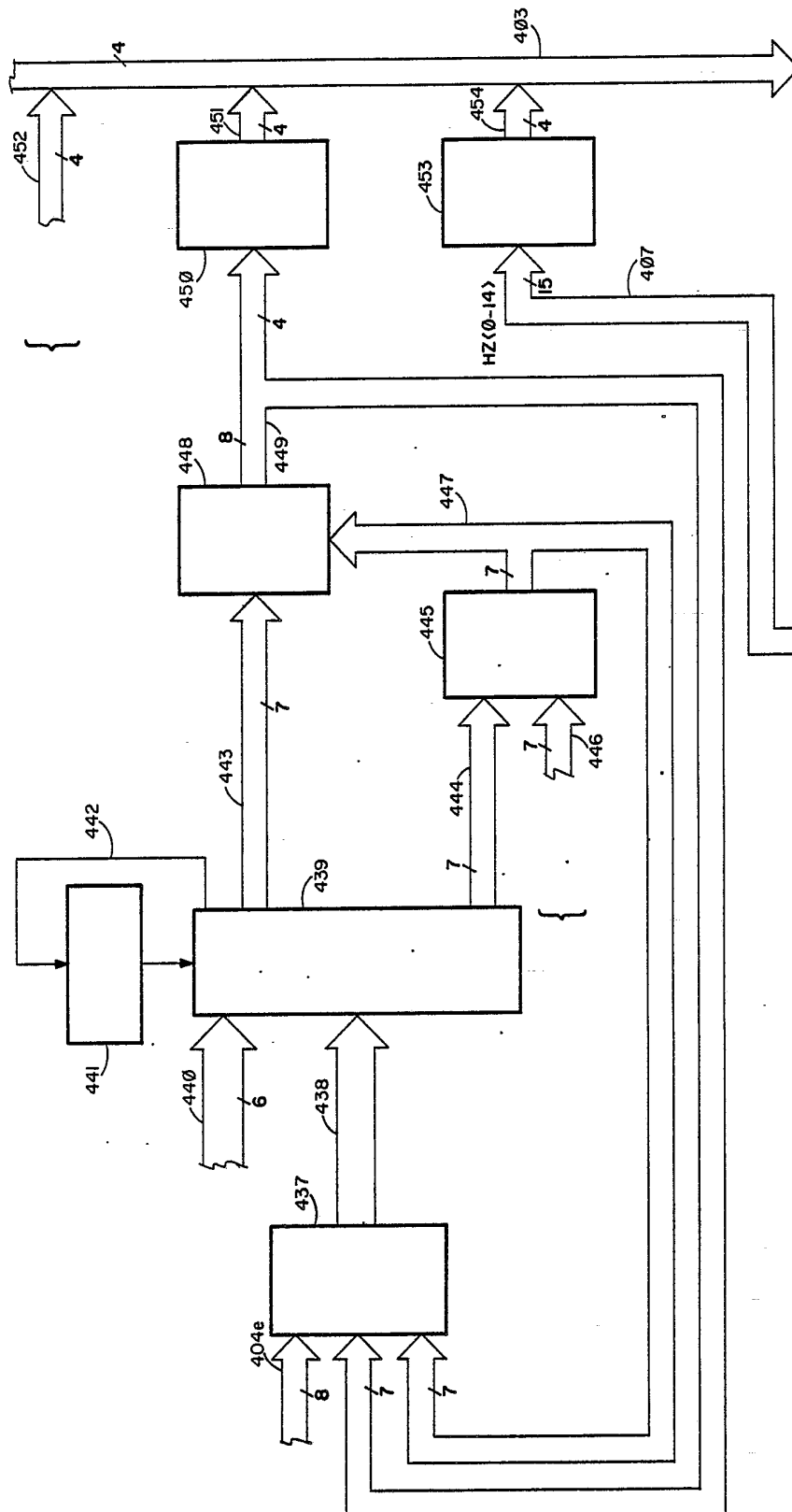
FIG. 2C

7908893

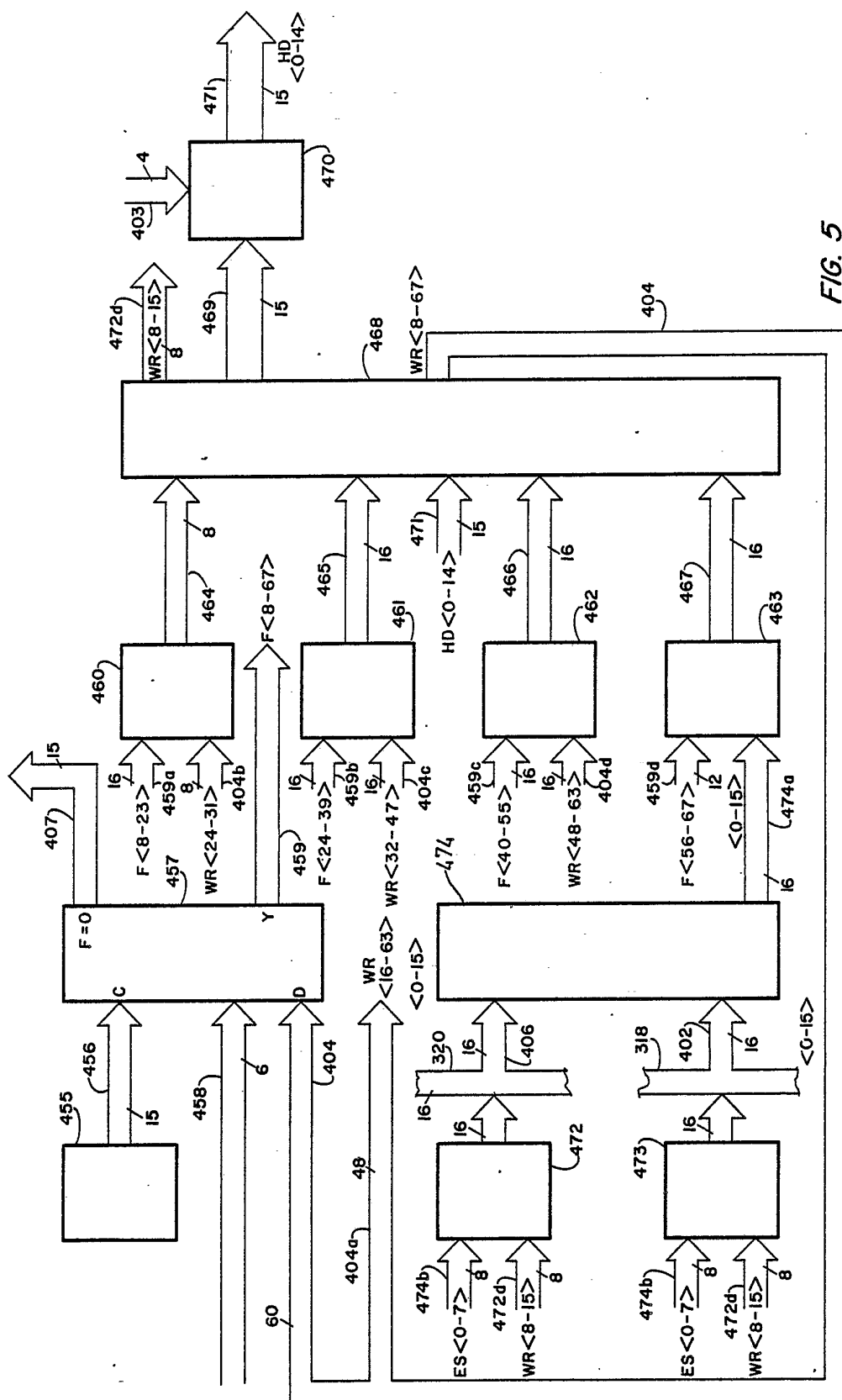


7908893

Data General Corporation



Data General Corporation



BITS WERKING ALS BESCHREVEN

1	
3	
3	
3	
3	
3	
12	
3	
2	
4	
2	
1	
4	
4	
2	
3	
9	
6	
4	

420

FIG. 6

7908893

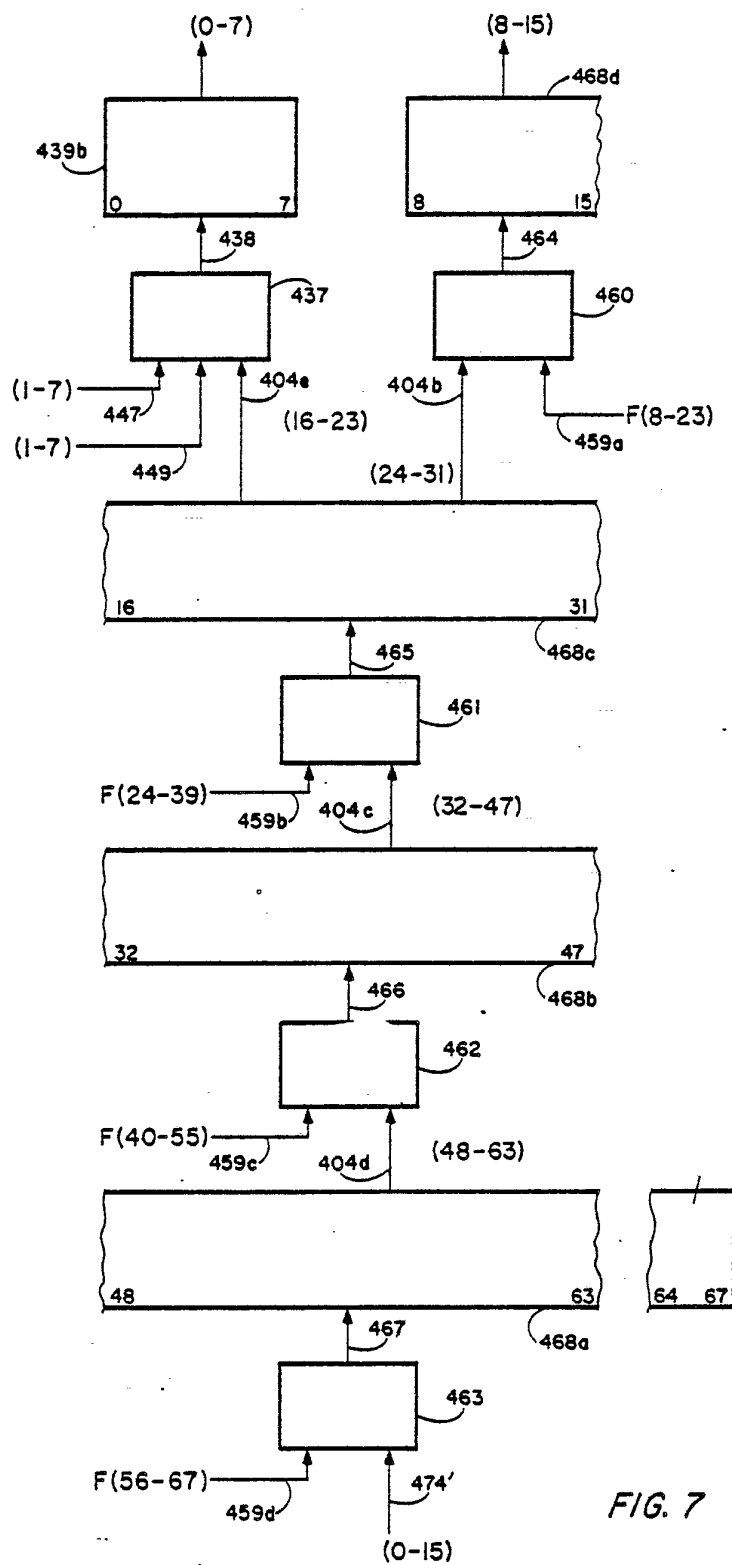


FIG. 7

7908893

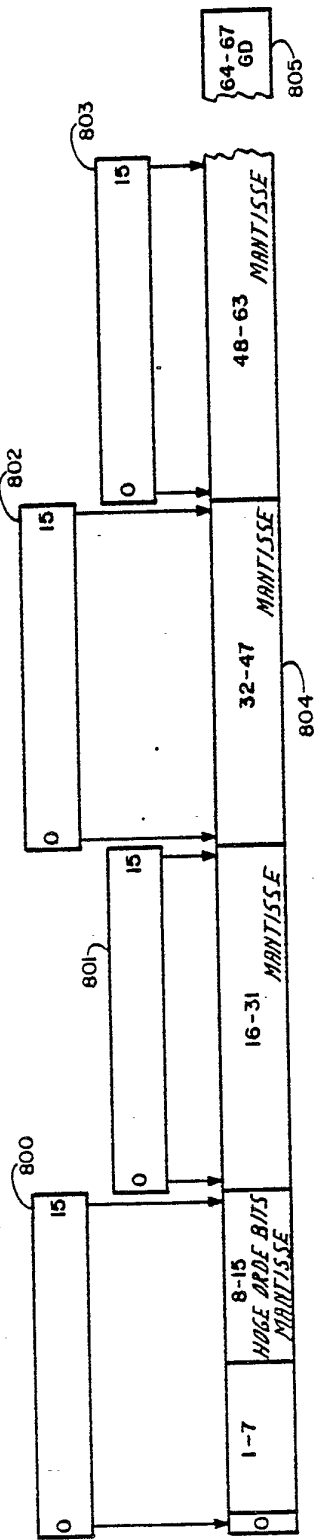


FIG. 8

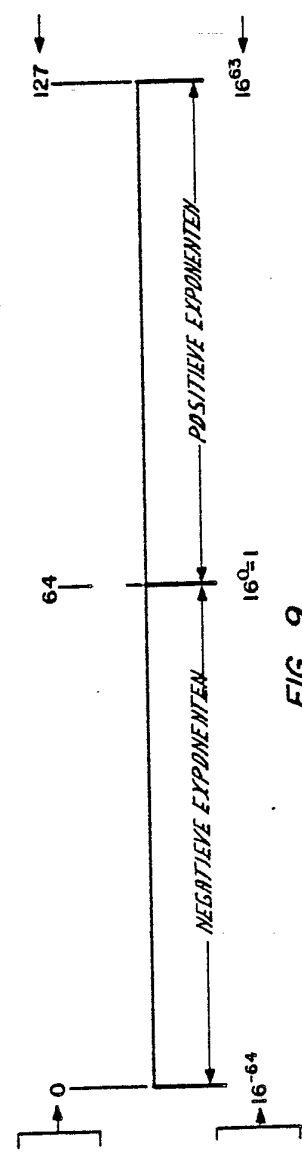


FIG. 9

790889 CA

7908893

804

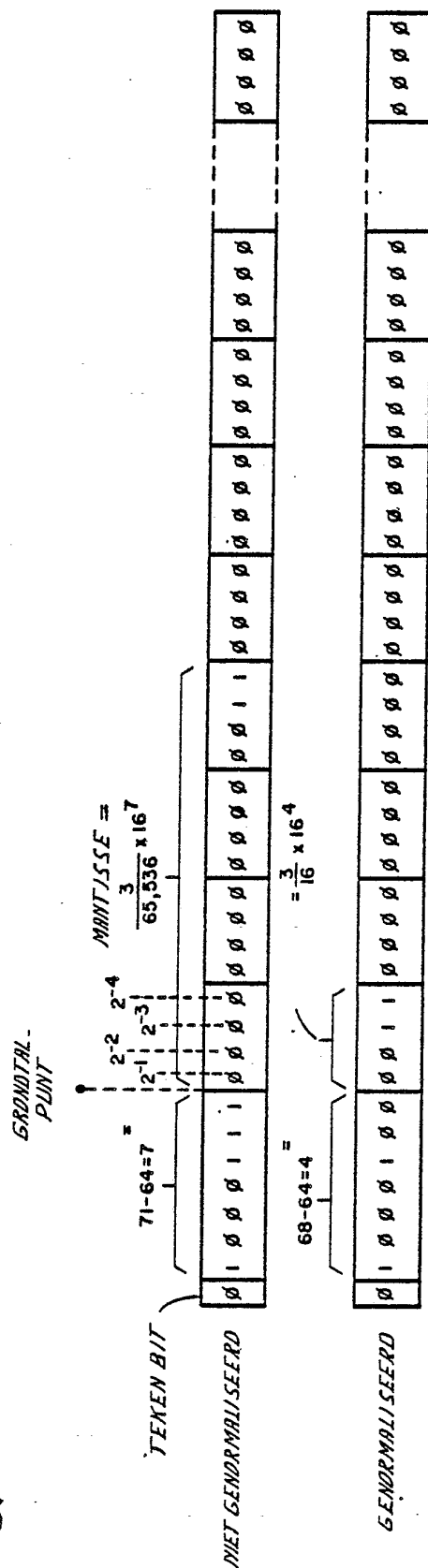


FIG. 10

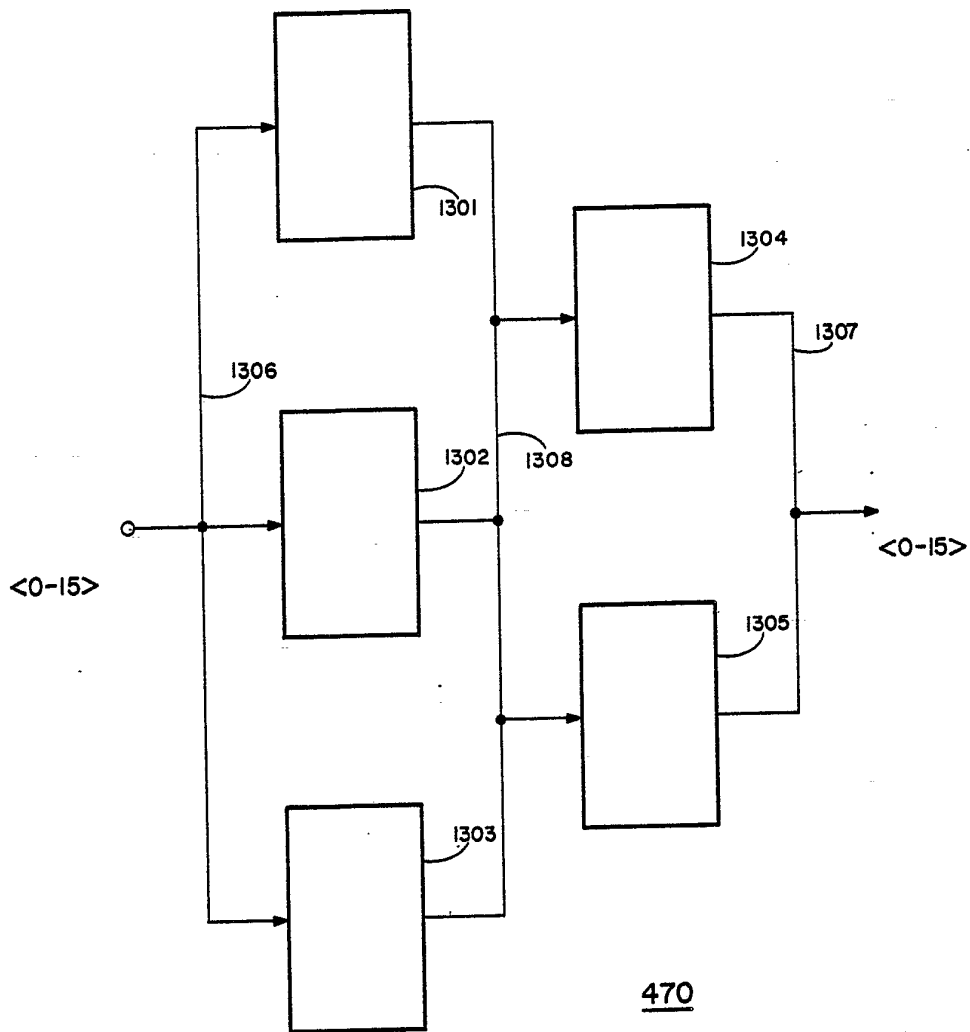


FIG. 12

7908893

470

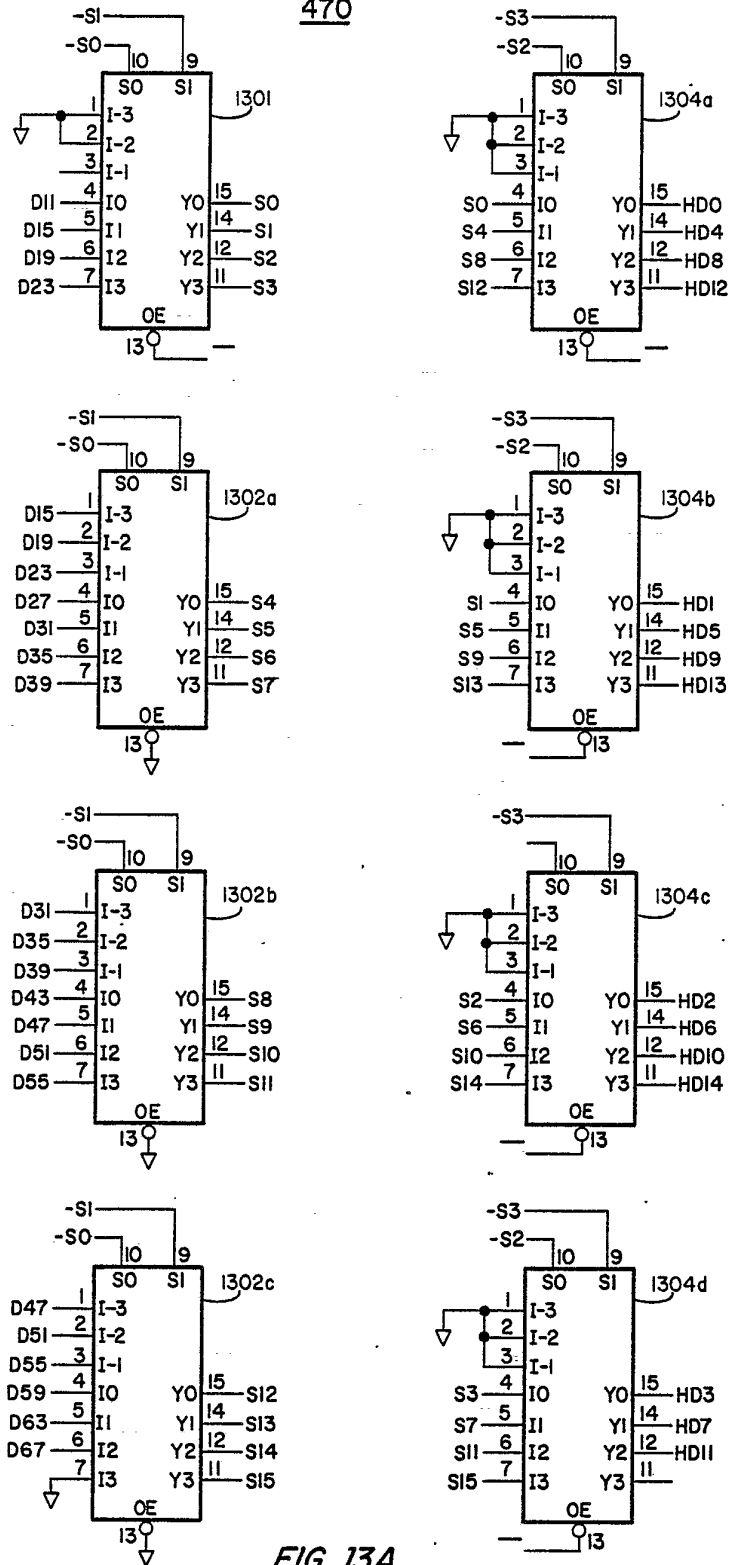


FIG. 13A

7908893

470

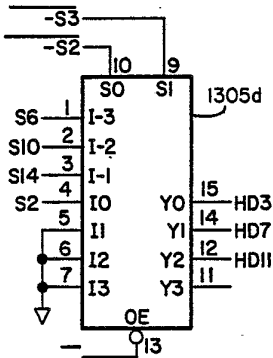
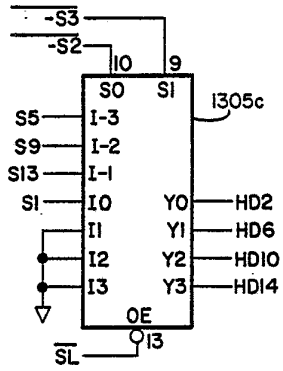
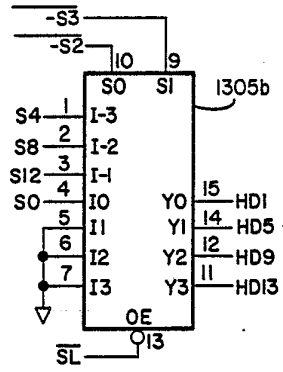
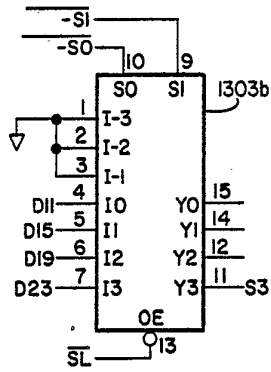
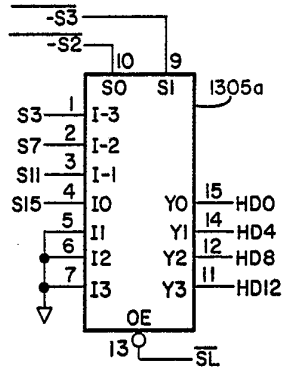
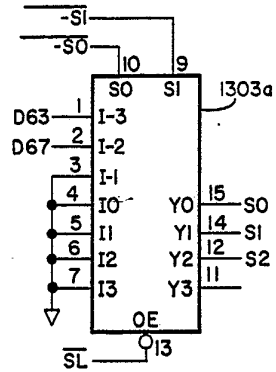
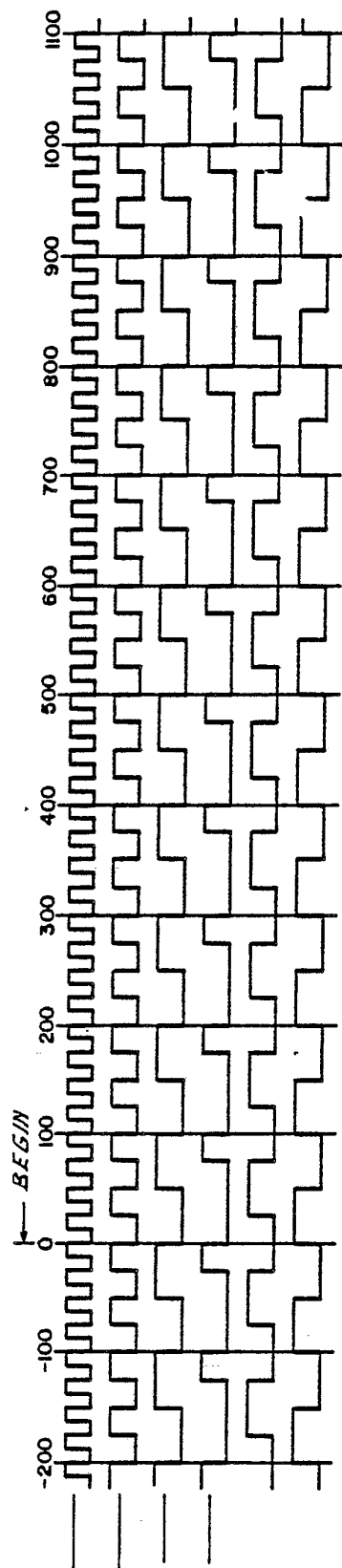


FIG. 13B

7908893



7908893

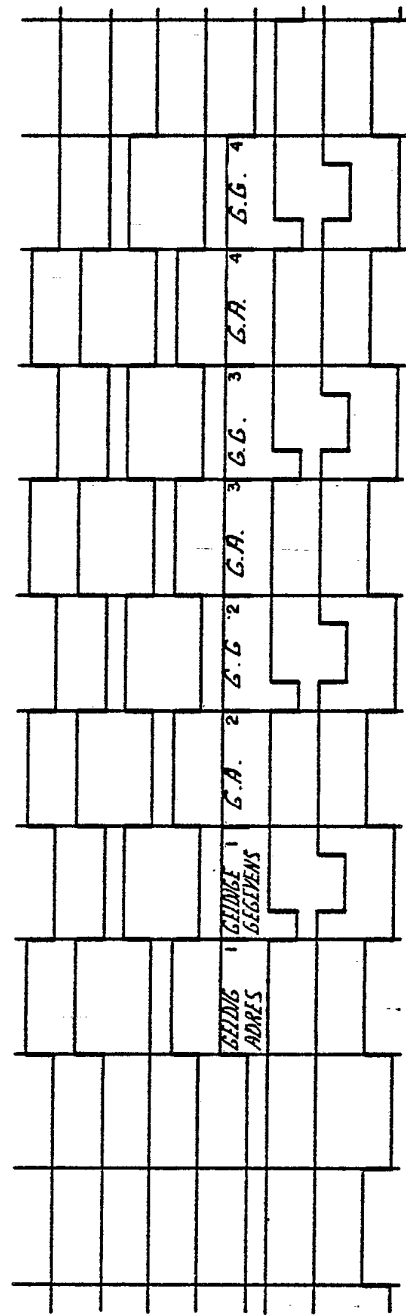
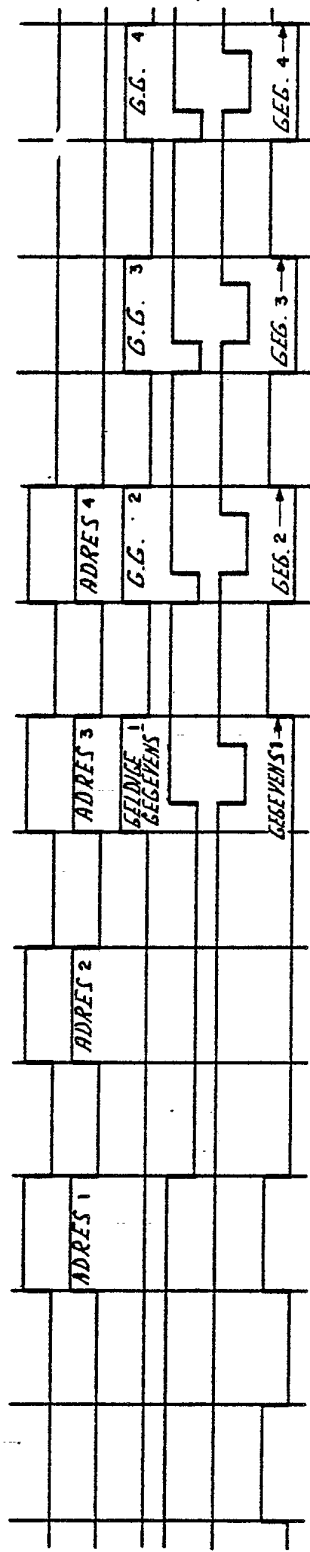


FIG. 14A

7908893

