



FI000090486B

**(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT**

90486

**C (45) Patentti myönnetty 11.08.1999
Patent meddelat**

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

H 04L 12/50

SUOMI-FINLAND**(FI)****Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	922569
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	03.06.92
(24) Alkuperä - Löpdag	03.06.92
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	29.10.93
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	29.10.93

(71) Hakija - Sökande

1. Nokia Telecommunications Oy, Mäkkylän puistotie 1, 02600 Espoo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Oksanen, Toni, Vallikatu 17 A 6, 02600 Espoo, (FI)

2. Viitanen, Esa, Yläportti 1 E 28, 02210 Espoo, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ja laite synkronisessa digitaalisessa tietoliikennejärjestelmässä suoritettavan elastisen puskuroinnin toteuttamiseksi
Förfarande och anordning för förverkligande av en elastisk buffring som utförs i ett synkront digitalt datakommunikationssystem

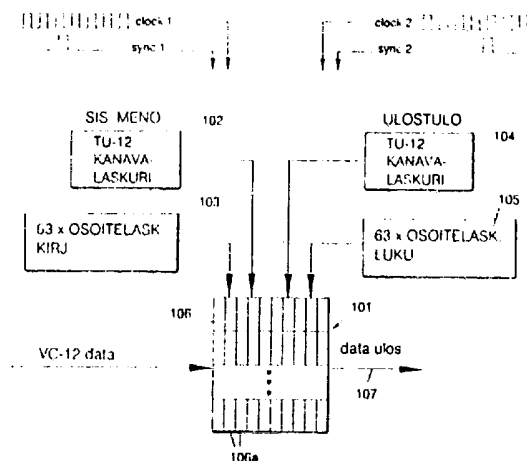
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE A 4018536 (H 04L 12/50), EP A 0435130 (H 04J 3/07), US A 5091907 (H 04J 3/06),
US A 5067126 (H 04J 3/04), WO A 91/18457 (H 04J 3/07)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laite synkronisessa digitaalisessa tietoliikennejärjestelmässä, kuten SDH- tai SONET-järjestelmässä suoritettavan elastisen puskuroinnin toteuttamiseksi. Jotta mahdollistettaisiin elastinen puskurointi käyttäen entistä pienempää kovomäärää sekä RAM-muistilohkojen entistä tehokkaampi käyttö ko. prosessissa, ainakin kahden saman hierarkiatason signaalin elastinen puskurointi suoritetaan aikajaetusti mainituille signaaleille yhteisessä puskurimuistissa (101).

Uppfinningen avser ett förfarande och en anordning för utföring av en elastisk buffring vid ett synkront digitalt datakommunikationssystem, såsom ett SDH- eller SONET-system. För att möjliggöra en elastisk buffring med användning av mindre hårdvara än tidigare och med effektivare användning av RAM-minnesblock vid resp. processer utförs den elastiska buffringen av åtminstone två signaler på samma hierarkinivå tidindelad för nämnda signaler i ett gemensamt buffertminne (101).



Menetelmä ja laite synkronisessa digitaalisessa tietoliikennejärjestelmässä suoritettavan elastisen puskuroinnin toteuttamiseksi

5

Keksinnön kohteena on oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä sekä oheisen patenttivaatimuksen 3 johdanto-osan mukainen laite synkronisessa digitaalisessa tietoliikennejärjestelmässä suoritettavan elastisen puskuroinnin toteuttamiseksi.

Nykyinen digitaalinen siirtoverkko on plesiochroninen, mikä tarkoittaa sitä, että jokaisella 2 Mbit/s peruskanavointijärjestelmällä on oma, toisista järjestelmistä riippumaton kellonsa. Tämän johdosta ei ylemmän asteen järjestelmän bittivirrasta pystytä paikallistamaan yhtä 2 Mbit/s:n signaalia, vaan 2 Mbit/s:n signaalin erottamiseksi on ylemmän tason signaali demultipleksoitava jokaisen väliasteen kautta 2 Mbit/s -tasolle. Tästä johtuen on erityisesti haaroittuvien yhteyksien, joilla vaaditaan useita multipleksereitä ja demultipleksereitä, rakentaminen ollut kallista. Toinen plesiochronisen siirtoverkon haitta on se, että kahden eri laitevalmistajan laitteet eivät useinkaan ole keskenään yhteensopivia.

Muun muassa yllä mainitut puutteet ovat johtaneet uuden synkronisen digitaalisen hierarkian SDH (Synchronous Digital Hierarchy) määrittelyyn. Määrittely on tehty CCITT:n suosituksissa G.707, G.708 ja G.709. Synkroninen digitaalinen hierarkia perustuu STM-N -siirtokehyksiin (Synchronous Transport Module), joita on usealla hierarkiatasolla N (N=1,4,16...). Olemassa olevat PCM-järjestelmät, kuten 2, 8, ja 32 Mbit/s:n järjestelmät multipleksoidaan SDH-hierarkian alimman tason (N=1) synkroniseen 155,520 Mbit/s kehykseen, jota kutsutaan edellä esitetyn mukaisesti STM-1 -kehykseksi. Ylempillä hierarkiatasoilla

ovat bittinopeudet alimman tason monikertoja.

Kuviossa 1 on havainnollistettu STM-N -kehysten rakennetta, ja kuviossa 2 yhtä STM-1 -kehystä. STM-N -kehys koostuu matriisista, jossa on 9 riviä ja N kertaa 270 saraketta siten, että jokaisen rivin sarakkeen risteyskohdassa on yksi tavu. N x 9:n ensimmäisen sarakkeen rivit 1-3 ja 5-9 käsittävät siirto-otsikon SOH (Section Overhead), ja rivi 4 AU-osoittimen. Loppuosan kehysrakenteesta muodostaa N kertaa 261 sarakkeen pituinen osa, johon sisältyy STM-N- kehysten hyötykuormaosa.

Kuvio 2 havainnollistaa yhtä STM-1- kehystä, joka on siis 270 tavun pituinen edellä esitetyn mukaisesti. Hyötykuormaosa käsittää yhden tai useamman hallintoyksikön AU (Administration Unit). Kuvion esimerkkitapauksessa hyötykuormaosa muodostuu ylimmän hierarkiatason AU-yksiköstä AU-4, johon on sijoitettu vastaavasti ylimmän tason virtuaalinen kontti VC-4 (Virtual Container). (Vaihtoehtoisesti siirtokehys STM-1 voi sisältää useita alemman tason AU-yksiköitä (AU-3), joista kuhunkin on sijoitettu vastaava alemman tason virtuaalinen kontti (VC-3)). VC-4 muodostuu puolestaan kunkin rivin alussa olevasta yhden tavun pituisesta (yhteensä 9 tavua) reittiotsikosta POH (PathOverhead) sekä hyötykuormaosasta, jonka sisältämät alemman tason kehykset sisältävät myös tavuja, jotka mahdollistavat liitännäsoikeuksien suorittamisen mapituksen yhteydessä mapitettavan informaatio-signaalin nopeuden poiketessa jossain määrin nimellisarvostaan. Informaatio-signaalin mapitusta siirtokehukseen STM-1 on kuvattu esimerkiksi patenttihakemuksissa AU-B-34689/89 sekä FI-914746.

Jokaisella tavulla, joka on AU-4 -yksikössä on oma paikanumeronsa. Edellä mainittu AU-osoitin sisältää VC-4-kontin ensimmäisen tavun paikan AU-4 -yksikössä. Osoittimien avulla voidaan suorittaa SDH-verkon eri pisteissä positiivisia tai negatiivisia osoitintasauksia. Jos verkon solmuun, joka toimii tietyllä kellotaajuudella, tuodaan

ulkopuolelta virtuaalinen kontti, jonka kellotaajuus on äskeistä suurempi, on seurauksena datapuskurin täyttyminen. Tällöin on suoritettava negatiivinen tasaus: vastaanotetusta VC-kontista siirretään yksi tavu otsikkotilan puolelle ja osoittimen arvoa pienennetään vastaavasti yhdellä. Jos taas vastaanotetulla VC-kontilla on solmun kellonopeuteen nähden pienempi nopeus, pyrkii datapuskuri tyhjenemään. Tällöin on suoritettava positiivinen tasaus: vastaanotettuun VC-konttiin lisätään täytetävu ja osoittimen arvoa kasvatetaan yhdellä.

Kuvio 3 esittää sitä, kuinka STM-N-kehys on mahdollista muodostaa olemassaolevista asynkronisista bittivirroista. Nämä bittivirrat (1,5, 2, 6, 8, 34, 45 tai 140 Mbit/s, jotka on esitetty kuviossa oikealla) pakataan ensimmäisessä vaiheessa CCITT:n määrittelemiin kontteihin C (engl. Container). Toisessa vaiheessa lisätään kontteihin ohjaustietoa sisältäviä otsikkotavuja, jolloin saadaan edellä esitetty virtuaalinen kontti VC-11, VC-12, VC-2, VC-3 tai VC-4 (lyhenteiden perässä esiintyvistä indekseistä ensimmäinen viittaa hierarkiatasoon ja toinen bittinopeuteen). Tämä virtuaalinen kontti pysyy koskemattomana matkallaan synkronisen verkon läpi aina kontin määränpäähän asti. Virtuaalisista konteista muodostetaan edelleen (hierarkiatasosta riippuen) joko ns. aliyksiköitä TU (Tributary Unit) tai edellä esitettyjä AU-yksiköitä (AU-3 ja AU-4) lisäämällä niihin osoittimet. AU-yksikkö voidaan mapittaa suoraan STM-1-kehykseen, mutta TU-yksiköt on koottava aliyksikköryhmien TUG (Tributary Unit Group) ja VC-3- sekä VC-4- yksiköiden kautta AU-yksiköiden muodostamiseksi, jotka sitten voidaan mapittaa STM-1-kehykseen. Kuviossa 3 on mapitusta (engl. mapping) merkitty yhtenäisellä ohuella viivalla, kohdistusta (aligning) katkovii-valla, ja multipleksausta (multiplexing) yhtenäisellä paksummalla viivalla.

Kuten kuvio 3 voidaan havaita, on STM-1 -kehiksen

muodostamiseen olemassa useita vaihtoehtoisia tapoja, samoin voi esimerkiksi ylimmän tason virtuaalisen kontin VC-4 sisältö vaihdella sen mukaan, miltä tasolta ja miten sitä on lähdetty rakentamaan. STM-1-signaaliin voi siten sisältyä esim. 3 TU-3- yksikköä tai 21 TU-2- yksikköä tai 63 TU-12- yksikköä. Ylemmän tason yksikön sisältäessä useita alemman tason yksiköitä, esim. VC-4- yksikön sisältäessä vaikkapa TU-12-yksiköitä (joita on siis yhdessä VC-4- yksikössä yhteensä 63 kappaletta, vrt. kuvio 3), on alemman tason yksiköt mapitettu ylemmän tason kehykseen käyttäen lomitusta siten, että kustakin alemman tason yksiköstä on ensin otettu peräkkäin ensimmäiset tavut, sen jälkeen toiset tavut, jne. Näin ollen, VC-4- signaalin sisältäessä esim. edellä mainitut 63 kappaletta TU-12 signaaleja, sijaitsevat nämä VC-4- kehyksessä kuvion 2 esittämällä tavalla eli siten, että ensin tulee ensimmäisen TU-12- signaalin ensimmäinen tavu, sen jälkeen toisen TU-12- signaalin ensimmäinen tavu, jne. Viimeisen eli 63. TU-12- signaalin ensimmäisen tavun jälkeen tulee jälleen ensimmäisen TU-12- signaalin toinen tavu, jne. STM-1- kehyksen yhdelle riville tulee siten jokaisesta TU-12- signaalista neljä tavua, ja koko STM-1- kehykseen siis $4 \times 9 = 36$ tavua. Yksi kokonainen TU-12 -kehys, jonka pituus on 500 μ s, jakautuu perustapauksessa neljään peräkkäiseen STM-1- kehykseen. TU-12- kehykseen kuuluu neljä osoitintavua V1-V4 siten, että ensimmäinen neljännes TU-12-kehyksestä sisältää osoitintavun V1, toinen neljännes osoitintavun V2, jne. Kaksi ensimmäistä tavua V1 ja V2 muodostavat varsinaisen TU-osoitinarvon, tavua V3 käytetään tasauksen suorittamiseen ja tavu V4 on varattu muihin tarkoituksiin. TU-12- osoitin, joka siis muodostuu tavuista V1 ja V2, osoittaa ensimmäiseen tavuun VC-12-yksikössä. Tätä ensimmäistä tavua merkitään yleisesti viitemerkillä V5. TU-12 -kehymen rakenne ilmenee tarkemmin kuviosta 8 ja 13, joihin viitataan tarkemmin vielä jäljempänä.

Edellä kuvattuja SDH-kehysrakenteita sekä niiden muodostamista on kuvattu esimerkiksi viitteissä [1] ja [2], joihin viitataan tarkemman kuvauksen suhteen (viiteluettelo on selitysosan lopussa).

5 Kytkettäessä esim. edellä kuvattuja TU-1-, TU-2- tai TU-3 -tason signaaleja esim. kuvion 4 esittämässä SDH-ristikytkentälaitteessa 41 on kaikkien kytkettävien saman hierarkiatason signaalien oltava toisiinsa nähden täysin synkronisia, toisin sanoen samalla kellosignaaliareunalla
10 kelloitetuina. Lisäksi on kytkettävien signaalien kehysten oltava täysin samanvaiheisia.

Edellä esitetty synkronointi voi tapahtua kunkin sisääntulevan linjan synkronointiyksikössä 42, jossa ristikytkentälaitteeseen 41 tulevan signaalin hyötykuorma varastoidaan tulevasta signaalista uutetun kellosignaalin
15 tahdissa elastiseen puskuriin ja luetaan siitä ristikytkentälaitteen kellosignaalin tahdissa. Jotta saataisiin selville elastiseen puskuriin kirjoitettava hyötykuorma ja sen vaihe, on ylempien tasojen kehysten sisältämät ohjaustiedot, esimerkiksi osoittimet, purettava auki. Vastaavasti on elastisesta puskurista luettavaan hyötykuormaan
20 voitava liittää SDH:n mukaiset ylempien tasojen kehysrakenteet ja niihin liittyvät ohjaustiedot.

Tietyn hierarkiatason hyötykuorman täytyy siis
25 kulkea elastisen puskurin läpi, jotta synkronointi ristikytkennän kelloahtiin onnistuisi. Mikäli saman hierarkiatason kanavia on useita, täytyy jokaisella olla oma, muista riippumaton elastinen puskurinsa. Esimerkiksi synkronoitaessa edellä kuvatulla tavalla yhden STM-1 -kehysten sisältämät 63 VC-12- signaalia, tarvitaan 63 kappaletta
30 toisistaan riippumattomia elastisia puskuureita.

Puskurointi onkin tunnetuissa laitteissa toteutettu rakentamalla yksi käsiteltävän hierarkiatason elastinen puskurin, jota on sen jälkeen monistettu tarvittava määrä.
35 Tällaisen ratkaisun periaatteellinen lohkokaavio on esi-

tetty kuviossa 5, jossa esimerkkinä on (edelleen) käytetty 63 VC-12-kanavan puskurointia synkronointiyksikössä 42. STM-1-kehysrakenteen omaava signaali tuodaan ensin yhteiseen tulkintayksikköön 51, joka tulkitsee AU-osoitintiedot sekä H4-tavun VC-4-kontin reittiotsikossa (POH) löytääkseen kehysrakenteeseen sisältyvät TU-12-kehukset. Tämän jälkeen tulkintayksikkö 51 jakelee kunkin TU-12-kanavan tavut omalle tulkintayksikölleen 52, joita on tässä tapauksessa siis yhteensä 63 kappaletta. Tulkintayksikkö tulkitsee kunkin TU-12-kanavan osoittimen löytääkseen sen sisältämän VC-12-signaalin vaiheen. Johtuen TU-12-yksiköiden lomitukselta kehysrakenteessa toimii kukin tulkintayksikkö siis vain noin 1/63 osan ajasta. Kukin VC-12-signaali talletetaan omaan elastiseen pusku-riinsa 53, joka on riippumaton muista puskuireista 53. Muodostettaessa ylimmän tason kehysrakenne uudelleen generoidaan jokaisen uuden TU-12-yksikön osoitintiedot omassa generointiyksikössään 54, minkä jälkeen lopullinen kehysrakenne muodostetaan yhteisessä generointiyksikössä 55 yhdistämällä elastisista puskurimuisteista saatavat hyötykuormat uusiin osoittimiin ja uusiin ohjaustietoihin. Kunkin elastisen puskurin 53 täyttöastetta valvotaan omalla valvontayksiköllään 56.

AU- ja TU-osoittimia sekä niiden muodostamista ja tulkitsemista on kuvattu viitteessä [1], johon viitataan tarkemman kuvauksen suhteen.

Ongelmaksi edellä kuvatussa tunnetussa puskurointitavassa muodostuu tarvittava suuri kovomäärä. Tämä johtaa esim. 63 TU-12-kanavan tapauksessa siihen (johtuen nykyisten suunnittelumenetelmien ja mikropiiriteknologian rajoituksista), ettei mikropiirille mahdu juurikaan muuta logiikkaa näiden 63 elastisen puskurin lisäksi. Suurimman kovomäärän tunnetussa ratkaisussa vaativat juuri muistielementit (kuten D-kiikut, latchit, jne.). Nykyinen mikropiiriteknologia mahdollistaa kyllä pieneen tilaan integroi-

5 tujen RAM-muistien käytön, mutta nämä tuovat piipinta-alan säästöä vasta noin 100 bitin kokoisia ja tätä suurempia muistielimiä rakennettaessa. RAM-muistien hyödyntäminen tuottaa tunnetussa ratkaisussa vain vähän etua, sillä yhden elastisen puskurin koko ei välttämättä ole juurikaan 100 bittiä suurempi.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena onkin päästä eroon edellä kuvatuista ongelmista ja saada aikaan menetelmä ja laite, jotka mahdollistavat elastisen puskuroinnin suorittamisen käyttäen entistä pienempää kovomäärää, ja jotka myös mahdollistavat RAM-muistilohkojen käytön niin, että siitä saavutetaan entistä suurempi hyöty. Tämä saavutetaan keksinnön mukaisella menetelmällä, jolle on tunnusomaista se, mitä kuvataan oheisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön mukaiselle laitteelle on puolestaan tunnusomaista se, mitä kuvataan oheisen patenttivaatimuksen 3 tunnusmerkkiosassa.

20 Keksinnön perusajatuksena on käyttää puskuroinnissa aikajakoarkkitehtuuria siten, että ainakin kahden saman hierarkiatason signaalin elastinen puskurointi suoritetaan ajakaetusti mainituille signaaleille yhteisessä puskurimuistissa.

Käytettäessä keksinnön mukaista ajakaetettua puskurointia voidaan hyödyntää pieneen tilaan integroituja RAM-muistilohkoja, sillä tarvittavien muistilohkojen koot ovat huomattavasti yli 100 bittiä. Tarvittava piipinta-ala pienenee myös huomattavasti. Piipinta-alan pieneneminen pienentää komponenttien ja samalla koko laitteen kokoa tai vaihtoehtoisesti mahdollistaa entistä suuremman kapasiteetin entisen kokoiseen laitteeseen.

Seuraavassa keksintöä selitetään tarkemmin esimerkkien valossa viitaten kuvioihin 6-10 oheisissa piirustuksissa, joissa

35 kuvio 1 esittää yhden STM-N- kehyksen perusrakennetta,

kuvio 2 esittää yhden STM-1- kehyksen rakennetta,
kuvio 3 esittää STM-N- kehyksen muodostamista ole-
massaolevista PCM-järjestelmistä,

5 kuvio 4 esittää lohkokaaaviona SDH-ristikytöntälai-
tetta, jonka synkronointiyksiköissä keksinnön mukaista
puskurointimenetelmää käytetään,

kuvio 5 esittää lohkokaaaviona puskurointiperiaatetta
tunnetuissa ratkaisuissa,

10 kuvio 6 esittää lohkokaaaviona puskurointiperiaatetta
synkronointiyksikössä, jossa käytetään keksinnön mukaista
menetelmää,

kuvio 7 esittää tarkemmin kuvion 6 synkronointi-
yksikön purkuyksikköä, jossa kehysrakenne puretaan,

15 kuvio 8 esittää kuviossa 7 esitetyn purkuyksikön
toimintaa yhden TU-12 -signaalin yhden kehyksen osalta,

kuvio 9 esittää tarkemmin synkronointiyksikön elas-
tista puskuria, jossa käytetään keksinnön mukaista mene-
telmää,

20 kuvio 10 esittää elastisen puskurin täyttöasteen
valvontaa,

kuvio 11 esittää elastisen puskurin täyttöasteen
valvonnassa käytettävän eroarvon vaihteluväliä,

25 kuvio 12 esittää tarkemmin kuvion 6 synkronointi-
yksikön muodostusyksikköä, jossa kehysrakenne muodostetaan
uudelleen, ja

kuvio 13 esittää kuviossa 12 esitetyn muodostusyksikön
toimintaa yhden TU-12 -signaalin yhden kehyksen osal-
ta.

30 Kuviossa 6 on esitetty yksi aikajakoinen synkro-
nointiyksikkö, jossa sovelletaan keksinnön mukaista pusku-
rointiperiaatetta. Aikajakoperiaatetta sovelletaan myös
kehysrakenteen purkamiseen ja muodostamiseen sekä pusku-
rimuistin täyttöasteen valvontaan, jotka seikat ovat koh-
teina omissa rinnakkaisissa patenttihakemuksissaan. Synk-
35 ronointiyksikkö 42 käsittää peräkkäiset TU-12- kanavien

purku- ja muodostusyksiköt 61 ja 62, joiden välissä on kaikille TU-12- kanaville yhteinen elastinen puskurimuisti 63, jonka täyttöastetta valvotaan samoin yhteisen valvontayksikön 64 avulla. Synkronointiyksikössä 42 suoritetaan sisääntulevan AU-4- signaalin synkronointi toiseen AU-4-tasoiseen kelloon. STM-1- signaali tuodaan aluksi yhteiseen AU-tulkintayksikköön 51, joka tulkitsee sinänsä tunnetulla tavalla (CCITT:n suosituksia noudattaen, viite [1]) AU-4-osoitintiedot, erottaa TU-12- signaalit AU-4-kehuksesta ja syöttää TU-12- signaalit jatkokäsittelyyn purkuyksikölle 61, jossa suoritetaan TU-12- osoittimien tulkinta ja erotetaan VC-12 data TU-12- kehysrakenteesta. Osoitinkäsittely suoritetaan yhdessä tai useammassa prosessointivaiheessa aikajakoisesti, toisin sanoen siten, että ainakin kahden saman hierarkiataason signaalin prosessointia hoidetaan samaa fyysistä johdinta pitkin. Purkuyksikkö 61 käsittää näin ainakin yhden aliprosessorin 65 ja väliaikaisen muistin 66 muodostaman aliprosessointiyksikön 67, joka hoitaa ainakin kahden saman hierarkiataason signaalin kehysrakenteen osoittimien käsittelyä. Tässä selityksessä esitettävässä esimerkissä puskuroidaan kaikki 63 TU-12- kanavaa samassa puskurissa, mutta se ei ole välttämätöntä, vaan useampia puskureita voidaan myös sijoittaa keskenään rinnan tai peräkkäin, kunhan ainakin kahden TU-12- signaalin elastinen puskuroida suoritetaan aikajakoisesti ko. kanaville yhteisessä puskurimuistissa.

TU-purkuyksikköön 61 tuleva VC-12 -hyötykuorma kulkee sen läpi muuttumattomana, ja se varastoidaan kaikille TU-12- kanaville yhteiseen puskurimuistiin 63, jonka täyttöastetta valvotaan yhteisellä valvontayksiköllä 64. TU-12- osoittimien ja kehysten uudelleenmuodostus suoritetaan muodostusyksikössä 62 vastaavasti yhdessä tai useammassa prosessointivaiheessa aikajakoisesti, toisin sanoen siten, että ainakin kahden kanavan signaalien prosessointia hoidetaan samaa fyysistä johdinta pitkin. TU-muodostusyksikkö

62 käsittää vastaavasti ainakin yhden aliprosessorin 65 ja väliaikaisen muistin 66 muodostaman aliprosessointiyksikön 67, joka hoitaa ainakin kahden saman hierarkiatason signaalin kehysrakenteen osoittimien käsittelyä. Tässä selityksessä esitettävässä esimerkissä käsitellään kaikki 63 kanavaa samassa muodostusyksikössä, mutta se ei ole välttämätöntä, vaan useampia muodostusyksiköitä voidaan myös sijoittaa keskenään rinnan tai peräkkäin.

Kuviossa 7 on esitetty tarkemmin yhtä purkuyksikköä 61, joka käsittää V1-muistin 71, TU-12 tilamuistin 73 ja osoittimen lukuyksikön 72 muodostaman aliprosessointiyksikön sekä V5-paikkamuistin 74. Seuraavassa purkuyksikön toimintaa kuvataan yhden TU-12- signaalin yhden kehyksen osalta viitaten samalla myös kuvioon 8, jonka vasempaan sarakkeeseen on piirretty yksi TU-12- kehys, joka koostuu sinänsä tunnetusti 140 datatavusta (jotka on numeroitu kehyksen viereen) ja neljästä osoitintavusta V1-V4. Yhden TU-12 kehyksen pituus on 500 μ s, joten se lähetetään perustapauksessa neljässä STM-1- kehyksessä. Kuviossa 8 muissa sarakkeissa on esitetty V1-muistiin 71, TU-12-tilamuistiin 73 ja V5-paikkamuistiin 74 tapahtuvat luku- ja kirjoitustapahtumat. Jokaisen muun TU-12- signaalin osalta on toiminta vastaavanlainen, kahden peräkkäisen signaalin käsittely on ainoastaan ajallisesti yhden kellojakson verran toisiinsa nähden siirtynyt.

TU-purkuyksikköön sisääntulevan TU-12-kehyksen ensimmäinen tavu eli V1-tavu talletetaan aluksi V1-muistiin 71. V1-tavun jälkeen tulevat datatavut talletetaan puskurimuistiin 63, samoin kaikki muut datatavut. Kuviossa 8 on puskurimuistiin tapahtuvia VC-12-datan talletusjaksoja merkitty nuolilla A. TU-12- kehyksen toisen neljänneksen alkaessa tavusta V2 luetaan V1-tavu muistista ja uusi osoitinsana muodostetaan osoittimen lukuyksikölle 72 yhdistämällä V1- ja V2-tavut. Vähän ennen uuden osoitinsanan muodostamista luetaan osoittimen vanha tila tilamuistista

73 lukuyksikölle. Vanha tila käsittää tiedot edellisen (voimassaolevan) osoittimen arvoista. Osoittimen lukuyksikkö 72 käsittelee saamansa tiedot, ja tulokseksi saatava uusi tilatieto talletetaan tilamuistille 73. Lisäksi samanaikaisesti kirjoitetaan V5-paikkamuistiin 74 V5-lippu (1 bitti) uuden tilan määräämään osoitteeseen. Paikkamuisti 74 käsittää 63 x 140 yhden bitin pituista muistipaikkaa eli kullekin kanavalle muistipaikan jokaista TU-12-kehyyksen datatavua varten. V5-lippu eli looginen yksikön kirjoitetaan sitä datatavua vastaavaan osoitteeseen, johon uusi osoitin osoittaa. Muut 139 muistipaikkaa sisältävät loogisen nollan. V5-paikkamuistia luetaan TU-12-kehyyksen datatavujen ajan, jolloin tietyllä kohdalla (joka ilmaisee V5-tavun paikan) saadaan ulos nollasta poikkeava arvo. Tieto V5-tavun paikasta (V5 loc.-signaali, kuvio 7) talletetaan puskurimuistiin.

Sisääntulevat V1- ja V2-tavut kertovat myös sen, täytyykö aiemmin kuvattu osoitintasaus suorittaa. Negatiivisen tasauksen tapauksessa kirjoitetaan V3-tavun sisältö puskurimuistiin, positiivisen tasauksen tapauksessa ei V3-tavun jälkeen tulevaa datatavua kirjoiteta puskurimuistiin.

Kuviossa 9 on esitetty tarkemmin keksinnön mukaista elastista puskuria 63, johon mm. VC-12 data talletetaan. Puskuria käsittää varsinaisen puskurimuistin 101 ja sitä ohjaavat laskuriyksiköt, joihin kuuluu sisäänmenopuolella ensimmäinen kanavalaskuri 102 ja ensimmäinen osoitelaskuriyksikkö 103 sekä ulostulopuolella toinen kanavalaskuri 104 ja toinen osoitelaskuriyksikkö 105. Sisäänmenopuolen yksiköt ohjaavat datan muistiin kirjoitusta ja ulostulopuolen yksiköt vastaavasti muistista lukua. Sisäänmenopuolella tahdistetaan kirjoitus kello- ja synkronointisignaaleilla clock1 ja sync1 ja ulostulopuolella kello- ja synkronointisignaaleilla clock2 ja sync2, jotka ovat riippumattomia sisäänmenopuolen vastaavista signaaleista. Pusku-

rimuisti 101 käsittää 63 kappaletta (1 kutakin kanavaa varten) muistiyksiköitä 106, joista kussakin on tässä esimerkkitapauksessa 10 peräkkäistä 8 bitin (eli 1 tavun) levyistä muistipaikkaa 106a. (Muunmuassa SDH-kehysrakenteissa olevien aukkojen ja erilaisten viiveiden takia on kuhunkin muistiyksikköön varattu tilaa tässä esimerkissä 10 muistipaikan verran, muistipaikkojen lukumäärä voi olla myös jokin muu, esim. 16). Osoitelaskuriyksikkö 103 käsittää 63 kappaletta osoitelaskureita, joista kukin laskee yhdestä kymmeneen osoittaen vastaavaa muistipaikkaa yhdessä muistiyksikössä. Kunkin osoitelaskurin vaihe voi olla erilainen, koska kunkin kanavan täyttöaste puskurissa voi vaihdella. Ensimmäinen kanavalaskuri 102 laskee jatkuvasti yhdestä kuuteenkymmeneenkolmeen (1-63), ja se tahdistetaan synkronointisignaalilla sync1. Kanavalaskurin 102 avulla valitaan aikajakoisesti yksi ensimmäisistä osoitelaskureista, ja vastaava tavu kirjoitetaan ko. muistiyksikössä valitun osoitelaskurin osoittamaan muistipaikkaan 1-10.

Ulostulopuolella luettavan tavun osoite muodostetaan vastaavalla tavalla toisen kanavalaskurin 104 ja toisen osoitelaskuriyksikön 105 avulla: kanavalaskuri 104 valitsee aikajakoisesti yhden toisista osoitelaskureista, jonka osoittamasta muistipaikasta tavu luetaan puskurimuistin ulostuloon 107.

Kuvioissa 10 ja 11 on esitetty tarkemmin elastisen puskurin täytön valvontaa, joka suoritetaan yhteisellä valvontayksiköllä 64. Kunkin muistiyksikön 106 (eli kunkin TU-12-kanavan) täyttöastetta valvotaan johtamalla valvontayksikön 64 sisäänmenoihin kanavakohtaisesti ensimmäisen ja toisen osoitelaskurin (luku- ja kirjoituslaskureiden) arvot. Valvontayksikkö vähentää lukulaskurin arvosta kirjoituslaskurin arvon ja vertaa tulosta E ennaltamäärättyihin rajoihin, jotka voivat olla esim. 2 ja 8 kuvion 11 mukaisesti. Ihannetilanteessa eroarvo E on noin 5 (puolivälissä).

Täytön valvonta toimii ulostulopuolen (lukupuolen) kanssa samassa tahdissa. Jotta valvontayksikkö 64 pystyisi vertaamaan saman kanavan arvoja keskenään, täytyy kirjoituslaskurista 103 ottaa lukulaskurin 105 osoitetiedon kanssa samanvaiheinen osoitetieto, toisin sanoen samaa kanavaa vastaavat laskurit (valittava kirjoituspuolen kanava on eri kanava kuin se kanava, jolle sillä hetkellä kirjoitetaan).

Eroarvosta riippuen täytön valvontayksikkö antaa ulostuloonsa tiedon kunkin kanavan täyttöasteesta käyttäen 2 bitillä ilmoitettavaa kolmea eri tilaa (täysi/tyhjä/sopiva), ja tämä tieto johdetaan TU-muodostusyksikölle.

Kuvioissa 12 ja 13 on esitetty synkronointiyksikön 42 TU-muodostusyksikön 62 rakenne ja toiminta vastaavalla tavalla kuin esitettiin edellä purkuyksikön toiminta kuvioihin 7 ja 8 viitaten. Muodostusyksikkö 62 muodostaa edellä kuvatut V-tavut sekä päättää tasauksesta. Ainoa muuttuja kehysrakenteen muodostuspuolella on TU-12- osoitin. Kehystä rakennettaessa voi edellä kuvattu V5-tavulla olla missä tahansa paikassa TU-12- kehystä, ja tämä paikka on kerrottava tavuilla V1 ja V2 (muutettava puskurimuistista saatava V5-lipun hetki osoitinluvuksi). Muodostuspuolelle saadaan omat kello- ja synkronointisignaalin clock2 ja sync2 (kuvio 9), jotka ovat riippumattomia purkuyksikön vastaavista signaaleista, mutta samat kuin puskuroinnin lukupuolella käytettävät kello- ja synkronointisignaalit.

Muodostusyksikön sisäänmenossa on referenssilaskuri 92 sekä sille kytketty puskurin tilamuisti 91, joka on puolestaan kytketty TU-12- osoitingeneraattorille 93, joka muodostaa ulostulon tilamuistin 94 kanssa oman ali-prosessointiyksikkönsä 67. Tilamuistin ulostulo on kytketty multiplekserille 95, jonka toiseen sisäänmenoon on kytketty suoraan puskurimuistilta 63 saatavat datatavut.

Referenssilaskuri 92 laskee VC-12-kehiksen tavuja 0-

139 (kuvio 10, vasen sarake). Muodostusyksikön sisäänme-
noon syötetään V5-paikkatietosignaali (V5 loc.), joka on
vastaava signaali, joka muodostettiin purkuyksikössä. V5-
lipun tullessa talletetaan referenssilaskurin sen hetkinen
5 arvo puskurin tilamuistiin 91. Tietyllä hetkellä (V4-tavun
kohdalla) ennen osoitintavun lähetystä suoritetaan proses-
sointi TU-12- osoitingeneraattorissa 93. Prosessointia
varten osoitingeneraattoriin luetaan referenssilaskurin
arvo puskurin tilamuistista 91 sekä TU-12- osoittimen van-
10 ha tilatieto ulostulon tilamuistista 94. Prosessoinnin
seurauksena saadaan osoittimen uusi tilatieto, joka si-
sältää muun muassa V1- ja V2-tavujen arvot. Tämä uusi
tilatieto talletetaan vanhan tilalle ulostulon tilamuis-
tiin. Osoittimen tilatiedot ja puskurimuistilta saatava
15 data yhdistetään multiplekserissä 95, jonka ulostuloon
saadaan siten uudelleen muodostetut TU-12- kanavat.

Osoitintasaus suoritetaan muodostusyksikössä tuo-
malla valvontamonitorilta 64 tieto puskurin täyttöasteesta
TU-12- osoitingeneraattorille 93. Tieto, joka on (edellä
20 kuvatulla tavalla) yksi kolmesta mahdollisesta tilasta
(täysi/tyhjä/sopiva) ilmoitetaan siis 2 bitillä. Osoitin-
generaattori 93 tulkitsee täyttöasteen ja tekee sen mukaan
päättöksen tasauksen suorittamisesta.

TU-muodostusyksikön ulostuloon saatava signaali
25 johdetaan AU-generointiyksikölle 55 (kuviot 5 ja 6), jossa
lopullinen AU-4- signaali muodostetaan sinänsä tunnetulla
tavalla.

Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten
oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, ei keksintö
30 luonnollisestikaan ole rajoitettu siihen, vaan sitä voi-
daan muunnella monin tavoin edellä ja oheisissa patentti-
vaatimuksissa esitetyn keksinnöllisen ajatuksen puitteis-
sa. Vaikka edellä on esimerkkinä käytetty SDH-spesifisiä
termejä, soveltuu keksintö yhtä hyvin käytettäväksi myös
35 esim. vastaavassa amerikkalaisessa SONET-järjestelmässä

tai missä tahansa muussa vastaavassa järjestelmässä, jossa kehysrakenne muodostuu ennalta määrätystä määrästä vakio-pituisia tavuja, ja joka kehysrakenne käsittää osoittimen, joka osoittaa hyötykuorman vaiheen kehysrakenteen sisällä.

5 Samaten voidaan keksintöä käyttää edellä mainittujen järjestelmien eri hierarkiatasoilla tapahtuvaan puskurointiin. Esimerkkeinä mainittakoon edellä kuvatun VC-12-kehysten lisäksi VC-11-, VC-21-, VC-22-, VC-31-, VC-32-, VC-3- sekä VC-4-kehysten puskurointi SDH-järjestelmässä

10 tai VC-1.5-, VC-2-, VC-3-, VC-4- tai VC-6- kehysten puskurointi SONET-järjestelmässä. Aikajakoperiaatetta ei myöskään välttämättä tarvitse soveltaa kehysrakenteen purkamiseen ja muodostamiseen eikä puskurimuistin täyttö-

15 asteen valvontaan edellä esitetyn mukaisesti, joskin nämäkin on edullista toteuttaa edellä kuvatulla tavalla. Yhteisten kanavien puskuroinnin keksinnön mukaisesti suoritettava yksikkö voi olla myös osana suurempaa puskurointiyksikköä, riippumatta siitä, miten puskuroitava data annetaan suuremman puskurointiyksikön sisäänmenoon tai miten

20 puskuroitu data annetaan ko. suuremman yksikön ulostuloon.

Viiteluettelo:

- 25 [1]. CCITT Blue Book, Recommendation G.709: "Synchronous Multiplexing Structure," May 1990.
- [2]. SDH - Ny digital hierarki, TELE 2/90.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä synkronisessa digitaalisessa tietoliikennejärjestelmässä, kuten SDH- tai SONET-järjestelmässä suoritettavan elastisen puskuroinnin toteuttamiseksi, jossa järjestelmässä kehysrakenne muodostuu ennalta määrätystä määrästä vakiopituisia tavuja ja käsittää osoittimen, joka osoittaa hyötykuorman vaiheen kehysrakenteen sisällä, jossa menetelmässä kehysrakenteeseen sisältyvät hyötysignaalit talletetaan ainakin yhteen elastiseen puskurimuistiin, t u n n e t t u siitä, että ainakin kahden saman hierarkiatason signaalin elastinen puskurointi suoritetaan aikajaetusti mainituille signaaleille yhteisessä puskurimuistissa (101).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaikkien saman hierarkiatason signaalien elastinen puskurointi suoritetaan aikajaetusti yhteisessä puskurimuistissa (101).

3. Laite synkronisessa digitaalisessa tietoliikennejärjestelmässä suoritettavan elastisen puskuroinnin toteuttamiseksi, jossa järjestelmässä kehysrakenne muodostuu ennalta määrätystä määrästä vakiopituisia tavuja ja käsittää osoittimen, joka osoittaa hyötykuorman vaiheen kehysrakenteen sisällä, joka laite käsittää muistielimet (101) kehysrakenteeseen sisältyvien hyötysignaalien tallettamiseksi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää muistielimille (101) kytketyt valintaelimet (102, 104), joiden avulla valitaan aikajakoisesti ainakin kaksi saman hierarkiatason signaalia kulloinkin muistiin kirjoitettavaksi ja vastaavasti kulloinkin muistista luettavaksi.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että valintaelimet käsittävät kanavalasurit (102, 104), joiden laskentajaksoon kuuluvat kaikki saman hierarkiatason kanavat.

Patentkrav:

1. Förfarande för att utföra en elastisk buffring i ett synkront digitalt telekommunikationssystem, såsom
5 ett SDH- eller SONET-system, i vilket system ramkonstruktionen består av ett förutbestämt antal bytes med konstant längd och omfattar en pekare, som indikerar nyttolastens fas i ramkonstruktionen, i vilket förfarande nyttsignaler som ingår i ramkonstruktionen lagras i åtminstone ett
10 elastiskt buffertminne, k ä n n e t e c k n a t av att den elastiska buffringen av åtminstone två signaler på samma hierarkinivå utförs tidsindelad för nämnda signaler i ett gemensamt buffertminne (101).

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
15 t e c k n a t av att den elastiska buffringen av alla signaler på samma hierarkinivå utförs tidsindelad i ett gemensamt buffertminne (101).

3. Anordning för att utföra en elastisk buffring i ett synkront digitalt telekommunikationssystem, i vilket
20 system ramkonstruktionen består av ett förutbestämt antal bytes med konstant längd och omfattar en pekare, som indikerar nyttolastens fas i ramkonstruktionen, vilken anordning omfattar minnesorgan (101) för lagring av nyttsignalerna som ingår i ramkonstruktionen, k ä n n e t e c k -
25 n a d av att den omfattar till minnesorganen (101) kopplade urvalsorgan (102, 104), medelst vilka väljs tidsindelad åtminstone två signaler på samma hierarkinivå att nedtecknas i minnet och på motsvarande sätt att utläsas från minnet.

30 4. Anordning enligt patentkrav 3, k ä n n e - t e c k n a d av att urvalsorganen omfattar kanalräknare (102, 104) med en kalkylperiod som inkluderar alla kanaler på samma hierarkinivå.

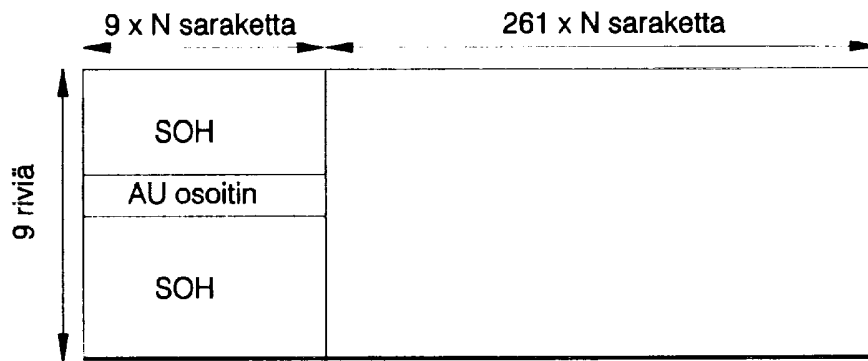


FIG. 1

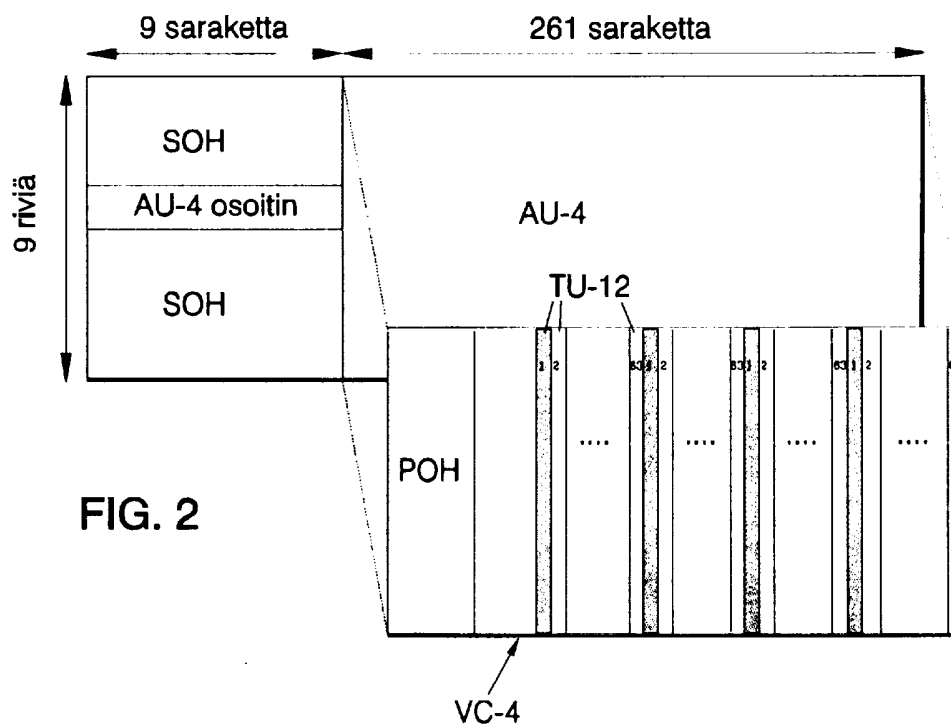


FIG. 2

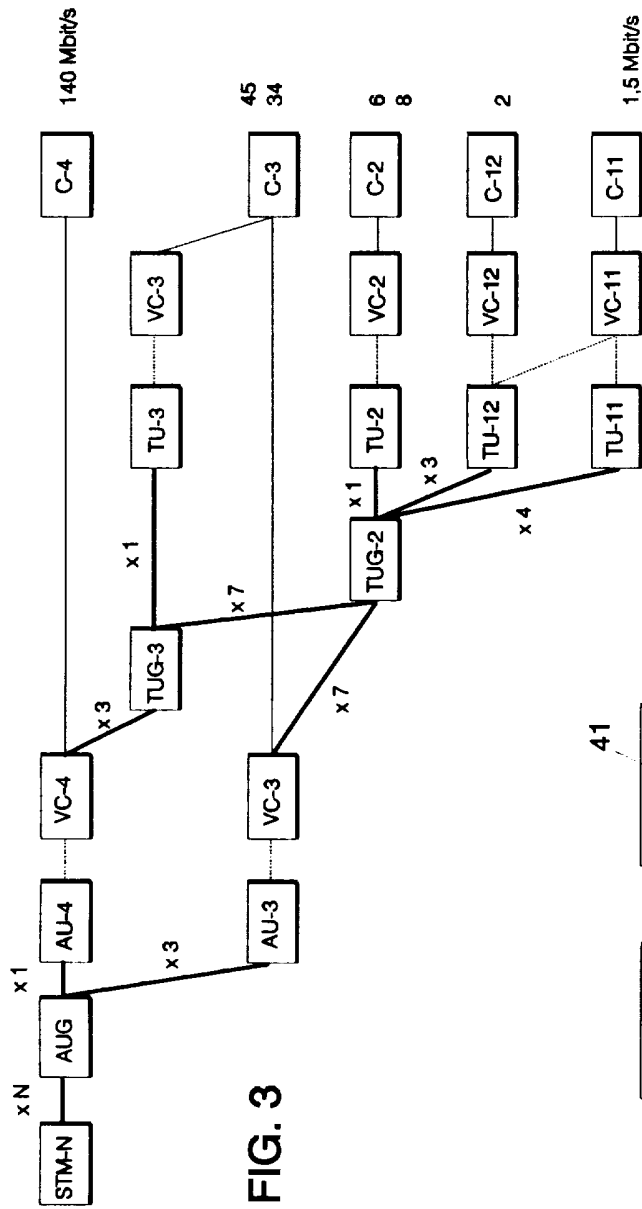


FIG. 3

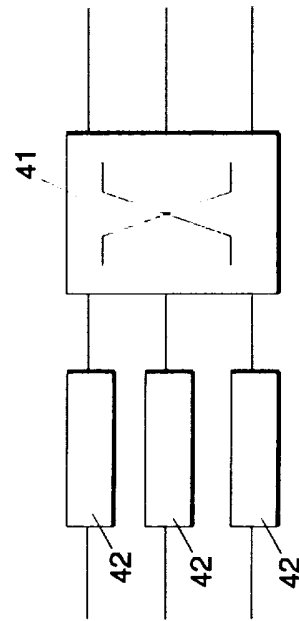
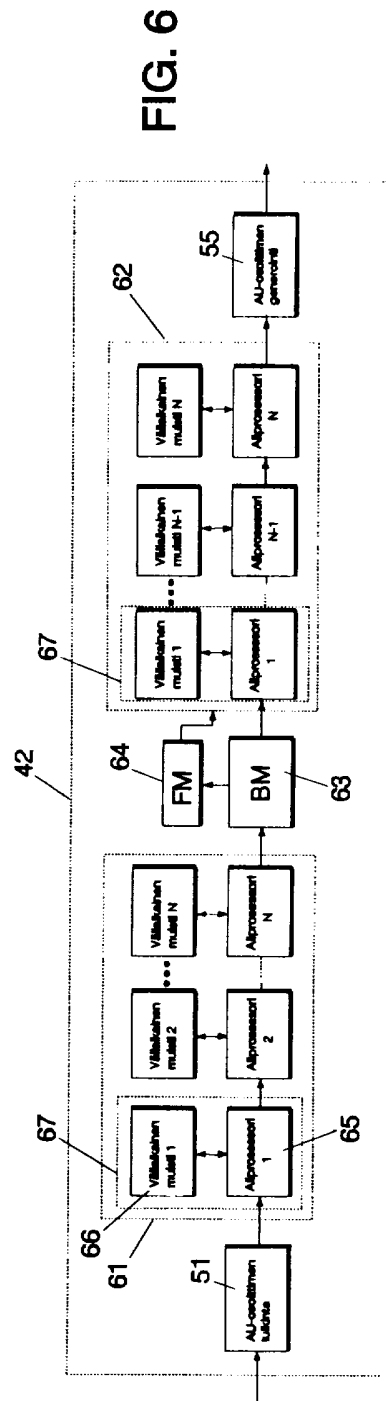
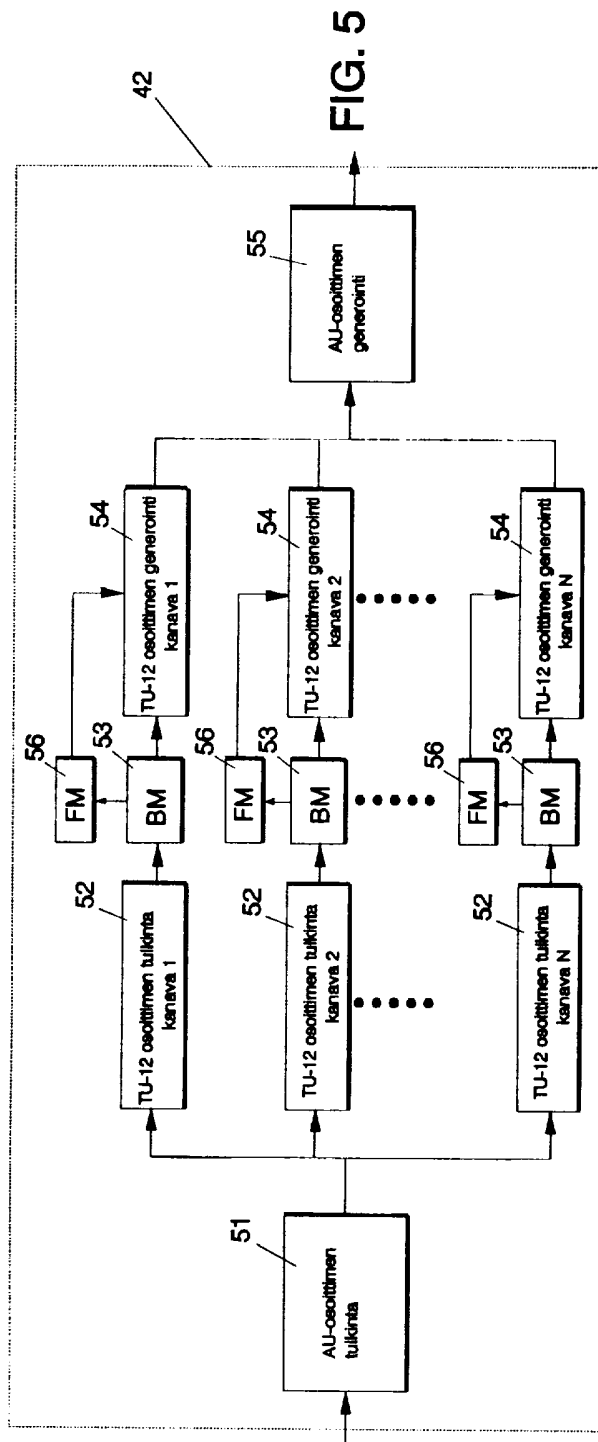


FIG. 4





90486

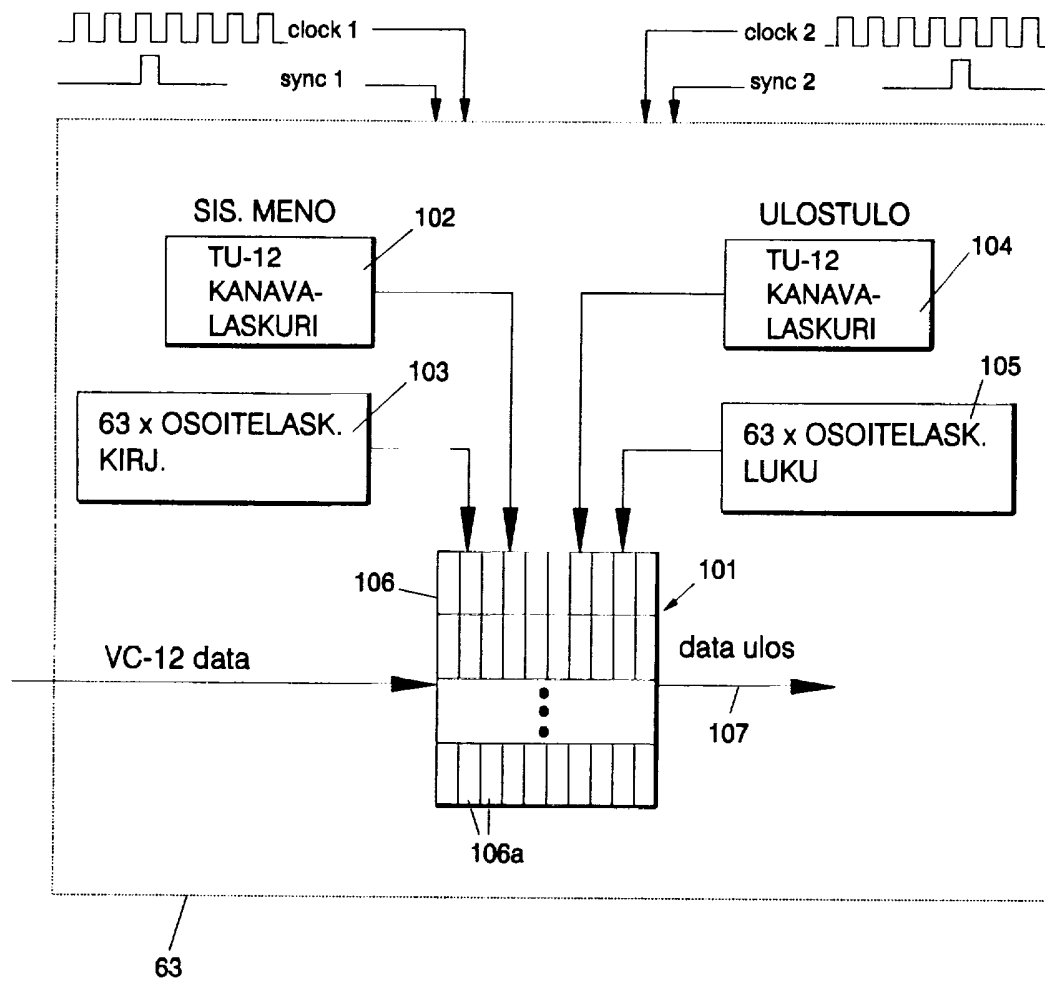


FIG. 9

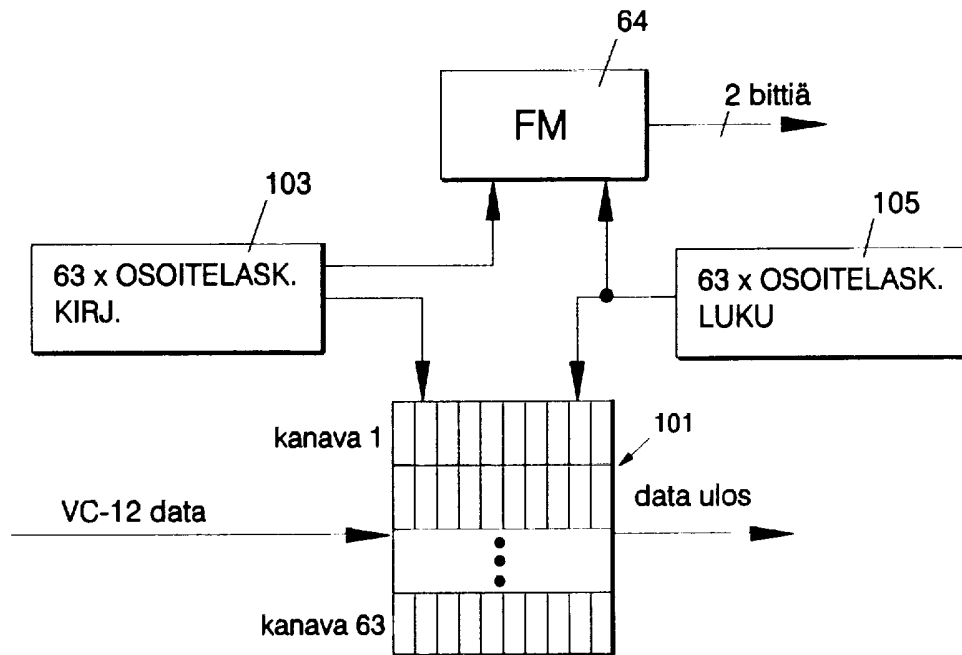


FIG. 10

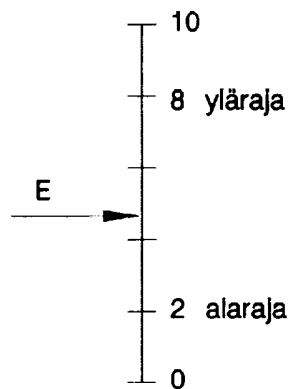


FIG. 11

90486

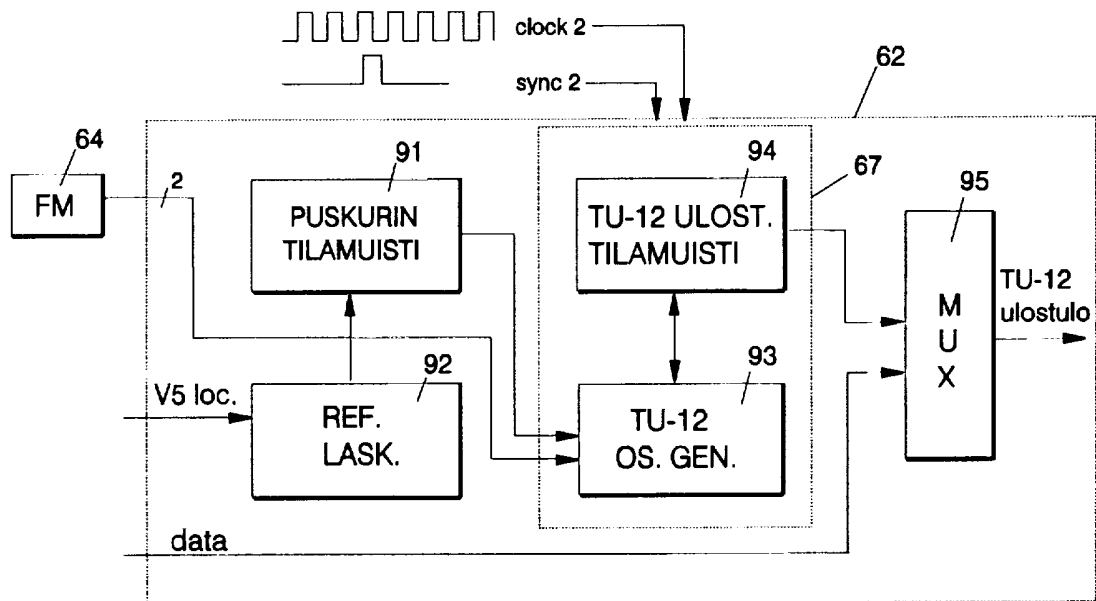


FIG. 12

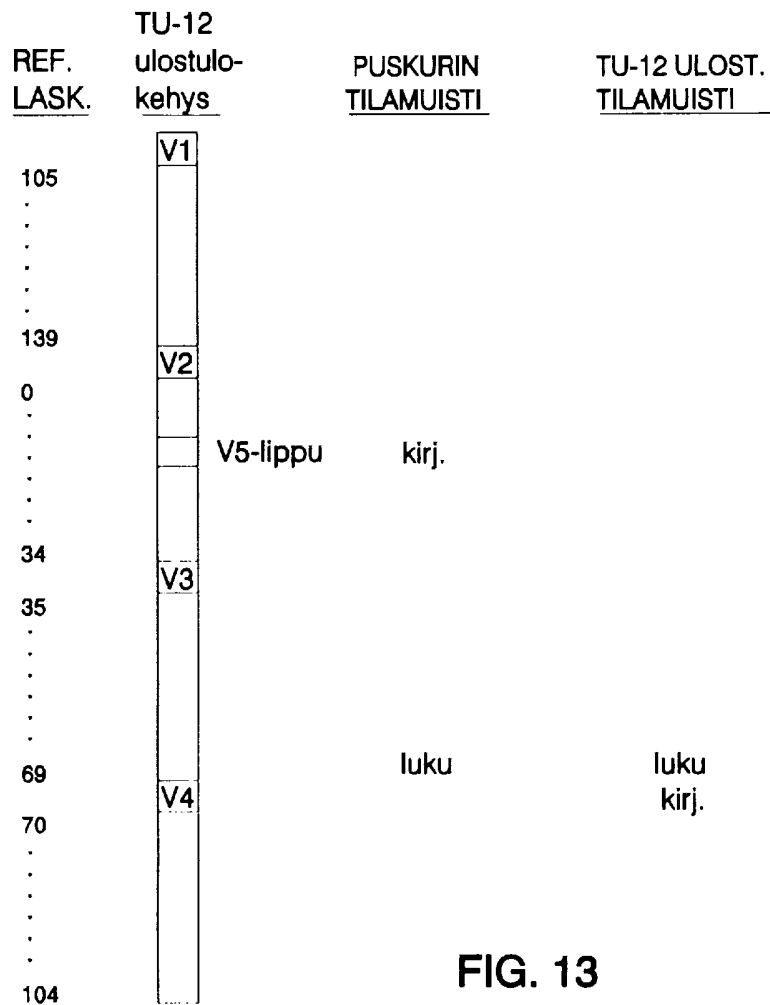


FIG. 13