

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 851738 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 851738

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
G06F 9/32

(22) Tekemispäivä - Ingningsdag - Filing date 02.05.1985

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 02.05.1985

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 22.11.1985

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

21.05.1984 US 612,621

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Digital Equipment Corporation, 146 Main Street, Maynard, Mass. 01754, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Bruckert, William F., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • Fossum, Tryggve, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

3 • DeRosa, Jr., John A., United States, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

4 • Glackemeyer, Richard E., United States, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

5 • Helenius, Allan E., United States, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

6 • Manton, John C., United States, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Käskyn esihakujärjestelmä ehdollista hyppykäskyä varten keskusprosessoriyksikössä.

Förhandsupptagningssystem av en order för villkorlig hoppinstruktion i en centralprocessorenhet.

Käskyn esihakujärjestelmän ehdollista hyppykäskyä varten
keskusprosessoriyksikössä

5 US-patenttijulkaisu US 4 236 206, William D. Strecker,
et al, 25.11.1980, "Central Processor Unit for Executing
Instructions of Variable Length", esitetään tässä viitteenä.

I. Keksinnön ala

10 Esillä oleva keksintö kohdistuu yleisesti digitaali-
siin tietojenkäsittelyjärjestelmiin, ja erityisesti kysei-
sissä järjestelmissä käytettäviin prosessoreihin. Keksintö
on erityisen hyödyllinen prosessoreissa, jotka käyttävät
"esihakua", eli jotka hakevat käskyjä käskyvirrasta samal-
la kun ne suorittavat käskyä, esihaettu käsky suoritettaes-
sa parhaillaan suoritettavan käskyn jälkeen. Keksinnön avul-
15 la prosessori voi määrittää onko käsky ehdollinen hyppykäs-
ky, jolloin päätetään tuleeko käskyvirrassa suorittaa hyppy
vai ei edeltävän käsittelyn tuloksista riippuen, ja esihakea
sekä ne käskyt jotka kuuluvat käskyvirtaan kun hyppy tehdään
että ne käskyt jotka kuuluvat käskyvirtaan kun hyppyä ei
20 tehdä.

II. Tunnetun tekniikan kuvaus

25 Digitaalinen tietojenkäsittelyjärjestelmä sisältää
tavallisesti kolme peruselementtiä; nimittäin muistielemen-
tin, otto/anto-elementin ja prosessorielementin, jotka kaik-
ki on liitetty yhteen yhdellä tai useammalla väylällä. Muis-
tielementti tallettaa dataa osoitettaviin muistipaikkoihin.
Tämä data sisältää sekä operandeja että käskyjä näiden ope-
randien käsittelemiseksi.

30 Prosessorielementti aikaansaa datan siirron tai haun
muistielementistä siihen, tulkitsee tulevan datan joko käs-
kyiksi tai operandeiksi, ja käsittelee operandeja käskyjen
mukaisesti. Tulokset talletetaan sen jälkeen muistielemen-
tissä osoitettuihin paikkoihin. Otto/anto-elementti kommuni-
koi myös muistielementin kanssa datan siirtämiseksi järjes-
35 telmään ja käsitellyn datan saamiseksi siitä. Otto/anto-ele-
mentti toimii tavallisesti prosessorielementin siihen syöt-
tämän ohjausinformaation mukaisesti.

Otto/anto-elementti voi sisältää esimerkiksi kirjoittimia, kaukokirjoittimia tai näppäimistöjä ja näyttöpäätteitä, sekä myös toisiomuistilaitteita kuten levyasemia tai nauhasemia.

5 Prosessori noutaa tyypillisesti käskyjä muistielementistä saatavasta virrasta. Prosessiyksikkö ylläpitää ohjelmalaskuria, joka sisältää käsiteltävän käskyn osoitteen. Kun esillä oleva käsky on noudettu voidaan ohjelmalaskuria kasvat-
10 taa sisältämään muistipaikan osoite, joka sisältää käskyvirran seuraavan käskyn.

 US-patenttijulkaisussa US 4 236 206, William D. Strecker, et al, 25.11.1980, esitetään parannus, jossa yhdellä käskyllä voi olla muuttuva lukumäärä muistipaikkoja muistielementissä. Keskusprosessoriyksikkö sisältää käskypuskurin, johon noudat-
15 tetut sanat käskyvirrasta ladataan. Yleensä kun prosessori käsittelee käskyn osia käskypuskurissa, ne siirretään ulos ja seuraavat sanat siirretään ylöspäin puskurissa. Prosessori esihakee käskysanoja käskyvirrassa pitääkseen käskypusku-
20 rin täynnä. Kun prosessori lopettaa esillä olevan käskyn käsittelyn siirtyvät seuraavan käskyn esihaetut sanat ylöspäin puskurissa ja ne ovat prosessorin välittömästi saatavilla käsittelyjä varten sen jälkeen kun se on lopettanut esillä olevan käskyn käsittelyn. Tämä esihaku sallii prosessorin käsitellä käskyjä nopeammin.

25 Ongelma herää kuitenkin jos esille tulee hyppykäsky, joka voi vaatia prosessoria joko jatkamaan käskyjen käsittelyä esillä olevasta virrasta tai siirtymään toiseen käskyvirtaan. Jotkut hypyt ovat ehdottomia.

 Toiset hypyt ovat ehdollisia ja prosessori päättää siir-
30 tyykö se vai ei vaihtoehtoiseen käskyvirtaan prosessorin tilasta riippuen käskyn esiin tullessa. Tullessaan ehdottomaan hyppyyn voi prosessori aloittaa esihaun välittömästi "hyppy tehty"-käskyvirrasta. Ehdollinen hyppy aiheuttaa kuitenkin prosessorille ongelman. Se voi jatkaa esihakua esillä olevas-
35 ta käskyvirrasta, missä tapauksessa jos hyppy tehdään ei esihaettuja käskyjä käytetä. Toisaalta se voi esihakea käskyjä "hyppy tehty"-käskyvirrasta, mutta jos hyppyä ei tehdä niin

kyseisiä käskysanoja ei käytetä. Kolmas vaihtoehto on estää käskyn esihaku ehdolliselle hyppykäskylle vasteena. Kaikki kolme vaihtoehtoa voivat viivästyttää käskyn käsittelyä ainakin joskus.

5 Esillä oleva keksintö aikaansaa siten järjestelyn, jossa keskusprosessoriyksikkö ehdolliselle hyppykäskylle vasteena esihakee käskyjä sekä "hyppy tehty"-käskyvirrasta että "hyppyä ei tehdä" -käskyvirrasta. Prosessori sisältää hakuyksikön, joka hakee käsiteltäviä operandeja. Hakuyksikkö myös esihakee käskyjä ja suorittaa suoritettavan operaation alustavan määrityksen käskyä suoritettaessa, ja erityisesti määrittää onko käsky ehdollinen hyppykäsky. Suoritusyksikkö vastaanottaa operandit hakuyksiköstä, käsittelee operandeja käskylle vasteena ja lähettää käsitellyt operandit takaisin hakuyksikköön, joka tallettaa käsitellyt operandit muistiin.

10

15

Hakuyksikkö on jaettu kahteen lohkoon tai "porttiin", joista toinen hakee käskyjä muistista. Toinen lohko hakee operandeja muistista. Ehdolliselle hyppykäskylle vasteena hakuyksikkö määrittää "hyppy tehty" -käskyvirran osoitteen ja käyttää operandin hakuosaa käskysanojen esihaun aloittamiseksi "hyppy tehty" -käskyvirrasta.

20

Suoritusyksikkö lähettää hakuyksikköön signaaleja, jotka osoittavat tehdäänkö hyppy vai ei. Jos hyppyä ei tehdä aikaansaa hakuyksikkö muistin keskeyttämään "hyppy tehty" -käskyn esihaun. Jos suoritusyksikkö tiedottaa hakuyksikölle, että hyppy tehdään, sallii hakuyksikkö muistin saattaa esihaun loppuun. Hakuyksikön operandin hakuosa siirtää sen jälkeen "hyppy tehty" -käskyvirran paikan osoitteen käskyn esihakuosaan, ja hakuyksikkö suorittaa silloin kuten ennen ehdollisen hyppykäskyn käyttäen "hyppy tehty" -käskyvirtaa.

25

30

Esillä oleva keksintö käy yksityiskohtaisesti ilmi mukana seuraavista patenttivaatimuksista. Edellä olevat ja muut esillä olevan keksinnön tavoitteet ja edut ovat parhaiten ymmärrettävissä viittaamalla seuraavaan selostukseen ja mukana seuraaviin piirustuksiin, joissa:

35

kuvio 1 esittää esillä olevan keksinnön mukaisesti rakennetun digitaalisen käsittelyjärjestelmän lohkokaa-
viota;

5 kuvio 2A esittää kuviossa 1 kuvatussa tietojenkäsittelyjärjestelmässä hyödyllisen keskusprosessoriyksikön lohkokaa-
viota;

kuvio 2B esittää kuviossa 2A esitetyn keskusprosessoriyksikön käsittelykäsikyn rakennetta;

10 kuvio 3 esittää kaaviota, joka kuvaa signaaleja joita lähetetään kuviossa 2 kuvatun keskusprosessorin hakuyksikön ja muistin ohjaimen välillä kuviossa 1 kuvatussa tietojenkäsittelyjärjestelmässä; ja

15 kuviot 4A, 4B ja 4C esittävät vuokaavioita, jotka ovat hyödyllisiä pyrittäessä ymmärtämään kuvioissa 1-3 kuvatun keskusprosessoriyksikön toimintaa.

Kuten kuviossa 1 on kuvattu keksinnön mukaisen tietojenkäsittelyjärjestelmän peruselementteihin kuuluvat keskusprosessoriyksikkö (prosessori) 10, muistiyksikkö 11 ja otto/antoelementti 12. Prosessori 10 suorittaa käskyjä, jotka on
20 talletettu osoitettaviin muistipaikkoihin muistiyksikössä 11. Käskyt tunnistavat operaatiot, jotka tulee suorittaa operandeille, jotka myös on talletettu osoitettaviin muistipaikkoihin muistiyksikössä. Prosessori 10 hakee tarvittaessa käskyt ja operandit, ja käsitelty data palautetaan muistiyksikköön.
25 Prosessori 10 lähettää myös ohjausinformaation otto/antoelementin yksikköihin sallien niiden suorittaa valittuja toimintoja kuten lähettää dataa tai noutaa dataa muistiyksiköstä 11. Kyseinen data voi olla käskyjä, tai operandeja jotka tulee lähettää muistiyksikköön tai käsiteltyä dataa, joka noudetaan muistista talletusta tai näyttöä varten.
30

Operaattorin ohjauspääte 13 toimii operaattorin liitännänä. Se sallii operaattorin tutkia ja sijoittaa dataa, pysäyttää keskusprosessoriyksikön 10 toiminta, tai ohjata keskusprosessoriyksikkö läpi sarjan käskyjä ja määrittää
35 prosessorin vasteet niille. Se myös sallii operaattorin aloittaa järjestelmän itseohjautuvan menetelmän, ja suorittaa useita diagnostisia testejä koko tietojenkäsittelyjärjestelmälle.

Keskusprosessoriyksikkö 10 on kytketty muistiyksikköön 11 useiden väylien kautta, jotka on yleisesti tunnistettu viitenumerolla 14. Keskusprosessoriyksikkö on erityisesti suoraan kytketty muistinojaimen 15, joka puolestaan kytkeytyy useisiin ryhmiin 16 ryhmäväylän 17 kautta. Eräissä tietyssä suoritusmuodossa muistinojain käsittää myös välimuistin. Muistinojain 15 sisältää piiristön osoitettavan muistipaikan sisällön noutamiseksi joko välimuistista tai ryhmästä 16 ja siinä olevan informaation tallettamiseksi tavanomaisella tavalla. Välimuistit ovat alalla ennestään tunnettuja eikä niitä käsitellä enempää.

Tietojenkäsittelyjärjestelmä voi sisältää usean tyyppisiä otto/anto-yksiköjä, kuten levy- ja nauhamuodossa olevia toisiomuistielementtejä, kaukokirjoittimia, näppäimistöjä ja näyttöpäätteitä ja vastaavia. Nämä yksiköt 20 on kytketty otto/anto-väylän 21 kautta väyläsovittimeen 22. Otto/anto-väylä 21 voi olla kuten on esitetty US-patenttijulkaisussa US 4 232 366, John V, Levy, et al, jonka hakija on esillä olevan hakemuksen hakija, "Bus For Data Processing System With Overlap Sequences". Muun tyyppisiä otto/anto-väyliä voidaan myös käyttää kytkemään vastaaviin otto/anto-yksiköihin (ei esitetty), kuten otto/anto-väylää 23, joka on kytketty väyläsovittimeen 24, joka voi olla kuten on esitetty US-patenttijulkaisussa US 3 815 099, 4.6.1974, J. Cohen et al, "Data Processing System".

Väyläsovittimet 22 ja 24 on kytketty lähettämään ja vastaanottamaan dataa muistinojaimesta 15 sovitinväylän 25 kautta. Väyläsovittimet on kytketty myös keskeytyksen kysely/lupa-väylällä 26, jonka kautta väyläsovittimet voivat keskeyttää keskusprosessoriyksikön 10 käsittelyn tavanomaisella tavalla yhden tai useamman otto/anto-yksikön 20 tilan muutoksen tapahtuessa. Keskusprosessoriyksikkö 10 siirtää siten keskeytyksen kyselyn lupa-signaalit suoraan otto/anto-elementissä olevien yksiköiden kanssa ja lähettää ohjausinformaation ja vastaanottaa tilainformaation otto/anto-elementissä 12 olevista yksiköistä muistinojaimen 15 kautta. Muistinojain ohjaa siten datan siirtoa keskusprosessori-

yksikköön ja keskusprosessoriyksiköstä 10 ja otto/anto-elementtiin ja otto/anto-elementistä 12, ja keskusprosessoriyksikön ja otto/anto-elementin 12 välistä ohjaus- ja tilainformaation siirtoa.

5 Kuvio 2 sisältää keskusprosessoriyksikön 10 yleisen lohkokaaavion. Lyhyesti esitettynä hakuyksikkö 30 hakee käskyjä ja operandeja muistielementistä 11, suorittaa käskyn toimituskoodin alustavan dekodauksen määrittääkseen suoritettavan toimituksen luonteen, ja lähettää toimituksen tunnistavia signaaleja ja operandeja suoritusyksikköön 31 operandiväylän 32 kautta. Suoritusyksikkö 31 lähettää käsitellyn datan kirjoitusväylän 33 kautta hakuyksikköön 30, joka puolestaan lähettää ne muistinpohjaimeen 15 talletusta varten.

15 Jos käsky kuuluu erääseen hyvin tunnettuun käskyjen luokkaan, joita kutsutaan "liukupilkku"-käskyiksi, sallii suoritusyksikkö 31 liukupilkkuprosessorin 34 käsitellä operandit. Tässä tapauksessa lähettää liukupilkkuprosessori sen jälkeen käsitellyn datan hakuyksikköön talletusta varten samalla tavalla kuin suoritusyksikkö 31. Suoritusyksikkö 31 on 20 kytketty myös ohjauspäätteeseen ohjauspääteväylän 35 kautta, ja keskeytyksen kysely/lupaväylään 26 keskeytyksen kyselyjen vastaanottamiseksi otto/anto-elementistä ja keskeytysten luopamiseksi tunnetulla tavalla.

25 Kuten on mainittu hakee hakuyksikkö 30 käskyjä ja operandeja muistinohjaimesta ja lähettää käsitellyn datan muistinohjaimeen. Hakuyksikkö 30 on kytketty muistinohjaimeen IVA-väylän 40 avulla, jonka kautta se lähettää näennäisosoitteita muistiohjaimeen, ja muistidataväylän 41 avulla, jonka kautta se vastaanottaa käskyjä ja operandeja, ja siirtää käsitellyn 30 datan muistinohjaimeen ja muistinohjaimesta pois. Muistinohjain sisältää piiristön (ei esitetty) näennäisosoitteiden kääntämiseksi fyysisiksi osoitteiksi tavanomaisella tavalla.

Lisäksi suoritusyksikkö 31 on myös kytketty muistinohjaimeen EVA-väylän 42 avulla. Tietyissä tapauksissa lähettää suoritusyksikkö 31 näennäisosoitteen muistinohjaimeen 35 15 EVA-väylän 42 kautta, ja vastaanottaa dataa muistista muistidataväylän 41 ja operandiväylän 32 kautta.

Ennen tästä eteenpäin jatkamista voi olla avuksi esittää keskusprosessoriyksikön 10 yhden tietyn suoritusmuodon suorittaman käskyn rakenne. Rakenne on samanlainen kuin US-patenttijulkaisussa 4 236 206 esitetyn käskyn rakenne. Lyhyesti esitettynä ensimmäisenä käskyssä on toimituskoodi tai "OP COPE", joka voi sisältää yhteen tai kahteen peräkkäiseen muistipaikkaan muistissa, jota koodia seuraa yksi tai useampi operandin tarkenne. Operandin tarkentimien lukumäärä riippuu käskyn toimituskoodiosassa tarkennetun toimituksen luonteesta.

Kuten on selostettu yksityiskohtaisesti US-patenttijulkaisussa 4 236 206 kukin operandin tarkenne voi tunnistaa operandin, joka tulee käsitellä yhdessä useista osoitustavoista. Joissakin tavoissa käskyssä oleva operandin tarkenne voi sisältää itse operandin. Toisissa osoitustavoissa operandi voi käsitellä tai se voidaan johtaa hakuyksikössä olevan rekisterin sisällöstä, jonka operandin tarkenne on tunnistanut. Vaihtoehtoisesti operandi voi olla talletettu muistiin paikkaan, jonka on tunnistanut operandin tarkenne tai joka on johdettu operandin tarkenteen tunnistaman rekisterin sisällöstä.

Hakuyksikkö 30 sisältää käskypuskurin 50, joka tallettaa käskysanoja, jotka on haettu muistielementistä 11. Käskydekooderi 51 dekodaa käskyn (kuvio 2B) OP CODE -toimituskoodiosan, määrittää käskyssä olevien operandin tarkentimien lukumäärän, ja etenee dekodamalla operandin tarkenteet yhden kerrallaan operandien saamiseksi. Jos operandin tarkenne sisältää operandin siirtyy operandi operandiliitäntään 53 lähetettäväksi suoritusyksikköön 31 operandiväylän 32 kautta. Jos operandin tarkenne tunnistaa rekisterin hakuyksikössä 30, kuten yhden yleisrekistereistä 54, siirretään myös tunnistetun rekisterin sisältö operandiliitäntään 53 operandiväylää 32 myöten tapahtuvaa lähetystä varten.

Jos operandin tarkenne osoittaa, että yksi yleisrekistereistä 54 sisältää operandin paikan muistissa, se sallii tunnistetun rekisterin sisällön lähetyksen multiplekserein 55, ja aritmeettisloogisen yksikön 56 kautta ja talletuksen VA (Näennäisosoite, virtual address) -salpaan 57. VA-sal-

van sisältö kytketään sen jälkeen IVA-multiplekserin 60 ja IVA-väyläliitännän 61 kautta ja lähetetään IVA-väylään 40 aikaansaamaan muistinohjain 15 (kuvio 1) noutamaan osoitetun paikan sisältö. Kun muistinohjain on noutanut kysellyn paikan sisällön se lähettää sen muistidataväylään 41. Hakuyksikkö 30 vastaanottaa datan muistidataväylän (MD) liitännän 62 kautta, ja lataa sen IMD-muistidatasalpaan 63. Jos data käsittää operandin, lähettää hakuyksikkö 30 silloin sen suoritusyksikköön 31 operandin väyläliitännän 53 ja operandiväylän 32 kautta.

US-patenttijulkaisussa US 4 236 206 on selostettu myös useita muun tyyppisiä osoitustapoja. Eräässä tavassa, jonka nimi on "siirretty rekisteri" (register deferred), sisältää tunnistettu yleisrekisteri muistissa osoitteen, joka itsessään on sen paikan osoite, johon operandi on talletettu. Tässä tapauksessa tarvitaan muistista 11 kaksi noutoa operandin saamiseksi. Ensimmäisen muistisaannin tulos, joka on talletettu IMD-salpaan 63, on tässä tapauksessa, ei operandi vaan operandin osoite muistissa. Siten IMD-salvan 63 sisältö kytketään multiplekserin 64, toisen multiplekserin 65 ja aritmeettisloogisen yksikön 56 kautta ja tallatetaan näennäisosoitesalpaan 57. IVA-väyläliitäntä 61 vastaanottaa silloin salvan 57 sisällön multiplekserin 60 kautta ja aloittaa toisen muistinoudon, mikä aikaansaa muistin lähettämään operandin hakuyksikköön 30 muistidataväylän 41 kautta. Operandi talletetaan silloin IMD-salpaan 63 ja kytketään liitännän 53 kautta operandiväylään 32 ja suoritusyksikköön 31, kuten edellä on selostettu.

Toisessa osoitustavassa voi operandin tarkenne sisältää siirtymäarvon, joka on lisätty tunnistetun yleisrekisterin 54 sisältöön. Summa on joko operandin osoite muistissa tai operandin osoitteen osoite, jos käytetään "siirrettyä" tapaa. Siirtymäarvo on siirretty käskypuskurista multipleksorien 64 ja 65 kautta ja lisätty tunnistetun rekisterin sisältöön aritmeettisloogisessa yksikössä 56. Summa on sen jälkeen talletettu näennäisosoitesalpaan 57 ja IVA-väyläliitäntä 61

aloittaa noudon muistista 11 kuten edellä on selostettu. Operandi palautetaan jälleen muistielementistä 11 liitännän 62 kautta ja talletetaan IMD-muistidatasalpaan 63, ennen kuin se siirretään operandiväyläliitännän 53 kautta operandiväylään 32 ja suoritusyksikköön 31.

Kuten on mainittu ei hakuyksikkö 30 noudata vain operandeja suoritusyksikköä 31 ja liukupilkkuprosessoria 34 varten, vaan se aloittaa myös käsitellyn datan siirron muistiin. Suoritusyksikkö ja liukupilkkuprosessori lähettävät käsitellyn datan hakuyksikköön 30 kirjoitusväylän 33 kautta. Käsitelty data voidaan tallettaa yleisrekisteriin 54 tai muistiin riippuen käskyssä olevan operandin tarkenteen arvosta, joka määrittää käsitellyn datan määräpaikan. Hakuyksikkö 30 vastaanottaa käsitellyn datan kirjoitusväylältä liitännän 67 kautta. Jos käsitellyn datan määräpaikka on yleisrekisteri, kytketään data suoraan liitännästä 67 tunnistettuun rekisteriin 54. Jos toisaalta käsitellyn datan määräpaikka on muistiyksikkö 11, kytketään data liitännästä 67 muistin dataväyläliitännän 12 kautta määräpaikan paikkaan muistiyksikössä 11.

Hakuyksikkö 30 sisältää myös piiristön, joka hakee käskysanoja käskypuskuria 50 varten. Kuten on selostettu patenttijulkaisussa US 4 236 206, voivat käskyt olla eri pituisia. Esillä olevan keksinnön eräässä erityisessä suoritusmuodossa muistista noudetut käskysanat ovat pituudeltaan neljä tavua. Käsky voi käsittää yhden käskysanan, joka on haettu muistista muistin dataväylän 41 kautta, tai se voi käsittää useamman kuin yhden käskysanan, tai se voi käsittää murtolukumäärän määrän käskysanoja.

Hakuyksikkö 30 sisältää näennäisen käskypuskurin osoitteen (virtual instruction buffer address), VIBA-salvan 70, joka tallettaa seuraavan muistista haettavan käskysanan osoitteen. Kun hakuyksikkö 30 on käsitellyt käskypuskuriin 50 talletetun käskyvirran tavuista valitun määrän aloittaa hakuyksikkö 30 toisen käskysanan haun. VIBA-salvan 70 sisältö on kytketty IVA-multiplekserin 60 kautta. Tulos on lähetetty IVA-väyläliitännän 61 kautta IVA-väylään 40 ja muistinohjai-

meen 15. Hakuyksikkö 30 kasvattaa silloin VIBA-salvan 70 sisältöä vakiolla, joka on merkitty merkinällä (+) aritmeettisloogisessa yksikössä 71, ja lataa tuloksen VIBA-salpaan 70 multiplekserin 72 kautta. Kun muistinohjain vastaa 5 käskysanan hakuun, se lähettää datan muistidataväylän 41 kautta. Hakuyksikkö vastaanottaa käskysanan muistin dataväylän liitännän 62 kautta talletettavaksi käskypuskuriin 50.

Hakuyksikkö ylläpitää myös ohjelmalaskurirekisteriä 73, jonka sisältö on käskyn osoite muistissa, ja erityisesti 10 käskyn toimituskoodin (kuvio 2B) osoite. Hakuyksikkö 30 pitää tallennetta käsiteltyjen tavujen lukumäärästä käskyn operandin tarkenteita varten, sekä toimituskoodin käsittävän tavujen (tyypillisesti yksi tai kaksi) lukumäärästä. Kun kaikki perandin tarkenteet on dekodattu kuten edellä on selostettu 15 ja edellä mainitussa US-patenttijulkaisussa 4 236 206 on esitetty, lisätään esillä olevassa käskyssä käsiteltyjen operandin tarkenteen tavujen ja toimituskoodin tavujen lukumäärä ohjelmalaskurin 73 sisältöön, tuloksena olevan summan ollessa seuraavan käskyn osoite muistiyksikössä 11. Ohjelmalaskurin 20 73 sisältöä käytetään kuten edempänä selostetaan.

Voidaan havaita, että hakuyksikkö 30 sisältää kaksi osaa, joista toinen dekodaa operandin tarkenteet, hakee operandit ja tallettaa käsitellyn datan muistiyksikköön 11. Tämä osa sisältää näennäisosoitteen salvan 57, aritmeettisloogisen yksikön 56, multiplekserit 55, 64 ja 65, rekisterit 54, 25 puskurit 50 ja 63 ja käskydekooderin 51. Hakuyksikön toinen osa noutaa käskysanoja muistiyksiköstä 11. Tämä osa sisältää näennäisen käskypuskurin osoitteen VIBA-salvan 70, multiplekserin 72 ja aritmeettisloogisen yksikön 71.

30 Keksinnön mukaisesti kun käskydekooderi 51 dekodaa ehdollista hyppykäskyä, käyttää hakuyksikkö 30 operandin dekodaus- ja hakuosaa, erityisesti näennäisosoitteen salpaa 57, multiplekseriä 65 ja aritmeettisloogista yksikköä 56 aloittamaan "hyppy tehty" -käskyvirran esihaun.

Keksinnön eräässä erityisessä suoritusmuodossa sisäl-
 tää ehdollinen hyppykäsky operandin tarkenteen, joka käsit-
 tää siirtymäarvon, joka ohjelmalaskurin sisältöön lisättynä
 johtaa ensimmäisen käskyn osoitteeseen "hyppy tehty" -käsky-
 5 virrassa. Siten ensimmäisen käskyn osoitteen määrittämiseksi
 "hyppy tehty" -käskyvirrassa kytkee hakuyksikkö 30 ohjelma-
 laskurin rekisterin 73 sisällön multiplekserin 55 kautta arit-
 meettisloogisen yksikön 56 yhteen ottoon. Käskypuskurista 50
 saatava siirtymäarvo on kytketty multiplekserien 64 ja 65 kaut-
 10 ta aritmeettisloogisen yksikön toiseen ottoon. Aritmeettis-
 loogisen yksikön 56 ostoissa olevat arvot summataan yhteen ja
 tuloksena saatava ensimmäisen käskyn osoite "hyppy tehty" -käs-
 kyvirrassa talletetaan näennäisosoitteen salpaan 57. IVA-väy-
 läliitäntä 61 lähettää silloin muistikyselyn IVA-väylän 40 kaut-
 15 ta muistinojaimen 15, joka aloittaa ensimmäisen käskyn nou-
 don "hyppy tehty" -käskyvirrassa.

Tässä kohdin on suoritusyksikkö 31 lopettelemassa edel-
 lisen käskyn käsittelyä, jonka tulokset määrittävät tehdäänkö
 hyppy vai ei.

20 Erityisesti, suoritusyksikkö 31 lähettää ehtokoodeja
 hakuyksikköön 30 kun se on lopettanut käskyn käsittelyn, joka
 edeltää heti ehdollista hyppykäskyä. Hakuyksikkö 30 määrittää
 tehdäänkö hyppy ehtokoodien perusteella. Jos hyppyä ei tehdä
 lähettää hakuyksikkö 30 signaalin muistiin, joka - aikaansaa
 25 muistin keskeyttämään "hyppy tehty" -noutotoimituksen. Jos
 kuitenkin ehtokoodit osoittavat että hyppy tulee tehdä, sal-
 lii hakuyksikkö muistinojaimen 15 saattaa päätökseen "hyppy
 tehty" -noutotoimituksen ja hakuyksikkö 30 vastaanottaa ensim-
 mäisen käskysanan "hyppy tehty" -käskyvirrasta muistidataväy-
 30 län 41 ja muistin dataväyläliitännän 62 kautta ja lataa sen
 käskypuskuriin 50. Kaikki vanhasta käskyvirrasta saadut käs-
 kypuskurin 50 käskysanat korvataan siten uudella käskysanalla.

Samalla näennäisosoitteen salvan 57 sisältöä kasvate-
 taan toisen käskysanan paikan tunnistusta varten uudessa käs-
 35 kyvirrassa. Näennäisosoitteen salvan 57 sisältö siirretään

multiplekserin 65 kautta aritmeettisloogisen yksikön 56 yhteen ottoon. Yhdestä eri vakioista 74 saatava vakioarvo kytketään multiplekserin 55 kautta aritmeettisloogisen yksikön 56 toiseen ottoon, jossa yksikössä ne summataan yhteen. Tulos on toisen käskysanan osoite "hyppy tehty" -käskyvirrassa, ja se ladataan sekä näennäisosoitteen salpaan 57 että multiplekserin 72 kautta näennäisen käskypuskurin osoitteen VIBA-salpaan 70. Näennäisosoitteen salvan 57 sisältö kytketään multiplekserin 60 kautta IVA-väyläliitäntään 61, joka suorittaa toisen "hyppy tehty" -käskysanan haun. Haettu käskysana talletetaan jälleen käskypuskuriin 50. VIBA-salvan 70 sisältöä kasvatetaan sen jälkeen aritmeettisloogisessa yksikössä 71 kolmannen käskysanan tunnistamiseksi "hyppy tehty" -käskyvirrassa. "Hyppy tehty" -käskyvirran tulevat haut suoritetaan käyttäen VIBA-salvasta 70 saatavia osoitteita edellä selostetulla tavalla.

Tässä kohdin on hyödyllistä selostaa hakuyksikön 30 ja muistinohjaimen 15 välillä lähetettyjä useita signaaleja. Viitaten kuvioon 3, kun hakuyksikkö aloittaa muistitoimituksen, se lähettää näennäisosoitteen IVA (31:00) -linjoja 100 pitkin muistinohjaimen 15. Näennäisosoitteen lähteestä riippuen, joko näennäisosoitteen salvasta 57 (kuvio 2A) tai VIBA-salvasta 70, se lähettää operandin muistinohjauksen (operand memory control field) signaaleja OP MCF (3:0) linjalle 101 tai käskypuskurin kysely- (instruction buffer request) signaalin IBUF REQ linjalle 102. OP MCF -signaalit lähetetään jos näennäisosoitteen lähde on näennäisosoitteen salpa 57, ja se on komento muistinohjaimelle 15 sen osoittamiseksi tuleeko muistinohjaimen 15 lähettää dataa hakuyksikölle 30 (eli siirto on lukusiirto), tai muistinohjaimen 15 (eli siirto on kirjoitussiirto) muistidataväylän 41 kautta. Edelleen, OP MCF -signaalit osoittavat lukutapahtumassa tuleeko data ladata IMD-salpaan 63 tai käskypuskuriin 50. OP MCF -signaalit määrittävät, että data tulee ladata käskypuskuriin 50 vain jos haku on vaste ehdolliselle hyppykäskylle, kuten edellä on selostettu.

Väyläliitäntä 61 (kuvio 2A) lähettää IBUF REQ -signaalin kun IVA-linjoja 100 myöten lähetettyjen näennäisosoitesignaalien lähde on VIBA-salpa 70. Tässä tapauksessa siirto on aina lukusiirto, ja palautettu käskysana on talletettu käskypuskuriin 50.

Jos linjoja 100 myöten lähetetyn näennäisosoitteen lähde on näennäisosoitteen salpa 57, lähettää liitäntä 61 myös operandin muistiyhteys (oper and memory context) -signaaleja ja OP MEM CXT linjoille 103, jotka osoittavat datatavujen lukumäärän, jotka tulee lähettää muistinohjaukseen tai muistinohjauksesta 15 pois.

Näennäisosoitteelle linjoilla 100 ja OP MCF tai IBUF REQ -signaalille vasteena lähettää muistinohjain 15 yhden tai useamman kuittaussignaalin hakuyksikköön 30 jos se pystyy onnistuneesti kääntämään näennäisosoitteen fyysiseksi osoitteeksi ja saattamaan siirron päätökseen. (Näennäisosoitteiden käyttö sekä näennäisosoitteen kääntäminen fyysiseksi osoitteeksi on alalla ennestään tunnettua ja niitä ei selosteta enempää. Viitataan esimerkiksi US-patenttijulkaisuus 3 854 126, Robert C. Gray, et al. 10.12.1974, "Circuit For Converting Virtual Addresses Into Physical Addresses"). Muistinohjaimen 15 palauttama kuittaussignaali riippuu siitä, onko näennäisosoitteen signaalien lähde näennäisosoitteen salpa 57 tai VIBA-salpa 70. Jos osoitesignaalien lähde on näennäisosoitteen salpa 57, lähettää muistinohjain 15 operandin fyysisen osoitteen kuittaussignaalin OP PA ACK (operand physical address acknowledgement signal) linjalle 104. Kuitenkin, jos osoitesignaalien lähde on VIBA-salpa 70, lähettää muistinohjain 15 käskypuskurin fyysisen osoitteen kuittaussignaalin IBF PA ACK (instruction buffer physical address acknowledgement signal) linjalle 105.

OP PA ACK -kuittaussignaalin vastaanoton seurauksena linjalla 104, jos OP MCF -komentosignaalit osoittavat lukutapahtumaa, ja jos haettu sana tulee tallettaa käskypuskuriin 50, voi hakuyksikkö 30 lähettää OP ABORT -signaalin linjalle 106. Tämä tapahtuu, jos suoritusyksikkö 31 lähettää ehtokoo-

deja hakuyksikköön 30, jotka määrittävät että hyppyä ei tehdä. OP ABORT -signaali aikaansaa muistinohjaimen keskeyttämän muistiviittauksen näennäisosoitteen salvasta 57.

5 IVA-väylä 40 sisältää myös linjoja 107 useiden eri ajoitus- ja ohjaussignaalien johtamiseksi, jotka ovat tavanomaisia ja tarpeettomia esillä olevan keksinnön ymmärtämiseksi.

10 Muistidataväylä 41 sisältää linjoja 110, joiden kautta muistidatasignaaleja (31:00) lähetetään hakuyksikön 30 ja muistinohjaimen 15 välillä. Lisäksi muistinohjain 15 lähettää määräpaikkakoodin (1:0) signaaleja linjoja 111 myöten hakuyksikköön 30. Nämä signaalit tunnistavat käskypuskurin 50 tai IMD-salvan 63 muistinohjaimesta hakuyksikköön lähetettävien muistidatasignaalien määräpaikkana. Vastesignaali MD RESP lähetetään linjaa 112 myöten ajoitussignaalina, joka sallii

15 hakuyksikön 30 poimia signaali tunnistettuun määräpaikan pus- kuriin 50 tai 63. Linjan 113 kuljettama EN MD BUS -signaali sallii hakuyksikön 30 lähettää datasignaaleja linjoja 110 myöten. Lopuksi muistidataväylä 41 sisältää myös linjoja 114 erilaisten ajastus- ja ohjaussignaalien kuljettamiseksi.

20 Kuviot 4A, 4B ja 4C kuvaavat vuokaavioita, jotka esittävät yksityiskohtaisesti suoritettavat pääasiassa hakuyksikön 30 suorittamat vaiheet vasteena ehdolliselle hyppykäskylle. Ensin käskydekooderi 51 dekodaa käskyn käskypuskurissa 50 (vaihe 120). Jos toimituskoodi osoittaa, että käsky ei

25 ole ehdollinen hyppykäsky (vaihe 121), sallii käskydekooderi 51 muun osan keskusprosessoriyksiköstä 10 suorittaa käskyn (vaihe 122). Jos kuitenkin toimituskoodi määrittää ehdollisen hypyn, jatkaa hakuyksikön 30 operandin tarkenteen dekodausosa ensimmäisen käskyn osoitteen laskemista "hyppy tehty"

30 -käskyvirrasta (vaihe 123).

Laskettaessa "hyppy tehty" -käskyvirran ensimmäisen käskyn osoitetta kytketään ohjelmalaskurin 73 (kuvio 2A) sisältö multiplekserin 55 kautta aritmeettisloogisen yksikön 56 yhteen ottoon (124). Ehdollisen hyppykäskyn operandin tarkenneosan arvo siirretään käskypuskurista 50 multiplekserien 64 ja 65 kautta aritmeettisloogisen yksikön 56 toiseen ottoon. Aritmeettislooginen yksikkö 56 summaa sen jälkeen nämä kaksi

35

arvoa yhteen ja tallettaa tuloksen näennäisosoitteen salpaan 57 (vaihe 124). Tässä kohdin ensimmäisen käskysanan osoite "hyppy tehty" -käskyvirrassa talletetaan näennäisosoitteen salpaan 57, ja seuraavan käskysanan osoite "hyppy ei tehdä" -käskyvirrassa talletetaan VIBA-salpaan 70.

Koska käskydekooderi 51 on osoittanut, että juuri käsiteltävänä oleva käsky on ehdollinen hyppykäsky, "hyppy tehty" -käskyvirrassa olevan käskysanan osoitteen ollessa talletettu näennäisosoitteen salpaan 57, aloittaa IVA-väyläliitännä 61 käskyn haun käyttäen osoitetta, jota suoritusyksikkö 31 on käsittelemässä suorittaessaan ehdollista hyppykäskyä heti edeltävää käskyä. Hakuyksikön 30 ei tarvitse odottaa kunnes käskypuskurissa 50 on riittävästi paikkoja vapaana noudon suorittamiseksi, kuten olisi asian laita haettaessa käskyä käyttäen VIBA-salvassa 70 olevaa osoitetta, koska jos hyppy on tehty päällekirjoitetaan käskypuskurin 50 sisältö haetulla "hyppy tehty" -käskysanalla. Käskyn hakeminen käyttäen VIBA-salvassa 70 olevaa osoitetta ei aikaansaa käskypuskurin 50 sisällön päällekirjoitusta.

Suoritettaessa "hyppy tehty" -käskysanan hakua lähettää IVA-väyläliitännä 61 VA-salvan 57 sisällön linjalle 100 (kuvio 3), OP MCF (3:0) -signaalin linjalle 101 sen osoittamiseksi että toimitus on lukutoimitus ja että haettu käskysana tulee ladata käskypuskuriin 50, ja OP MEM CXT -yhteyskentän linjoille 103 sen osoittamiseksi että koko sana on noudettu (vaihe 125). Kun muistinohjain 15 vastaanottaa näitä signaaleja se määrittää voiko se kääntää näennäisosoitteen ja saattaa haun päätökseen. Jos se pystyy saattamaan haun päätökseen se palauttaa OP PA ACK -kuittaussignaalin linjalle 104.

Sen jälkeen kun IVA-väyläliitännä 61 lähettää vaiheessa 125 tunnistettuja signaaleja vastaanottaa hakuyksikkö 30 ehtokoodoja suoritusyksiköstä 31. Hakuyksikkö määrittää näistä ehtokoodoista tuleeko hyppy tehdä vai ei (vaihe 126). Erityisesti, suoritusyksikkö 31 lähettää kunkin käskyn ehtokoodit hakuyksikköön 30. Kohdatessaan ehdollisen hyppykäskyn tutkii hakuyksikkö 30 ehtokoodit ne vastaan-

otettaessa, ja tekee päätöksen siitä tuleeko hyppy tehdä vai ei. Hakuyksikkö joko sallii "hyppy tehty" -tilan jatkumisen tai keskeyttää sen, ja suoritusyksikön 31 ei tarvitse koskaan vastaanottaa ehdollista hyppykäskyä tai suorittaa mitään toimintaa sille vasteena.

Jos ehtokoodit osoittavat että hyppyä ei tule tehdä (vaihe 126), asettaa hakuyksikkö OP ABORT -signaalin linjalle 106 (kuviossa 3). Muistinojauus 15 keskeyttää silloin "hyppy tehty" -noudon kyselyn. Hakuyksikkö siirtää silloin ehdollisen hyppykäskyn käskypuskurista 50 ulos ja jatkaa seuraavaan käskyyn (eli palaa vaiheeseen 120).

Jos kuitenkin vaiheessa 126 ehtokoodit osoittavat että hyppy tulee tehdä, talletetaan näennäisosoitteen salvan 57 sisällön kopio ohjelmalaskuriin 73 (vaihe 130). Siten ohjelmalaskuri vastaanottaa ensimmäisen käskyn osoitteen "hyppy tehty" -käskyvirrassa, joka tulee suorittaa seuraavaksi. VA-salvan sisältöä kasvatetaan silloin seuraavan käskysanan tunnistamiseksi "hyppy tehty" -käskyvirrassa (vaihe 131). Salvan sisältö kytketään multiplekserin 65 kautta aritmeettisloogisen yksikön 56 ottoon. Multiplekseri 55 valikoi vakion eri otoista 74 yksikön 56 toista ottoa varten, joka yksikkö suorittaa summauksen. Tulokset talletetaan sekä näennäisosoitteen salpaan 57 että VIBA-salpaan 70 multiplekserin 72 kautta. Siten toisen käskysanan osoite "hyppy tehty" -käskyvirrassa talletetaan sekä VA-salpaan 57 että VIBA-salpaan 70.

IVA-väyläliitäntä 61 lähettää silloin osoitesignaaleja salvasta 57 linjoille 100 ja sopivia komento- ja pituus-signaaleja linjoille 101 ja 103 (kuvio 3) toisen käskysanan haun suorittamiseksi (vaihe 132).

Jos jonkun aikaa sen jälkeen kun käskysanan hakukysely lähetettiin vaiheessa 125 ei hakuyksikkö 30 lähetä mitään OP ABORT -signaalia (vaihe 127), valmistautuu muistinojauus 15 lähettämään ensimmäisen käskysanan muistidatalinjoja 110 myöten (kuvio 3), ja linjoille 111 lähetetään määräpaikkakoodi tunnistamaan käskypuskuri 50 (vaihe 133). Muistidatan väyläliitäntä 62 vastaanottaa käskysanan, tallettaa sen käskypus-

kuriin 50 (vaihe 134) ja siirtää juuri noudetun käskysanan käskypuskurin läpi puskurin päähän, siten päällekirjoittaen puskurissa olevat käskysanat, jotka kaikki ovat "hyppyä ei tehdä" -käskyvirrasta. Muistinohjain lähettää myöhemmin käskysanan toisesta noutokyselystä (joka aloitettiin vaiheessa 132), ja muistin dataväyläliitäntä 62 lataa ensimmäistä käskysanaa seuraavan käskyn käskypuskuriin (vaihe 136). Vastaanotettuaan ensimmäisen käskysanan (vaihe 134) "hyppy tehty" -käskyvirrasta aloittaa hakuyksikkö 30 käskyn käsittelyn (vaihe 120, kuvio 4A) tavanomaisella tavalla. Aloitettuaan toisen "hyppy tehty" -käskyn haun käyttäen VA-salvassa 57 olevaa osoitetta, hakee hakuyksikkö 30 sen jälkeen käskyjä "hyppy tehty" -käskyvirrasta käyttäen VIBA-salvassa 70 olevaa osoitetta.

Kuten on mainittu, lukuunottamatta ehdollisen hypyn "hyppy tehty" -käskyn esihaun aikana, käyttää hakuyksikkö 30 tavallisesti VIBA-salpaan 70 talletettua näennäisosoitetta käskysanojen saamiseksi käskyvirrassa. Hakuyksikön 30 käyttämä järjestys käskysanojen saamiseksi VIBA-salvan 70 sisältöä käyttäen esitetään edempänä kuviossa 4C. Kun käskypuskurissa on riittävästi tyhjiä muistipaikkoja käskysanan noudon takaamiseksi muistista 11 (kuvio 1) lähettää IVA-väyläliitäntä 61 VIBA-salvan 70 sisällön IVA-väylän 40 linjoille 100, ja asettaa IBUF REQ käskypuskurin kyselysignaalin linjalle 102 (vaihe 140).

Kun muistinohjain 15 vastaanottaa nämä signaalit ja jos se kykenee kääntämään näennäisosoitteen ja suorittamaan siirron, se lähettää IBF PA ACK -kuittaussignaalin (vaihe 141) linjalle 105 (kuvio 3). Kun hakuyksikkö 30 vastaanottaa IBF PA ACK -signaalin se kasvattaa VIBA-salvan sisältöä käyttäen aritmeettisloogista yksikköä 71 (kuvio 2A) seuraavan sanan tunnistamiseksi käskyvirrassa (vaihe 142).

Kun muistinohjain 15 on noutanut käskysanan, se lähettää sen muistidatasignaaleina linjoille 110 yhdessä määräpaikkakoodin kanssa käskypuskurin 50 tunnistamiseksi ja MD RESP -vastesignaalin linjalle 112 (vaihe 143). Hakuyksikkö 30 kytkee silloin käskysanan signaalin linjoilta 110 väylä-

liitännän 62 kautta (vaihe 144) ja tallettaa signaalit tyhjiin paikkoihin käskypuskurissa 50.

Kuten on mainittu kuviossa 2A kuvatussa hakuyksikön 30 erityisessä suoritustavassa kun käskydekooderi 51 tunnistaa ehdollisen hyppykäskyn, hakuyksikkö (a) laskee ensimmäisen käskysanan osoitteen "hyppy tehty" -käskyvirrassa, (b) aloittaa käskysanan noudon, (c) vastaanottaa ehtokoodit suoritussyksiköstä 31 joista se määrittää tuleeko ehdollinen hyppy tehdä vai ei ja (d) jos hyppyä ei tehdä, lähettää keskeytysignaalin muistinojaimen 15 noutokyselyn keskeyttämiseksi käskypuskurin 50 sisällön päällekirjoituksen estämiseksi. On ilmeistä, että vaiheiden sijoituksella voi olla merkitystä, koska jos ehtokoodoja ei vastaanoteta riittävän pian vaiheen (b) jälkeen, vastaa muistinojain käskysanan ensimmäisellä käskyllä "hyppy tehty" -käskyvirrassa.

Eräässä erityisessä suoritustavassa lähetetään suoritussyksiköstä 31 hakuyksikköön 30 signaali, joka estää hakuyksikköä aloittamasta käskysanan noutoa "hyppy tehty" -käskyvirrasta. Estosignaali poistetaan ennalta määrätyn ajan verran ennen kuin suoritussyksikkö lähettää ehtokoodoja hakuyksikköön heti edellisen käskyn suorittamisesta. Ennalta määrätty aika on valittu varmistamaan, että hakuyksikkö pystyy aikaansaamaan suoritussyksikön keskeyttämään "hyppy tehty" -käskyn, jos ehtokoodit osoittavat hakuyksikölle, että hyppyä ei tehdä.

Tämä ongelma voidaan käsitellä myös kahdella muulla tavalla. Ensimmäiseksi, ylimääräinen puskur (ei esitetty) voidaan sisällyttää hakuyksikköön 30, johon käskysana "hyppy tehty" -käskyvirtaa varten on alun perin ladattu. Jos hakuyksikkö 30 silloin määrittää, että hyppy tehdään, se voi siirtää tämän puskurin sisällön käskypuskuriin 50, ja kaikki myöhemmät käskykyselyt voidaan myös ladata siihen. Toiseksi, hakuyksikön muistidataliitanta 62 voi sisältää piiristön, joka estää sitä vastaanottamasta haettua "hyppy tehty" -käskysanaa muistidataväylältä 41. Molemmat nämä järjestelyt estävät käskypuskurin 50 sisältöä tulemasta muistinojaimen 15

siirtämän "hyppy tehty" -käskeysanän päällekirjoittamaksi. Nämä molemmat järjestelyt vaativat kuitenkin ylimääräisen piiristön, ja voivat siten lisätä kustannuksia. Edelleen, jos hakuyksikkö pystyy tekemään päätöksen jatkaako se vai ei

5 "hyppy tehty" -käskey voi haku, sallien muistinohjaimen jatkaa hakua sen jälkeen kun päätös on tehty, viivästyttää muistinohjainta muiden hakujen käsittelyssä muistista, jotka hakuyksikkö 30 tai suoritusyksikkö 31 on saattanut aloittaa.

Edellä oleva selostus on rajoittunut esillä olevan

10 keksinnön erityiseen suoritusmuotoon. On kuitenkin ilmeistä, että keksintöä voidaan käyttää tietojenkäsittelyjärjestelmissä, joilla on erilainen perusrakenne, tai järjestelmissä jotka käyttävät erilaista sisäistä piiristöä kuin esillä olevassa selostuksessa on esitetty saavuttaen jonkin tai kaikki

15 esillä olevan keksinnön edut. Siten mukana seuraavien vaatimusten tehtävänä on kattaa kaikki sellaiset muutokset ja muunnokset jotka kuuluvat keksinnön puitteisiin.

Patenttivaatimukset:

1. Digitaalisen tietojenkäsittelyjärjestelmän prosessorissa käytettävä hakuyksikkö ohjelmakäskyjen ja operandien hakemiseksi muistista, t u n n e t t u siitä, että muisti sisältää useita osoitettavia muistipaikkoja ensimmäisestä ohjelmakäskyjen sarjasta saatavien ohjelmakäskyjen tallettamiseksi ensimmäiseen peräkkäisten muistipaikkojen sarjaan, käskyjen sisältäessä ehdollisen hyppykäskyn, joka sallii hakuyksikön hakea muistista ohjelmakäskyjä toisesta ohjelmakäskyjen sarjasta jotka on talletettu toiseen muistipaikkojen sarjaan vasteena ennalta määrätyn ehdon esiintymiselle mainitussa prosessorissa, mainitun hakuyksikön käsittäessä:

A. operandin noutolaitteen operandien noudon aloittamiseksi muistista;

B. käskyn noutolaitteen käskyjen noudon aloittamiseksi muistista; ja

C. ohjauslaitteen, joka on kytketty mainittuun operandin noutolaitteeseen ja mainittuun käskyn noutolaitteeseen kyseisen toimituksen ohjaamiseksi, mainitun ohjauslaitteen ollessa vasteellinen ehdollisen hyppykäskyn vastaanotolle mainitun operandin noutolaitteen sallimiseksi aloittaa käskyn nouto muistista toisesta ohjelmakäskyjen sarjasta vasteena sille, että prosessori osoittaa ennalta määrätyn ehdon esiintymisen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hakuyksikkö, t u n n e t t u siitä, että operandin noutolaite ja käskyn noutolaite molemmat sisältävät laitteen vastaavan operandin osoitteen laskemiseksi muistissa ja että mainittu ohjauslaite sisältää laitteen signaalin vastaanottamiseksi prosessorista, joka signaali osoittaa ennalta määrätyn ehdon esiintymisen tai poissa olon.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen hakuyksikkö, t u n n e t t u siitä, että se edelleen käsittää puskurilaitteen käskyn tallettamiseksi, joka käsittää toimituskoodin ja operandin tarkenteen, joka määrittää operandin sijainnin muistissa,

A. mainitun operandin nouto-osoitteen laskulaitteen käsittäessä:

(i) laitteen kunkin operandin tarkenteen dekodaa-
miseksi käskyssä operandin osoitteen määrittämiseksi muis-
5 tissa, ja

(ii) laitteen, joka on kytketty mainittuun deko-
dauslaitteeseen dekodatun operandin osoitteen talletta-
miseksi,

B. mainitun ohjauslaitteen sisältäessä laitteen, jo-
10 ka on vasteellinen ehdollisen hyppykäsken toimituskoodille
kun mainittu käskypuskuri sisältää ehdollisen hyppykäsken mai-
nitun operandin nouto-osoitteen laskentalaitteen sallimisek-
si dekodata ehdollisen hyppykäsken operandin tarkenteen ja
aloittaa käsken nouto muistista toisesta ohjelmakäsken
15 sarjasta.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen hakuyksikkö
t u n n e t t u siitä, että ehdollisen hyppykäsken operandin
tarkenne käsittää siirtymän osoitettavissa muistipaikoissa
ehdollisesta hyppykäskystä toiseen ohjelmakäsken sarjaan,
20 että

A. mainittu operandin noutolaite edelleen sisältää
ohjelmalaskurirekisterin,

B. mainittu ohjauslaite sisältää:

(i) laitteen joka sallii sekä mainitun ohjelmalasku-
25 rirekisterin että mainitun ehdollisen hyppykäsken operandin
tarkenteen sisällön molempien kytkemisen operandin noutolait-
teen osoitteen laskentalaitteeseen, ja

(ii) laitteen joka sallii mainitun operandin nouto-
laitteen osoitteen laskentalaitteen suorittaa summauksen ja
30 tallettaa summan mainittuun operandin osoitteen muistilait-
teeseen, ja

C. mainittu operandin noutolaite edelleen sisältää
laitteen mainitun operandin osoitteen muistilaitteen sisäl-
lön käyttämiseksi aloittamaan käsken noutaminen mainitusta
35 toisesta käskysarjasta ja noudetun käsken tallettamiseksi
mainittuun käskyn puskurilaitteeseen.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen hakuyksikkö t u n n e t t u siitä, että mainittu käskyn noutolaite edelleen sisältää:

5 A. käskyn osoitteen muistilaitteen ensimmäisessä käskyjen sarjassa olevan seuraavan käskyn osoitteen tallettamiseksi muistiin;

10 B. laitteen, joka on kytketty mainittuun käskyn osoitteen muistilaitteeseen kyselyn lähettämiseksi muistiin mainitun käskyn osoitteen muistilaitteen sisällön tunnistaman muistipaikan sisällön noudon aloittamiseksi, ja

15 C. mainitun käskyn osoitteen laskentalaitteen, joka on kytketty mainittuun käskyn osoitteen muistilaitteeseen ja mainittuun noudon aloituslaitteeseen mainitun käskyn osoitteen muistilaitteen sisällön kasvattamiseksi kun mainitun käskyn osoitteen muistilaitteen sisältö on käytetty.

20 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen hakuyksikkö t u n n e t t u siitä, että se edelleen käsittää kytkentälaitteen, joka on kytketty mainittuun operandin noutolaitteen osoitteen laskentalaitteeseen ja mainittuun käskyn osoitteen muistilaitteeseen, mainitun ohjauslaitteen salliessa mainitun kytkentälaitteen kytkeä toisen käskyjen sarjan osoitteen talletusta varten mainituksa käskyn osoitteen muistilaitteessa kun mainittu käskypuskuri tallettaa ehdollisen hyppykäskyn.

25 7. Patenttivaatimuksen 4 mukainen hakuyksikkö t u n n e t t u siitä, että mainittu ohjauslaite edelleen sisältää laitteen mainitun operandin osoitteen muistilaitteen sisällön sallimiseksi tallettaa mainittuun ohjelmalaskuriin vasteena ennalta määrätylle ehdolle mainituksa prosessorissa.

30 8. Patenttivaatimuksen 2 mukainen hakuyksikkö t u n n e t t u siitä, että se edelleen sisältää liitäntälaitteen joka sisältää:

35 A. laitteen osoite-, komento- ja muistinohjaussignaalien lähettämiseksi muistiin, mainittujen komentosignaalien sisältäessä signaaleja muistin sallimiseksi siirtää datasignaaleja, käsittäen käskyjä ja operandeja, mainittuun hakuyksikköön, ja mainittujen muistinohjaussignaalien sisäl-

täessä keskeytyssignaalin, muistin ollessa lähettämättä osoitetun paikan sisältöä hakuyksikköön vasteena keskeytyssignaalin vastaanotolle,

5 B. laitteen datasisignaalien vastaanottamiseksi muistista, ja

C. laitteen, joka on vasteellinen prosessorista saatavalle signaalille, joka osoittaa ennalta määrätyn ehdon poissa oloa mainitun liitäntälaitteen sallimiseksi lähettää mainittu keskeytyssignaali muistiin.

10 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen hakuyksikkö t u n n e t t u siitä, että mainittu liitäntälaitte edelleen sisältää:

A. laitteen muistin lähettämän kuittaussignaalin vastaanottamiseksi muistista vasteena sen mainitusta liitäntälaitteesta vastaanottamalle osoite-, komento- ja muistinohjaussignaaleille, ja

B. laitteen vastesignaalin vastaanottamiseksi muistista datasisignaalien kanssa, joka sallii mainitun liitäntälaitteen vastaanottaa datasisignaleja.

20 10. Keskusprosessoriyksikkö muistiyksikköön kytkemistä varten digitaalisen tietojenkäsittelyjärjestelmän muodostamiseksi, t u n n e t t u siitä, että muistiyksikkö sisältää useita osoitettavia muistipaikkoja ohjelmakäskyjen tallettamiseksi sarjaan peräkkäisiä muistipaikkoja ja operandeja

25 käytettäväksi käskyjen käsittelyssä, yhden käskyn käsittäessä ehdollisen hyppykäskyn, joka sallii keskusprosessoriyksikön käsitellä ohjelmakäskyjä toisesta sarjasta muistipaikkoja vasteena ennalta määrätyn ehdon esiintymiselle mainituksa keskusprosessoriyksikössä, mainitun keskusprosessoriyksikön käsittäessä:

30 A. puskurin käskyjen tallettamiseksi, jotka on noudettu muistiyksiköstä,

B. käskyn noutolaitteen kytkettäväksi mainittuun käskypuskuriin ohjelmakäskyjen noutamiseksi mainitusta ensimmäisestä muistipaikkojen sarjasta talletettavaksi mainittuun

35 käskypuskuriin;

C. operandin noutolaite operandien noutamiseksi muistiyksiköstä;

5 D. ohjauslaitteen, joka on kytketty mainittuun pusku-
riin, mainittuun käskyn noutolaitteeseen ja mainittuun ope-
randin noutolaitteeseen niiden toiminnan ohjaamiseksi, maini-
tun ohjauslaitteen ollessa vasteellinen hyppykäskylle maini-
tussa puskurissa mainitun operandin noutolaitteen sallimisek-
si noutaa ohjelmakäskyjä toisesta sarjasta käskyjen muisti-
paikkoja mainittuun käskypuskuriin tallettamiseksi.

10 11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen keskusprosessori-
yksikkö t u n n e t t u siitä, että se edelleen sisältää
laitteen sen määrittämiseksi vasteena ennalta määrätyn eh-
don esiintymiselle tai poissa ololle, tuleeeko hyppy tehdä,
15 mainitun operandin noutolaitteen edelleen sisältäessä lait-
teen käskyn haun estämiseksi mainitulla operandin noutolait-
teella jos mainittu käsittelylaite määrittää että hyppyä ei
tehdä.

20 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen keskusprosessori-
yksikkö t u n n e t t u siitä, että mainittu käskypuskuri
sisältää monipaikkaisen muistipuskurin ja ohjauslaitteen
käskyjen jäämisen mainittuun muistipuskuriin estämiseksi mai-
nitusta ensimmäisestä käskyjen sarjasta vasteena ennalta mää-
rätyn tilan esiintymiselle.

25 13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen keskusprosessori-
yksikkö t u n n e t t u siitä, että operandin noutolaite ja
käskyn noutolaite molemmat sisältävät laitteen vastaavan ope-
randin tai käskyn osoitteen laskemiseksi muistissa.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen keskusprosesso-
riyksikkö t u n n e t t u siitä, että:

30 A. mainittuun puskuriiin talletettu käsky käsittää
toimituskoodin ja operandin tarkenteen, joka määrittelee
operandin paikan muistissa,

B. mainittu operandin nouto-osoitteen laskentalaite
käsittää:

(i) laitteen kunkin käskyssä olevan operandin tarkenteen dekoddaamiseksi operandin osoitteen muistissa määrittämiseksi, ja

5 (ii) laitteen, joka on kytketty mainittuun dekoddauslaitteeseen dekoddatun operandin osoitteen tallettamiseksi, ja

10 C. mainittu ohjauslaite sisältää laitteen, joka on vasteellinen ehdollisen hyppykäsken toimituskoodille kun mainittu käskypuskuri sisältää ehdollisen hyppykäsken mainitun operandin nouto-osoitteen laskentalaitteen sallimiseksi dekoddata ehdollisen hyppykäsken operandin tarkenne ja aloittaa käsken nouto muistista toisesta sarjasta ohjelma-

15 käskyjä.
15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen keskusprosessoriyksikkö t u n n e t t u siitä, että ehdollisen hyppykäsken operandin tarkenne käsittää siirtymän osoitettavissa muistipaikoissa ehdollisesta hyppykäskystä toiseen muistipaikkojen sarjaan, ja että

20 A. mainittu operandin noutolaite edelleen sisältää ohjelmalaskurirekisterin,

B. mainittu ohjauslaite sisältää:

25 (i) laitteen mainitun ohjelmalaskurin ja mainitun ehdollisen hyppykäsken operandin tarkenteen molempien sisälön sallimiseksi kytkeä operandin nouto-osoitteen laskentalaitteeseen, ja

 (ii) laitteen mainitun operandin nouto-osoitteen laskentalaitteen sallimiseksi suorittaa summauksen ja tallettaa summa mainittuun operandin osoitteen muistilaitteeseen ja että

30 C. mainittu operandin noutolaite edelleen sisältää laitteen mainitun operandin osoitteen muistilaitteen sisälön käyttämiseksi aloittamaan käsken nouto mainitusta toisesta muistipaikkojen sarjasta ja noudetun osoitteen tallettamiseksi mainittuun käskypuskurilaitteeseen.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen keskusprosessoriyksikkö t u n n e t t u siitä, että mainittu käskyn noutolaite edelleen sisältää:

5 A. käskyn osoitteen muistilaitteen ensimmäisessä käskysten sarjassa olevan seuraavan käskyn osoitteen tallettamiseksi muistiin;

10 B. laitteen, joka on kytketty mainittuun käskyn osoitteen muistilaitteeseen kyselyn lähettämiseksi muistiin mainitun käskyn osoitteen muistilaitteen sisällön tunnistaman muistipaikan sisällön noutamisen aloittamiseksi, ja

15 C. mainitun käskyn osoitteen laskulaitteen, joka on kytketty mainittuun käskyn osoitteen muistilaitteeseen ja mainittuun noudon aloituslaitteeseen mainitun käskyn osoitteen muistilaitteen sisällön kasvattamiseksi kun mainitun käskyn osoitteen muistilaitteen sisältöä on käytetty.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen keskusprosessoriyksikkö t u n n e t t u siitä, että se edelleen käsittää kytkentälaitteen, joka on kytketty mainittuun operandin nouto-osoitteen laskentalaitteeseen ja mainittuun käskyn osoitteen muistilaitteeseen, mainitun ohjauslaitteen salliiessa mainitun kytkentälaitteen kytkeä toisen käskysarjan osoitteen talletettavaksi mainittuun käskyn osoitteen muistilaitteeseen kun mainittu käskypuskuri tallettaa ehdollisen hypykäskyn.

25 18. Patenttivaatimukse 15 mukainen keskusprosessoriyksikkö t u n n e t t u siitä, että mainittu ohjauslaite edelleen sisältää laitteen mainitun operandin osoitteen muistilaitteen sisällön tallettamiseksi mainittuun ohjelmalaskuriin vasteena ennalta määrätylle ehdolle mainitussa prosessorissa.

30 19. Patenttivaatimuksen 13 mukainen keskusprosessoriyksikkö t u n n e t t u siitä, että se edelleen sisältää liitäntälaitteen, joka sisältää:

35 A. laitteen osoite-, komento- ja muistinohjaussignaalien lähettämiseksi muistiin, mainittujen komentosignaalien sisältäessä signaaleja, jotka sallivat muistin siirtää

datasignaaleja, jotka sisältävät käskyjä ja operandeja, mainittuun hakuyksikköön, ja mainittujen muistinohjaussignaalien sisältäessä keskeytyssignaalin, muistin ollessa lähettämättä osoitetun paikan sisältöä hakuyksikköön vasteena keskeytys-

5

signaalin vastaanotolle,

B. laitteen datasignaalien vastaanottamiseksi muistista, ja

10

C. laitteen, joka on vasteellinen prosessorille, joka ilmaisee ennalta määrätyn ehdon poissa olon mainitun liitännälaitteen sallimiseksi lähettää mainittu keskeytyssignaali muistiin.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen keskusprosessoriyksikkö tunnetaan siitä, että mainittu liitännälaitte edelleen sisältää:

15

A. laitteen kuittaussignaalin vastaanottamiseksi muistista, jonka muisti on lähettänyt vasteena sen vastaanottamille osoite-, komento- ja muistinohjaussignaaleille mainitusta liitännälaitteesta, ja

20

B. laitteen vastesignaalin vastaanottamiseksi muistista datasignaalien mukana, joka sallii liitännän vastaanottaa datasignaaleja.

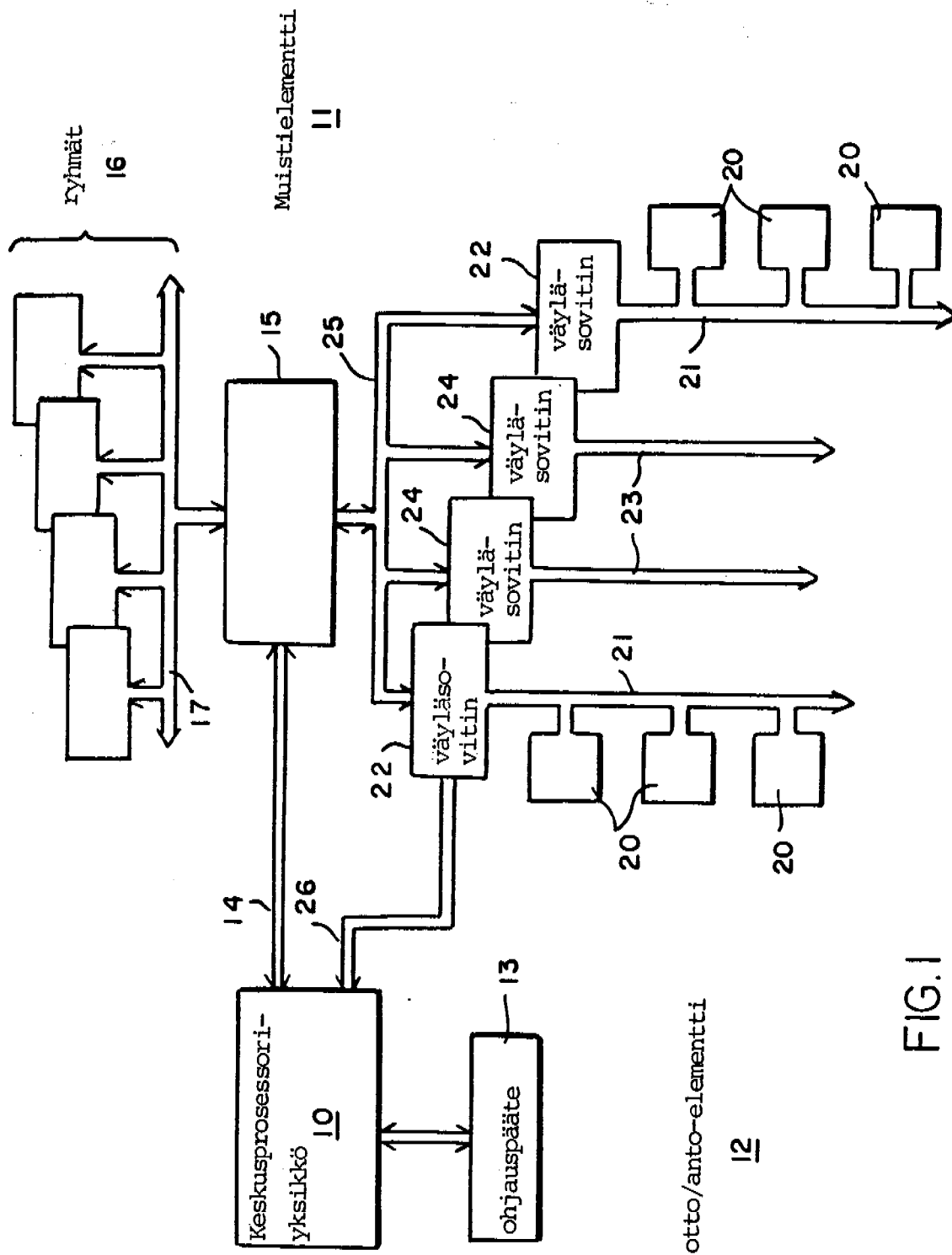
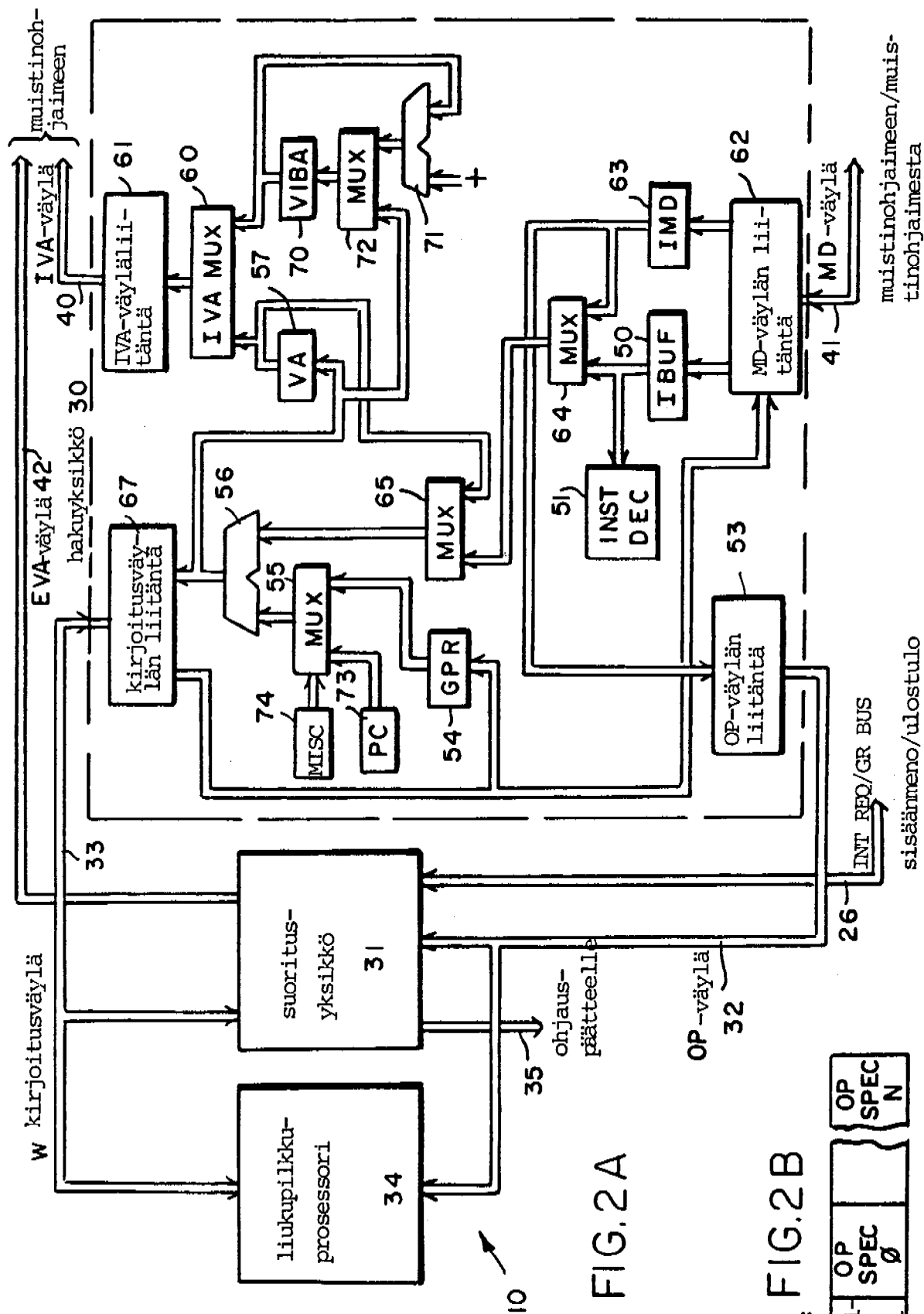


FIG. 1



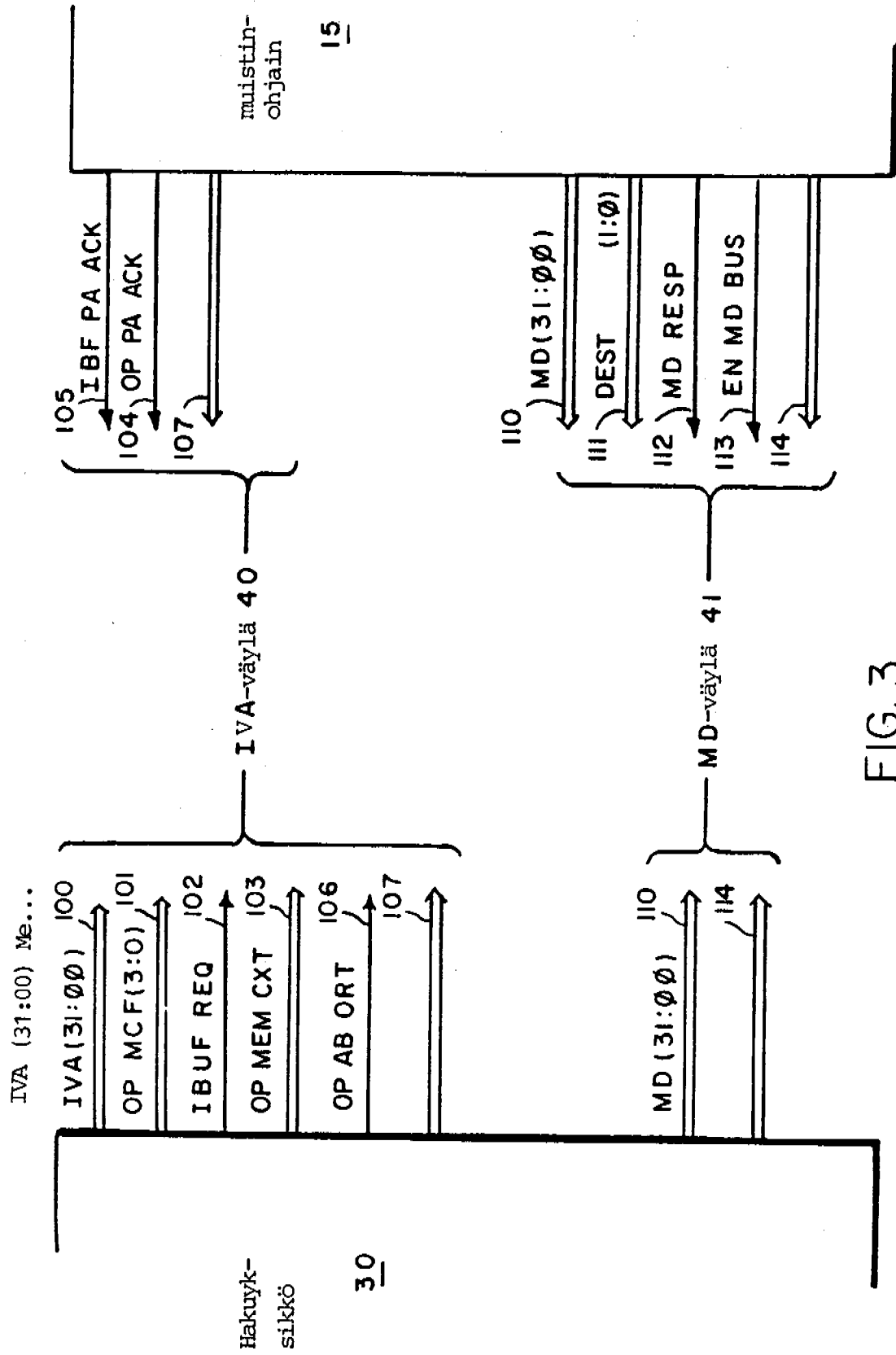


FIG. 3

FIG. 4A

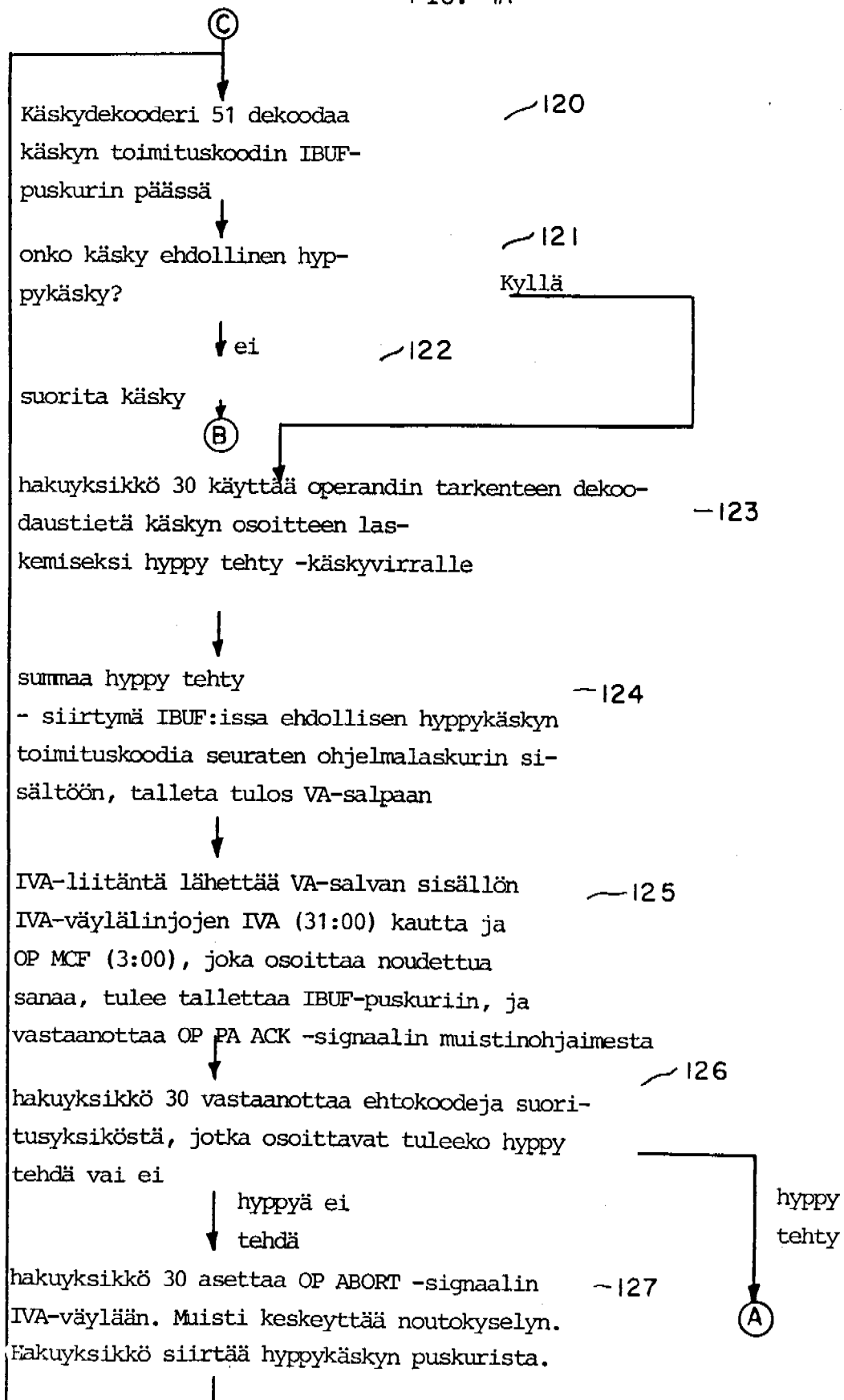


FIG. 48

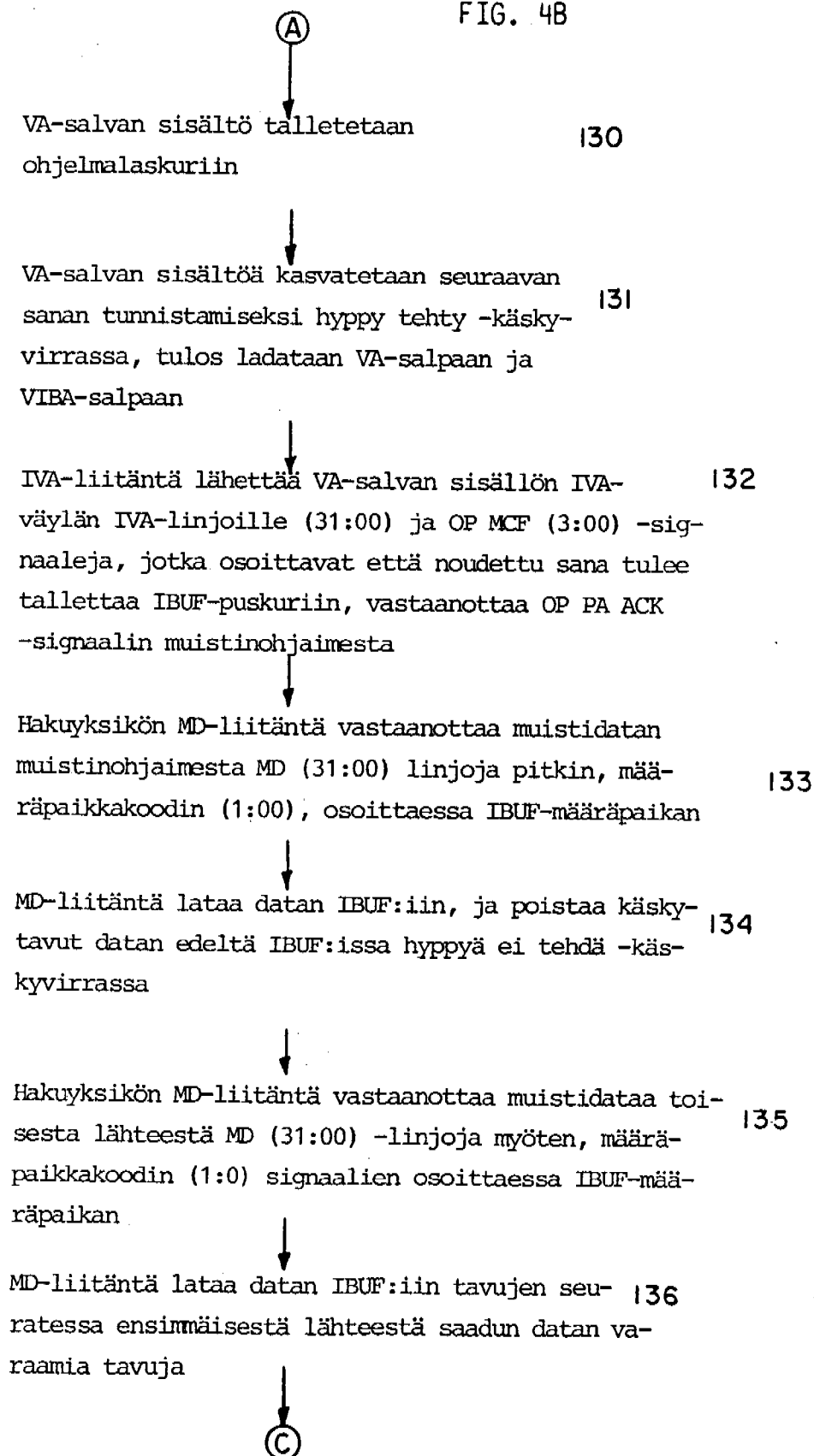


FIG. 4C

Ⓑ

Kun IBUF-puskurissa on riittävästi tyhjiä tavuja noudon
takaamiseksi muistista, asettaa IVA-liitäntä VIBA-
salvan sisällön IVA-väylän IVA-linjoille (31:00) ja
asettaa IBUF REQ -signaalin

140



Kun muistinhjain hyväksyy kyselyn, se lähettää
IBF PA ACK -signaalin ja noutaa kysellyn datan

141



Kun hakuyksikkö vastaanottaa IBF PA ACK -signaalin se
kasvattaa VIBA-salvan sisältöä seuraavan sanan tun-
nistamiseksi käskyvirrassa

142



Kun muistinhjain on noutanut kysellyn datan, se lä-
hettää sen MD-väylän MD-linjoille (31:00) ja määrä-
paikkakoodin, joka osoittaa IBUF-puskurin määräpaikan

143



MD-liitäntä lataa noudetun datan tyhjiin
paikkoihin IBUF-puskurissa

144

Ⓒ