(19)

SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 964119 A7**

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

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 964119

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification
H04L 12/403

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **07.04.1995**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **14.10.1996**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **13.12.1996**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - Internationell ansökan - International application **07.04.1995 PCT/US1995/004461**

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

15.04.1994 US 228513

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • **DSC Communications Corporation,** 1000 Coit Road, Plano, Tex. 75075, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Hogg, Raymond L.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 • **Diaz, Felix V.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

Väylän välitysmenetelmä teleliikennekytkennässä

Förfarande för bussförmedling vid telekommunikationskoppling

Väylän välitysmenetelmä teleliikennekytkennässä

Tekniikan ala

Tämä keksintö koskee yleisesti teleliikenteen aluetta ja erityisesti väylänvälitysmenetelmää teleliikenteen välittämistä varten.

Keksinnön tausta

Teleliikennejärjestelmissä, joissa useat informaatiolähteet jakavat saman tietoliikennekanavan, tarvitaan aina menetelmä yhteiseen kanavaan pääsyn säätelemiseksi siten, että menetelmä on oikeudenmukainen (oikeudenmukaisuus määritellään) kaikille informaatiolähteille.

Yksi tyypillinen tietoliikennejärjestelmä muodostuu useista tietoliikennemoduuleista, joita yhdistää yhteinen väylä, johon kaikilla moduuleilla on pääsy lähetystä ja vastaanottoa varten. Kommunikointi moduulien välillä tapahtuu, kun yksi moduuleista suorittaa ajallisesti määrätyn mittaisen aksessin väylälle ja käyttää tuon ajan rajallisen informaatiomäärän lähettämiseen yhdelle tai useammalle vastaanottavalle moduulille. Tyypillisesti vain yhdellä lähettimellä voi olla pääsy jaettuun välineeseen kullakin hetkellä. Kun useampi kuin yksi moduuli haluaa lähettää välineeseen samaan aikaan, mikä on tyypillinen tapahtuma pakettimuotoisessa tietoliikenteessä, ilmenee konflikti. Väylänvälitysmekanismi ratkaisee konfliktin, jonka samanaikaiset pyynnöt saman väylän käyttämiseksi aiheuttavat.

Välittämisen fyysisen sijainnin mukaan pakettisuuntautuneet tietoliikenneväylät ovat käyttäneet yhtä tai kahta välitysmenetelmää: keskitetty tai hajautettu. Keskitetyssä välitysmenetelmässä erikoistunut laiteyksikkö, jota kutsutaan välittäjäksi, on keskeisessä osassa väylällä kooten pyynnöt jokaiselta kommunikoivalta moduulilta ja ratkaisten kiistat, jotka syntyvät useilta moduuleilta tulevista samanaikaisista aksessipyynnöistä. Hajautetussa

välitysmenetelmässä toisaalta ei ole sinällään olemassa mitään välittäjää; sen sijaan tietoliikennemoduulit ratkaisevat kiistat demokraattisella tavalla vaihtamalla jonkin muotoista välitysinformaatiota keskenään. Yksi esimerkki hajautetusta välitysmenetelmästä on vuoronvälitysalgoritmi, joka on toteutettu joko väylään tai renkaaseen.

Hajautettuja välitysalgoritmeja on toteutettu ja toteutetaan edelleen menestyksellisesti monissa kaupallisissa pakettitietoliikennejärjestelmissä, mutta niillä on useita puutteita. Yksi puute on, että niiden suorituskyky pyrkii heikentymään nopeuden ja matkan kasvaessa. Tämä johtuu rajallisesta ajasta, jonka hajautettu kiistanratkaisu vie, esimerkiksi ajasta, joka kuluu tiettyjen signaalitasojen asettumiseen. Tämä latenssi johtaa jaetun väylän kaistanleveyden alle 100-prosenttiseen hyödyntämiseen. Toisin sanoen kaistanleveyttä menee hukkaan moduulien päättäessä siitä, kuka saa aksessin väylään seuraavana. Toinen puute hajautetussa välitysmenetelmässä on, että monissa tapauksissa välitysmenetelmän oikeudenmukaisuus heikkenee, kun kommunikoivien moduulien välimatka tai jaetun väylän nopeus kasvaa. Keskitetystä välitysmenetelmästä voidaan toisaalta ajatella, että se on täysin oikeudenmukainen nopeudesta tai välimatkasta riippumatta.

Menneisyydessä välitysmekanismit suunniteltiin pakettitietoliikennettä varten, mikä suureksi osaksi ei ole ajan suhteen herkkä tietoliikennemenetelmä. Näissä vanhemmissa välitysmenetelmissä kiistat samanaikaisten väyläaksessipyyntöjen välillä ratkaistaan ensin tullut palvellaan ensin -periaatteella, tai kiertävän vuoron periaatteella, tai millä tahansa muulla tavalla, jota kaikki kummunikoivat moduulit pitävät oikeudenmukaisena ja tasapuolisena. Jopa silloin, kun välitysmenetelmä tukee useita prioriteetteja, nämä prioriteetit eivät normaalisti liity ajan suhteen rajoitettuun pyyntöluokkaan. Toisin sanoen pyyntöjä ei sidota niiden esittämisaikaan, ja sen vuoksi ei ole

olemassa käsitettä määrätyn pyynnön kiireellisyyden kasvattamiseksi ajan kuluessa, ilman että pyyntöön suostutaan. Näistä syistä johtuen valtaosa menneisyydessä kehitetyistä pakettitietoliikenteen välitysmenetelmistä ei sovellu tukemaan tosiaikaisuutta vaativia tietoliikennemuotoja, kuten äänen tai videon viestintä. Tämä on laajalti tunnettu tosiasia; menestykselliset kaupalliset tuotteet, kuten CSMA/CD-väylät tai token ring -väylät suoriutuvat heikosti, jos niitä käytetään ääni- tai videoliikenteen kuljettamiseen.

Laajalti käytetty ratkaisu tietoliikenneväylän tosiaikaisen liikenteen kuljetuskyvyn parantamiseksi on jakaa sen käytettävissä oleva kapasiteetti useiksi kiinteän kokoisiksi kaistanleveysviipaleiksi kunkin viipaleen viedessä kiinteän määrän aikaa väylälle lähetyksessä. Aikaviipaleet tunnetaan paremmin aikaväleinä. Tämäntyyppistä väylää nimitetään tavallisesti aikaväleihin jaetuksi väyläksi. Kutakin aikaväleistä voidaan käyttää lähettämään ja vastaanottamaan kiinteä määrä informaatiota (normaalisti pieni määrä, kuten 64 oktettia). Tällä väylärakenteella on etuna, että se vähentää latenssiaikaa väylälle, koska siinä tapauksessa, että esiintyy useita samanaikaisia pyyntöjä aksessin saamiseksi väylään, mikään yksittäinen lähetin ei voi monopolisoida väylää pitempään kuin yhden aikavälin ajan.

Aikavälittömässä väylässä toisaalta yksittäinen lähetin voi saada aksessin väylään ja aloittaa esimerkiksi pitkäkestoisen lähetyksen, ilman että lähetys voidaan keskeyttää, jos toinen tosiaikaisempaa liikennöintitapaa tarvitsisi aksessin väylään. Mutta vaikka aikavälillinen väylä soveltuu paremmin kuin aikavälitön väylä tukemaan sekä tosiaikaisia että ei-tosiaikaisia tietoliikennemuotoja rinnakkaisesti, aikavälillisen väylän yhteydessä käytetty välitysmenetelmä voisi silti olla ei-optimaalinen tukemaan sekä tosiaikaista että ei-tosiaikaista liikennöintiä.

Näin ollen aikavälillistä väylää varten tulee kehittää uusi välitysmekanismi, joka kykenee tukemaan tehokkaasti uusia liikennöintimuotoja, sekä tosiaikaisuutta vaativia että tosiaikaisuutta sietäviä. Uuden välitysmekanismin tulee ottaa huomioon useat prioriteettitasot, joita niiden aksessiviivevaatimukset määräävät, ja sen tulee suoda aksessi jaettuun väylään oikeudenmukaisella tavalla pyyntöjen viiveprioriteetin mukaisesti. Esillä oleva keksintö kuvaa keskitetyn välitysmenetelmän aikaväleihin jaettua väylää varten. Välitysmenetelmä tukee sekä tosiaikaisten että ei-tosiaikaisten tietoliikennemuotojen useita prioriteettitasoja.

Keksinnön yhteenveto

Sen vuoksi on noussut tarve teleliikenteen välitystä varten olevalle välitysmenetelmälle, mikä sallii välitysmenetelmän virittämisen sopimaan yhteen useiden asynkronisten tietoliikennepalveluiden muuttuvien tarpeiden kanssa. Esillä olevan keksinnön mukaisesti teleliikenteen kytkentää varten esitetään väylänvälitysmenetelmä, joka oleellisesti poistaa tai pienentää haittoja ja ongelmia, jotka liittyvät aiemmin tunnettuihin väylänvälittäjiin.

Esillä olevan keksinnön yhden suoritusmuodon mukaisesti teleliikenteen välitystä varten esitetään väylänvälitysmenetelmä, jossa keskitetty väylänvälittäjä vastaanottaa useita pyyntöjä väylän vapaasta aikavälistä siten, että kukin pyyntö asetetaan ikäjärjestykseen sen prioriteettitasoon liittyvän painotuskertoimen avulla. Kyseiset useat pyynnöt asetetaan järjestykseen kunkin pyynnön painotetun iän perusteella ja aksessi väylän vapaaseen aikaväliin suodaan pyynnölle, jolla on korkein painotettu ikä.

Esillä olevan keksinnön toisen suoritusmuodon mukaisesti teleliikenteen välitystä varten esitetään väylänvälitysmenetelmä, jossa liitäntämoduuli generoi useita pyyntöjä keskitetylle välittäjäkokonaisuudelle, yksi kutakin tuettua kytkentäviiveprioriteettia kohden, kullekin

useista paketeista, jotka tarvitsevat aksessin vapaaseen väylän aikaväliin. Kumulatiivisen ajan määrää, jonka kukin pyyntö on ollut odotustilassa, mitataan jatkuvasti keskitetyn väylänvälityskokonaisuuden toimesta. Keskitetty väylänvälittäjä prosessoi useat pyynnöt vapaista väylän aikaväleistä, ja tekee päätöksen aksessin myöntämiseksi useista pyynnöistä sille, jolla on korkein painotettu ikä. Paketti, joka liittyy yksittäiseen pyyntöön, jolle aksessi myönnetään, sijoitetaan puolestaan käytettävissä olevaan väylän aikaväliin kyseisen liitäntämoduulin toimesta.

Teknisenä etuna esillä olevasta keksinnöstä on järjestelmäväylällä olevien niiden aikavälien määrän minimointi, joita ei käytetä, kun sellaisia aikavälejä odottavia pyyntöjä on odottamassa.

Toisena teknisenä etuna esillä olevalla keksinnöllä on kyky muuttaa eri palveluluokkien painotusta dynaamisesti, jotta välitysmekanismi voitaisiin virittää sopimaan yhteen vaihtelevien verkon ominaisuuksien kanssa.

Lisäksi teknisenä etuna esillä olevalla keksinnöllä on dynaamisesti ohjattava järjestelmä, joka sallii taata deterministisesti tietyn prosentin käytettävissä olevista aikaväleistä tietylle käyttäjäluokalle sellaisen aikakehyksen aikana, jolloin väylän aikavälien kysyntä ylittää niiden saatavuuden. Välitysmekanismi voidaan modifioida sallimaan yksittäiselle pyytäjälle tai sellaisten pyytäjien luokalle väylän täysi kaistanleveys, tai rajoittaa sellainen pyytäjä mihin tahansa murto-osaan väylän kokonaiskaistanleveydestä niiden aikajaksojen aikana, jolloin kaistanleveyden hetkellinen kysyntä ylittää niiden saatavuuden.

Lisäksi teknisenä etuna esillä olevassa keksinnössä on kiirehditty välitysmekanismi, jota keskitetty väylänvälittäjä käyttää rinnakkain normaalin painotettuun ikään pohjautuvan välittämisen kanssa. Tämä välitysmekanismi syrjäyttää normaalin painotetun iän välitysmekanismin ja

takaa ehdottomasti alhaisimman latenssin aksessin asynkronisen väylän kaistanleveyteen pääsemiseksi erittäin kiireelliselle tietoliikenteelle, jota tarvitaan hallinta/ohjaustoiminteita varten.

Lisäksi teknisenä etuna esillä olevassa keksinnössä on kyky ohjata tai rajoittaa dynaamisesti väylän kaistanleveyden määrää, jonka kiirehditty välitysmekanismi voi kuluttaa ajan mittaan.

Piirustusten lyhyt kuvaus

Täydellisempi esillä olevan keksinnön ymmärrys voidaan saada tarkastelemalla seuraavaa selitystä yhdessä oheisten piirustusten kanssa, joissa samat viitenumerot ilmaisevat samanlaisia ominaisuuksia, ja joissa:

Kuvio 1 esittää lohkokaavion televerkon monipalvelukeskuksesta, joka käyttää esillä olevan keksinnön mukaista keskitettyä väylänvälitysmenetelmää ja laitetta;

Kuvio 2a esittää väylän kerrokset, joihin sisältyy pakettiväylän kerros;

Kuvio 2b esittää aikavälien allokoinnin;

Kuvio 3a esittää pakettiväylän kerrosrakenteen datagrammiformaatin;

Kuvio 3b esittää pakettiväylän datagrammin otsikon formaatin;

Kuvio 4 esittää liikennöinnin kahden yksittäisen pakettiväylän kerroskokonaisuuden välillä;

Kuviot 5a - d esittävät lohkokaavioita keskitetystä väylänvälittäjästä ja formaattimalleista, jotka käyttävät esillä olevan keksinnön mukaista väylänvälitysmenetelmää;

Kuvio 6 esittää vaihtosekoituspiirin painotettujen ikien vertaamiseksi esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti;

Kuviot 7a - b esittävät vuokaavioita esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesta väylänvälitysmenetelmästä;

Kuviot 8a - e esittävät vuokaavioita menetelmästä, jota väylänvälittäjä käyttää esillä olevan keksinnön opetusten mukaisessa välityskilpailussa; ja

Kuviot 9a - e esittävät vuokaavioita vaihtoehtoisesta menetelmästä, jota väylänvälittäjä käyttää esillä olevan keksinnön opetusten mukaisessa välityskilpailussa.

Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

Esillä olevan keksinnön opetusten mukainen keskitetty väylänvälitysmenetelmä määrittää, mitkä useista pyynöistä myönnetään ja missä järjestyksessä ottaen huomioon kunkin pyynnön saapumisajan kuin myös kytkentä/viiveprioriteetin. Samaa prioriteettitasoa olevat pyynnöt käsitellään tiukasti ensin-sisään-ensin-ulos-järjestyksessä toistensa suhteen. Kuitenkin prioriteettiherkät pyynnöt myönnetään korkeammalla prioriteetilla kuin alhaisen viiveherkkyyden pyynnöt. Tämä tehdään estämättä kokonaan alhaisen prioriteetin palveluita. Välittämismenetelmän vaikutuksena on, että kytkentöjen kytkentäviiveparametreja säädellään niiden palveluluokan mukaisesti taaten tällä tavoin taattu palvelun laatu liikenneyhdistelmästä riippumatta.

Esillä olevan keksinnön mukaisen välitysmenetelmän oikeudenmukaisuus nojaa eniten ansaitsevan pyynnön doktriiniin kytkemällä palvelun odotusajan käsite ja prioriteetti pyynnön painotettuun ikään. Väyläpyynnön painotettu ikä on alkuperäisen väyläpyynnön saapumisen jälkeen kuluneen ajan ja pyynnön prioriteettitason funktio. Kullekin prioriteettitasolle on määritelty ainakin yksi painotuskerroin. Pyynnön painotettu ikä on siihen liittyvän painotuskertoimen ja pyynnön kuluttaman odotusajan tulo.

Teknisenä etuna esillä olevan keksinnön mukaisesta väylänvälitysmenetelmästä on kytkentäviivevaihteluiden väheneminen korkean prioriteetin tosiaikaisuutta vaativilla palveluluokilla, kun kaistanleveyden kysyntää esiintyy palvelutyyppien yhdistelmän taholta. Niin ollen esillä olevan keksinnön mukainen väylänvälitysmenetelmä tukee muita välitysmenetelmiä paremmin useita palveluluokkia, joilla on tiukat tosiaikaisuusvaatimukset.

Monipalvelukeskuksen lohkokaavio

Kuvio 1 esittää televerkon monipalvelukeskuksen lohkokaavion, joka on esitetty yleisesti kohdassa 10. Monipalvelukeskus 10 kuvataan yksityiskohtaisemmin US-patenttihakemuksessa 08/288 304 otsikolla "Televerkon monipalvelukeskus", hakijana esillä olevan patenttihakemuksen hakija, jota käytetään tässä viitteenä. Väylän pään ohjauksella 12A on anto ja väylän loppupään ohjauksella 12B on otto. Aikaväleihin jaetussa väylässä 13 on tulo-osa 14 ja lähtöosa 16. Tulo-osa 14 on kytketty väylänpään ohjaukseen 12A ja lähtöosa 16 on kytketty väylän loppupään ohjauksen 12B ottoon. Tulevan/lähtevän väylän A sillassa 18 on otto ja anto. Tulevan/lähtevän väylän A sillan 18 otto on kytketty aikaväleihin jaetun väylän 13 tulo-osaan 14 ja tulo/lähtöväylän A sillan 18 anto on kytketty aikaväleihin jaetun väylän 13 lähtöosaan 16.

Toisessa väylänpään ohjauksessa 20A on anto ja toisessa väylän loppupään ohjauksessa 20B on anto. Toisessa aikaväleihin jaetussa väylässä 21 on tulo-osa 22 ja lähtöosa 24. Tulo-osa 22 on kytketty väylänpään ohjauksen 20A antoon, lähtö-osa 24 on kytketty väylän loppupään ohjauksen 20B ottoon. Toisessa tulo-lähtöväylän B sillassa 26 on otto ja anto. Tulo/lähtöväylän B sillan 26 otto on kytketty aikaväleihin jaetun väylän 21 tulo-osaan 22 ja tulo/lähtöväylän B sillan 26 anto on kytketty aikaväleihin jaetun väylän 21 lähtöosaan 24.

Useita liitäntämoduuleja 28_1 - 28_n on kytketty aikaväleihin jaettuun väylään 13 ja aikaväleihin jaettuun väylään 21 esitetyllä tavalla. Kussakin liitäntämoduulissa 28_1 - 28_n ensimmäinen otto on kytketty ensimmäisen aikaväleihin jaetun väylän 13 lähtöosaan 16, ensimmäinen anto on kytketty ensimmäisen aikaväleihin jaetun väylän 13 tulo-osaan 14, toinen otto on kytketty toisen aikaväleihin jaetun väylän 21 lähtöosaan 24 ja toinen anto on kytketty toisen aikaväleihin jaetun väylän 21 tulo-osaan 22.

Toiminnan aikana monipalvelukeskus 10 tukee tietoliikennettä liitäntämoduulien 28_1 - 28_n välillä aikaväleihin jaetun väylän 13 ja aikaväleihin jaetun väylän 21 kautta. Väylänpään ohjain 12A ja väylänpään ohjain 20A kehittävät ajoituksen ja ohjauksen, joka on tarpeen aikavälien konfiguroimiseksi aikaväleihin jaetulla väylällä 13 ja aikaväleihin jaetulla väylällä 21 tietoliikenteen sallimiseksi useiden väyläkerrosten välillä, jotka liittyvät erilaisiin teleliikenteen dataformaatteihin. Tulo/lähtöväylän A silta 18 ja tulo/lähtöväylän B silta 26 kytkevät aikajetun väylän 13 tulo-osan 14 ja lähtöosan 16 ja ne kytkevät aikaväleihin jaetun väylän 21 tulo-osan 22 ja lähtöosan 24.

Aikaväleihin jaettujen väylien yleiskuvaus

Monipalvelukeskus 10 muodostuu aikaväleihin jaettujen väylien 13 ja 21 parista. Yhdessä suoritusmuodossa kumpikin aikaväleihin jaettu väylä toimii nimellisellä nopeudella 800 megabittiä/s yhdistetyn nopeuden ollessa 1,6 gigabittiä/s. Tässä suoritusmuodossa aikaväleihin jaettu väylä 13 ja aikaväleihin jaettu väylä 21 on formatoitu samalla tavoin 200 aikaväliksi, joissa kussakin on 64 oktettia, ja jotka on kehystetty 8 kHz:n toistotaajuudella.

Aikaväleihin jaettu väylä 13 ja aikaväleihin jaettu väylä 21 muodostuvat yksisuuntaisista tulo-osista 14 ja 22 ja yksisuuntaisista lähtöosista 16 ja 24, jotka ulottuvat kaikkiin kytkettyihin liitäntämoduuleihin 28_1 - 28_n tulo-osien 14 ja 22 kanssa ja lähtöosien 16 ja 24 kanssa, jotka tulo/lähtöväylän sillat 18 ja 26 kytkevät yhteen. Fyysisesti monipalvelukeskus 10 sisältyy asennuskehikkoon tai klusteriin. Asennuskehikko tarkoittaa useita liitäntämoduuleita kytkettyinä toisiinsa väylänpään / väylän loppupään ohjainten ja tulo/lähtöväylän siltojen kanssa. Klusteri on kokoelma, joka sisältää yhdestä neljään asennuskehikkoa kaikkien jakaessa samat aikaväleihin jaetut väylät.

Väylänpään ohjain 12A ja väylänpään ohjain 20A luovat ajoituksen ja ohjauksen tulo-osille 14 ja 22. Tulo/lähtöväylän sillat 18 ja 26 kehittävät ajoituksen ja ohjauksen lähtöosille 16 ja 24 kytkien tulo-osat lähtöosiin uudelleenajoittaen kunkin signaalin saadulla lähtöosan ajoituksella. Jokainen liitäntämoduuli 28_1 - 28_n, joka sijaitsee asennuskehikossa tai klusterissa, liittyy sekä aikaväleihin jaettuun väylään 13 että aikaväleihin jaettuun väylään 21 käyttäen tulo-osia 14 ja 22 tulevan liikenteen syöttämiseksi monipalvelukeskuksen 10 järjestelmään ja käyttäen lähtöosia 16 ja 24 ulosmenevän liikenteen ottamiseksi ulos monipalvelukeskuksen 10 järjestelmästä.

Aikaväleihin jaettu väylä 13 ja aikaväleihin jaettu väylä 21 ovat luonteelta hybridejä. Aikaväleihin jaetut väylät on nimetty yksittäin tukemaan yhtä tietoliikenteen palvelukategorioiden kahdesta päätyypistä, isokroniset palvelut ja asynkroniset palvelut. Isokroniset palvelut ovat tietoliikennepalveluita, jotka vaativat ennustettavan ja jaksollisen aksessin aikaväleihin jaettuihin väyliin. Kaikki piiripalvelut - kapeakaistainen, leveäkaistainen ja laajakaistainen - sisältyvät tähän kategoriaan ja niitä tuetaan kahden isokronisen kaistanleveyskerroksen kautta käyttäen osaa aikaväleihin jaettujen väylien 13 ja 21 varatusta kaistanleveydestä. Asynkroniset palvelut ovat niitä, jotka tukevat purskeittaista tietoliikenneinformaatiota. Kaikkia pakettipalveluita, mukaan lukien asynkronisen siirtomuodon (ATM) palvelut, tuetaan asynkronisella kerroksella, joka käyttää jäljelle jäävän osan aikaväleihin jaetun väylän kaistanleveydestä, joka ei ole varattu isokronisille palveluille.

Väylän kerrokset

Kuvio 2a esittää protokollapinon kolmelle väylän kerrokselle fyysisellä aikaväleihin jaetulla väylällä. Aikaväleihin jaetun väylän (SB) fyysinen (PHY) kerros 30 mallintaa monipalvelukeskuksen fyysiset aikaväleihin jae-

tut väylät. SB PHY -kerros toteuttaa itse datan siirron, sekä asynkronisen että isokronisen, aikaväleihin jaettujen väylien aikaväleihin ja niistä pois. Pakettiväylän kerros 32 (PBO), kapeakaistaisen väylän kerros 34 (NBO), ja leveäkaistaisen väylän kerros 36 (WBO) mallintavat kolme uniikkia aksessiprotokollaa monipalvelukeskuksen aikaväleihin jaetun väylän fyysisen kerroksen 30 tarjoamaa fyysistä kuljetuspalvelua. Asynkronisen siirtomuodon (ATM) kerros 38 ja muut pakettiprotokollat 40 mallintavat protokollakerrokset asynkronisen siirtomuodon tietoliikenteen ja muiden pakettipohjaisten tietoliikenneprotokollien järjestämiseksi, jotka käyttävät PBO-kerrosta kytkentää varten.

Pakettiväylän kerros 32 mallintaa monipalvelukeskuksen pakettiväylän kerroksen aksessiprotokollan ja toteuttaa asynkronisen siirtomuodon kerroksen 38 tai monipalvelukeskuksen tukemien muiden pakettiprotokollien 40 käyttämät palveluryhmät. PBO-kerros 32 sallii kiinteän pituisten pakettien vaihtamisen monipalvelukeskuksen aikaväleihin jaettujen väylien yli yhteydettömänä datagrammipalveluna. Pakettiväylän kerros 32 on optimoitu tarjoamaan tehokkaat kuljetuspalvelut 53 oktetin soluille (esim. ATM-solut ja 802.6-solut) useiden liitäntämoduuleiden kesken, jotka sijaitsevat kaikkialla monipalvelukeskuksen asennuskehikossa tai klusterissa. Pakettiväylän kerrosta 32 käytetään toteuttamaan kaikki monipalvelukeskuksen 10 tarjoamat pakettipohjaiset palvelut, mukaan lukien solupohjaiset ja kehyspohjaiset palvelut. Pakettiväylän kerroksen 32 lisäksi aikaväleihin jaetun väylän fyysinen kerros 30 tukee kapeakaistaisen väylän kerrosta 34 ja leveäkaistaisen väylän kerrosta 36.

Aikaväleihin jaetun väylän fyysinen kerros 30 on konfiguroitavissa ylläpitämään useita väylän kerroksia. Kukin väylän kerros liittyy yhteen useista uniikeista dataformaateista, jotka tukevat useita teleliikennepalvelui-

ta. Kuten kuviossa 2a on esitetty, aikaväleihin jaetun väylän fyysinen kerros 30 tukee pakettiväylän kerrosta 32 asynkronisia tietoliikennepalveluita varten, kapeakaistaisen väylän kerrosta 34 kapeakaistaisia isokronisia tietoliikennepalveluita varten, ja leveäkaistaisen väylän kerrosta 36 leveäkaistaisia ja laajakaistaisia isokronisia tietoliikennepalveluita varten. Tämä luo kolme virtuaaliväylää, jotka toimivat itsenäisesti yhdessä fyysisessä väylässä.

Aikavälien allokointi kolmen väylän kerroksen välillä

Kuvio 2b kuvaa väylän aikavälien allokoinnin väylän kolmen kerroksen kesken. Kuvio 2b kuvaa useita väylän aikavälejä, joissa vasemmalla puolella oleva aikaväli tulee ajallisesti ennemmin kuin oikealla olevat aikavälit. Ajan kuluessa väylän aikavälit kulkevat väylää pitkin oikealta vasemmalle kuljettaen dataa, joka koskee teleliikenneinformaatiota. Aikavälit 42 on allokoitu isokroniselle leveäkaistaiselle väylän kerrokselle. Aikavälit 44 on allokoitu isokroniselle kapeakaistaiselle väylän kerrokselle. Aikavälit 46 on allokoitu asynkroniselle päkettiväylän kerrokselle. Siten kaikki kolme kerrosta ovat olemassa samanaikaisesti ja toisistaan riippumatta eri aikaväleihin allokoinnin avulla. Televerkon monipalvelukeskus allokoi dynaamisesti kyseiset useat aikavälit aikaväleihin jaetulla väylällä väylän kerrosten kesken datasiirron keskeytymättä. Esimerkiksi aikavälit, jotka on allokoitu isokroniselle datalle ja asynkroniselle datalle määrätyn jaottelun mukaan, voidaan allokoida uudelleen eri jaottelun mukaan sekoittamatta jäljelle jäävän liikenteen siirtoa.

Pakettiväylän kerros

Kuvio 3a kuvaa asynkronisen pakettiväylän kerroksen datagrammiformaatin. Datagrammiformaatti sisältää sisäisen pakettiväylän kerroksen (PBO) datagrammin otsikon 50 ja pakettiväylän kerroksen (PBO) datagrammin hyötykuorman 52.

Datagrammiformaatti sisältää 64 oktettia, joissa kukin oktetti käsittää kahdeksan databittiä esitetyllä tavalla. Sisäisen pakettiväylän kerroksen datagrammin otsikko 50 kuluttaa ensimmäiset 11 oktettia, oktetit 0 - 10. Pakettiväylän kerroksen datagrammin hyötykuorma 52 kuluttaa viimeiset 53 oktettia, oktetit 11 - 63.

Pakettiväylän kerros tarjoaa yhteydettömän datagrammisiirtopalvelun pakettiväylän kerroksen osoitettavien kokonaisuuksien välillä monipalvelukeskuksen läpi. Pakettiväylän kerroksen datagrammi kuvaa 64 oktetin paketin, joka muodostuu 11 oktetista varatulle yleistiedolle yhdessä 53 oktetin datagrammihyötykuorman kanssa, joka on optimoitu kuljettamaan asynkronisen siirtomuodon solun, kuten kuviossa 3a on kuvattu. Osoitus ja reitityksen ohjausinformaatio sisältyy datagrammin otsikkoon 50, jotta pakettiväylän kerroksen datagrammipalvelu voitaisiin laajentaa kaikkialle yksikehikkoiseen, yksiklusteriseen tai moniklusteriseen kytkentäjärjestelmään. Moniklusterinen kytkentäjärjestelmä muodostuu useista monipalvelukeskusklustereista kytkettyinä toisiinsa laajennusmekanismin kautta. Lisäksi moniklusterinen kytkentäjärjestelmä muodostuu useista klustereista kytkettyinä toisiinsa itsereitittävän kytkentärakenteen kautta. Sellainen itsereitittävä kytkentärakenne esitetään US-patenttihakemuksessa 08/288 598 otsikolla "Puskuroitu ristikytkentä asynkronisen siirtomuodon kytkintä varten ja sen toimintamenetelmä", hakijana esillä olevan hakemuksen hakija, jota käytetään tässä viitteenä.

Kuvio 3b kuvaa pakettiväylän kerroksen datagrammin otsikon formaatin. Pakettiväylän kerroksen datagrammin otsikon formaatti sisältää 11 oktettia, oktetit 0 - 10, kunkin käsittäessä 8 bittiä esitetyllä tavalla. Ensimmäinen oktetti 54 sisältää hyötykuorman tyypin, lähtöväylän, lähetetyn sanoman ja palveluluokan tason / lähetetyn sanoman tyyppi-informaation. Seuraavat kolme oktettia pitävät si-

sällään datagrammin kohdeosoitteen 56. Viides oktetti 58 pitää sisällään portaan 2 itsereititysosoitteen ja ensimmäiset kaksi bittiä portaan 3 itsereititysosoitteesta. Kuudes oktetti 60 pitää sisällään viimeiset 4 bittiä portaan 3 itsereititysosoitteesta ja ilmaisut siitä, onko reititys paikalliseen tai ulkoiseen kohteeseen, ja käytettävän laajennuskytkentäelementin ja kohdeväylän valinnan. Seitsemäs ja kahdeksas oktetti pitävät sisällään painotetun iän 62 (so. datagrammin kumulatiivisen iän järjestelmän sisällä kertoimella painotettuna), ja 9. - 11. oktetit pitävät sisällään kyseisen datagrammin lähtöosoitteen 64.

Pakettiväylän kerroksen datagrammin otsikko sisältää kaiken sisäisen yleisinformaation, joka vaaditaan täysin yhteydettömän datagrammien kuljetuspalvelun tukemiseen koko monipalvelukeskusjärjestelmässä. Otsikko sisältää reititysinformaation sekä pisteestä pisteeseen- että pisteestä useaan pisteeseen -toimituspalvelulle, palvelukuvausten laadun, kumulatiivisen painotetun iän ja hyötykuorman tyyppikuvaukset. Kuvio 3b esittää nämä erilaiset kentät ja niiden sijainnin pakettiväylän kerroksen datagrammin otsikossa.

Palveluluokkien laatu

Pakettiväylän kerros tukee useita erilaisia palvelunlaatuluokkia (QoS), joita nimitetään myös palveluluokiksi (CoS). Monipalvelukytkentäjärjestelmän yhdessä suoritusmuodossa, joka on rakennettu esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti, kaksi atribuuttia määrittelee määrätyn palveluluokan. Nämä atribuutit ovat kytkentäviiveen prioriteetti ja paketin häviämistodennäköisyys. Näiden kahden atribuutin arvojen eri yhdistelmät luovat useita CoS-tasoja. Esillä olevan keksinnön kullekin datagrammille osoitettu yleistieto voi tukea useita palveluluokkatasoja. Tässä käsitellään neljää tasoa vain havainnollistamismielessä. Pakettiväylän kerros takaa selkeästi poikkeavan palvelun tuettujen palveluluokkien välillä. Tämä tarkoit-

taa, että pakettiväylän kerros takaa, että kyseiset kaksi mitattavissa olevaa tavoitetta kytkentäviiveelle ja paketin häviämistodennäköisyydelle säilyy kullekin neljälle tämän suoritusmuodon palveluluokalle. Tämä luokkien erottaminen on riippumaton eri palveluluokkien liikenneyhdistelmästä, joka kulkee läpi pakettiväylän kerroksesta. Palveluiden erottamisen toteuttamiseksi pakettiväylän kerros erottelee datagrammit toisistaan kuhunkin datagrammiin liittyvän palveluluokan pohjalta ja toimii sen mukaan. Tämä erottelu vaatii jonkin verran asynkronisten pyyntöjen välittämistä aikavälien saamiseksi aikaväleihin jaetulta väylältä.

Esillä olevan keksinnön mukainen pakettiväylän kerros tukee lisänä olevaa palveluluokkaa, jota nimitetään kiireelliseksi palveluluokaksi, johon ei kohdistu samaa normaalia välitysmekanismia kuin muihin palveluluokkiin, ja jota ei mitata sen kytkentäviiveen tai pakettihäviöominaisuuksien avulla. Kiireellistä palveluluokkaa käytetään järjestelmien väliseen luonteeltaan kiireelliseen, esimerkiksi vika- tai ruuhkailmoitukset, tiedonvälitykseen. Kiireellisen palveluluokan datagrammit käsitellään tiukasti ensin tullut palvellaan ensin -keskinäisessä järjestyksessä esillä olevan keksinnön tässä suoritusmuodossa. Kiireellisen palveluluokan datagrammit eivät kilpaile suoraan muiden neljän normaalin palveluluokan datagrammien kanssa pääsystä väylään.

Kuljetuspalvelut

Pakettiväylän kerros tarjoaa kokonaisuuksia varustettuina pakettiväylän kerroksen kuljetuspalveluilla, jotka muodostavat sekä pisteestä pisteeseen- (unicast) että pisteestä moneen pisteeseen (multicast) -datasiirron muodot. Unicast-datagrammi on datagrammi, joka sisältää datagrammin otsikon, joka sisältää yksittäisen kohdeosoitteen, joka liittyy yhteen tai useampaan vastaavan pakettiväylän kerroskokonaisuuteen. Multi-cast-pakettiväylän kerroksen

datagrammipalvelu on samanlainen kuin unicast-datagrammipalvelulla sillä poikkeuksella, että kukin multi-cast-datagrammi, joka saadaan yhdestä lähteestä, kopioidaan potentiaalisesti asynkronisen väylän aikavälistä useiden vastaavien kohdepakettiväylän kerroskokonaisuuksien toimesta, jotka kaikki liittyvät yhteiseen ryhmäosoitteeseen.

Kuvio 4 esittää lohkokaavion kokonaisuudesta-kokonaisuuteen unicast-tietoliikenteestä. Ensimmäinen pakettiväylän kerroskokonaisuus 65a ja toinen pakettiväylän kerroskokonaisuus 65b kommunikoivat tuloväylän 67 ja lähtöväylän 68 kautta. Pakettiväylän kerroskokonaisuus 65a ja pakettiväylän kerros 65b kommunikoivat datagrammien 69 kautta.

Pakettiväylän kerroksen unicast-tietoliikenne tapahtuu kahden vastakkaisen pakettiväylän kerroskokonaisuuden 65a ja 65b välillä esillä olevan keksinnön mukaisessa monipalvelukeskusjärjestelmässä. Unicast-kaavioita 69 käytetään datan kuljettamiseen pisteestä pisteeseen datan omatessa useita eri palveluluokkatasoja kahden keskenään kommunikoivan kokonaisuuden 65a ja 65b välillä. Kuten kuvion 4 suoritusmuodossa on esitetty, olemassa on neljä eri palveluluokkatasoa, kuten neljä jonoa ilmaisee kussakin tulo- ja lähtöjonotusjärjestelmässä 65b pakettiväylän kerroskokonaisuudessa 65a ja pakettiväylän kerroskokonaisuudessa 65b. Datagrammit 69a, jotka saavat alkunsa sen jälkeen kun pyyntö pakettiväylän kerroskokonaisuuden 65a käyttäjältä asetetaan pakettiväylän kerroskokonaisuuden 65a tulojonotusjärjestelmään 66a odotettaessa pääsyä alla olevaan fyysiseen väyläkerrokseen. Unicast-datagrammit 69b odottavat myönnettyä aksessia tuloväylän 67 asynkroniseen aikaväliin monipalvelukeskusjärjestelmän läpi lähetystä varten. Datagrammeihin 69b liittyvä palveluluokkataso määrää prioriteetin, jota pakettiväylän kerroskokonaisuus 65a pyytää välittäjältä ja joka myönnetään tuloväylään 67 pääsyä varten.

Jokaisen datagrammin, joka on lähetetty asynkronisten aikavälien kautta lähtöväylälle 68, kohdeosoite tutkitaan yksitellen vastapuolina olevien pakettiväylän kerroskokonaisuuksien 65a ja 65b toimesta. Kun kohteena oleva vastapuolen pakettiväylän kerroskokonaisuus 65b tunnistaa kohdeosoitteen, joka vastaa jotakin sille nimetyistä yksittäisistä osoitteista, pakettiväylän kerroskokonaisuus 65b luo kopion datagrammista 69c ja asettaa sen pakettiväylän kerroskokonaisuuden 65b uloskäynnin jonotusjärjestelmään 66d siihen liittyvän palveluluokkatason mukaisesti. Datagrammi 69c odottaa sitten toimittamista ylemmän kerroksen kokonaisuuteen. Unicast-datagrammeja 69 pidetään erillisissä alijonoissa kaikissa kohdatuissa jonotusjärjestelmissä 66a - d niiden palveluluokkatasojen mukaisesti kuhunkin palveluluokkaan liittyvien palvelunlaatutasojen erottamiseksi. Asynkronisia aikavälejä käytetään sekä paikalliseen pakettipalveluiden kytkentään, jotka käyttävät pakettiväylän kerroksen datagrammeja saman aikaväleihin jaetun väylän kokonaisuuksien välillä, samassa asennuskehikossa tai klusterissa olevien kokonaisuuksien välillä, ja ulkoiseen kytkentään eri klustereissa olevien kokonaisuuksien välillä.

Datagrammin aikaleimaus ja iän asetus

Esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti rakennettu monipalvelukeskus tukee useita tietoliikennepalveluita, joilla on erilaiset palvelunlaatuvaatimukset kytkentäviiveen ja pakettihävikin suhteen. Kytkentäviive on joillakin pakettipalveluilla kriittisempi kuin toisilla. Nopeat kytkentäajat ovat tärkeämpiä esimerkiksi videokytkennöille kuin massadatakytkennöille; siten videoyhteydet tulisi kytkeä kiireellisemmin kuin massadatayhteydet. Aikarajoitettujen tietoliikennepalveluiden dataa tulisi suosia vähemmän ajan suhteen rajoitettujen tietoliikennepalveluiden suhteen, jopa silloin kun jälkimmäiset ovat olleet vähemmän aikaa järjestelmässä. Prioriteettimalli,

joka kykenee erottelemaan erilaisten tietoliikennepalveluiden aikariippuvat tarpeet, vähentää suuresti ajan suhteen herkkien tietoliikennepalveluiden, kuten video- ja ääniviestintä, kytkentäviiveitä ja viiveen vaihteluita.

Esillä olevan keksinnön mukaisessa monipalvelukeskusjärjestelmässä palvelulaadun kytkentäviivekomponenttia ylläpidetään pakettiväylän kerroksen toimesta datagrammin aikaleimausproseduuria käyttäen. Aikaleimausproseduuri käyttää painotettua datagrammin ikäkenttää, joka on esitetty kuviossa 6b. Aikaleimausprosessi tallentaa kunkin datagrammin saapumisajan pakettiväylän kerroksen jonotusjärjestelmään. Datagrammit aikaleimataan, kun ne tulevat järjestelmään. Esillä olevan keksinnön yhdessä suoritusmuodossa aikaleima on kahden komplementti luku, joka on tallennettu paikallisesti datagrammiin liittyen, laskettuna erotuksena saapumisajan laskuriarvon ja datagrammin otsikon painotetun ikäkentän arvon välillä. Datagrammin lähtiessä jonosta lasketaan erotus tallennetun aikaleiman ja datagrammin lähtöajan välillä. Erotus näiden kahden arvon välillä on itse aika, jonka datagrammi on kuluttanut jonossa lisättynä datagrammin iällä sen saapuessa jonoon, toisin sanoen päivitetty datagrammin ikä.

Jotta useat palveluluokat, joilla on erilaiset palvelun kytkentäviivevaatimukset, iänmääritysprosessi on painotettu. Eri luokkien datagrammien iät kasvavat eri tahtiin, mikä edustaa niiden kytkennän vaihtelevaa kiireellisyyttä. Konfiguroitavissa oleva parametri liittyy jokaiseen palveluluokkatasoon, ja sitä käytetään painotuskertoimena palvelutason kunkin luokan datagrammeille laskettujen ikäarvojen painottamiseksi. Tämä ominaisuus kuvataan yksityiskohtaisemmin US-patenttihakemuksessa nro 08/228 598 otsikolla "Puskuroitu ristikytkentämatriisi asynkronisen siirtomuodon välitintä varten ja sen toimintamenetelmä", joka on mainittu aiemmin viitteenä. Yleisesti sanoen datagrammin ikä kerrotaan painotuskertoimella data-

grammin painotetun iän tuottamiseksi. Tätä painotettua arvoa käytetään sitten sallimaan prioriteettien ja kumulatiivisen viiveen tarkastelu palvelukurissa yksittäisenä arvona. Kun eri kytkentäviiveprioriteetit omaavat useat datagrammit kilpailevat samasta lähdöstä, suurimman ikäarvon omaava valitaan seuraavaksi.

Painotetun iän algoritmin toiminta on seuraavanlainen: kukin palveluluokka varustetaan aikalaskurilla, joka kasvaa yhden painotuskertoimen (WF) verran jokaisella kytkentäjaksolla. Kunkin luokan WF-arvo on erilainen ja ohjelmoitavissa. Korkean prioriteetin viiveen palveluluokat ohjelmoidaan korkeammalla WF-arvolla kuin alhaisen prioriteetin luokat. Kunkin luokan aikalaskureiden ei tarvitse olla synkronoituja. Oletetaan, että datagrammin saapuessa jonoon datagrammiin CoS liittyvä aikalaskuri sisältää arvon T_0 ja että datagrammin painotettu ikä on $Ikä_0$. Aikaleima lasketaan $TS = T_0 - Ikä_0$. TS:n arvo tallennetaan datagrammin kanssa. Oletetaan, että datagrammin lähtiessä aikalaskurin arvo on T_1, jossa $T_1 > T_0$. Datagrammin uusi ikä lasketaan $T_1 - TS = T_1 - (T_0 - Ikä_0) = (T_1 - T_0) + Ikä_0$. Koska $T_1 - T_0$ on datagrammin tässä jonossa kuluttama painotettu aika, tällä leskennalla saatu arvo on datagrammin uusi painotettu ikä, joka muodostuu edellisestä painotetusta iästä lisättynä tässä jonossa kulutetulla painotetulla ajalla.

Siten datagrammin kumulatiivinen painotettu ikä on yhtä kuin kumulatiivinen aika, joka on kulutettu kaikissa jonoissa tähän hetkeen mennessä, kerrottuna siihen liittyvällä painotuskertoimella. Tämä arvo sijoitetaan datagrammin otsikkoon ja kuljetetaan esillä olevan keksinnön mukaisen monipalvelukeskusjärjestelmän jonojen välillä. Painotettu ikä esitetään kokonaislukumääränä väylän aikavälijaksoja. Se on järjestelmänlaajuinen muuttuja, siten sen arvo kasvaa kumulatiivisesti datagrammin siirtyessä yhdestä jonosta seuraavaan jonoon välitysjärjestelmässä. Data-

grammin painotettu ikä sen vuoksi päivitetään ja kuljetetaan jonottavien järjestelmien välillä datagrammin otsikon painotetun iän kentässä.

Asynkronisen aikavälin välitys

Asynkronisen pakettiliikenteen purskeluonne vaatii, että sisäänkäyntiaksessia asynkronisiin aikaväleihin säädellään kysynnän aikana sen takaamiseksi, että kaikki pakettiliikennettä käyttävät liitäntämoduulit saavat kohtuullisen määrän asynkronisen väylän kaistanleveyttä ottaen huomioon pyyntöjen kiireellisyyden ja palvelulaadun. Jotta asynkronisille liitäntämoduuleille saataisiin aikaan kysynnän mukainen sisäänkäyntiaksessi aikaväleihin jaettuun väylään järjestyksenmukaisesti, kaikki asynkroniset liitäntämoduulit generoivat väyläsiirtopyynnön kullekin asynkroniselle paketille, joka tarvitsee kytkeä aikaväleihin jaetun väylän tulopuolelta lähtöpuolelle. Erilaisia pyyntöjen prioriteettitasoja esitetään siirtoa odottavan paketin palveluluokasta riippuen. Keskitetty asynkronisen aikavälin välittäjäkokonaisuus, joka on parina kunkin järjestelmäväylän väylänpääohjauksen kanssa, kerää nämä pyynnöt klusterissa olevilta liitäntämoduuleilta (so. aikaväleihin jaettuun väylään liitetyiltä) ja myöntää aksessin vapaisiin asynkronisiin aikaväleihin asynkronisen väylän kaistanleveyttä pyytäville liitäntämoduuleille. Välittäminen on järjestelmänlaajuinen kiistanratkaisuprosessi, jonka keskitetty asynkronisen aikavälin välittäjä toteuttaa. Asynkronisen aikavälin välittäminen on täysin kahdennettu tehtävä, koska on olemassa yksi itsenäinen keskitetty asynkronisen väylän välittäjä aikaväleihin jaettua väylää kohden parina siihen liittyvän väylänpään ohjauksen kanssa.

Asynkronisen väylänvälittäjän tarkoituksena on valita ja myöntää pääsy vapaaseen asynkroniseen aikaväliin aina N:ään odottavaan pyyntöön saakka, jotka on vastaanotettu useilta liitäntämoduuleilta, jotka on kytketty ai-

kaväleihin jaettuun väylään. Valinta ja aksessin myöntäminen johtaa seuraavan vapaan asynkronisen aikavälin dynaamiseen luovuttamiseen voittavalle pyytäjälle viestittynä voittajalle erityisen myöntämissanoman avulla, joka koodataan sarjamuotoiselle myöntämisväylälle, jota kaikki pyytävät liitäntämoduulit valvovat. Välitysprosessi toistuu kerran jokaisessa kytkentäjaksossa, mikä on yhtä kuin yhden aikavälin jakso. Mikään valinta tai aksessin myöntäminen ei ole tarpeen kytkentäjakson aikana, mikä on juuri ennen isokronista aikaväliä, koska asynkronisella liikenteellä ei ole pääsyä isokronisiin aikaväleihin. Kaikki odottavat pyynnöt kuitenkin vanhennetaan sellaisten kytkentäjaksojen aikana. Välitystoiminne estää asynkronisen kaistanleveyden väärinkäytön yksittäisten liitäntämoduulien taholta ja ratkaisee useiden samanaikaisten pyyntöjen tapauksessa asynkronisten aikavälien kaistanleveyden käytön.

Teknisenä etuna esillä olevalla keksinnöllä on laitteistototeutuksen helppous ja kyky sallia väylän kaistanleveyden sataprosenttinen hyväksikäyttö yksittäisen käyttäjän toimesta, silloin kun kilpailua ei ole. Esillä olevan keksinnön mukainen välitysmenetelmä on vankka ja virheitä vastustava ja se myöntää aksessin pyynnöille painotetulla ensin tullut palvellaan ensin -menetelmällä. Esillä olevan keksinnön mukainen välitysmenetelmä tukee useita prioriteetteja, mukaan lukien tosiaikaisuutta vaativat prioriteetit, ja se vähentää jonon pään tukkeutumista, jossa alhaisen prioriteetin pyyntö estää myöhemmiltä korkean prioriteetin tulijoilta pääsyn väylälle. Lopuksi esillä olevan keksinnön mukainen välitysmenetelmä minimoi prioriteetin kääntymiset, joissa paketille myönnetään pääsy väylälle, vaikka saman tai korkeamman prioriteetin paketteja on saapunut sitä ennen.

Valintamekanismi

Asynkroninen aikavälin välittäjä prosessoi samanaikaisesti korkeintaan N pyyntöä, jossa N on yhtä kuin M

kerrottuna niiden liitäntämoduulien maksimimäärällä, jotka kekenevät liittymään aikaväleihin jaettuun väylään, ja M on yhtä kuin kunkin liitäntämoduulin tukemien pyyntöprioriteettitasojen maksimimäärä. M:stä mahdollisesta pyynnöstä jokaisesta liitäntämoduulista M-1:een kohdistetaan painotetun iän välitysmekanismi ja ne luokitellaan normaaleiksi pyynnöiksi esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti. Yksi kultakin liitäntämoduulilta tulevista pyynnöistä on kiireellinen pyyntö, johon kohdistuu erityinen alhaisen latenssin välitystoiminta mieluummin kuin painotetun iän välitystoiminta, joka suoritetaan normaaleille pyynnöille esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti. Asynkronisen aikavälin välittäjä prosessoi molemman tyypin pyynnöt rinnakkaisesti ja myöntää pääsyn väylän asynkronisiin aikaväleihin ennalta määrätyn kurin mukaisesti. Kiireellisille pyynnöille myönnetään yleensä pääsy ensin, ja useiden tai samanaikaisten kiireellisten pyyntöjen tapauksessa pannaan merkille tarkka saapumisaika kiireellisten pyyntöjen kesken ja pyynnöille myönnetään pääsy sen mukaan. Kaikkien odottavien normaalien pyyntöjen painotettuja ikiä päivitetään jatkuvasti, samalla kun kaikki odottavat kiireelliset pyynnöt prosessoidaan siten, että kaikki pyynnön odotusajat lasketaan hyväksi. Sen jälkeen kun kaikille odottaville kiireellisille pyynnöille on myönnetty pääsy, normaalit pyynnöt välitetään painotettujen ikien mukaan ja pyynnöille myönnetään pääsy vastaavasti.

Kiireelliset pyynnöt

Kukin liitäntämoduuli kykenee esittämään yhden kiireellisen pyynnön kerrallaan. Liitäntämoduuli esittää kiireellisen pyynnön, kun liitäntämoduulilla on kiireellistä dataa, joka tulee siirtää aikaväleihin jaetun väylän yli äärimmäisen alhaisella latenssilla. Vain pieni murto-osa väylän kokonaisliikenteestä käyttää normaalisti kiirehdityn aksessin kykyä. Asynkronisen aikavälin välittäjä voi helposti asettaa rajan aikayksikköä kohden myönnettyjen

kiireellisten pyyntöjen määrälle siten, että kiireellisten pyyntöjen määrä ei ylitä ennalta määrättyä kaistanleveyttä ja mahdollisesti häiritse normaalia pakettiliikennettä. Asynkronisen aikavälin välittäjä myöntää välittömästi etuoikeutetun aksessin mille tahansa kiireellisille pyynnöille yllä kuvatulla tavalla ellei ennalta määrättyä rajaa ole saavutettu. Tämä raja voi olla dynaamisesti ohjelmoitava välitysmekanismin parametri esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti.

Keskitetty asynkronisen aikavälin välittäjä, joka toimii esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti, tutkii kaikki odottavat kiireelliset pyynnöt kunkin väyläjakson aikana ja luovuttaa seuraavan saatavilla olevan väylän asynkronisen aikavälin yhdelle pyynnöistä ensin tullut palvellaan ensin -järjestyksessä niin kauan kuin kynnysarvoa suurimmalle kiireellisten pyyntöjen määrälle aikayksikköä kohden ei ole ylitetty. Kiireellisille pyynnöille myönnetään ensimmäinen saatavilla oleva asynkroninen aikaväli ilman muuta odotusaikaa kuin se, jonka isokronisten aikavälien läpikulku aiheuttaa. Yleensä kiireelliset pyynnöt menevät kaikkien muiden normaalien pyyntöjen edelle normaalien pyyntöjen jäädessä aina kiireellisten pyyntöjen jälkeen. Ainoa poikkeus on, kun kynnysarvo suurimmalle kiireellisten pyyntöjen määrälle aikayksikköä kohden on ylitetty. Kun tämä kynnysarvo on saavutettu, normaaleja pyyntöjä prosessoidaan kuin mitään kiireellisiä pyyntöjä ei olisi odottamassa.

Normaalit pyynnöt

Jokainen asynkroninen liitäntämoduuli, joka kykenee saamaan aksessin aikaväleihin jaetulle väylälle, voi potentiaalisesti esittää korkeintaan M-1 normaalia pyyntöä, kuten yllä käsiteltiin. Nämä normaalipyynnöt voidaan jakaa yhden tai useamman palveluluokan kesken, joilla on yhteiset viiveherkkyysvaatimukset. Järjestelmä voi esimerkiksi tukea neljää palveluluokkaa ja silti tukea vain korkein-

taan kolmea pyyntöprioriteettitasoa, joten M on yhtä kuin kolme. Ensimmäinen normaali pyyntötaso voitaisiin jakaa korkean herkkyyden toimesta palveluiden viivästämiseksi ja antaa ensimmäiselle ja toiselle palveluluokalle, joita erottaa vain niiden hävikkiherkkyyden määrä. Samalla tavoin toisen normaalin pyyntötason voisivat jakaa alhaisen viiveherkkyyden palvelut ja se voitaisiin antaa kolmannelle ja neljännelle palveluluokalle. Kukin asynkronisen väylän välittäjän kanssa työskentelevä liitäntämoduuli esittäisi korkean prioriteetin pyynnön ensimmäisen ja toisen palveluluokan pakettien aikavälisiirrolle, ja esittäisi alhaisen prioriteetin pyynnön kolmannen ja neljännen palveluluokan pakettien aikavälisiirrolle.

Välityskilpailu

Kaikilta klusterin liitäntämoduuleilta tulevien normaalien pyyntöjen painotetut iät kootaan asynkronisen aikavälin välittäjän toimesta globaalia kiistanratkaisukilpailua varten sen määrittämiseksi, mikä pyyntö tulee saamaan aksessin seuraavaan vapaaseen aikaväliin. Yhden kilpailun aikana asynkronisen aikavälin välittäjä valitsee yhden odottamassa olevista pyynnöistä kaikkien odottamassa olevien normaalien pyyntöjen joukosta yhden kytkentäjakson aikana ja myöntää aksessin seuraavaan vapaaseen asynkroniseen aikaväliin valitulle pyynnölle. Odottavien normaalien pyyntöjen kokonaismäärä voi olla [n x (m-1)], jossa n on tuettujen liitäntämoduulien määrä ja m on tuettujen pyyntöprioriteettitasojen määrä.

Esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti asynkroninen väylänvälittäjä valitsee pyynnön (tai yhden useista pyynnöistä), jolla on korkein painotettu ikä. Tämän pyynnön valinta ottaa huomioon tarpeen säilyttää ensin tullut palvellaan ensin -kurin sallien samalla korkeamman prioriteetin pyyntöjen edetä siinä järjestyksessä, jossa pyyntöjä palvellaan.

Normaali kiistanratkaisukilpailu (so. kiireellisten pyyntöjen huomiotta jättäminen) muodostuu pohjimmiltaan kahdesta primäärisesta tehtävästä. Ensimmäinen primäärinen tehtävä muodostuu useilta liitäntämoduuleilta tulevien useiden mahdollisten pyyntöjen valvonnasta ja kumulatiivisen ikäarvon säilyttämisestä kullekin näistä mahdollisista pyynnöistä sen aikamäärän ilmaisemiseksi, jonka kukin yksittäinen pyyntö on odottanut. Toinen primäärinen tehtävä muodostuu kaikkien odottavien pyyntöjen kaikkien kumulatiivisten ikäarvojen lajittelemisesta ja sen pyynnön valitsemisesta, jolla on korkein ikäarvo (so. yleensä pyyntö, joka on odottanut pisimpään) ja sisäänkäyntiaksessin myöntämisen tälle valitulle pyynnölle seuraavaan asynkroniseen aikaväliin. Siinä tapauksessa, että useilla pyynnöillä havaitaan olevan samat ikäarvot, pyyntö yksinkertaisesti valitaan satunnaisesti tästä ryhmästä (so. kaikki samanikäiset pyynnöt ansaitsevat aksessin yhtä hyvin niiden prioriteetista riippumatta). Esillä olevan keksinnön yhdessä suoritusmuodossa pyynnön kumulatiivinen ikä on aika, joka on kulunut sen saapumisesta, kerrottuna pyynnön prioriteettitasoon liittyvällä painotuskertoimella. Siten pyynnön ikäännyttämisprosessin nopeus riippuu pyynnön prioriteetista ja tätä ikäarvoa nimitetään painotetuksi iäksi. Tämän painottamisen tuloksena korkeamman prioriteetin pyynnöt ikääntyvät nopeammin kuin alhaisen prioriteetin pyynnöt.

Kilpailun päättymisen jälkeen valitaan korkeimman painotetun iän omaava pyyntö ja myöntö seuraavaan vapaaseen asynkroniseen aikaväliin esitetään valitulle pyynnölle. Siihen liittyvä painotettu ikäarvo valitulle pyynnölle alustetaan nollaksi. Uusi kiistanratkaisukilpailu toistuu jälleen seuraavan aikavälijakson aikana jäljellä olevien odottavien pyyntöjen plus uusien saapumisten kanssa kaikkien kilpaillessa jälleen sisäänkäyntiaksessista asynkroniseen aikaväliin. Odottavat pyynnöt menevät uuteen kil-

pailuun suuremmalla ikäarvolla, koska ne ovat nyt vanhempia odotettuaan yhden aikavälin. Koska painotettu ikäännyttäminen tapahtuu eri nopeudella pyynnön prioriteetista riippuen, pyynnön luokittelu tässä kilpailussa myöhempien jaksojen aikana voi olla erilainen. Pyyntö voi esimerkiksi ohittaa toisen pyynnön, jos pyynnön prioriteetti on korkeampi kuin toisella pyynnöllä. Siten ensimmäinen pyyntö voidaan palvella nopeammin kuin toinen pyyntö, vaikka toinen pyyntö saapui ensin.

Esillä olevan keksinnön opetuksen mukaisesti määrätyn tyyppisen pyynnön painotuskerrointa voidaan muuttaa dynaamisesti välitettävän liikenneyhdistelmän muutosten vasteena. Siten välitysmenetelmä voidaan virittää adaptiivisesti siten, että asynkronisten yhteyksien kokemaan palvelun laatuun ei vaikuta kellonaika tai muut tekijät, jotka vaikuttavat liikenteen määrään tai liikenteen koostumukseen. Järjestelmän tukemien erilaisten pyyntöprioriteettitasojen painotuskertoimet välitetään asynkroniselle väylänvälittäjälle järjestelmäparametreina, joita voidaan muuttaa dynaamisesti. Räätälöinnin lisätasona yksittäisten pyyntöjen painotuskerroin voidaan tehdä muutettavaksi. Siten koko pyyntöprioriteettitason, tai jopa yksittäisten pyytäjien, ansionmukaisuutta voidaan muuttaa dynaamisesti vastaamaan uusia liikenneolosuhteita esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti. Tällä tavoin piirin toiminta voidaan virittää adaptiivisesti verkossa olevan liikenteen muuttuviin ominaisuuksiin.

Pyyntöjen ja myöntöjen toteutus

Kullakin asynkronisia palveluita tarjoavalla liitäntämoduulilla on pyyntölinja kutakin tuettua normaalia pyyntöprioriteettitasoa varten. Nämä normaalit pyynnöt on kytketty asynkroniselle väylänvälittäjälle, jossa niille suoritetaan painotetun iän mukainen välitystoiminta. Lisäksi liikenteen niihin muotoihin, jotka vaativat kiireellisen toimituksen, ei kohdistu odotusaikaa yllä kuvatun

normaalin painotetun iän välitysmenetelmän avulla, ja ne käyttävät erityistä kiirehdittyä pyyntöä. Aksessia väylään kiirehdityllä liikenteellä pyydetään efektiivisesti kiirehdityn pyyntölinjan kautta. Siten efektiivisesti yksi lisäpyyntölinja liitäntämoduulia kohden on omistettu kiirehdittyä pyyntöä varten.

Kuvio 5a esittää lohkokaavion keskitetystä asynkronisesta väylänvälittäjästä, joka käyttää esillä olevan keksinnön mukaista väylänvälitysmenetelmää. Kuvion 5a lohkokaavio on yksi suoritusmuoto, joka on esitetty pyyntöja myöntösignaalien yhteenkytkennän havainnollistamiseksi keskitetyn väylänvälittäjän ja sen tukemien liitäntämoduulien kesken. Keskitetty asynkroninen väylänvälittäjä (CASA) 102 on esitetty kytkettynä kuhunkin liitäntämoduuliin 100_0 - 100_n M myöntölinjan ja M pyyntölinjan kautta esitetyllä tavalla, jossa M on tuettujen pyyntöprioriteettitasojen määrä. Liitäntämoduulit 100_0 - 100_n kommunikoivat toistensa kanssa suorittamalla aksessin aikaväleihin jaettuun väylään 104. Vaikka kutakin liitäntämoduulia 100_0 - 100_n kohden on esitetty yksi pyyntölinja ja yksi myöntölinja, useita pyyntölinjoja on toteutettu useiden prioriteettitasojen tukemiseksi. Pyyntölinjojen määrä M kutakin liitäntämoduulia 100_0 - 100_n kohden on yhtä kuin normaalien pyyntöprioriteettitasojen määrä lisättynä yhdellä linjalla kiireellisiä pyyntöjä varten. Myöntölinjojen määrä on yhtä kuin pyyntölinjojen määrä. Pyyntö- ja myöntölinjat voi myös olla multipleksoitu tarvittavien fyysisten linjojen määrän säästämiseksi.

Toiminnan aikana liitäntämoduulit 100_0 - 100_n panevat alulle pyyntöjä pyyntölinjoille. Välittäjä 102 kokoaa pyynnöt ja järjestää kilpailun yllä kuvatulla tavalla. Välittäjä 102 ilmoittaa myöntämiset liitäntämoduuleille 100_0 - 100_n myöntölinjoja käyttäen.

Kuvio 5b kuvaa pyyntö/myöntö-yhteenkytkentämallin, joka käyttää sekä pyyntö- että myöntösignaalien multiplek-

sointia yksittäisiltä liitäntämoduuleilta, jotka on asennettu korkeintaan neljän erillisen fyysisen asennuskehikon klusteriin, mutta kytketty yhteiseen aikaväleihin jaettuun väylään. Myönnöt kaikille liitäntämoduuleille 192 - 198 kaikissa neljässä rungossa 182 - 188, jotka muodostavat klusterin, on esitetty multipleksoituina keskitetyltä asynkroniselta väylänvälittäjältä 180 käyttäen yhtä sarjamuotoista väylää, joka on hajautettu käyttäen klusterin tuloajoitusta. Sen lisäksi, että on taloudellista jakaa myönnöt kaikille klusterin moduuleille yhden signaalin kautta, multipleksoidun myöntöväylän sarjamuotoisen ajoituksen kytkentä klusterin tuloajoituksen kanssa takaa ajoitusriippuvuuden, joka tarvitaan kullekin liitäntämoduulille toimitetun myöntösignaalin kanssa sen paikallisen tuloajoituksen suhteen. Käyttämällä samaa jakelumenetelmää kuin tulevalla aikaväleihin jaetulla väylällä, ajoitus ja ohjaus efektiivisesti eliminoi kysymykset ajoitusvinoutumista fyysisten eri aikavälipositioiden välillä ja fyysisten eri kehikkojen välillä. Pyyntösignaalit liitäntämoduuleilta välittäjälle on esitetty multipleksoituina yhteiselle pyyntöväylälle kussakin fyysisessä rungossa käyttäen aikajakoisesti multipleksoitua (TDM) mallia. Yksittäiset liitäntämoduulit kussakin fyysisessä rungossa (192_1 - 192_n asennuskehikolle 182, 194_1 - 194_n asennuskehikolle 184, 196_1 - 196_n asennuskehikolle 186 ja 198_1 - 198_n asennuskehikolle 188) lähettävät niiden usean prioriteettitason pyynnöt TDM-multipleksoidulla pääpyyntöväylällä, joka on kussakin kyseisessä asennuskehikossa 202_0, 204_0, 206_0 ja 208_0 paikallinen nimettyjen aikavälien aikana, jotka liittyvät fyysiseen aikaväliin, johon ne on asennettu.

Kuten kuviossa 5b on esitetty, TDM-multipleksoidut pääpyyntöväylät, jotka ovat paikallisia kussakin asennuskehikossa, on kytketty toisiinsa kaskadityyppisesti käyttäen klusterin lähtöajoitusta yksittäisten pyyntösignaalien jakelemiseksi takaisin keskitetylle välittäjälle.

Tämä multipleksoitujen pyyntöväylien kaskadiyhteenkytkentä on sisällytetty stadardeihin laajennusmoduuleihin, joita käytetään rungon aikaväleihin jaettujen väylien kytkemiseen toisiinsa. Keskitetty asynkronisen aikavälin välittäjä terminoi suoraan kyseiset neljä yksittäistä multipleksoitua pyyntöväylää 201_0, 201_1, 201_2 ja 201_3 väylän ohjausmoduulissa väylän päässä asennuskehikon 182 ensimmäisessä asennuspaikassa. Tulo/lähtöväylän siltamoduuli 190 on esitetty vain sen havainnollistamiseksi, että klusterin lähtöajoitus saadaan ja generoidaan klusterin viimeisessä asennuskehikossa tuon kehikon paikallisesta tuloajoituksesta. Aivan kuten multipleksoidun myöntämisväylän tapauksessakin, klusterin tuloajoitusta käyttävien TDM-multipleksoitujen pyyntöväylien hajautuksen kytkentä tuottaa etuja yli itse multipleksoinnin taloudellisuuden. Käyttämällä uloskäynnin ajoitusta ja jakelemalla pyyntösignaalit välittäjälle yhdessä muiden uloslähtevän aikaväleihin jaetun väylän signaalien kanssa, pyynnöt kaikista moduuleista synkronoituvat tehokkaasti toisiinsa ja ajoitusliukumien aiheuttamat epäoikeudenmukaisuudet välittämistoiminnassa pyyntöjen kesken suhteessa niiden fyysiseen sijaintiin klusterissa suurelta osin kumoutuvat. Huomaa, että kiinteä TDM-malli johtaa niiden pyyntöjen suosimiseen, jotka tulevat liitäntämoduuleilta, jotka on asennettu alempiin fyysisiin asennuspaikkanumeroihin korkeampiin verrattuna. Painotetun iän välitystoiminta kuitenkin minimoi epäoikeudenmukaisuuden, joka liittyy fyysiseen asennuspaikan sijaintiin siitä johtuen, että sen jälkeen kun pyyntö myönnetään, siihen liittyvä painotettu ikä alustetaan nollaksi ja sellainen ei voi hallita saatavilla olevaa kaistanleveyttä fyysisen asennuspaikkansa vuoksi klusterin sisällä.

Kuvio 5c havainnollistaa yllä mainitun TDM-multipleksoidun pyyntöväylän mallia. Multipleksoitu pyyntöväylä on kuusi bittiä leveä 210_0 - 210_5 merkittynä B0 - B5. Kukin bitti liittyy uniikkiin pyyntöprioriteetin tasoon ja kuu-

des bitti B5 on varattu kuljettamaan pariteetin ja sitä käytetään varmentamaan kukin yksittäinen asynkroninen pyyntö. TDM-malli perustuu paikalliseen lähtöaikavälin ajoitukseen. Yksittäinen pyyntökehys tässä TDM-multiplek-
5 soidussa pyyntöväylässä muodostuu väylän lähtöaikavälistä 220. Kukin liitäntämoduuli ajaa multipleksoitua väylää nimetyssä aikavälissä, joka liittyy sen fyysisen asennuspaikan sijaintiin asennuskehikossa. Kuten on kuvattu, fyysiseen asennuspaikkaan numero 1 asennetulle liitäntämoduu-
10 lille on osoitettu ensimmäinen kellojakso lähtöaikavälistä 212_1. Kullekin fyysiselle asennuspaikalle on osoitettu peräkkäiset kellojaksot lähtöaikavälistä järjestyksessä 212_1 - 212_{16}.

Kuvio 5d havainnollistaa sarjamuotoista sanomafor-
15 maattia, jota käytetään myöntöväylän linjalla. Myöntösanoma 250 voidaan lähettää tuloaikavälin 240 ensimmäisten 11 kellojakson aikana. Sanoma alkaa aloitusilmaisimella 252, joka on aina 0, jotta ilmaistaisiin helposti myöntösanoman läsnäolo tuloaikavälissä. Sanoman 254 seuraava kolmen bi-
20 tin kenttä koodaa kyseisen pyynnön, jolle sanoma myöntää aksessin, prioriteettitason. Prioriteettitasokenttää seuraava kahden bitin kenttä sanomassa 256 identifioi kehikon numeron, joka sisältää liitäntämoduulin, joka liittyy valittuun myönnettävään pyyntöön. Seuraava neljän bitin
25 kenttä sanomassa 258 identifioi fyysisen asennuspaikan numeron, joka sisältää liitäntämoduulin, joka liittyy valittuun myönnettyyn pyyntöön. Lopuksi sanoman 260 viimeinen bitti kuljettaa pariteettibitin, joka kattaa koko myöntämissanoman lisävarmuuden saamiseksi ja jatkuvuuden varmen-
30 tamiseksi välittäjän ja liitäntämoduulien kesken.

Useiden pyyntöjen luokittelu

Suuren pyyntömäärän luokittelu tai järjestykseen pano niiden painotettujen ikien mukaan on kallis pyrkimys, jos se tehdään rinnakkaisella tavalla. Ajatellaan esimer-
35 kiksi menetelmää, jossa jokaisen pyynnön painotettua ikää

verrataan jokaisen muun pyynnön painotettuun ikään korkeimman iän määrittämiseksi. Tämän lähestymistavan haittana on, että näiden vertailujen tekemiseen tarvittavien komparaattoreiden määrä kasvaa eksponentiaalisesti pyyntöjen määrään verrattuna.

Edellyttäen, että tavoitteena on yksinkertaisesti identifioida korkein arvo, iteratiivinen menetelmä, joka muodostuu useista binärivertailuista, on tehokkaampi. Binääristen vertailujen yhden kierroksen voittajia verrataan jälleen toisiinsa, mikä vähentää selviytyjien määrää puolella jokaisen vertailun jälkeen, kunnes peräkkäisten tiettyjen vertailumäärien jälkeen jäljelle jää vain yksi. Voittaja on painotettu ikä, jolla on suurin arvo kilpailuun tulleiden kaikkien painotettujen ikien joukossa. N osallistujan maksimimäärällä vaadittujen iteraatioiden määrä on k, jossa k on yhtä kuin $\log_2 N$. 256 pyyntöä kohden vaaditaan kahdeksan vertailuiteraatiota. Ensimmäisen iteraation aikana painotetut iät asetetaan pareiksi ja niitä verrataan 128 kahden oton komparaattorissa. Toisen iteraation aikana korkeimpia 128 painotettua ikää ensimmäisestä vertailusta verrataan käyttäen 64 kahden oton komparaattoria. Kolmannen iteraation aikana 64 korkeinta painotettua ikää toisesta iteraatiosta verrataan käyttäen 32 kahden oton komparaattoria ja niin edelleen. Kahdeksannen vertailuiteraation jälkeen identifioidaan korkein painotettu ikä.

Painotettuja ikiä vertailevien komparaattoreiden lisäksi on toteutettu reitityspiiri korkeimpien painotettujen ikien asettamiseksi pareiksi kunkin iteraation jälkeen. On toivottavaa, että käytetty yhdistävä piiri toteutetaan pienimmällä mahdollisella laitteistomäärällä. Yksi sellainen toteutuspiiri on vaihtosekoituspiiri.

Kuvio 6 esittää vaihtosekoituspiirin painotettujen ikien vertaamiseksi esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti. Esimerkiksi kuvion 6 vaihtosekoitusyhdyspiiri

käyttää kahdeksaa ottoa, A - H, esitetyllä tavalla. Voidaan toteuttaa laajennettuja piirejä mille tahansa ottojen määrälle. Vaihtosekoituspiirissä 120 on ensimmäinen porras 126, toinen porras 128 ja kolmas porras 130. Nämä portaat muodostuvat lohkoista 132, jotka on yhdistetty toisiinsa esitetyllä tavalla. Kuvion 6 vaihtosekoituspiirillä on ominaisuutena, että se on invariantti siinä mielessä, että vaihtosekoituspiirin 120 kukin porras 126, 128 ja 130 on topologisesti identtinen toisten kanssa. On mahdollista toteuttaa vaihtosekoituspiiri 120 vain kahdella portaalla 126, mikä on esitetty kuvion 6 katkoviivasuorakaiteen sisällä. Tämän portaan muodostavaa laitteistoa voidaan käyttää uudelleen kunkin iteraation jälkeen, mikä poistaa tarpeen toteuttaa suuri määrä fyysisiä portaita.

Kukin lohko 132 kuviossa 6 muodostuu yksinkertaisesta läpäise/ristiinkytke-kytkimestä ja kahden oton komparaattorista. Yksinkertainen läpäise/ristiinkytke-kytkin aktivoidaan kaksiottoisen komparaattorin suorittaman binäärivertailun tulosten vaikutuksesta. Jos oton 1 painotetun iän arvo on suurempi kuin oton 2 arvo, tuloksena on läpäisy, joten otto 1 kytketään antoon 1 ja otto 2 kytketään antoon 2. Päinvastoin, jos oton 2 painotetun iän arvo on suurempi kuin oton 1, tuloksena on ristiinkytkentä, joten otto 2 kytketään antoon 1 ja otto 1 menee antoon 2.

Kukin iteraatiotaso käyttää yhden portaan vaihtosekoituspiiristä. Kuviossa 6 ensimmäistä porrasta 126 käytetään ensimmäisen iteraation aikana. Tämän ensimmäisen iteraation aikana painotettuja ikiä A - H verrataan pareittain esitetyllä tavalla. Oletetaan, että A, B, G ja D ovat suurempia kuin niiden parit E, F, C ja H vastaavasti. Silloin nämä neljä kytketään toisen portaan 128 ottoihin, kuten kuviossa 6 on esitetty, verrattaviksi toisessa iteraatiossa. Toisen iteraation aikana toisessa portaassa 128 A:ta verrataan G:hen ja B:tä verrataan D:hen kahdessa tummennetussa lohkossa 132 esitetyllä tavalla. Oletetaan,

että G on suurempi kuin A ja B on suurempi kuin D. Toisen iteraation lopussa B ja G kytketään kolmannen portaan 130 ottoihin esitetyllä tavalla. Kolmannen iteraation aikana korkein kyseisistä kahdesta painotetusta iästä G ja B kytketään kolmannen portaan 130 ylemmän lohkon 132 ensimmäiseen antoon. Tämä anto sisältää aina korkeimman painotetun iän vertailuproseduurin lopussaosallistujien määrästä ja niiden painotettujen ikäarvojen otopermutaatiosta riippumatta. Siten G on kolmannen portaan 130 ylemmän lohkon 132 annon 1 korkein painotettu ikä.

Satunnainen tasapelin ratkaisijamalli voidaan sisällyttää helposti yksinkertaisen binäärioton läpäise/ristikytke-kytkimen rakenteeseen, jolloin havaittaessa kahden oton olevan yhtä suuria, kytkinelementin edellistä tilaa voitaisiin käyttää tasapelin ratkaisuun. Ottaen huomioon vaihtosekoituspiirin yhteenkytkennän, tämän yksinkertaisen menetelmän tulisi antaa riittävän satunnainen käyttäytyminen.

Liitäntämoduulin väyläaksessi ja ohjaus

Kukin liitäntämoduuli ylläpitää alijonoa kullekin tuetulle palveluluokalle. Ensin-sisään-ensin-ulos-jonotusmenetelmä on toteutettu itsenäisesti kussakin palveluluokka-alijonossa. Kunkin alijonon sisällä järjestys on tiukasti ensin-sisään-ensin-ulos. Kuitenkin korkeamman prioriteetin paketit yhdessä alijonossa voivat päästä edelle alemman prioriteetin paketeista toisessa alijonossa, jossa odotetaan pääsyä väylälle. Kukin liitäntämoduuli määrittää, onko pakettia olemassa kunkin sen vastaavan alijonon päässä ja esittää vastaavan prioriteettitason pyynnön kullekin palveluluokan alijonolle, joka tarvitsee pääsyn väylälle. Jos useat CoS-alijonot jakavat yhden pyyntöprioriteettitason, moduulin tulee itse valita, mikä paketti kaikkien alijonojen päästä, jotka jakavat yhden pyyntöprioriteettitason, saa pääsyn väylälle vastaanotettaessa myöntö välittäjältä.

Yksityiskohtainen välitysmenetelmä

Seuraava pohdiskelu hahmottelee yhsityiskohtaiset vaiheet, jotka käsittävät keskitetyn välitysmenetelmän asynkronisen teleliikenteen kytkentää varten esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti. Tarkemmin ottaen kuviot 7a - b esittävät yksityiskohtaiset prosessin vaiheet, jotka liitäntämoduuleilta vaaditaan multipleksoidun pyyntöväylän ja sarjamuotoisen myöntöväylän palvelemiseksi pyyntöjen esittämistä ja myöntämisten vastaanottamista varten pääsyn saamiseksi tarvittaessa vapaaseen asynkroniseen aikaväliin.

Kuten kuviossa 7a - b on esitetty, vaiheet 70 - 83 vaaditaan suoritettaviksi esitetyllä tavalla jokaisen kytkentäjakson aikana (so. toistuvasti kunkin väylän aikavälin aikana) aikaväleihin jaettuun väylään kytketyn liitäntämoduulin toimesta pyyntöjen esittämiseksi ja myöntöjen vastaanottamiseksi kysyttäessä sisäänpääsyä vapaaseen asynkroniseen aikaväliin esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti. Tarkemmin ottaen vaiheet 70 - 74 määrittelevät proseduurin, jolla esillä olevan keksinnön mukainen liitäntämoduuli skannaa sen normaalin palveluluokan sisäänkäyntijonoja pakettien (so. pakettien, jotka vaativat vähemmän kiireellisen prioriteettitason aksessin) löytämiseksi ja asettaa paikallisen pyyntölipun kutakin kyseessä olevaa normaalia pyyntöprioriteettitasoa varten, jota moduuli, jolla on paketti odottamassa väylälle pääsyä, tukee.

Vaiheessa 75 tarkistetaan kiireellinen apujono mahdollisten pakettien varalta, jotka vaativat kiireellisen prioriteetin sisäänkäyntiaksessin väylälle. Jos kiireellinen paketti löydetään kiireellisen tulojonon päästä, ja vaiheessa 76 havaitaan, että kiireellistä pyyntöä ei ole aiemmin esitetty tälle nimenomaiselle kiireelliselle paketille, niin paikallinen kiireellisen pyynnön lippu asetetaan vaiheessa 77. Huomaa, että toisin kuin normaaleilla

pyynnöillä (jotka keskitetty väylänvälittäjä käsittelee tasoherkkinä pyyntöinä), keskitetty väylänvälittäjä käsittelee kiireellisiä pyyntöjä reunaherkkinä pyyntöinä ja liitäntämoduulien tulisi esittää ne vain kerran kutakin uutta pakettia kohden, kun se esiintyy kiireellisen alijonon päässä.

Vaiheen 78 aikana liitäntämoduuli käyttää paikallisten pyyntölippujen tilaa oikean pariteetin generoimiseen ja siihen liittyvien pyyntöjen ajamiseksi multiplek-soidulle pyyntöväylälle tuloväylän kellojakson aikana, joka on osoitettu vastaavalle liitäntämoduulille sen asennuskehikossa olevan fyysisen asennuspaikan sijainnin mukaan. Kaikki paikalliset pyyntöliput nollataan vaiheessa 79. Myöntöväylää valvotaan jatkuvasti vastaavalle moduulille osoitetun myöntösanoman varalta vastaavan liitäntämoduulin toimesta, samalla kun suoritetaan vaiheissa 70 - 83 määriteltyä prosessia.

Vastaavaan liitäntämoduuliin liittyvä myöntösanoma identifioidaan sekä fyysisen asennuspaikan numerolla että nimetyn rungon numerolla, johon moduuli sijoittuu. Vaiheessa 80, jos myöntösanoma on havaittu mille tahansa vastaavan liitäntämoduulin odottavalle pyynnölle ja seuraavan aikavälin ei todeta olevan varattu isokroniselle aksessille (vaihe 81), niin paketti otetaan pois jonosta sopivan alijonon päästä, joka liittyy vaiheessa 82 myönnettyyn pyyntöön. Seuraavaksi (vaihe 83) tämä paketti järjestetään lähetettäväksi tuloväylän mediaan, joka alkaa seuraavassa aikavälissä. Liitäntämoduuli toistaa sitten saman prosessin uudelleen vaiheesta 70 alkaen, samalla kun myöntöväylää valvotaan jatkuvasti sarjamuotoisen myöntösanoman varalta, joka liittyy vastaavaan liitäntämoduuliin.

Kuviot 8a - e kuvaavat yksityiskohtaiset prosessin vaiheet, jotka vaaditaan keskitetyltä asynkronisen väylän välittäjältä esillä olevan keksinnön opetusten mukaisen välitysmenetelmän toteuttamiseksi. Tämä prosessi pitää

sisällään kolme rinnakkaista prosessia (merkitty portaiksi 1 - 3), jotka on toteutettu suoritettaviksi putkimaisesti. Kutakin näistä portaista tai prosesseista suoritetaan jatkuvasti peräkkäisten aikavälijaksojen aikana; ja tässä putkitetussa järjestelyssä yhden syklin (porras 1) tulokset siirretään seuraavaan sykliin putkessa (porras 2), jonka tulokset puolestaan siirretään seuraavaan ja lopulliseen sykliin putkessa (porras 3). Vaihe 85 kuvaa rinnakkaisten portaiden alkusynkronoinnin siten, että kaikki alkavat samanaikaisesti väylän aikavälin aloituksen kanssa.

Porras 1 (vaiheet 86 - 88) edustaa vaiheita, jotka keskitetyltä asynkroniselta väylänvälittäjältä vaaditaan kaikkien tuettujen multipleksoitujen pyyntöväylien palvelemiseksi ottamalla näytteitä kaikista mahdollisista välittäjän tukemista pyynnöistä. Huomaa, että on olemassa erillinen multpleksoitu pyyntöväylä kullekin välittäjän tukemalle kehikolle ja että pyyntöväylän ajoitus on synkronoitu tuloväylän ajoitukseen, joka on yhteinen kaikille tuetuille väylille. Vaiheessa 86 useat eri prioriteettitasojen pyynnöistä kaikista liitäntämoduuleista, jotka on asennettu samaan fyysiseen asennuspaikkaan kussakin tuetussa asennuskehikossa, otetaan näytteitä samanaikaisesti. Useista eri prioriteettitason pyynnöistä kuhunkin peräkkäiseen fyysiseen asennuspaikkaan asennetuista liitäntämoduuleista otetaan näytteitä lähtöväylän siirtokellon peräkkäisinä jaksoina lähtöaikavälin sisällä ensimmäisen kellojakson liittyessä asennuskehikon ensimmäiseen fyysiseen asennuspaikkaan. Kukin multipleksoidulta pyyntöväylältä otettu näyte varmennetaan pariteettitarkistuslogiikkaa käyttäen. Jos näytteen havaitaan olevan käypä, niin näytteeseen liittyvät yksittäiset pyyntöliput päivitetään sen mukaisesti (so. kukin pyyntölippu asetetaan/nollataan, jos vastaava pyyntöprioriteettibitti näytteessä vastaavasti asetetaan/nollataan). Jos näytteen havaitaan olevan epäkelpo (so. sisältää pariteettivirheen), niin koko näyte

jätetään huomiotta ja näytteenottajaan liittyvät yksittäiset pyyntöliput pitävät edellisen tilansa. Vaiheessa 88 kollektiivinen näyte kaikista mahdollisista tuetuista pyynnöistä järjestetään siirrettäväksi seuraavalle portaalle (porras 2) kiistanratkaisua varten. Huomaa, että on olemassa vaihesiirto tulo- ja lähtöajoituksen välillä, jonka keskitetty välittäjä näkee, ja että kuvioiden 8a - e vaiheiden on tarkoitus havainnollistaa eri loogisia vaiheita, jotka muodostavat välitysmekanismin. Erityisesti vaiheen 85 on tarkoitus merkitä loogista synkronointia kyseisten kolmen rinnakkaisen portaan kesken, eikä sen ole tarkoitus käsittää merkitsevän vaiheenkohdistusta tai mitään tarkkaa ajoitusriippuvuutta.

Yleisesti porras 1 on synkronoitu uloskäynnin ajoitukseen multipleksoitujen pyyntöväylien näytteenottoajoituksen vuoksi. Portaat 2 ja 3 toisaalta on synkronoitu sisäänkäynnin ajoitukseen tarkan ajoitusriippuvuuden ylläpitämiseksi esitettävien pyyntöjen kanssa vastaavien tuloväylän aikavälien suhteen. Vaiheen 88 suorittaminen edustaa portaan 1 prosessoinnin päättymistä nykyisellä syklillä, ja seuraava portaan 1 sykli alkaa vaiheesta 86 seuraavan aikavälin alussa, kuten aiemminkin.

Vaiheet 89 - 188 (so. porras 2) käsittävät kiistanratkaisukilpailun, joka suoritetaan jokaiselle kytkentäjaksolle vapaan asynkronisen aikavälin osoittamiseksi väylän kaistanleveydestä dynaamisesti tietylle liitäntämoduulille paketin kytkemiseksi kytkimen sisääntulopuolelta kytkimen ulosmenopuolelle. Alkaen vaiheesta 90 skannataan yksitellen kukin tuettu pyyntönäyte (joka on koottu portaasta 90 edellisen aikavälin aikana). Jos näyte ilmaisee, että määrätty pyyntö ei ole odottamassa, niin vaihe 91 osoittaa, että näytteen pyyntöön liittyvä painotetun iän muuttuja alustetaan nollaksi. Jos näyte ilmaisee, että tietty pyyntö on odottamassa oleva kiireellinen pyyntö, niin vaiheessa 93 vastaava kiireellinen pyyntö ketjutetaan

odottavien kiireellisten pyyntöjen jonon perään siten, että sitä tullaan palvelemaan ehdottomasti ensin-sisään-ensin-ulos-menetelmällä muiden potentiaalisesti odottamassa olevien kiireellisten pyyntöjen suhteen. Jos vaiheessa 92 havaitaan, että odottava pyyntö ei ole kiireellinen pyyntö, niin tähän pyyntöön liittyvää painotetun iän muuttujaa kasvatetaan vaiheessa 94 sitä vastaavalla painotuskertoimella.

Kun vaiheessa 96 määritetään, että kaikki pyyntönäytteet on skannattu (so. kaikki odottavat kiireelliset pyynnöt on ketjutettu odottavien kiireellisten jonoon ja kaikkiin normaaleihin pyyntöihin liittyvät painotetun iän muuttujat on päivitetty asianmukaisesti), prosessi etenee valitsemaan odottavan pyynnön, jolle aksessi myönnetään. Vaiheessa 97 määritetään väylänpääohjauksen tarjoaman edistyneen isokronisen varausilmoituksen avulla, onko seuraavaa aikaväliä seuraava aikaväli (so. kaksi aikaväliä tästä) varattu isokroniselle aksessille. Jos sen havaitaan olevan varattu, niin vaiheessa 98 nollataan lippu, jotta seuraavalle portaalle (porras 3) ilmaistaisiin, että myöntöä ei tulisi esittää seuraavan aikavälin aikana, ja tässä tapauksessa portaan 2 prosessointi päätetään esillä olevan syklin osalta.

Vaiheessa 99 tarkistetaan odottavien kiireellisten pyyntöjen jono. Jos odottava kiireellinen pyyntö löydetään, se poistetaan jonon päästä vaiheessa 110 ja puolestaan porrastetaan siirrettäväksi portaaseen 3 tähän pyyntöön liittyvän myöntösanoman generoimiseksi seuraavan aikavälin aikana vaiheissa 117 ja 118. Jos ei ole identifioitu yhtään odottavaa kiireellistä pyyntöä, niin vaiheessa 111 suoritetaan tarkistus, jossa katsotaan, onko yhtään normaalia (so. ei kiireellistä) pyyntöä odottamassa. Jos yhtään normaalia pyyntöä ei ole odottamassa, niin vaiheess 112 nollataan lippu, jolla ilmaistaan seuraavalle portaalle (porras 3), että myöntöä ei tulisi esittää seu-

raavan aikavälin aikana, ja tässä tapauksessa portaan 2 prosessointi päätetään esillä olevan syklin osalta. Jos toisaalta yhden tai useamman ei-kiirehdityn pyynnön havaitaan odottavan vaiheessa 113, välittäjä lajittelee kaikki odottavat ei-kiireelliset pyynnöt ja yrittää löytää yksittäisen pyynnön, johon liittyvä painotettu ikä on korkein. Vaiheessa 114 tarkistetaan löydettiinkö useita pyyntöjä, joilla on samat korkeimmat painotetut ikäarvot, ja jos niin on, vaihe 115 ilmaisee, että pyyntö valitaan tästä joukosta satunnaisesti tasapelin ratkaisuna. Valittuun pyyntöön liittyvä painotetun iän muuttuja alustetaan nollaksi vaiheessa 116. Lippu asetetaan vaiheessa 117 ilmaisemaan portaalle 3, että myöntö tulisi esittää seuraavan aikavälin aikana.

Vaiheessa 118 valittu pyyntö porrastetaan siirrettäväksi portaaseen 3, jotta sallittaisiin tähän pyyntöön liittyvän myöntösanoman generointi seuraavan aikavälin aikana. Seuraavan aikavälin alussa kiistanratkaisukilpailu alkaa jälleen vaiheella 89 jäljellä olevien odottavien pyyntöjen ja portaan 1 havaitsemien uusien odottavien pyyntöjen osalta. Odottavat pyynnöt joutuvat uuteen kilpailuun suuremmalla ikäarvolla kuin edellisessä kilpailussa, koska ne ovat nyt vanhempia odotettuaan yhden kytkentäjakson edellisen kilpailun jälkeen. Koska painotettu ikääntyminen tapahtuu eri nopeudella pyynnön prioriteetista (so. vastaava painotuskerroin) riippuen, pyynnön järjestys voi olla erilainen peräkkäisinä jaksoina. Pyyntö voi esimerkiksi ohittaa toisen odottavan pyynnön, jos ensimmäisen pyynnön prioriteetti on korkeampi kuin toisen, vaikka tämä toinen pyyntö voi olla saapunut ensin.

Porras 3 (vaiheet 119 - 121) edustaa vaiheita, jotka keskitetty asynkronisen väylän välittäjä vaatii sarjamuotoisen myöntösanoman esittämiseksi sisäänkäyntiaksessille seuraavaan aikaväliin valitun pyynnön toimesta (so. pyyntö, joka voittaa kilpailun edellisen aikavälin aikana

portaassa 2). Ensimmäisenä vaiheena tässä portaassa (vaihe 119) on määrittää tulisiko myöntösanomaa antaa ollenkaan tämän syklin aikana. Huomaa, että myöntösanomaa ei anneta, jos odottavia pyyntöjä ei ole tai jos seuraava aikaväli on varattu isokroniselle aksessille, ja tässä tapauksessa lisäksi portaan 3 prosessointi ohitetaan meneillään olevan syklin osalta. Jos myöntösanoma tullaan antamaan tämän syklin aikana, niin vaiheessa 120 rakennetaan käypä myöntösanoma valitulle pyynnölle käyvän pariteetin sisältyessä mukaan. Vaiheessa 121 myöntösanoma lähetetään sarjamuotoisesti myöntöväylään järjestelmän kaikkien liitäntämoduulien valvottavaksi. Esillä olevan syklin päättyessä portaan 3 prosessointi palaa jälleen vaiheeseen 119 seuraavan aikavälin alussa.

Kuviot 9a - e sisältävät kaikki yksityiskohtaiset välittäjäprosessit, jotka on kuvattu kuvioissa 8a - e, ja lisäksi ne esittävät lisäyksiä, jotka on lisätty tarjoamaan dynaamisen kiireellisen pyynnön/myönnön kuristinmekanismin esillä olevan keksinnön opetusten mukaisesti. Tämä prosessi on identtinen kuvioissa 8a - e kuvatun prosessin kanssa siinä, että se pitää sisällään kolme rinnakkaista prosessia (identifioitu portaiksi 1 - 3), jotka on toteutettu toimimaan samalla tavoin putkimaisesti. Kuvioihin 9a - e tehdyt lisäykset, joita ei löydy kuvioista 8a - e, ovat pääasiallisesti alustusvaiheessa ja erilaisina lisävaiheina, jotka on lisätty portaan 2 prosessointiin. Yhdessä nämä lisäykset tarjoavat lisämekenismin, jolla rajoitetaan dynaamisesti myönnettyjen kiireellisten pyyntöjen määrää ajan suhteen siten, että se ei ylitä ennalta määrättyä kynnysarvoa (j_{max}) määrätyssä määrässä asynkronisia kytkentäjaksoja (k_{max}). Alustusvaihe 140 muodostuu kahden laskurin nollaamisesta, joita kuristusmekanismi käyttää ylläpitäessään juoksevaa lukumäärää kiireellisten myönnettyjen pyyntöjen määrästä (j) mittausjakson aikana, joka määritellään asynkronisten kytkentäjaksojen määränä

(k). Toinen alustusvaihe 141 on samanlainen kuin ainoa alustusvaihe kuviossa 8a, ja se tarjoaa rinnakkaisten vaiheiden alkusynkronoinnin siten, että ne kaikki alkavat samanaikaisesti väylän aikavälin alun kanssa. Portaan 1 prosessointi on kuvattu vaiheissa 142 - 144, portaan 2 prosessointi vaiheissa 145 - 169 ja portaan 3 prosessointi vaiheissa 170 - 172.

Portaan 2 prosessointiin tehdyt lisäykset dynaamisen kiireellisen pyynnön/myönnön rajoittamisen tarjoamiseksi muodostuu vain lisävaiheista 155 - 157 ja vaiheista 159 - 160. Vaihe 155 kasvattaa kiireellisen kuristusmittausjakson laskuria k, sen jälkeen kun vaiheessa 153 on määritetty, että seuraavan jälkeistä aikaväliä ei ole varattu isokroniselle aksessille (so. edustaa asynkronista kytkentäjaksoa). Tätä mittausjaksolaskuria verrataan sen ennalta määrättyyn maksimiarvoon k_{max} vaiheessa 156 sen määrittämiseksi, onko meneillään oleva mittausjakso saatu päätökseen. Jos laskurin havaitaan saavuttaneen tai ylittäneen maksimiarvonsa, niin tämä laskuri ja kiireellisen myönnön esiintymisen laskuri j molemmat alustetaan nollaksi vaiheessa 157 ja alkaa uusi kiireellisen kuristusmittauksen jakso. Jos kiireellisen pyynnön välitysmekanismi oli estetty sen vuoksi, että myönnettyjen kiireellisten pyyntöjen raja oli ylitetty aiemmin, kiireellisen myönnön esiintymislaskuri puolestaan virittää välittömästi kiireellisen pyynnön välitysmekanismin sallien aksessin myöntämisen mahdollisille odottaville kiireellisille pyynnöille seuraavaan vapaaseen asynkroniseen aikaväliin. Vaihe 159 edustaa kiireellisen myönnön esiintymislaskurin testausta sen näkemiseksi, onko kiireellisten pyyntöjen määrä, joka on myönnetty nykyisessä kiireellisessä kuristusmittausjaksossa, saavuttanut tai ylittänyt kynnysarvonsa. Jos kynnysarvo on saavutettu, niin kiireellinen välitysprosessi ohitetaan ja kontrolli siirretään vaiheeseen 162 mahdollisten odottavien ei-kiireellisten pyyntöjen palve-

lemiseksi. Jos toisaalta kiireellisten rajoitusten kynnysarvoa ei ole saavutettu tai ylitetty, niin suoritetaan kiireellisten välitysprosessi, josta seuraa kiireellisen pyynnön myöntäminen ja vaiheessa 160 kiireellisen myönnön esiintymislaskuria kasvatetaan.

Välittämismenetelmän yhteenveto ja yleiskatsaus

Esillä olevan keksinnön mukainen väylänvälitysmenetelmä teleliikenteen välitystä varten tarjoaa useita teknisiä etuja. Ensimmäinen tekninen etu on välittämisen dynaaminen ohjaus, jotta väylästä taattaisiin deterministisesti tietty prosentti tietyille käyttäjille hetkinä, jolloin kaistanleveyden kysyntä ylittää tarjonnan. Tämä sallii yhden pyytäjän tai pyytäjäluokan saada väylän koko kaistanleveyden tai saada rajoitetun osan väylän kaistanleveydestä ruuhka-aikoina.

Toisena teknisenä etuna esillä olevalla keksinnöllä on lyhyet välityssyklit, mikä sallii tyhjien asynkronisten aikavälien käyttämättömyyden minimoinnin, kun tuon aikavälin pyyntöjä on odottamassa.

Edelleen teknisenä etuna esillä olevalla keksinnöllä on kyky muuttaa dynaamisesti eri palveluluokkien painotusta, jotta sallittaisiin järjestelmän viritys siten, että sovittaudutaan muuttuviin verkon kytkentäominaisuuksiin potentiaalisesti itse liikenteen muuttuviin liikennekuormiin ja purskeisuuteen.

Edelleen teknisenä etuna esillä olevalla keksinnöllä on dynaamisesti ohjattavissa oleva järjestelmä, jolla sallitaan taata tietty prosentti väylän vapaista aikaväleistä deterministisesti tietyille palveluluokille väylän ruuhkautumishetkinä. Järjestelmä voidaan muuntaa sallimaan pyytäjälle tai pyytäjäluokalle väylän täysi kaistanleveys, tai rajoittamaan pyytäjä osaan väylän kaistanleveydestä, kun asynkronisen väylän kaistanleveyden pyynnöt ylittävät asynkronisen väylän vapaan kaistanleveyden määrän.

Vaikka esillä oleva keksintö on kuvattu yksityiskohtaisesti, tulisi ymmärtää, että erilaisia muutoksia, korvauksia ja muunnelmia voidaan tehdä siihen poikkeamatta esillä olevan keksinnön, joka määritellään oheisissa patenttivaatimuksissa, hengestä ja piiristä.

Patenttivaatimukset

1. Väylänvälitysmenetelmä teleliikenteen välitystä varten, t u n n e t t u siitä, että se sisältää seuraavat vaiheet:

vastaanotetaan useita pyyntöjä niitä vastaavien pakettien asettamiseksi käytettävissä olevaan vapaaseen asynkronisen väylän aikaväliin siten, että kuhunkin pyyntöön liittyy painotettu ikä, joka ilmaisee aikamäärän, jonka pyyntö on odottanut pyynnön prioriteettia;

järjestetään kyseiset useat pyynnöt kunkin pyynnön painotetun iän mukaan; ja

myönnetään pääsy vapaaseen asynkronisen väylän aikaväliin sille pyynnölle, jolla on korkein painotettu ikä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestysvaihe käsittää kunkin pyynnön painotetun iän antamisen vaihtosekoituspiiriin korkeimman painotetun iän määrittämiseksi.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että kukin painotettu ikä on yhtä kuin aikajakso, joka kullekin vapaaseen väylän aikaväliin pääsylupaa odottavalle pyynnölle on kerääntynyt, kasvatettuna kuhunkin pyyntöön liittyvällä painotuskertoimella.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi vaiheen, jossa kuhunkin pyyntöön liittyvää painotuskerrointa muutetaan dynaamisesti.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi vaiheen, jossa kuhunkin pyyntöön liittyvää painotuskerrointa ohjataan dynaamisesti, jotta taattaisiin deterministisesti tietty prosentti käytettavissä olevista väylän aikaväleistä jollekin pyyntöluokalle.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheet, joissa vastaanotetaan, järjestetään ja myönnetään, suorittaa asynkronisen aikavälin välittäjä, joka on kytketty teleliikenneverkon välittimen järjestelmäväylään.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että kukin painotettu ikä on yhtä kuin aikajakso, joka kullekin järjestelmäväylän vapaaseen väylän aikaväliin pääsylupaa odottavalle pyynnölle on kerääntynyt, kasvatettuna kuhunkin pyyntöön liittyvällä painotuskertoimella.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi vaiheen, jossa välitysmenetelmä viritetään sopimaan yhteen teleliikenneverkon kanssa muuttamalla dynaamisesti kuhunkin pyyntöön liittyvää painotuskerrointa.

9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi vaiheen, jossa kuhunkin pyyntöön liittyvää painotuskerrointa ohjataan dynaamisesti, jotta taattaisiin deterministisesti tietty prosentti käytettävissä olevista järjestelmäväylän aikaväleistä teleliikenneverkon tietystä kokonaisuudesta peräisin olevalle pyyntöluokalle.

10. Väylänvälitysmenetelmä teleliikenteen välitystä varten, t u n n e t t u siitä, että se käsittää seuraavat vaiheet:

generoidaan useita pyyntöjä kullekin useista paketeista, jotka tarvitsevat vapaan väylän aikavälin;

mitataan aikamäärä, jonka kukin pyyntö on odottanut;

määritetään painotettu ikä kullekin pyynnölle odotusajan määrän ja kullekin pyynnölle annetun prioriteetin vasteena;

myönnetään pääsy vapaaseen aikaväliin yhdelle useista paketeista, joka vastaa korkeimman painotetun iän omaavaa pyyntöä; ja

asetetaan paketti, jolle pääsy on myönnetty, vapaaseen väylän aikaväliin.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että useat järjestelmäväylään kytketyt liitäntämoduulit suorittavat mainittuja generointi- ja mittausvaiheita teleliikenneverkossa, ja että mainitut määritys-, myöntämis- ja asettamisvaiheet suorittaa asynkronisen aikavälin välittäjä, ja että asynkronisen aikavälin välittäjä on keskitetty pyyntöjen prosessoimiseksi kultakin kyseisistä useista liitäntämoduuleista.

12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi seuraavat vaiheet:

generoidaan painotettu ikä kullekin pyyntöihin vastaavalle paketille; ja

liitetään kunkin paketin kukin painotettu ikä sitä vastaavaan pyyntöön.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen väylänvälitysmenetelmä, t u n n e t t u siitä, että myönnetään paketille ja vastaavalle pyynnölle aksessi paketin painotetun iän ja pyynnön painotetun iän vasteena.

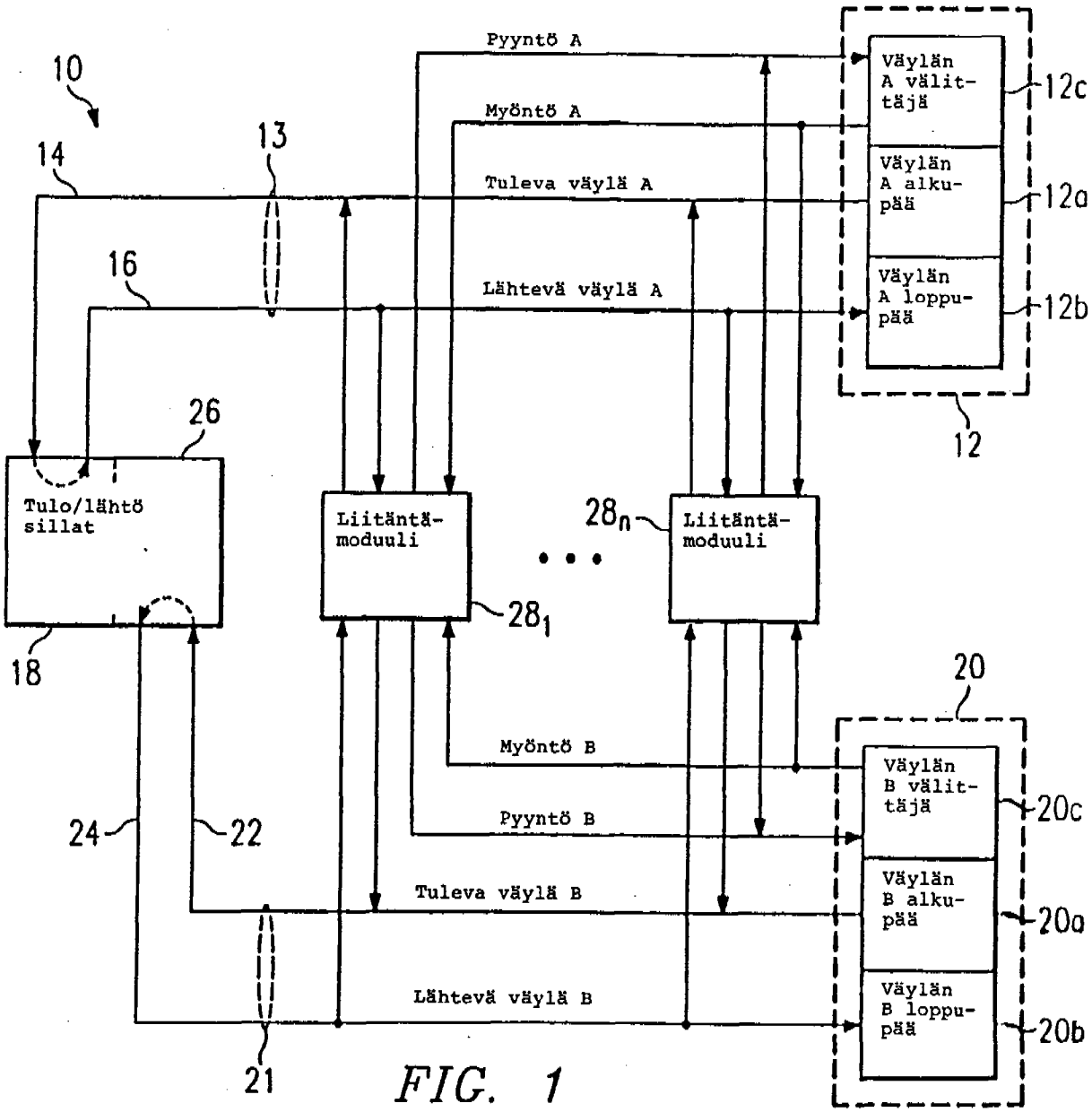

10
13
14
16
26
Pyyntö A
Myöntö A
Tuleva väylä A
Lähtevä väylä A
Väylän A välittäjä
Väylän A alkupää
Väylän A loppupää
12c
12a
12b
12
Tulo/lähtö sillat
Liitäntä-moduuli
28n
28₁
18
20
Myöntö B
Pyyntö B
Tuleva väylä B
Lähtevä väylä B
Väylän B välittäjä
Väylän B alkupää
Väylän B loppupää
20c
20a
20b
24
22
21

FIG. 1

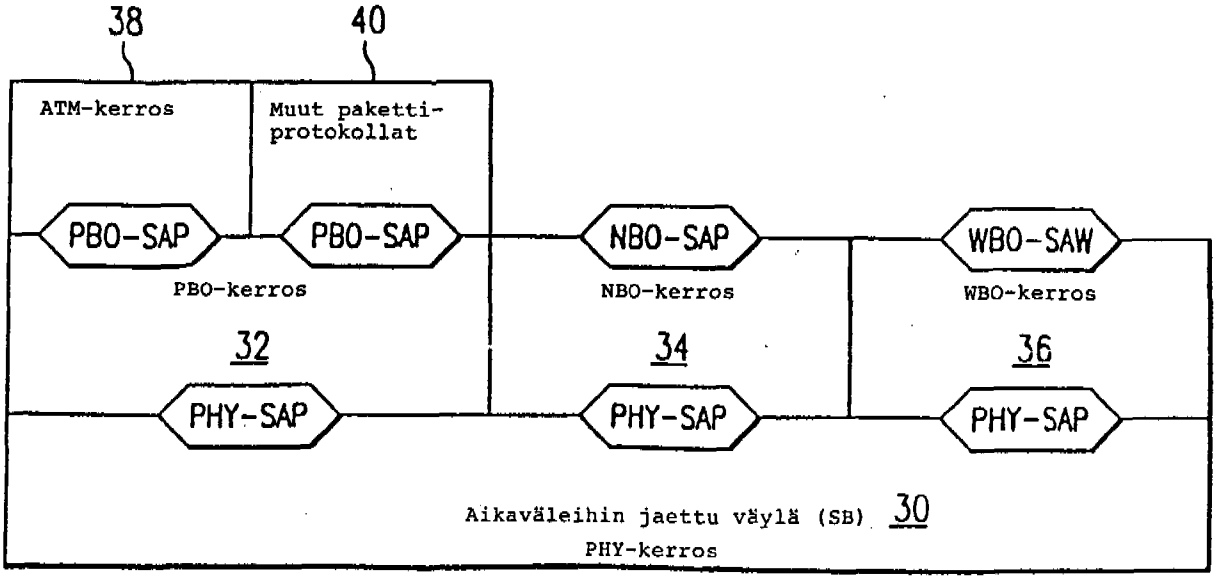

38
40
ATM-kerros
Muut paketti-protokollat
PBO-SAP
PBO-SAP
NBO-SAP
WBO-SAW
PBO-kerros
NBO-kerros
WBO-kerros
32
34
36
PHY-SAP
PHY-SAP
PHY-SAP
Aikaväleihin jaettu väylä (SB) 30
PHY-kerros

FIG. 2a

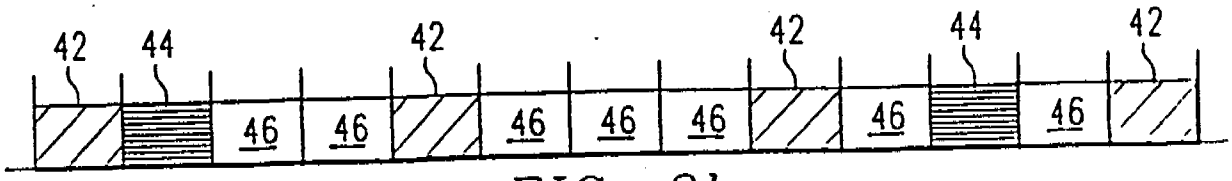


FIG. 2b

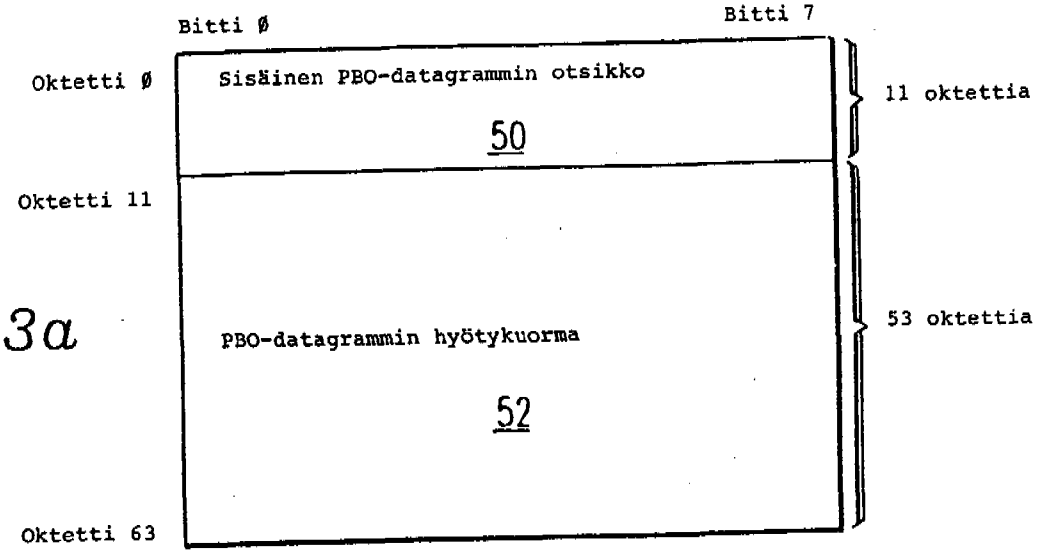


FIG. 3a

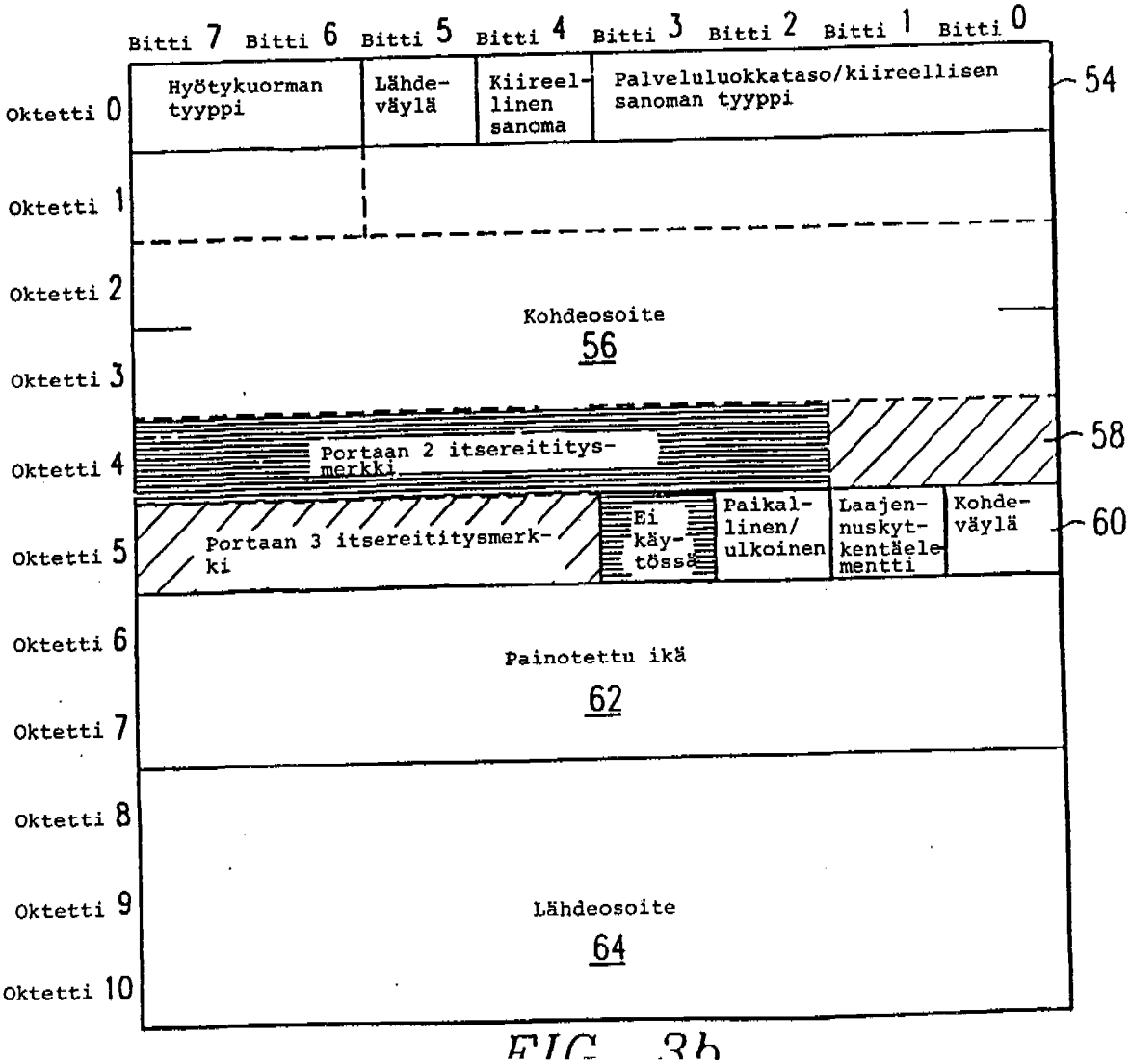


FIG. 3b

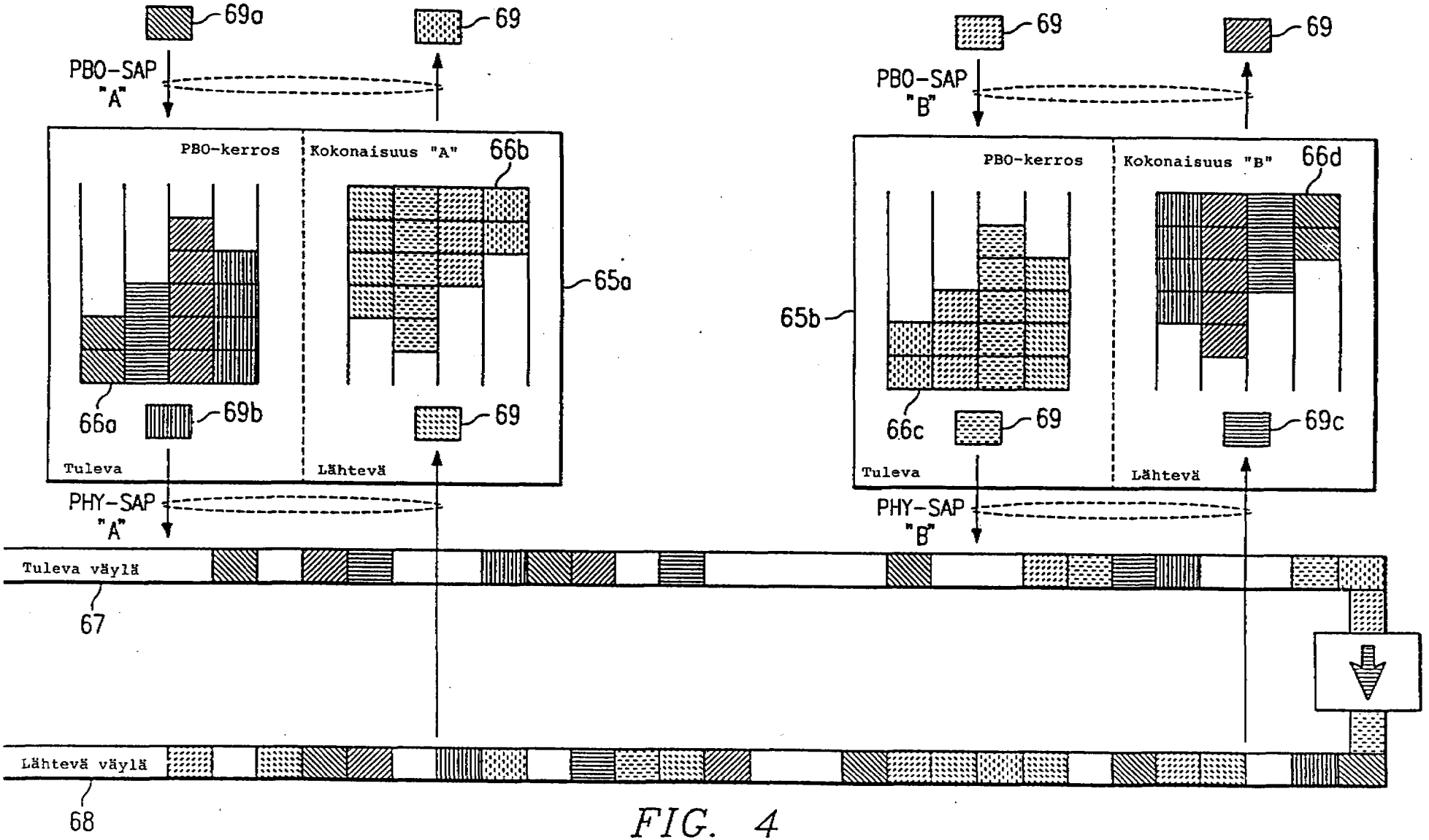

69a
69
PBO-SAP "A"
PBO-kerros
Kokonaisuus "A"
66b
65a
66a
69b
69
Tuleva
Lähtevä
PHY-SAP "A"
69
69
PBO-SAP "B"
PBO-kerros
Kokonaisuus "B"
66d
65b
66c
69
69c
Tuleva
Lähtevä
PHY-SAP "B"
Tuleva väylä
67
Lähtevä väylä
68

FIG. 4

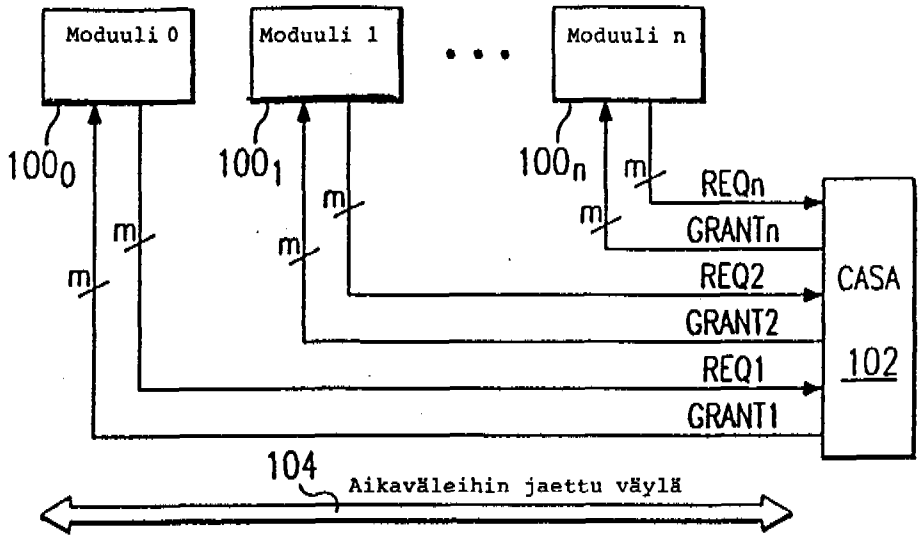

Moduuli 0
Moduuli 1
Moduuli n
100_0
100_1
100_n
m
REQn
GRANTn
REQ2
GRANT2
REQ1
GRANT1
CASA
102
104
Aikaväleihin jaettu väylä

FIG. 5a

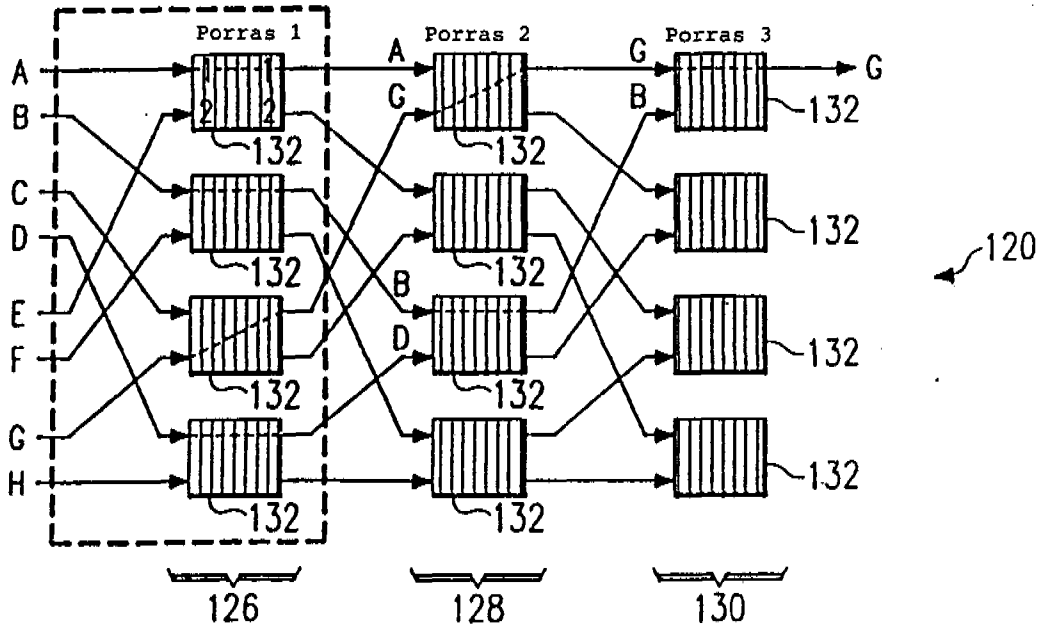

Porras 1
Porras 2
Porras 3
A
B
C
D
E
F
G
H
132
120
126
128
130

FIG. 6

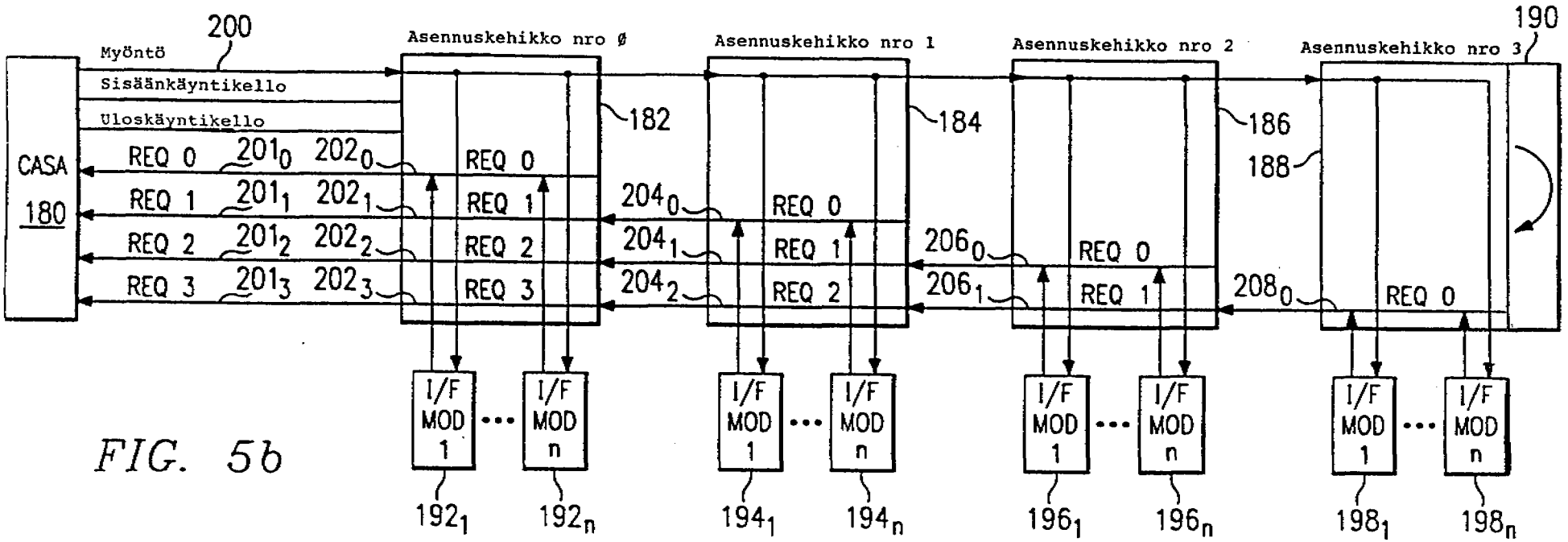

200
Myöntö
Sisäänkäyntikello
Uloskäyntikello
CASA
180
REQ 0
REQ 1
REQ 2
REQ 3
201_0 202_0
201_1 202_1
201_2 202_2
201_3 202_3
Asennuskehikko nro ø
Asennuskehikko nro 1
Asennuskehikko nro 2
Asennuskehikko nro 3
182
184
186
188
190
204_0
204_1
204_2
206_0
206_1
208_0
I/F MOD 1
I/F MOD n
192_1
192_n
194_1
194_n
196_1
196_n
198_1
198_n

FIG. 5b

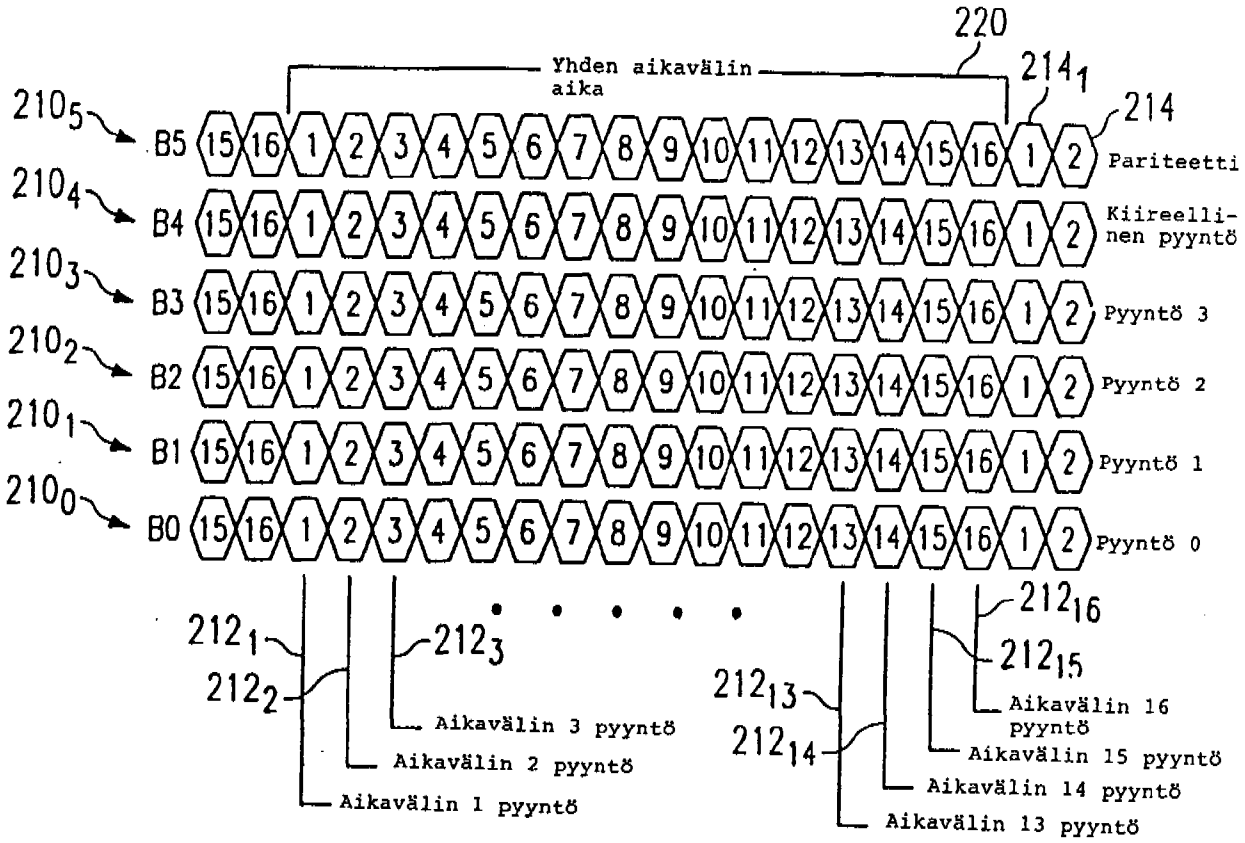
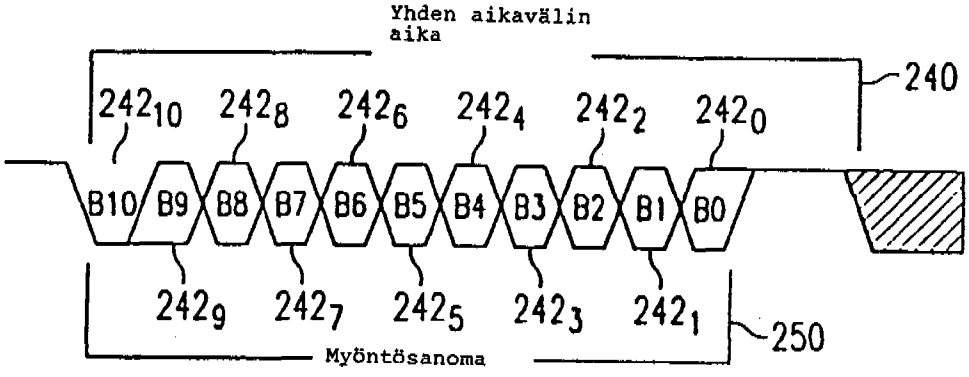


FIG. 5c



252 → B10 – Myöntösanoman ilmaisimen alku (asetettu nollaksi)

254 → B9:B7 – Myönnetty pyynnön prioriteettitaso (prioriteettitasot 0:3,4 = kiireellinen)

256 → B6:B5 – Valitun kehikon tunniste (0:3)

258 → B4:B1 – Valitun fyysisen kehikon asennuspaikan tunniste (0:15)

260 → B0 – Parittoman pariteetin tarkistusbitti myöntösanoman biteille B10:B1

FIG. 5d

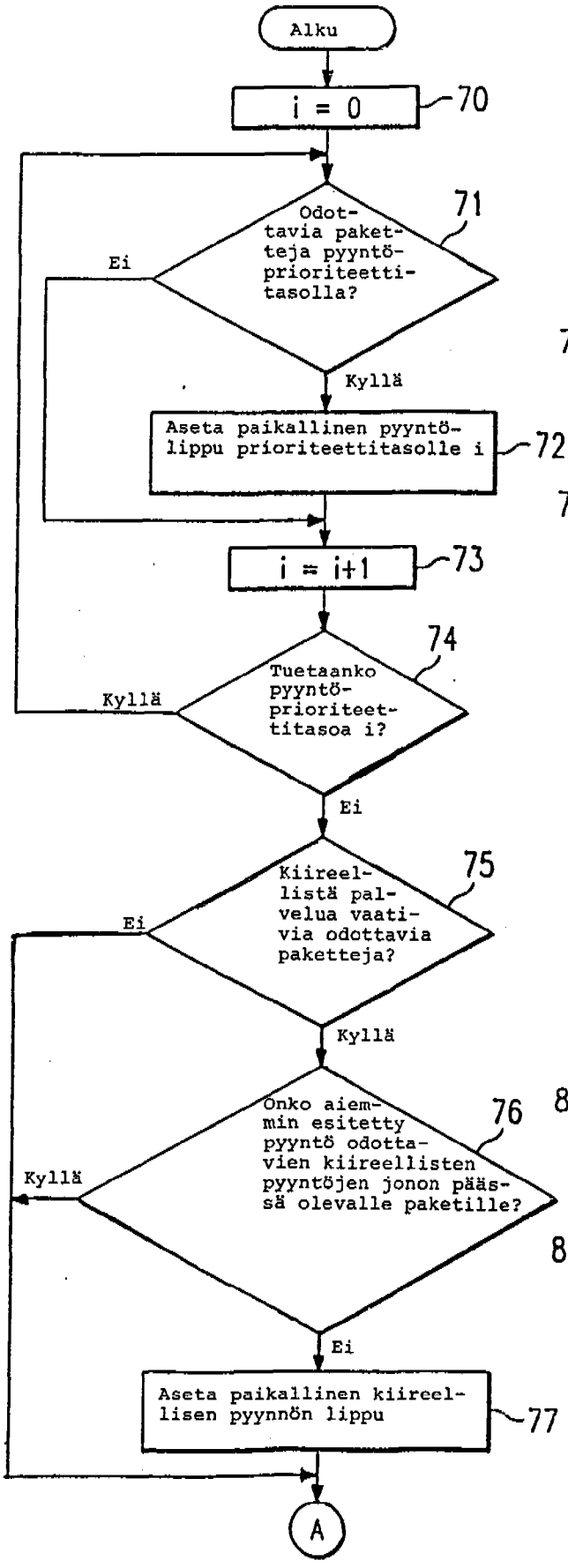

Alku
i = 0
70
Odottavia paketteja pyyntöprioriteettitasolla?
71
Ei
Kyllä
Aseta paikallinen pyyntölippu prioriteettitasolle i
72
i = i+1
73
Tuetaanko pyyntöprioriteettitasoa i?
74
Kyllä
Ei
Kiireellistä palvelua vaativia odottavia paketteja?
75
Ei
Kyllä
Onko aiemmin esitetty pyyntö odottavien kiireellisten pyyntöjen jonon päässä olevalle paketille?
76
Kyllä
Ei
Aseta paikallinen kiireellisen pyynnön lippu
77
A

FIG. 7a

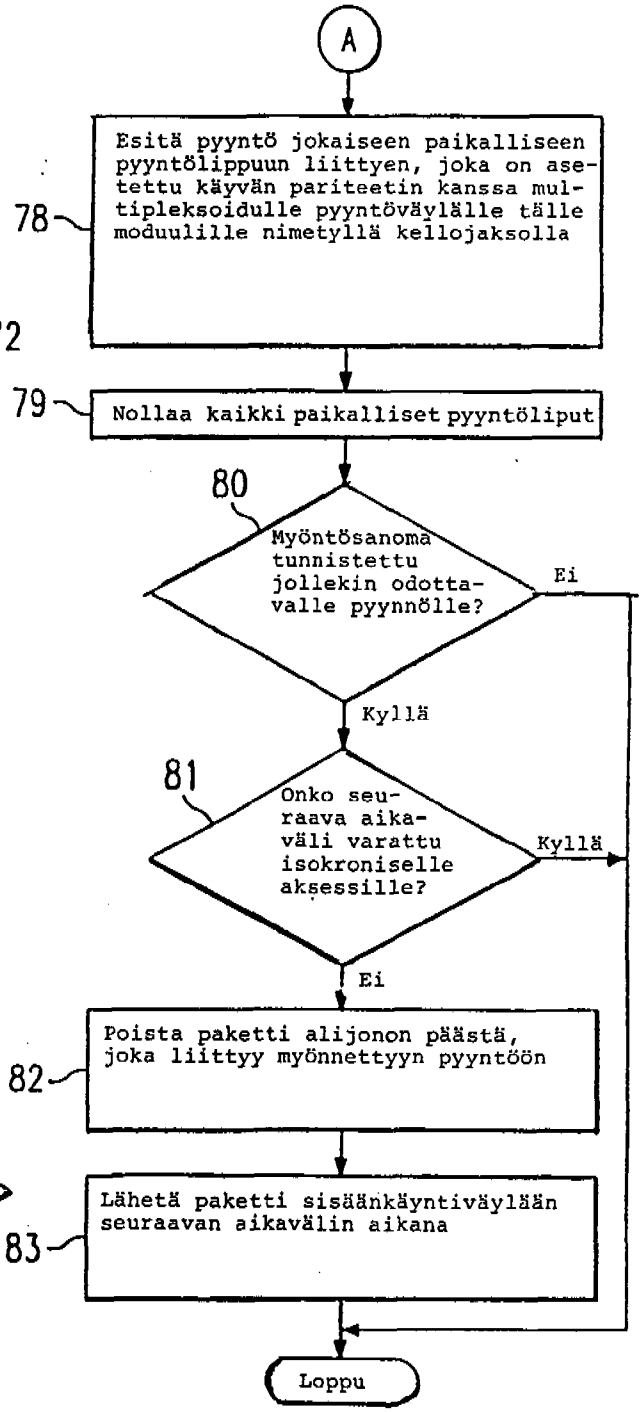

A
Esitä pyyntö jokaiseen paikalliseen pyyntölippuun liittyen, joka on asetettu käyvän pariteetin kanssa multipleksoidulle pyyntöväylälle tälle moduulille nimetyllä kellojaksolla
78
Nollaa kaikki paikalliset pyyntöliput
79
Myöntösanoma tunnistettu jollekin odottavalle pyynnölle?
80
Ei
Kyllä
Onko seuraava aikaväli varattu isokroniselle aksessille?
81
Kyllä
Ei
Poista paketti alijonon päästä, joka liittyy myönnettyyn pyyntöön
82
Lähetä paketti sisäänkäyntiväylään seuraavan aikavälin aikana
83
Loppu

FIG. 7b

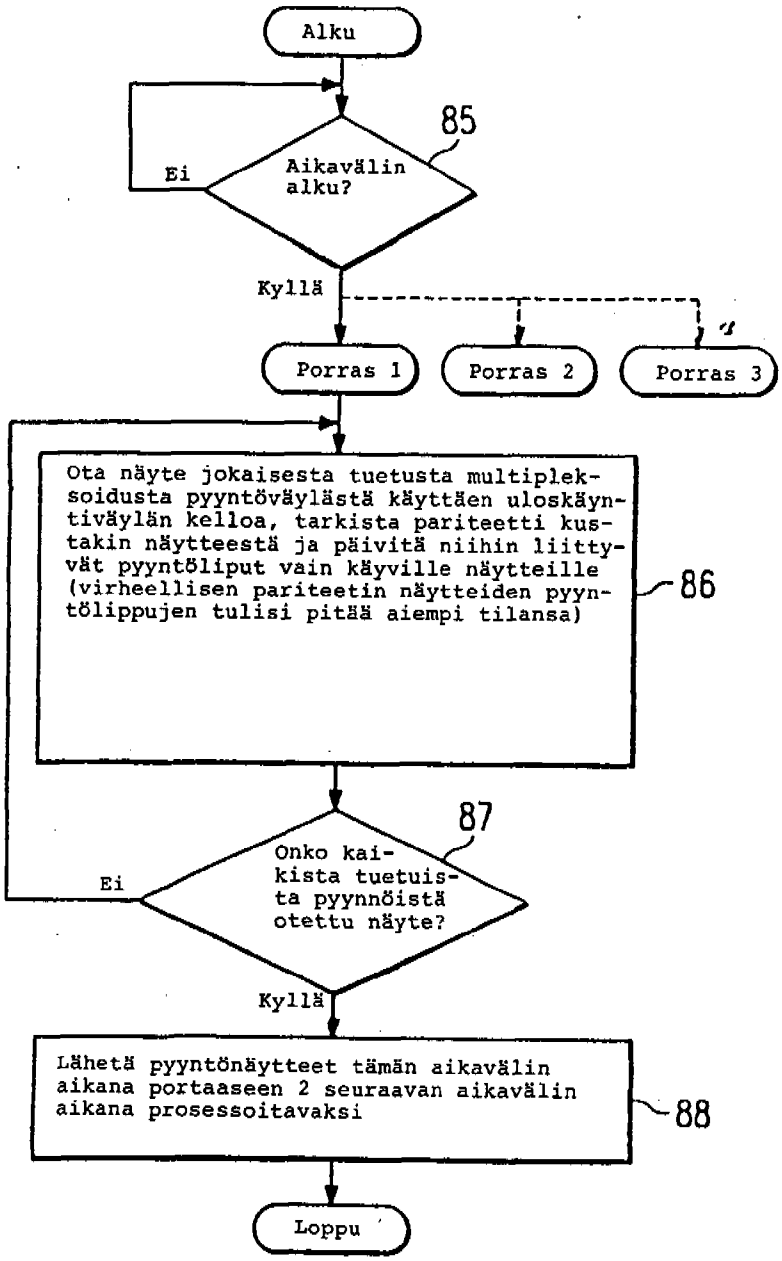

Alku
85
Ei
Aikavälin alku?
Kyllä
Porras 1
Porras 2
Porras 3
Ota näyte jokaisesta tuetusta multipleksoidusta pyyntöväylästä käyttäen uloskäyntiväylän kelloa, tarkista pariteetti kustakin näytteestä ja päivitä niihin liittyvät pyyntöliput vain käyville näytteille (virheellisen pariteetin näytteiden pyyntölippujen tulisi pitää aiempi tilansa)
86
87
Ei
Onko kaikista tuetuista pyynnöistä otettu näyte?
Kyllä
Lähetä pyyntönäytteet tämän aikavälin aikana portaaseen 2 seuraavan aikavälin aikana prosessoitavaksi
88
Loppu

FIG. 8a

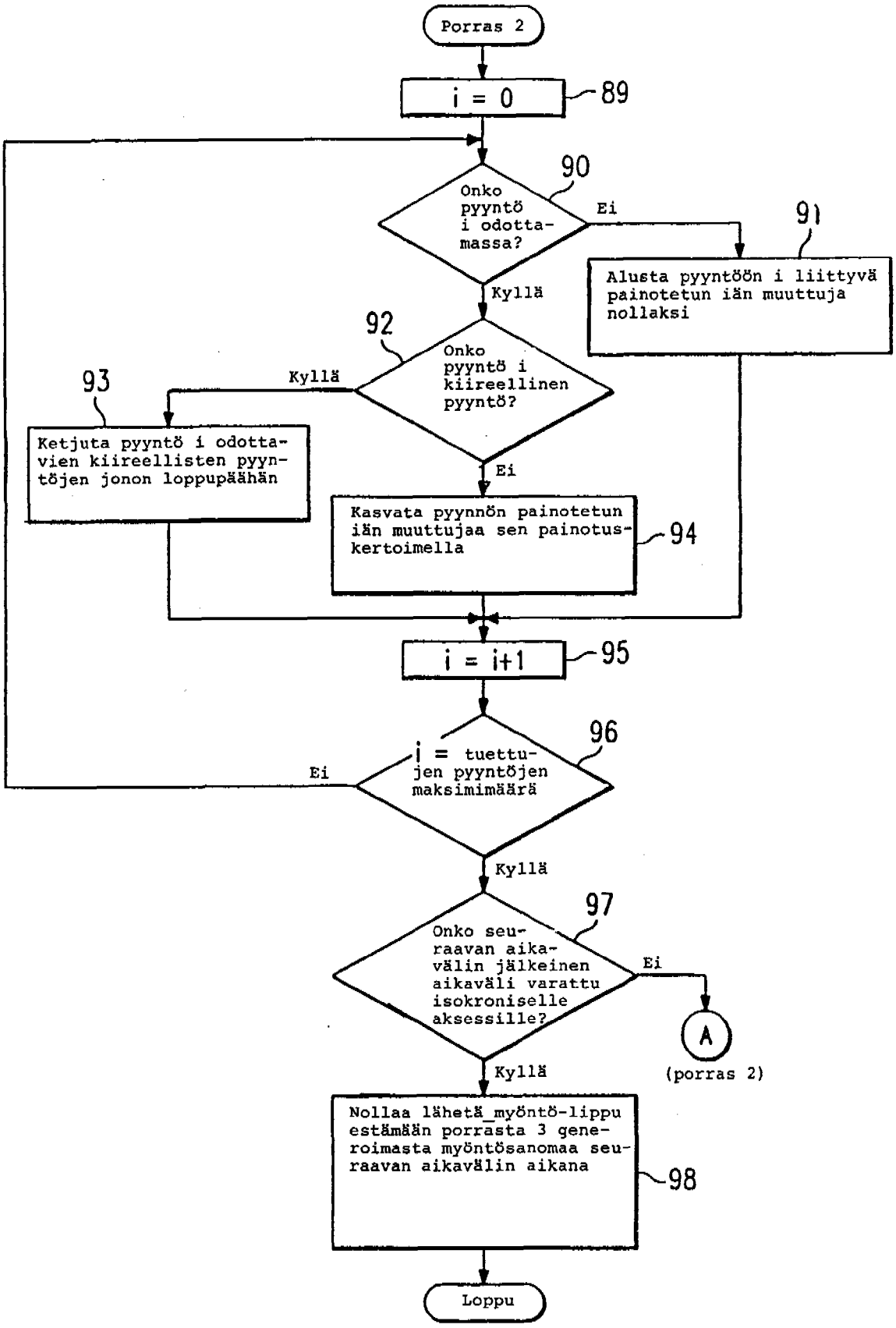

Porras 2
i = 0
89
90
Onko pyyntö i odotta-massa?
Ei
91
Alusta pyyntöön i liittyvä painotetun iän muuttuja nollaksi
Kyllä
92
Onko pyyntö i kiireellinen pyyntö?
Kyllä
93
Ketjuta pyyntö i odottavien kiireellisten pyyntöjen jonon loppupäähän
Ei
Kasvata pyynnön painotetun iän muuttujaa sen painotuskertoimella
94
i = i+1
95
i = tuettujen pyyntöjen maksimimäärä
96
Ei
Kyllä
Onko seuraavan aikavälin jälkeinen aikaväli varattu isokroniselle aksessille?
97
Ei
A
(porras 2)
Kyllä
Nollaa lähetä_myöntö-lippu estämään porrasta 3 generoimasta myöntösanomaa seuraavan aikavälin aikana
98
Loppu

FIG. 8b

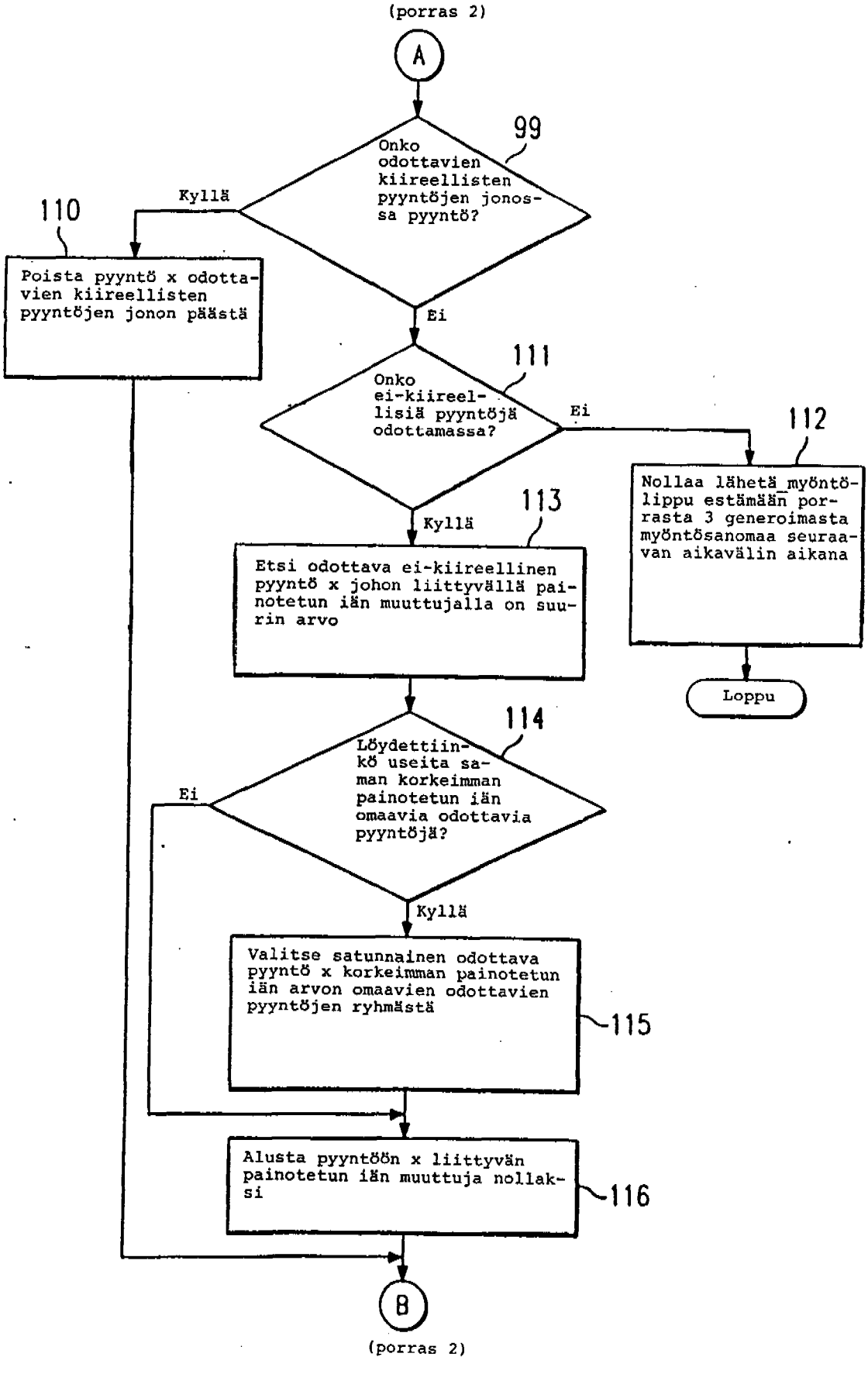

(porras 2)
A
99
Onko odottavien kiireellisten pyyntöjen jonossa pyyntö?
Kyllä
110
Poista pyyntö x odottavien kiireellisten pyyntöjen jonon päästä
Ei
111
Onko ei-kiireellisiä pyyntöjä odottamassa?
Ei
112
Nollaa lähetä_myöntölippu estämään porrasta 3 generoimasta myöntösanomaa seuraavan aikavälin aikana
Loppu
Kyllä
113
Etsi odottava ei-kiireellinen pyyntö x johon liittyvällä painotetun iän muuttujalla on suurin arvo
114
Löydettiinkö useita saman korkeimman painotetun iän omaavia odottavia pyyntöjä?
Ei
Kyllä
Valitse satunnainen odottava pyyntö x korkeimman painotetun iän arvon omaavien odottavien pyyntöjen ryhmästä
115
Alusta pyyntöön x liittyvän painotetun iän muuttuja nollaksi
116
B
(porras 2)

FIG. 8c

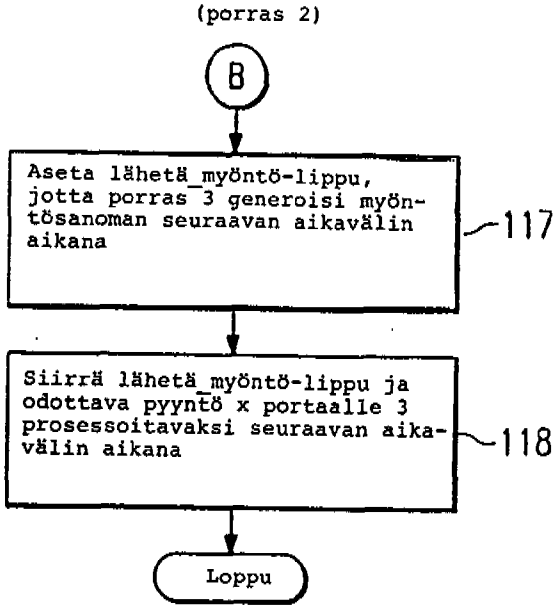

(porras 2)
B
Aseta lähetä_myöntö-lippu, jotta porras 3 generoisi myöntösanoman seuraavan aikavälin aikana
117
Siirrä lähetä_myöntö-lippu ja odottava pyyntö x portaalle 3 prosessoitavaksi seuraavan aikavälin aikana
118
Loppu

FIG. 8d

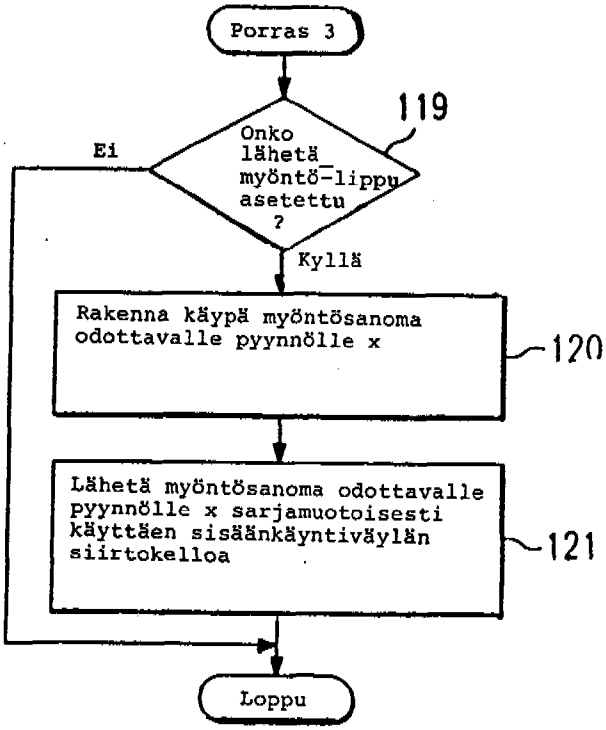

Porras 3
Onko lähetä_myöntö-lippu asetettu ?
119
Ei
Kyllä
Rakenna käypä myöntösanoma odottavalle pyynnölle x
120
Lähetä myöntösanoma odottavalle pyynnölle x sarjamuotoisesti käyttäen sisäänkäyntiväylän siirtokelloa
121
Loppu

FIG. 8e

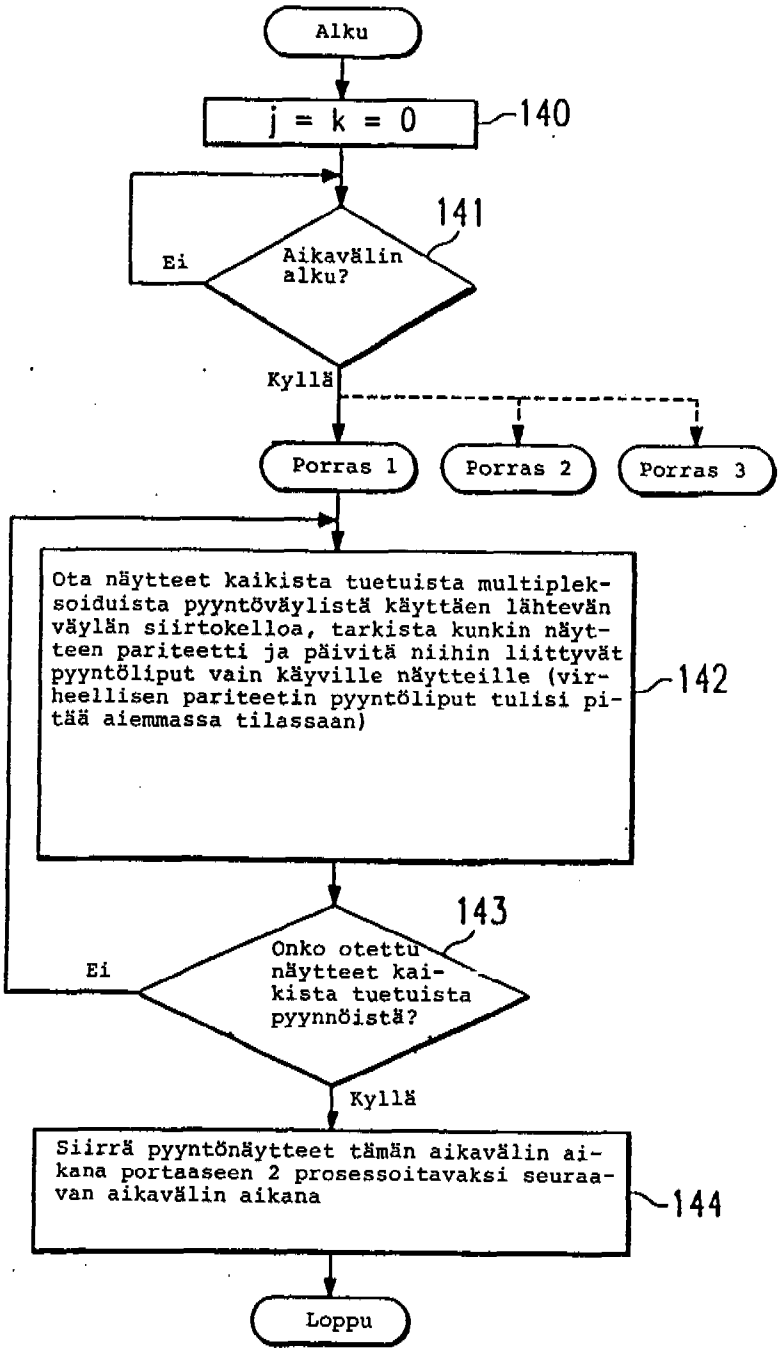

Alku
j = k = 0
140
141
Ei
Aikavälin alku?
Kyllä
Porras 1
Porras 2
Porras 3
Ota näytteet kaikista tuetuista multipleksoiduista pyyntöväylistä käyttäen lähtevän väylän siirtokelloa, tarkista kunkin näytteen pariteetti ja päivitä niihin liittyvät pyyntöliput vain käyville näytteille (virheellisen pariteetin pyyntöliput tulisi pitää aiemmassa tilassaan)
142
143
Ei
Onko otettu näytteet kaikista tuetuista pyynnöistä?
Kyllä
Siirrä pyyntönäytteet tämän aikavälin aikana portaaseen 2 prosessoitavaksi seuraavan aikavälin aikana
144
Loppu

FIG. 9a

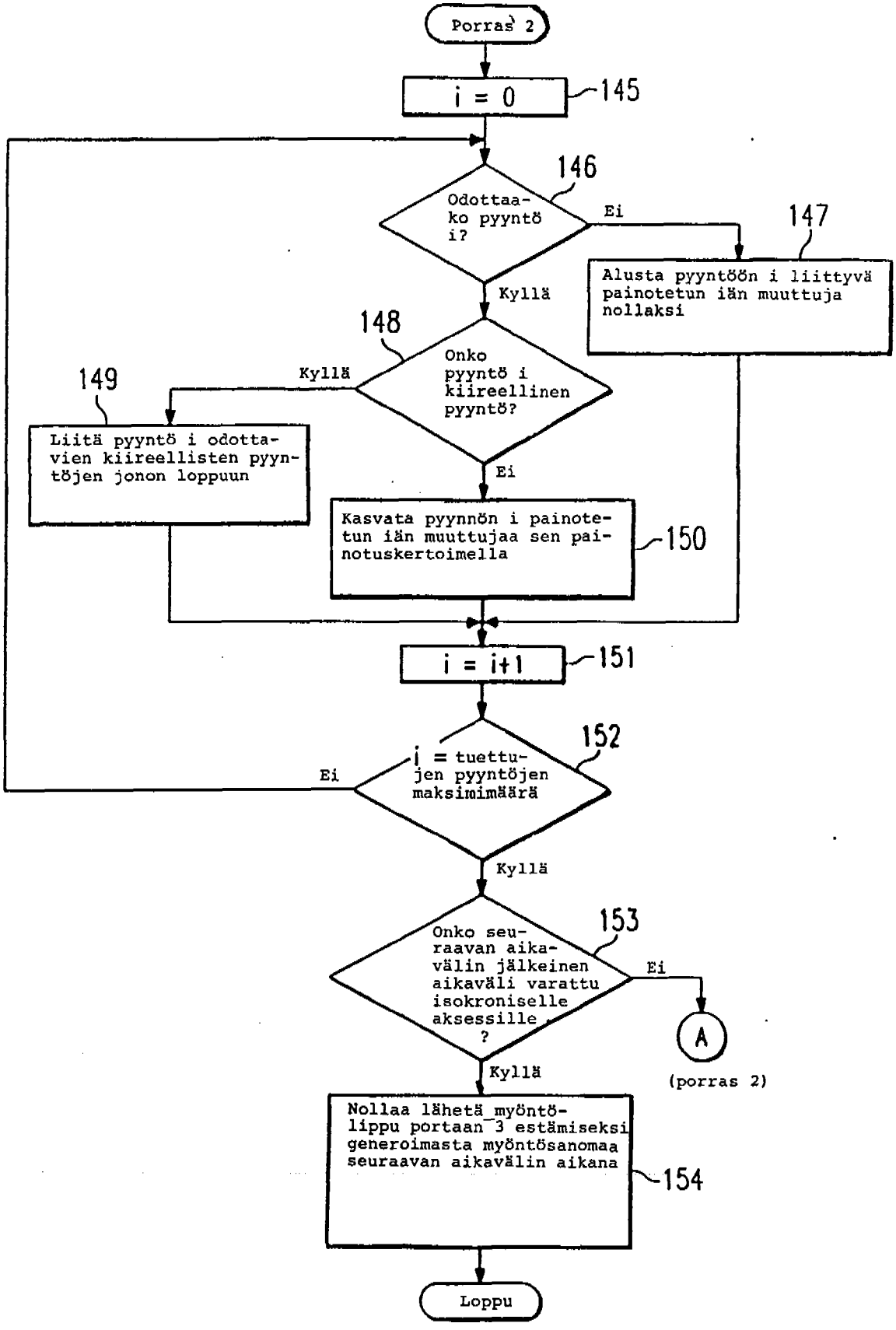

Porras 2
i = 0
145
146
Odottaa-ko pyyntö i?
Ei
147
Alusta pyyntöön i liittyvä painotetun iän muuttuja nollaksi
Kyllä
148
Onko pyyntö i kiireellinen pyyntö?
Kyllä
149
Liitä pyyntö i odottavien kiireellisten pyyntöjen jonon loppuun
Ei
Kasvata pyynnön i painotetun iän muuttujaa sen painotuskertoimella
150
i = i+1
151
152
i = tuettujen pyyntöjen maksimimäärä
Ei
Kyllä
153
Onko seuraavan aikavälin jälkeinen aikaväli varattu isokroniselle aksessille ?
Ei
A
(porras 2)
Kyllä
Nollaa lähetä myöntölippu portaan 3 estämiseksi generoimasta myöntösanomaa seuraavan aikavälin aikana
154
Loppu

FIG. 9b

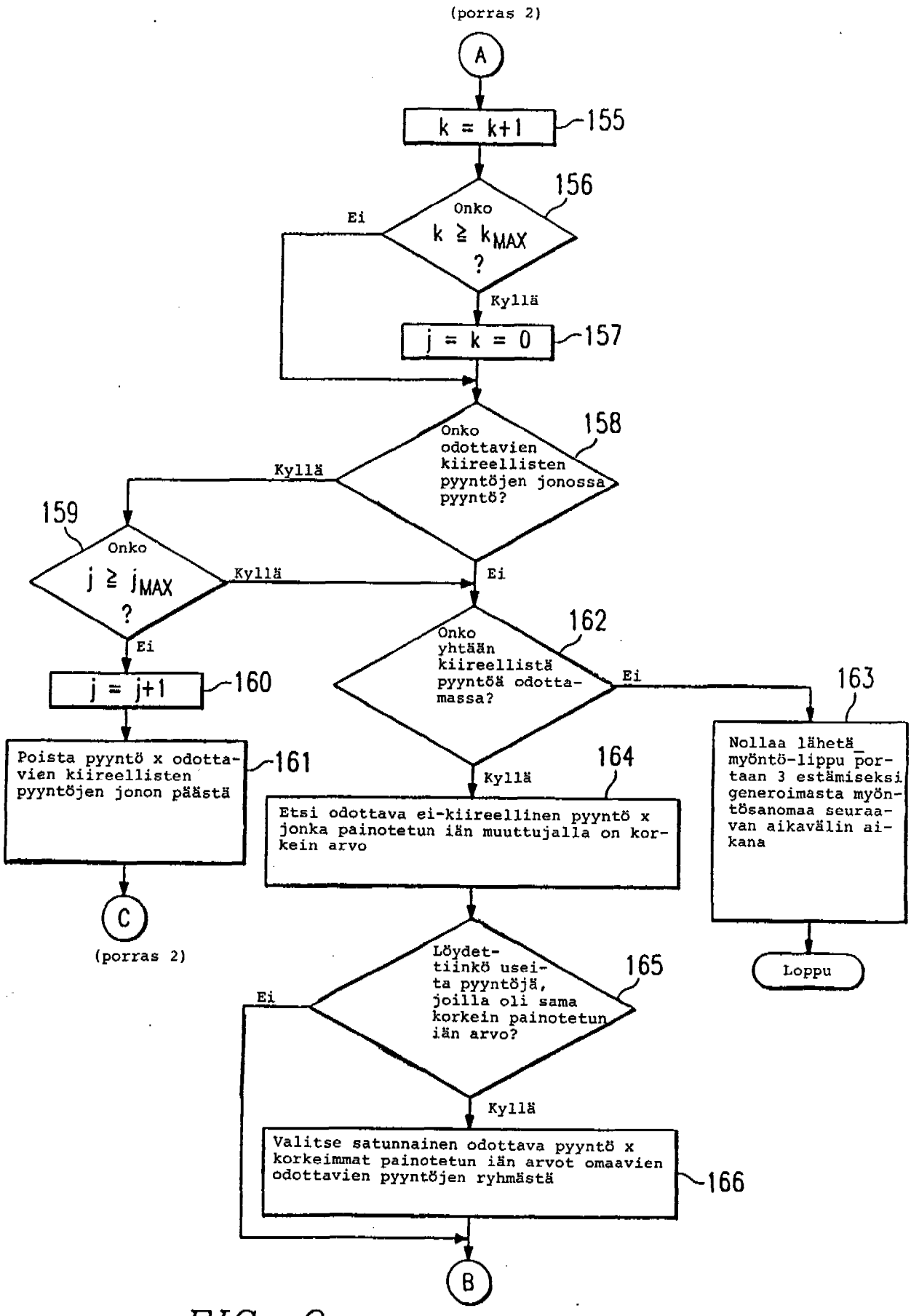

(porras 2)
A
k = k+1
155
156
Onko
k ≥ kMAX
?
Ei
Kyllä
j = k = 0
157
158
Onko odottavien kiireellisten pyyntöjen jonossa pyyntö?
Kyllä
Ei
159
Onko
j ≥ jMAX
?
Kyllä
Ei
j = j+1
160
Poista pyyntö x odottavien kiireellisten pyyntöjen jonon päästä
161
C
(porras 2)
162
Onko yhtään kiireellistä pyyntöä odottamassa?
Ei
163
Nollaa lähetä_myöntö-lippu portaan 3 estämiseksi generoimasta myöntösanomaa seuraavan aikavälin aikana
Loppu
Kyllä
164
Etsi odottava ei-kiireellinen pyyntö x jonka painotetun iän muuttujalla on korkein arvo
Löydettiinkö useita pyyntöjä, joilla oli sama korkein painotetun iän arvo?
165
Ei
Kyllä
Valitse satunnainen odottava pyyntö x korkeimmat painotetun iän arvot omaavien odottavien pyyntöjen ryhmästä
166
B
(porras 2)

FIG. 9c

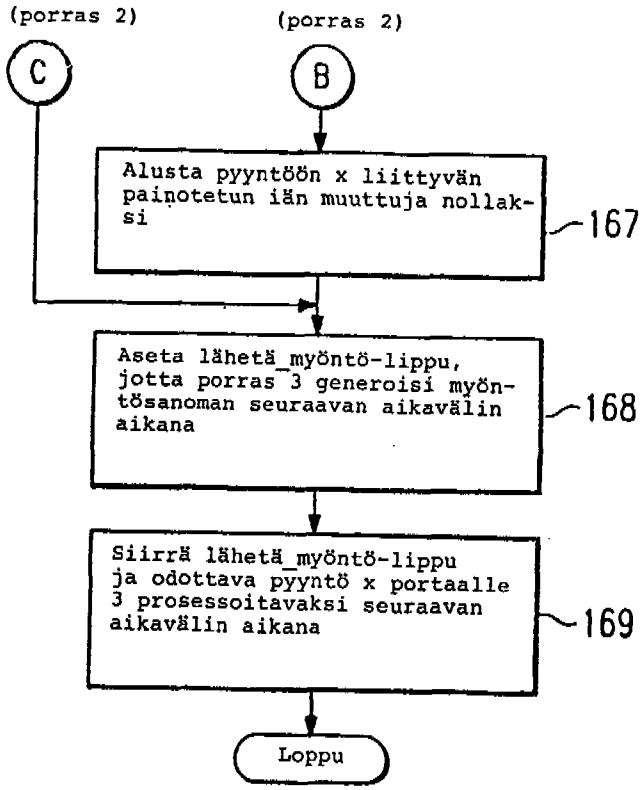

(porras 2)
(porras 2)
C
B
Alusta pyyntöön x liittyvän painotetun iän muuttuja nollaksi
167
Aseta lähetä_myöntö-lippu, jotta porras 3 generoisi myöntösanoman seuraavan aikavälin aikana
168
Siirrä lähetä_myöntö-lippu ja odottava pyyntö x portaalle 3 prosessoitavaksi seuraavan aikavälin aikana
169
Loppu

FIG. 9d

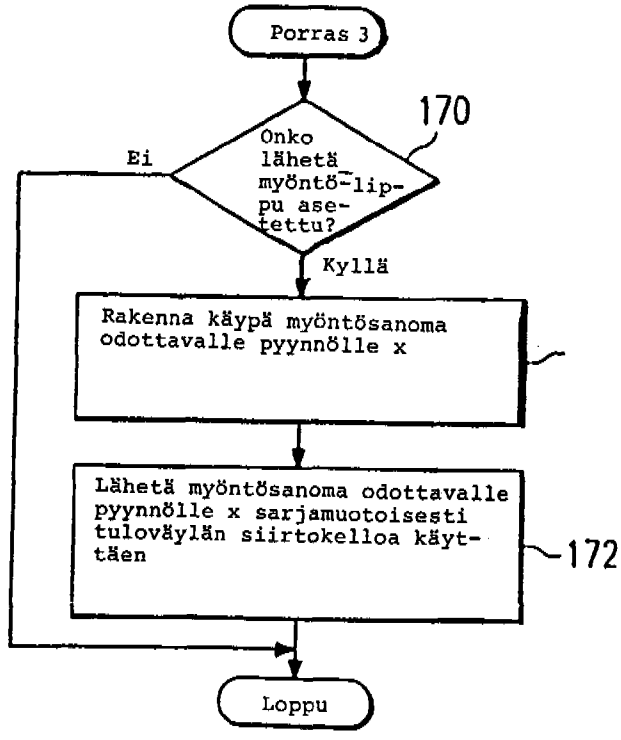

Porras 3
170
Onko lähetä_myöntö-lippu asetettu?
Ei
Kyllä
Rakenna käypä myöntösanoma odottavalle pyynnölle x
Lähetä myöntösanoma odottavalle pyynnölle x sarjamuotoisesti tuloväylän siirtokelloa käyttäen
172
Loppu

FIG. 9e