NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO (11) **310440** (13) B1

(51) Int Cl[7] H 04 Q 7/04, H 04 B 7/26

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19942760	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1993.01.21, PCT/FI93/00022
(22) Inng. dag	1994.07.22	(85) Videreføringsdag	1994.07.22
(24) Løpedag	1993.01.21	(30) Prioritet	1992.01.23, FI, 920291
(41) Alm. tilgj.	1994.09.23		
(45) Meddelt dato	2001.07.02		

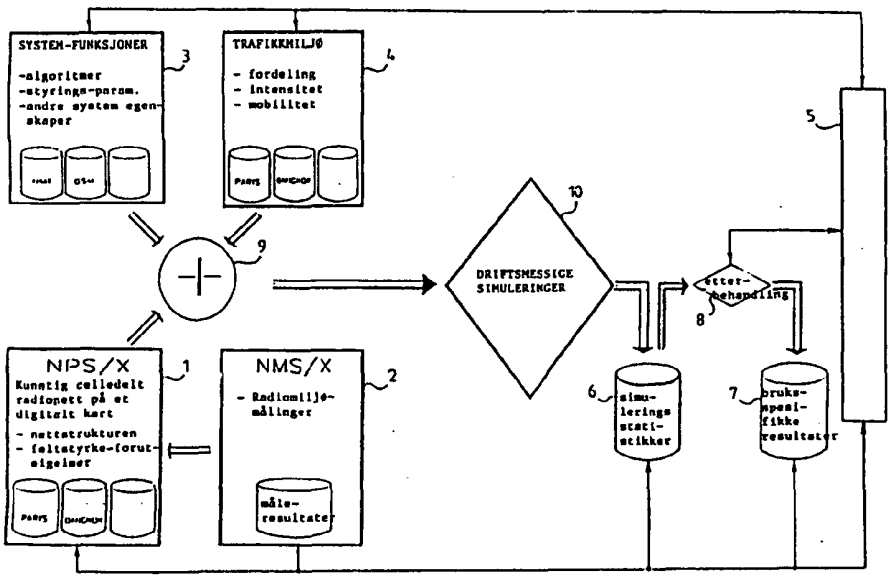
(71) Patenthaver Nokia Telecommunications OY, Mäkkylän puistotie 1, SF-02600 Esbo, FI
(72) Oppfinner Markus Ots, Helsingfors, FI
(74) Fullmektig Bryn & Aarflot AS, 0104 Oslo

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte og system for planlegging av et celledelt radionett**

(56) Anførte publikasjoner 40TH IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY VONFERENCE 6 MAY 1990, ORLEANDO
WO A 9010342, EP A 431956

(57) Sammendrag

Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte og et system for planlegging av et celledelt radionett. Fremgangsmåten omfatter frembringelse (1) av en modell som representerer det celledelte radionettet og dets radiomiljø på et digitalt kart. Ifølge oppfinnelsen omfatter fremgangsmåten videre tilføyelse av systemegenskaper (3) som påvirker trafikkstyrings-prosessen av det celledelte radionettet på den modellen som representerer det celledelte radionettet og dets radiomiljø for rutespesifikk driftssimulering (10) av det celledelte radionettet. Simuleringen benytter fortrinnsvis mobilitetsmodeller for abonnenter og urørlige og/eller bevegelige individuelle abonnenter (4) generert på det digitale kartet. Simuleringshendelsene blir lagret (6) separat for hver gate, hvert sted, hvert nettelement og/eller hver årsak. Optimaliseringen (8) av parameterne for det celledelte nettet blir utført på grunnlag av den lagrede informasjon. Simulering av et celledelt nett i drift på grunnlag av statistiske data oppnådd fra nettet, muliggjør en adaptiv styring av systemparameterne.


SYSTEM-FUNKSJONER
-algoritmer
-styrings-param.
-andre system egen-skaper
3
TRAFIKKMILJØ
- fordeling
- intensitet
- mobilitet
4
5
9
10
DRIFTSMESSIGE SIMULERINGER
etter-behandling
8
NPS/X
Kunstig celledelt radionett på et digitalt kart
- nettstrukturen
- feltstyrke-forut-sigelser
1
NMS/X
- Radiomiljø-målinger
2
måle-resultater
6
simu-lerings-statis-tikker
7
bruks-spesi-fikke resultater

Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte for planlegging av et celledelt radionett som har en trafikkstyringsprosess, systemstyringsparametere og et radiomiljø, og fremgangsmåten omfatter frembringelse av en nettmodell som representerer det celledelte nettet og dets radiomiljø på et digitalt kart.

Planlegging av celledelte radionett kan deles i deknings-, frekvens-, kapasitets-, parameter- og overførings-planlegging. Planlegging av anvendelse basert på digitale kart, er nylig blitt utviklet for deknings-, frekvens- og kapasitets-planlegging. Slik planleggingsbruk muliggjør modellering av radio-omgivelsen til det celledelte radionettet som en funksjon av stedet. Ett eksempel på slik planleggingsbruk er the network planning system NSP/X til Nokia. Virkemåten til programvaren er basert på en matematisk forplantningsmodell for beregning av dekningsområdene til basisstasjoner som er anbrakt på et digitalt kart.

Et annet eksempel på konvensjonelle nett-planleggingsverktøy er beskrevet i WO 90/10342 hvor radiokanaler blir tildelt cellene ved å benytte en eksklusjonsmatrise som viser vekselvirkningen mellom cellene i systemet. Tildelingen av radiokanaler blir iterativt endret inntil den er optimal sett ut fra et interferens-synspunkt.

Et delområde ved planlegging av radionett, for eksempel definisjonen av nettparameteret, er konvensjonelt blitt utført manuelt ved å benytte "prøve og feile"-metoden. Slike nettparametere omfatter overleveringsparametere, effektstyringsparametere for abonnentstasjon og basisstasjon og frekvenshopp-parametere. Parameterplanlegging starter ved å definere en såkalt "intelligent gjetning" for parameterverdier, som så blir anvendt som slike for basisstasjonene i et planlagt og etablert celledelt nett. Informasjon blir så samlet inn om driften av det virkelige radionettet og analysert, og nødvendige endringer i nettparameterne blir gjort på grunnlag av analysen, noe som vanligvis betyr en ny "intelligent gjetning". Et problem med den driftsmessige analyse av radionett er innsamlingen av nødvendig tilbakemeldingsinformasjon. De viktigste kildene for slik informasjon har vanligvis vært statistikkene for mobilsentralene og tilbakemeldingen fra nettbrukerne. Innenfor de mest kritiske områder av nettet er det også mulig å utføre virkelige feltstyrkemålinger på grunnlag av hvilke man forsøker å definere korrekte parameterverdier. Denne prosessen er imidlertid ekstremt langsom og arbeidskrevende, og nettytelsen som oppnås på denne måten, er bare tilfredsstillende.

Omhyggelig parameterplanlegging krever derfor alltid en god kjennskap til de lokale radio-omgivelsene for det virkelige celledelte nettet samt pålitelige anslag om virkningene av de forskjellige styreparameterne i den heterogene radio-omgivelsen som er typisk for celledelte nett. Problemer i forbindelse med parameterplanleggingen er blitt mer konkrete med innføringen av nett med tette mikroceller. I tillegg vil parameterplanleggingen bli enda viktigere med innføringen av det mobile GSM-nettet, noe som skyldes den minskede cellestørrelsen og de mer varierte og kompliserte styrealgoritmer og styreparametere. Virkningen av styreparametere på ytelsen til det virkelige celledelte radionettet vil derfor være en sak av stor viktighet.

Formålet med oppfinnelsen er en fremgangsmåte og et system for planlegging av et celledelt radionett, som ikke bare gir mer effektiv parameterplanlegging enn tidligere, men som også muliggjør full driftsmessig analyse på grunnlag av hvilken det celledelte nettets ytelse kan optimaliseres.

Dette blir oppnådd ved hjelp av en fremgangsmåte i henhold til oppfinnelsen, som er karakterisert ved at fremgangsmåten omfatter

tilføyelse av systemegenskaper som påvirker trafikk-styringsprosessen for det celledelte radionettet i forbindelse med at nettmodellen representerer det celledelte radionettet og dets radiomiljø for rutespesifikk, driftsmessig simulering av det celledelte radionettet, innbefattende flere simuleringshendelser;

optimalisering av det celledelte radionettets systemstyringsparametere, og derved driften av det celledelte radionettet, på grunnlag av statistiske simuleringsresultater som beskriver driften av det celledelte radionettet,

tilføyelse av en trafikktetthetsmodell i forbindelse med modellen som representerer det celledelte radionettet og dets radiomiljø, idet trafikktetthetsmodellen omfatter en abonnent-mobilitetsmodell; og

bruk av immobile og/eller mobile, individuelle abonnenter som genereres på det digitale kartet, i simuleringen.

Oppfinnelsen er basert på den ide at den driftsmessige simulering av det celledelte radionettet blir overført til en heterogen celledelt og radio-omgivelse som modelleres separat for hvert nett på et digitalt kart. Ved å tilføye modeller for abonnentmobilitet og de sytemtrekk ved radionettet som skal simuleres, til det virkelige celledelte radionettet som er skapt på grunnlag av kartet, blir et praktisk

simuleringskonsept oppnådd ved hjelp av hvilket driften av det virkelige celledelte nettet kan analyseres gjennom simuleringer i forskjellige tilstander og med forskjellige parameterkombinasjoner. Nettstyringsfunksjoner som inntraff under en driftsmessig simulering utført i det kunstige nettet og radio-omgivelsen, blir lagret, og den oppnådde statistiske informasjon om driften av nettet kan deretter benyttes som tilbakemeldingsdata for å lokalisere de kritiske områdene i radionettet som skal simuleres, og for å endre nettparameterne i det minste i disse områdene. Virkningen av de endrede parametere kan testes umiddelbart ved å utføre en ny driftsmessig simulering og analyse av driften av nettet på grunnlag av den oppnådde statistiske informasjon. Denne type iterativ behandling muliggjør en optimal justering eller avstemming av nettstrukturen og parameterne selv før det virkelige nettet er blitt etablert. Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kan også anvendes ved eksisterende nett til analyse av den gjensidige avhengighet mellom de cellespesifikke trafikk-styringsparametere og den heterogene (lokale) radio-omgivelse for det virkelige celledelte nett. I stedet for de beregnede feltstyrkeverdier er det derved også mulig å benytte feltstyrkeverdier målt fra det virkelige nettet.

I den foretrukne utførelsesform av oppfinnelsen blir simuleringer utført ved hjelp av individuelle abonnenter, noe som muliggjør en meget mangesidet innsamling av informasjon og ytterligere anvendelser. Simuleringsfunksjonene kan lagres separat for eksempel hver gate, beliggenhet, nettelement eller tilfelle. Aktive abonnenter blir generert ved hjelp av tilfeldige prosesser basert på de forutsagte eller virkelige anropsstatistikker for radionettet som skal simuleres, og/eller på abonnentinntrengningen. De genererte abonnenter kan være forholdsvis urørlige, slik som håndportable telefoner, eller de kan bevege seg innenfor området til flere celler i løpet av anropet, noe som er typisk for kjøretøystasjoner. Mobile abonnenter kan genereres for eksempel ved hjelp av tilfeldige prosesser basert på gatespesifikke trafikk-statistikker, og de kan brukes for å simulere belastningsvirkninger som forårsakes av abonnenttrafikk og anropsstyrings-prosedyrer.

Oppfinnelsen vedrører også et system for planlegging av et celledelt radionett som har systemstyringsparametere, og som omfatter en interaktiv anordning for tilveiebringelse av en modell som representerer det celledelte radionettet og dets radiomiljø på et digitalt kart som omfatter terreng- og topologi-informasjon, hvor modellen i det minste omfatter basisstasjon-posisjoner og antenne-posisjo-

ner, antenneeffekter og antenneretninger for disse, definert slik at radiodekningsområder beregnet på grunnlag av en forhåndsbestemt radiosignal-forplantningsmodell og den informasjon som tilveiebringes ved hjelp av det digitale kartet, dekker fullstendig et ønsket, geografisk område. Systemet kjennetegnes ved at det videre omfatter en anordning for generering av aktive abonnenter som skal plasseres i respektive posisjoner på det digitale kartet, og radioforbindelser opprettet av de aktive abonnentene, for simulering av modellen; en anordning for å bestemme i det minste feltstyrke og interferensforhold ved hver posisjon av hver generert, aktiv abonnent under den respektive radioforbindelse i modellen av radiomiljøet som er frembrakt på det digitale kartet; en anordning for simulering av systemfunksjoner i tilknytning til valg av basisstasjon, basisstasjonoverlevering, kanaltildeling og aktiv forbindelsesstyring av abonnentene, generert ved hjelp av genereringsanordningen på grunnlag av de bestemte feltstyrke- og interferensforholdene og i samsvar med de valgte systemstyringsalgoritmene og -parameterne for det celledelte radionettet; en anordning for lagring av hendelsesdata for funksjoner som utføres av simuleringsanordningen; og en anordning for endring av systemstyringsparametrene for det celledelte radionettet på grunnlag av resultatene av simuleringen.

Et annet aspekt ved oppfinnelsen angår et styringssystem for et celledelt radionett, hvilket styringssystem omfatter en anordning for frembringelse av statistiske data om driften av et fungerende celledelt nett som er i et radiomiljø; og en anordning for endring av styreparametere for det celledelte nettet på grunnlag av de frembrakte statistiske data. Styringssystemet for det celledelte radionettet kjennetegnes ved at anordningen for endring av styringsparameterne videre omfatter

en anordning for lagring av en modell av det celledelte radionettet og radiomiljøet på et digitalt kart som omfatter terreng- og topologi-informasjon, idet modellen omfatter i det minste basisstasjon-posisjoner og antenneposisjoner, antenne-effekter og antenne-retninger for det celledelte nettet,

en anordning for generering av aktive abonnenter i respektive posisjoner på det digitale kartet og radioforbindelser opprettet av de aktive abonnentene i henhold til de statistiske data som er frembrakt fra det fungerende celledelte nettet,

en anordning for å bestemme i det minste feltstyrke- og interferens-forhold ved hver posisjon av hver generert, aktiv abonnent under den respektive radioforbindelse i modellen av radiomiljøet som er skapt på det digitale kartet;

en anordning for simulering av systemfunksjoner i tilknytning til valg av basisstasjon, basisstasjon-overlevering, kanaltildeling og aktiv forbindelses-styring av abonnentene som er frembrakt ved hjelp av genereringsanordningen, på grunnlag av de bestemte feltstyrke- og interferens-forhold og i samsvar med system-styringsalgoritmer og -parametere for det celledelte radionettet;

en anordning for lagring av hendelsesdata for funksjoner som utføres ved hjelp av simulerings-anordningen, og

en anordning for endring av system-styringsparameterne på grunnlag av resultatene av simuleringen.

I det følgende vil oppfinnelsen bli beskrevet mer detaljert ved hjelp av utførelsesformer som refererer til de vedføyde tegninger, hvor:

Fig. 1 viser et flytskjema som illustrerer de viktigste aspekter ved planleggingsmetoden ifølge oppfinnelsen;

Fig. 2 viser et flytskjema som illustrerer en trafikkgenereringsprosess i henhold til oppfinnelsen;

Fig. 3 er et mer detaljert blokkskjema over systemblokken på figur 1;

Fig. 4 er et skjema som illustrerer presentasjonen av statistisk simuleringsinformasjon for de forskjellige systemkomponentene i det celledelte nettet;

Fig. 5a - 5f er grafiske utmatninger for presentasjonen av statistikker om antall anrop, anropskvalitet og antall overleveringer på et grafisk brukergrensesnitt for eksempel;

Fig. 6a - 6f viser et eksempel på hovedtrekkene ved en manuelle analyse av et celledelt nett på grunnlag av de grafiske representasjonene av driftsstatistikker; og

Fig. 7 er et blokkskjema over forbindelsen mellom systemet i henhold til oppfinnelsen og et celledelt nett i drift.

Hovedprinsippet ved fremgangsmåten for fremgangsmåten og systemet for planlegging i henhold til oppfinnelsen, er lettest synlig fra det kombinerte blokkskjema og flytskjema på figur 1. På figur 1 er funksjoner av en viss type gruppert i

separate blokker for å tilveiebringe en modulær struktur som ikke er nødvendig, men vanligvis meget fordelaktig ettersom den muliggjør bruk av den samme fremgangsmåten og det samme systemet ved driftsmessig simulering og analyse av nesten alle systemer og nett av celledelt type. Hovedtrekkene ved hver blokk vil bli beskrevet nedenfor.

Blokk 1 er en interaktiv programvare-pakke for nettkonstruksjon som utgjør grunnlaget for nettplanleggingen. Den sørger for tilveiebringelse av strukturen til det nettet som skal simuleres, og en modell som representerer dets virkelige heterogene radio-omgivelse på et digitalt kart. Det digitale kartet er en forutsetning for datamaskinbasert nettplanlegging og det tilveiebringer vanligvis informasjon om området som er under planlegging, vedrørende i det minste topografien (høyden av terrenget), terrengtype og veier/gater. Ved å anvende programvaren i blokk 1 anbringer operatøren basisstasjonene for det celledelte nettet på det digitale kartet og beregner dekningsområdene for basisstasjonene ved hjelp av en matematisk forplantningsmodell som er innbefattet i programvaren.

I den foretrukne utførelsesform av oppfinnelsen blir funksjonene til blokk 1 realisert ved hjelp av nett-planleggingssystemet NPS/X til Nokia Telecommunications Inc.

Planleggingssystemet kan også inneholde det praktiske målesystemet som er vist i blokk 2, slik som Nokias nettmålingssystem NMS/X, for å utføre praktiske målinger i virkelige terreng og i nettet, og de dermed oppnådde resultatene (for eksempel feltstyrke-verdier) kan brukes som tilbakemeldingsinformasjon ved nettplanleggingen.

Abonnent-trafikk som er nødvendig for simuleringen av det celledelte radionettet og dets radio-omgivelse tilveiebrakt i blokk 1, blir skapt og styrt i blokk 4. Abonnent-trafikken kan bestå av deterministisk bevegelse av en abonnent eller massetrafikk av tilfeldig type. I førstnevnte tilfelle blir det hovedsakelig anvendt enkelt ruteberegning, og ingen spesielle mobilitetsmodeller er nødvendige. Massetrafikk sørger for modelleringen av belastningsvirkningene som forårsakes av abonnentmobiliteten i det celledelte nettet, noe som krever at abonnentmobiliteten og den lokal trafikkintensiteten skal modelleres.

De systemspesifikke egenskapene til det celledelte radionettet som skal planlegges i hvert spesielle tilfelle, finnes i blokk 3. Blokk 3 inneholder de systemspesifikke anropsstyrings-algoritmene med deres nettelement-spesifikke parametere og andre mulige systemegenskaper som påvirker radio-omgivelsen. Formålet med blokk 3 er å overvåke tilstanden til radio-omgivelsen som en funksjon av bevegelsen av abonnentene som genereres på det digitale kartet, og ytelsen til funksjoner som simulerer de nødvendige nettstyrings-prosedyrer. I denne beskrivelsen vil hovedvekten bli lagt på egenskaper som er spesifikke for det celledelte GSM-radiosystemet; ved å modifisere innholdet av blokk 3, kan imidlertid planleggingssystemet på figur 1 lett tilpasses planlegging og simulering av det celledelte NMT-radiosystemet eller andre systemer.

Simuleringskonseptet ifølge oppfinnelsen blir oppnådd når abonnenttrafikk blir generert ved hjelp av blokk 4 i radionettet og dets heterogene kunstige radioomgivelse skapt på det digitale kartet i blokk 1, og de systemspesifikke funksjonene i blokk 3 blir anvendt på det ovennevnte nettet i drift, som illustrert ved hjelp av elementene 9 og 10 i flytskjema på figur 1. Nettstyringshendelser som inntreffer under simuleringene (blokk 10) blir lagret som simuleringsstatistikk i en database 6. Simulering kan også tilveiebringe grafiske representasjoner i sann tid, men de virkelige nyttige anvendelsene blir vanligvis realisert ved behandling av simuleringsstatistikkene som er lagret i databasen 6 i blokk 8 ved hjelp av spesielle ytterligere behandlingsprogrammer for å oppnå de ønskede anvendelsesspesifikke resultater.

Systemet omfatter videre et grafisk interaktivt brukergrensesnitt 5 for utførelse av nettplanleggingen i blokk 1 og påfølgende endringer (av for eksempel effektnivået); for utførelse av de innledende definisjoner og endringer (slik som parametervalg) i blokk 3 og 4; for starting av simuleringen; muligens for grafisk overvåkning av simuleringen i sann tid; for innledning og starting av de ytterligere behandlingsprogrammene; og for fremvisning av de oppnådde resultater på en grafisk fremvisningsanordning. Det interaktive, grafiske brukergrensesnittet 5 omfatter naturligvis vanligvis en grafisk farge-fremvisningsanordning med høy oppløsning, et tastatur og en mus.

I den foretrukne utførelsesform av oppfinnelse kjøres systemet på en Sun arbeidsstasjon og brukergrensesnittet utgjøres på toppen av Sun View, som er et system som understøtter interaktive, grafisk baserte anvendelser som kjøres innenfor windows.

Som nevnt ovenfor inneholder blokk 1 digital kartinformasjon om det området som skal planlegges, dvs. et digitalt kart. Det er forskjellige typer informasjon som kan digitaliseres og brukes for deknings-forutsigelser. De viktigste informasjonstypene når det gjelder nettplanlegging, er topografi (terrenghøyde) områdetyper, veier og trafikk-tetthet. Det finnes også forskjellige måter for datapresentasjon, men rasterformatet synes å være det som er best egnet. Kartområdet blir derved inndelt i rasterenheter (område-bildeelementer) som kan være rektangulære eller kvadratiske, og typisk ha en størrelse på 50 meter - 500 meter i celledelte radio-anvendelser. For mikrocelle-modelleringen som er nødvendig i tette bymessige miljøer, bør det brukes kart med mer informasjon og høyere oppløsning. Informasjon om bygningene og gatene er svært viktig, slik at en bildeelement-størrelse på omkring 10 meter er rimelig. Gatene kan lagres i vektorformat.

Operatøren anbringer nettelementene, hovedsakelig basisstasjoner BS, ved ønskede posisjoner på det digitale kartet og bestemmer deres antenneplassering, antenneeffekt, antenneretning og frekvenstildeling. Formålet er å forsøke å finne optimale posisjoner og parametere for basisstasjonene slik at dekningsområdene til basisstasjonene dekket det ønskede området fullstendig med passende overlapping. Formålet med frekvensplanlegging er å bestemme et frekvensgjenbruk-mønster som kan anvendes, og så basisstasjon-spesifikke frekvensgrupper for å minimalisere nivået av nettinterferens (og for å oppfylle kapasitetsbehovene). Kapasitetsplanlegging definerer antallet basisstasjon-spesifikke kanaler slik at lokale kapasitetsbehov blir oppfylt (dette har en viss forbindelse med frekvensgjenbruksmønsteret).

Dekning av en celle i et område innenfor hvilket feltstyrken til basisstasjonen overstiger en forut bestemt terskelverdi. Ifølge oppfinnelsen blir dekningsforutsigelsene for de basisstasjonene som er anbrakt på det digitale kartet, bestemt ved hjelp av en spesiell radiosignal-forplantningsmodell, slik som Okumura-Hata-modellen som benytter topografi- og områdetype-informasjon fra den numeriske kartet og forskjellige systemspesifikke beregningsparametere. På denne måten

blir det beregnet en feltstyrke-matrise for hvert område-bildeelement på det digitale kartet, som inneholder en forutsagt verdi av feltstyrken til hver basisstasjon som er anbrakt på kartet på stedet. Verdier som representerer signalstyrker blir oppnådd direkte fra de ovennevnte matriser ved å omforme feltstyrke-verdiene til dBm-verdier.

Trafikkgenerering utført i blokk 4 er illustrert ved hjelp av flytskjemaet på figur 2. I den foretrukne utførelsesform av oppfinnelsen blir simuleringen realisert ved hjelp av individuelle abonnenter. Abonnentutstyrene i et celledelt radionett kan typisk deles i kjøretøystasjoner og håndportable stasjoner. På grunnlag av disse utstyrstypene kan radionett-abonnentene videre deles i to grupper som adskiller seg fra hverandre hovedsakelig når det gjelder mobilitet. Håndportable apparater er vanligvis forholdsvis immobile, mens kjøretøystasjoner kan bevege seg innefor området til flere celler under et enkelt anrop.

På grunn av den konstante bevegeligheten til kjøretøystasjonene, må systemet utføre aktive anropsstyrings-prosedyrer for å opprettholde et anrop. For å simulere disse prosedyrene og samtidig belastningsvirkningene av abonnenttrafikken, er det blitt utviklet en trafikkmodell for kjøretøystasjonene som realiserer genereringen av aktive anrop og styrer bevegelsen av abonnentene. Blokk 21 på figur 2 inneholder informasjon om den lokale inntrengning av abonnentutstyrene og statistikker om antall anrop (slik som antall anrop pr. abonnentutstyr), på grunnlag av hvilke intensiteten av anropene som skal genereres (blokk 23) bli bestemt ved hjelp av en passende tilfeldig prosess (blokk 22). Blokk 24 inneholder anropslengde-statistikk på grunnlag av hvilken varigheten av hvert anrop (blokk 26) blir bestemt ved hjelp av en annen tilfeldig prosess 25. Blokk 29 inneholder for eksempel statistikk om gatespesifikke trafikkmengder, trafikktetthet, hastighetsfordeling, o.s.v., på grunnlag av hvilken posisjonen på det digitale kartet (blokk 27) forplantningsretningen (blokk 30) og forplantningshastigheten (blokk 30) blir bestemt for hvert anrop ved hjelp av tilfeldige prosesser 28, 31 og 33. På denne måten kan aktive abonnenter som beveger seg uavhengig i en forut bestemt retning med en forut bestemt hastighet i et digitalisert gatenett 36 på det digitale kartet 35, genereres ved å kombinere (blokk 34) informasjonen fra blokkene 33, 26, 27, 30 og 32. Når den aktive mobilabonnenten ankommer et knutepunkt (for eksempel veikryss), blir det valgt en ny retning og forplantningshastighet

(blokk 27, 30, 32) for abonnenten ved hjelp av de tilfeldige prosessene 28, 31 og 33. Dette fortsetter inntil den tiden som er gitt til anropslengden i blokk 26, har utløpt og anropet blir frigjort.

Oppløsningen til det digitale kartet er typisk 50 x 50 meter, og dermed kan det forventes at de håndportable apparatene forblir i det samme område-bildeelementet under samtalen. Det kan da videre forventes at belastningsvirkningene av de håndportable apparatene hovedsakelig opptrer som dynamisk bakgrunnsbelastning avhengig av tid og sted. Om ønsket kan den lokale intensiteten av denne bakgrunnstrafikken bestemmes ved hjelp av den lokale tettheten av de håndportable apparatene, anropsstatistikker og spesielle områdespesifikke vektkoeffisienter. Slike områdespesifikke vektkoeffisienter kan være avhengig av for eksempel befolkningstettheten og områdetypen (industri/forretning/bolig). Dessuten bør spesielle områder slik som messeområder og flyplasser tas i betraktning separat.

Forskjellige ytterligere trekk kan tilføyes trafikkmodellen basert på individuelle abonnenter og tilfeldige prosesser om ønsket. For eksempel kan en trafikklys-styresimulering tilføyes den ovennevnte veikryss-oppførsel, og dermed er det også mulig å modulere trafikk-kork ved veikryss. På den annen side krever tilføyelsen av disse trekk nye tilfeldige prosesser som kan forsinke og komplisere simuleringene, mens de fordelene som oppnås kan være ganske marginale. Den hovedstrukturen som er beskrevet ovenfor, kan faktisk betraktes og muliggjøre en tilstrekkelig nøyaktig modulering av abonnentmobilitets-virkninger i det celledelte radionettet.

Ved simulering av et eksisterende nett i drift, kan statistikkene i blokkene 21, 24 og 29 oppdateres ved hjelp av statistikkene for nettet som er i drift, som illustrert i blokk 37, for kontinuerlig å avstemme mobilitetsmodellen.

Figur 3 viser et mer detaljert driftsmessig blokkskjema av systemet i blokk 3 på figur 1 ved bruk av et GSM/PCN-nett som et eksempel. For å lette forståelsen vil virkemåten og parameterne for GSM-nettet først bli beskrevet. GSM-nettet omfatter flere parametere enn konvensjonelle analoge nett, slik som NMT. Hovedparameterne for hver basisstasjon BTS er lagret i en basisstasjon-styreenhet BSC. Blant de viktigste parameterne med hensyn til nettplanlegging, er effektnivåene til abonnentutstyret MS og basisstasjonen BTS, d.v.s. den radiofrekvente effektstyringstrategien. Den optimaliserer RF-effektutmatningen fra mobilstasjo-

nen og basisstasjonen mens den sikrer at den nødvendige effekt er tilstrekkelig til å understøtte tilstrekkelig talekvalitet. Basisstasjonen styrer talekvaliteten og sender måleresultatene som mottas fra mobilstasjonen og sine egne måleresultater til basisstasjon-styreenheten BSC i hver ESCCH-multiramperiode (480 ms). Hvis talekvaliteten ikke er aksepterbar, søker basisstasjonen etter potensielle basisstasjoner (celler) for overlevering. Cellevalget og overleverings-beslutningene er basert på de ovennevnte måleresultater og forskjellige parametere. Slike parametere omfatter den mottatte nivå og mottakskvaliteten. Basisstasjonen kan opprettholde en tabell med opptil 32 naboceller for hver basisstasjon og lagre nivåene etter hvert som de mottas. Basisstasjonen utfører de interne basisstasjon-overleveringene selvstendig. Hvis der er en intern basisstasjon-overlevering som skal utføres. sender basisstasjonen en liste over foretrukne celler til mobilsentralen MSC, og mobilsentralen utfører overleveringen i henhold til listen. Generelt løper effektstyringen for både basisstasjonen og mobilstasjonen uavhengig og parallelt med overleveringsprosessen, men i visse tilfeller har effektstyringen forbindelse med overleveringsprosessen. En overlevering ville for eksempel være et bedre valg enn en effektøkning hvis noen av nabocellene tillater kommunikasjon med et lavere sendereffekt-nivå. Med et riktig valg av effektnivå (PC) og overleverings (HO)-terskler, vil basisstasjonen opprettholde talekvalitet ved hjelp av effektstyringen, og vil foreslå en overlevering bare når abonnentutstyret MS virkelig når cellens tjenestegrense. Hvis både HO- og PC-terskelbetingelsene er oppfylt, har overleveringen en større prioritet enn effektstyringen. I tilfeller hvor overleveringen ikke kan foretas, kan effektøkningen brukes som et første middel.

I måleblokken 302 på figur 3 gir de GSM-spesifikke samplingsfunksjonene utført for å spesifisere et lokalt feltstyrke- og interferens-miljø. Måleblokken har en grensesnittanordning 303 til trafikkblokken 4 og NPS/X-blokken 1 på figur 1. Måleblokken 302 mottar informasjon om den løpende posisjon av de genererte aktive abonnenter på det digitale kartet fra blokk 4. Feltstyrke-verdiene til de seks sterkeste basisstasjonene i område-bildeelementet på det digitale kartet hvor den aktive abonnenten befinner seg, blir tilveiebrakt direkte fra feltstyrke-matrisen til dette spesielle område-elementet, hvilken matrise befinner seg i blokk 1 sammen med frekvensskjemaet for nettet som skal planlegges og posisjonsdataene for basisstasjonene.

Det ovennevnte frekvensskjemaet for nettet som skal simuleres, danner et grunnlag for de interferensmålingene som utføres ved hjelp av blokk 302. Frekvensskjemaet blir anvendt for å identifisere mulige interfererende basisstasjoner og andre lignende posisjonsspesifikke feltstyrke-verdier som er oppnådd fra feltstyrke-matrisen på område-bildeelementet. Den lokale signalkvaliteten kan anslås ved hjelp av en bærefrekvens/interferens-analyse (C/I-analyse) utført i hvert område-bildeelement. En tilsvarende bitfeil-forholdsverdi BER og en signal-kvalitetsklassifisering kan også bestemmes på grunnlag av C/I-analysen. Dette kan gjøres ved å sammenligne bærefrekvensen til en spesiell kanal med bærefrekvensen til en tilstøtende kanal eller med signalene fra andre basisstasjoner som utnytter den samme kanalen i det samme nettet. Interferensbestemmelsen blir utført ved hjelp av basisstasjon-spesifikke feltstyrker beregnet i område-bildeelementet på det digitale kartet ved å kontrollere forholdet mellom hvert basisstasjonpar i hvert område-bildeelement. Interfererende basisstasjoner blir bestemt på grunnlag av frekvensskjemaet tatt i betraktning for eksempel alle de basisstasjonene som benytter de samme frekvenser som den basisstasjonen som dominerer i dette spesielle område-bildeelementet. For å minimalisere unødvendig beregning kan det bestemmes en terskelverdi på grunnlag av hvilken bare de sterkest interfererende basisstasjonene blir tatt i betraktning.

I praksis er en umiddelbar interferens-situasjon selvsagt avhengig av tilstanden til de interfererende basisstasjonene og kanalen, og av innvirkningen av effektstyringen. Disse trekk kan tas hensyn til under simulering ved tildeling av en spesifikk kanal for hvert generert anrop, i samsvar med frekvensskjemaet og kanaltabellene, i samsvar med låsingen til basisstasjonen. På denne måten blir bare de interfrensvirkningene som forårsakes av de aktive kanalene tatt i betraktning ved interferensanalysen. Virkningene av dynamisk effektstyring kan tas i betraktning ved å utføre de nødvendige adderings- og subtraheringsprosedyrene av decibel-verdiene i forbindelse med justeringene. Målinger mellom abonnentutstyret MS og basisstasjonen BTS krever videre avstandsdata mellom MS og BTS, noe som kan bestemmes på grunnlag av avstanden mellom posisjonen for basisstasjonen BTS og det aktuelle område-bildeelementet til abonnentutstyret.

Blokken 301 omfatter systemfunksjonene i forbindelse med kanalstyringen. Formålet med blokken 301 er å styre kanaltildelingen i forbindelse med låsingene til cellene og overleveringene, og styre den øyeblikkelige sampling som utføres av måleblokken 302 på grunnlag av kanal-tilstandsdata. For dette formål opprettholder styreblokken 301 basisstasjon-spesifikke kanaltabeller som lagrer kanaltildeling og tilstandsdata, for eksempel hvis kanalen er ledig eller opptatt. I tillegg kan blokke 301 inneholde ekstra systemalgoritmer, slik som diskontinuerlig overføring eller frekvenshopping, ettersom den styrer interferensmålingen, og de konkrete virkninger av disse funksjoner kan sees hovedsakelig i de kanalspesifikke interferensanalysene.

Blokken 304 omfatter de systemfunksjonene som skal simuleres, omfattende hovedsakelig algoritmene i tilknytning til cellevalget og den aktive forbindelsesstyringen, som kan modifiseres av operatøren via brukergrensesnittet 5. I dette spesielle tilfellet inneholder blokke 304 slike systemspesifikke algoritmer som anropsoppsetningsalgoritmen 305, effektstyringsalgoritmen (PC) 306, overleveringsalgoritmen (HO) og radiosvikt-algoritmen (RLF) 308. De forskjellige styringsparameterne i tilknytning til algoritmene, er lagret i en database 309 i hvilken operatøren kan modifiseres dem via brukergrensesnittet 5. Blokken 304 omfatter videre en forbehandling 310 for sampler innsamlet ved hjelp av måleblokken 302. Forbehandlingen tilveiebringer identifikasjonskoder som representerer tilstanden til hver forbindelse. Ved anropsoppsetting blir den abonnenten som er generert i trafikkblokken 4 på det digitale kartet, låst, under styring av anrop-oppsetningsalgoritmen 305, til en celle (basisstasjon) som har den største feltstyrkeverdien i det område-bildeelementet hvor abonnenten befinner seg. Effektstyringen og kanalendrings-identifikasjonskodene som frembringes av forbehandlingen 310 ut fra måleresultatene i måleblokken 302, blir kontinuerlig sammenlignet med tilsvarende basisstasjon-spesifikke styreparametere som er lagret i databasen 309 i samsvar med effekt-styringsalgoritmen 306 og kanal-endringsalgoritmen 307. Ifølge RLF-algoritmen 304 blir anropet ansett å være avbrutt hvis kvaliteten av forbindelsen forblir under en forut bestemt terskelverdi over en tilstrekkelig tidsperiode. Blokken 304 utveksler kontinuerlig kanaltilstands- og tildelings-data med styreblokkene 301.

Ettersom primærfunksjonen for simuleringen er å innsamle informasjon om driften av nettet for etterfølgende analyse, blir systemfunksjonene som utføres under simuleringen og deres bakgrunnsinformasjon, slik som måleresultatene til blokken 302 og de identifikasjonskodene som er dannet på grunnlag av disse, lagret i databasen 6 for simuleringsresultatet på figur 1 så forståelig som mulig. Spesielt gir bruken av individuelle abonnenter i simuleringen en mulighet for uhyre variert innsamling av data og ytterligere anvendelser. Lagringen av de forskjellige simuleringshendelsene kan være for eksempel gatespesifikk, stedsspesifikk, nettelement-spesifikk eller årsaks-spesifikk. Simuleringshendelser som skal lagres, omfatter i det minste anropsoppsettinger, anropsnedkoplinger, forbindelsesfeil, effektstyringer og endringer.

Selv om det også er mulig i systemet ifølge oppfinnelsen å realisere oppfølging under simuleringen, består den virkelige nytteanvendelsen av simuleringen av etterbehandling av hendelsesstatistikker som er lagret i databasen 6. Siktepunktet er å sile ut relevant informasjon, noe som kan utføres ved hjelp av etterbehandingsprogrammene som er illustrert ved hjelp av blokk 8 på figur 1. De kan klassifiseres i henhold til deres avansementsgrad på følgende måte: grafiske anvendelser, analyse-anvendelser og optimaliseringsanvendelser.

Grafiske anvendelser tar sikte på behandling av hendelsesstatistikkene som er skapt under simuleringene, til visuelle, grafiske representasjoner. Figur 4 viser et hierarkisk diagram av etterbehandlede grafiske representasjoner hvor operatøren for eksempel kan velge å mate ut til et grafisk brukergrensesnitt. Den øverste horisontale raden på figur 4 viser statistikker om hele nettet ved hjelp av histogrammer, hvor hver søyle i hvert histogram representerer en mobilsentral MSC for eksempel. Høyden av søylen i hvert kolonnediagram kan igjen representere trafikkbelastning, antall blokkerte anrop, antall anrop i kø, totalt anropsantall, antall kanaloverføringer, kanalkvalitet, antall effektstyringer, antall forbindelsessvikt, osv. i de respektive mobilsentralene MSC. Den andre horisontale raden på figur 4 viser de tilsvarende histogrammer for basisstasjon-styreenhetene BSC som styres av den spesielle mobilsentralen, den tredje horisontale raden for basisstasjonene styrt av den spesifikke BSC, og den fjerde horisontale raden viser histogrammer som representerer spesifikke basisstasjoner. Simuleringsstatistikkene kan også presenteres som grafiske kartpresentasjoner, som vist i den nedre raden

på figur 4. Blokken 400 illustrerer for eksempel hendelser pr. områdeenhet, blokken 402 fordelingen av hendelsene på en viss rute, og blokken 402 illustrerer hendelser som en funksjon av radiomiljøet på en viss rute.

Lignende grafiske representasjoner er også vist på figur 5. Figur 5a illustrerer antallet anrop i de forskjellige mobilsentralene, og figur 5b illustrerer anropstettheten i forskjellige nettområder som en kartpresentasjon. Figur 5c viser antallet anrop av forskjellige kvaliteter i hver mobilsentral ved hjelp av histogrammer, og figur 5d illustrerer fordelingen av anrop av forskjellige kvaliteter som en kartrepresentasjon. Figur 5e illustrerer antallet kanalendringer for hver mobilsentral, og figur 5f illustrerer fordelingen av kanaloverleveringer som en kartrepresentasjon.

Denne typen hendelsesspesifikke presentasjoner muliggjør en systematisk evaluering av den relative ytelsen til de forskjellige deler av det celledelte nettet eller de enkelte nettelementene på grunnlag av forskjellige kriterier. Figur 6 viser en skisse av en praktisk utførelsesform, hvor driften av de forskjellige nettelementene kan vurderes på grunnlag av feltstyrke-fordelingen av anropstrafikken som leveres av dem. Figur 6a viser et histogram som illustrerer antallet anrop som har en signalstyrke lavere eller høyere enn xdBm separat for hver mobilsentral MSC. Det fremgår av figur 6a at antallet forbindelser med for dårlig kvalitet er forholdsvis høy ved MSC3. Ved hjelp av valg foretatt av operatøren gjennom brukergrensesnittet 5, kan de laveste hierarkiske nivåene i nettet nås (figur 4), og dermed kan det sees at de dårlige forbindelsene er konsentrert i basisstasjon-styreenheten BSC3 blant basisstasjon-styreenhetene BSC for mobilsentralen MSC3 som er vist på figur 6b. Ved undersøkelse av basisstasjonene under styring av BSC3 ved hjelp av den grafiske representasjonen på figur 6c, kan det videre sees at de dårlige forbindelsene er konsentrert ved basisstasjonen BTS3 og der spesielt på radiokanal 3, noe som fremgår av histogrammet på figur 6d. Signalstyrken til basisstasjonen BTS3 på forskjellige ruter kan så undersøkes ved hjelp av kartrepresentasjonen på figur 6e. Figur 6f viser variasjon i signalstyrken ved forskjellige avsnitt av rutene som er vist på figur 6e. Ved hjelp av denne informasjonen kan man forsøke å endre strukturen, effekten eller parameterne til nettet gjennom brukergrensesnittet 5 slik at en tilstrekkelig signalstyrke kan oppnås i de oppdagede kritiske områdene. Virkningen av det nye verdisettet blir så undersøkt ved hjelp av

en ny simulering, hvoretter verdisettene kanskje igjen blir endret på grunnlag av de oppnådde resultater. Ved å fortsette iterativt på denne måten, kan nettparametrene og verdisettene endelig optimaliseres.

Analysering av anvendelser er uavhengige anvendelsesprogrammer hvis formål er å analysere den statistiske informasjon som tilveiebringes ved hjelp av simuleringene. Programvaren kan for eksempel sammenligne simuleringsresultatene med forut bestemte grenseverdier og mate ut eventuelle detekterte avvik til operatøren gjennom brukergrensesnittet. På grunnlag av resultatene av analysene, er det mulig å for eksempel "svarteliste" nettelementene som er vurdert som de mest kritiske når det gjelder ytelseskriterier anvendt i hvert spesielle tilfelle. Analyseprogrammene kan også klassifiseres i lignende hendelsesspesifikke anvendelsesområder som de ovennevnte grafiske representasjoner, og dermed kan problemer i forbindelse med driften av typiske celledelte nett identifiseres og lokaliseres ved hjelp av dem. En enkel utførelsesform er et program som utfører analyser som er vist på figur 6a til 6 f, og så mater ut en liste over basisstasjoner som ansees å være de mest kritiske på bakgrunn av feltstyrke-fordelingen. Bestemmelsen og ytelsen til de aktuelle korreksjonsprosedyrene må fremdeles gjøres av operatøren gjennom brukergrensesnittet 5.

Optimaliseringsanvendelser representerer det mest avanserte nivå for ytterligere behandlingsprogrammer. Disse anvendelsesprogrammene analyserer driften av nettet selvstendig og definerer så riktige styringsprosedyrer for optimalisering av nettets drift. Optimalisering blir vanligvis forsøkt utført ved å korrigere nettkonfigurasjonen, og dermed blir justeringen av for eksempel basisstasjon-parameterne og kanalendrings-styreparameterne for nettet av betydelig viktighet. Programmene arbeider iterativt, d.v.s. at verdien av de styreparameterne som påvirker hendelsen som skal reguleres, blir justert etter hver analyse. Deretter blir en ny simulering kjørt og analysen blir gjentatt. Dette fortsetter inntil ytelseskriteriene som er fastsatt av operatøren eller de vanlige sluttkriteriene som er definert for programmet (antall iterasjoner eller kjøretid for programmet) er oppfylt. Optimaliseringsanvendelsene kan også klassifiseres på samme måte som de grafiske anvendelsene. En praktisk utførelsesform er et program for optimalisering av celleområder og kanal-overleveringer som søker etter kortvarige kanal-endringssituasjoner, for eksempel, og undersøker om de er nødvendige for anropskvaliteten

eller opprettholdelsen. På grunnlag av analysene forsøker programmet å regulere grensene for tjenesteområdene til vedkommende basisstasjoner ved hjelp av effektnivået og styreparameterne for kanaloverlevering.

Under simulering av et virkelig celledelt nett i drift, kan det kontinuerlig tilveiebringes informasjon for systemet i henhold til oppfinnelsen ved å utnytte statistikkene til nettet som er i drift, og ytelsen til nettet kan overvåkes ved hjelp av simuleringene som utføres ved hjelp av systemet, slik at optimal nettstruktur, konfigurasjon og styringsparametere på bakgrunn av den driftsmessige ytelse av nettet, kan finnes. Disse optimale verdiene kan innstilles eller tilføres det celledelte nettet som er i drift enten manuelt eller automatisk. Som vist på figur 7, kan systemet 70 i henhold til oppfinnelsen ha en grensesnittanordning 73 til et drifts- og vedlikeholds-senter OMC 72 for et celledelt GSM-nett 71, for eksempel et OMC som er kommersielt tilgjengelig fra Nokia Cellular Inc., idet OMC tilveiebringer informasjon til systemet 70 om driften av nettet 72 og gjør det mulig for systemet 70 å endre nettkonfigurasjonen, for eksempel styringsparametere. Driften av det celledelte nettet 71 kan dermed optimaliseres kontinuerlig i samsvar med løpende forhold. Når systemet 70 ifølge oppfinnelsen anvender de ovennevnte selvstendige analyseanvendelsene og tilfører optimaliserte parameterverdier automatisk til MC 72, oppnås det et celledelt nett som er i stand til fullstendig automatisk tilpasning.

Figurene og beskrivelsen i forbindelse med disse, er bare ment å illustrere oppfinnelsen, som kan variere når det gjelder detaljer, innenfor rammen av de vedføyde krav.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for planlegging av et celledelt radionett som har en trafikk-styringsprosess, systemstyringsparametere og et radiomiljø, omfattende:

frembringelse av en nettmodell som representerer det celledelte nettet og dets radiomiljø på et digitalt kart,

k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten videre omfatter:

tilføyelse av systemegenskaper som påvirker trafikk-styringsprosessen for det celledelte radionettet i forbindelse med at nettmodellen representerer det celledelte radionettet og dets radiomiljø for rutespesifikk, driftsmessig simulering av det celledelte radionettet, innbefattende flere simuleringshendelser;

optimalisering av det celledelte radionettets systemstyringsparametere, og derved driften av det celledelte radionettet, på grunnlag av statistiske simuleringsresultater som beskriver driften av det celledelte radionettet,

tilføyelse av en trafikktetthetsmodell i forbindelse med modellen som representerer det celledelte radionettet og dets radiomiljø, idet trafikktetthetsmodellen omfatter en abonnent-mobilitetsmodell; og

bruk av immobile og/eller mobile, individuelle abonnenter som genereres på det digitale kartet, i simuleringen.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter det trinn å lagre simuleringshendelsene separat for hver gate, hvert sted, hvert nettelement og/eller hver årsak.

3. System for planlegging av et celledelt radionett som har systemstyringsparametere, omfattende:

en interaktiv anordning (1) for tilveiebringelse av en modell som representerer det celledelte radionettet og dets radiomiljø på et digitalt kart som omfatter terreng- og topologi-informasjon, hvor modellen i det minste omfatter basisstasjon-posisjoner og antenne-posisjoner, antenne-effekter og antenneretninger for disse, definert slik at radiodekningsområder beregnet på grunnlag av en forhåndsbestemt radiosignal-forplantningsmodell og den informasjon som tilveiebringes ved hjelp av det digitale kartet, dekker fullstendig et ønsket, geografisk område,

k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet videre omfatter:

en anordning (4) for generering av aktive abonnenter som skal plasseres i respektive posisjoner på det digitale kartet, og radioforbindelser opprettet av de aktive abonnentene, for simulering av modellen;

en anordning (302) for å bestemme i det minste feltstyrke og interferensforhold ved hver posisjon av hver generert, aktiv abonnent under den respektive radioforbindelse i modellen av radiomiljøet som er frembrakt på det digitale kartet;

en anordning (3) for simulering av systemfunksjoner i tilknytning til valg av basisstasjon, basisstasjonoverlevering, kanaltildeling og aktiv forbindelsesstyring av abonnentene, generert ved hjelp av genereringsanordningen (4) på grunnlag av de bestemte feltstyrke- og interferensforholdene og i samsvar med de valgte systemstyringsalgoritmene og -parameterne for det celledelte radionettet;

en anordning (6) for lagring av hendelsesdata for funksjoner som utføres av simuleringsanordningen; og

en anordning (5) for endring av systemstyringsparametrene for det celledelte radionettet på grunnlag av resultatene av simuleringen.

4. System ifølge krav 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d at genereringsanordningen (4) er innrettet for å generere aktive abonnenter ved hjelp av en tilfeldig prosess basert på de faktiske anropsstatistikker og/eller abonnentinntrengning i det nevnte området.

5. System ifølge krav 3 eller 4,
k a r a k t e r i s e r t v e d at genereringsanordningen (4) er innrettet for å generere aktive abonnenter som beveger seg i et gatenett på det digitale kartet ved hjelp av en tilfeldig prosess, basert på faktiske, gatespesifikke trafikkmengdestatistikker.

6. System ifølge krav 3, 4 eller 5,
k a r a k t e r i s e r t v e d at genereringsanordningen (4) er innrettet for å tilordne til hver generert abonnent en selvstendig, innledende hastighet, retning og forbindelsestid på grunnlag av en forhåndsbestemt, statistisk, tilfeldig funksjon.

7. System ifølge 3, 4, 5 eller 6,
karakterisert ved at det omfatter en anordning (8) for statistisk behandling av hendelsesdata som er lagret i lagringsanordningen (6), og for grafisk presentasjon av hendelsesstatistikk på et grafisk brukergrensesnitt (5) i endringsanordningen.

8. System ifølge et av kravene 3-7,
karakterisert ved at endringsanordningen innbefatter en anordning som gjør det mulig for en operatør å velge og behandle grafiske, statistiske presentasjoner på et grafisk brukergrensesnitt.

9. System ifølge et av kravene 3-8,
karakterisert ved at det omfatter et grensesnitt (73) til et virkelig, fungerende nett (71, 72) for mottakelse av informasjon om driften av det virkelige nettet, for bruk i simuleringen.

10. System ifølge et av kravene 3-9,
karakterisert ved at det omfatter et grensesnitt (73) til et virkelig, fungerende celledelt nett (71, 72) for endring av parametere i nettet manuelt eller automatisk, basert på simuleringen.

11. Styringssystem for et celledelt radionett, omfattende:
en anordning for frembringelse av statistiske data om driften av et fungerende celledelt nett som er i et radiomiljø; og
en anordning for endring av styreparametere for det celledelte nettet på grunnlag av de frembrakte statistiske data,
karakterisert ved at anordningen for endring av styringsparameterne videre omfatter
en anordning (1) for lagring av en modell av det celledelte radionettet og radiomiljøet på et digitalt kart som omfatter terreng- og topologi-informasjon, idet modellen omfatter i det minste basisstasjon-posisjoner og antenneposisjoner, antenne-effekter og antenne-retninger for det celledelte nettet,

en anordning (4) for generering av aktive abonnenter i respektive posisjoner på det digitale kartet og radioforbindelser opprettet av de aktive abonnentene i henhold til de statistiske data som er frembrakt fra det fungerende celledelte nettet,

en anordning (302) for å bestemme i det minste feltstyrke- og interferensforhold ved hver posisjon av hver generert, aktiv abonnent under den respektive radioforbindelse i modellen av radiomiljøet som er skapt på det digitale kartet;

en anordning (3) for simulering av systemfunksjoner i tilknytning til valg av basisstasjon, basisstasjon-overlevering, kanaltildeling og aktiv forbindelses-styring av abonnentene som er frembrakt ved hjelp av genereringsanordningen (4), på grunnlag av de bestemte feltstyrke- og interferens-forhold og i samsvar med system-styringsalgoritmer og -parametere for det celledelte radionettet;

en anordning (6) for lagring av hendelsesdata for funksjoner som utføres ved hjelp av simulerings-anordningen, og

en anordning (5) for endring av system-styringsparameterne på grunnlag av resultatene av simuleringen.

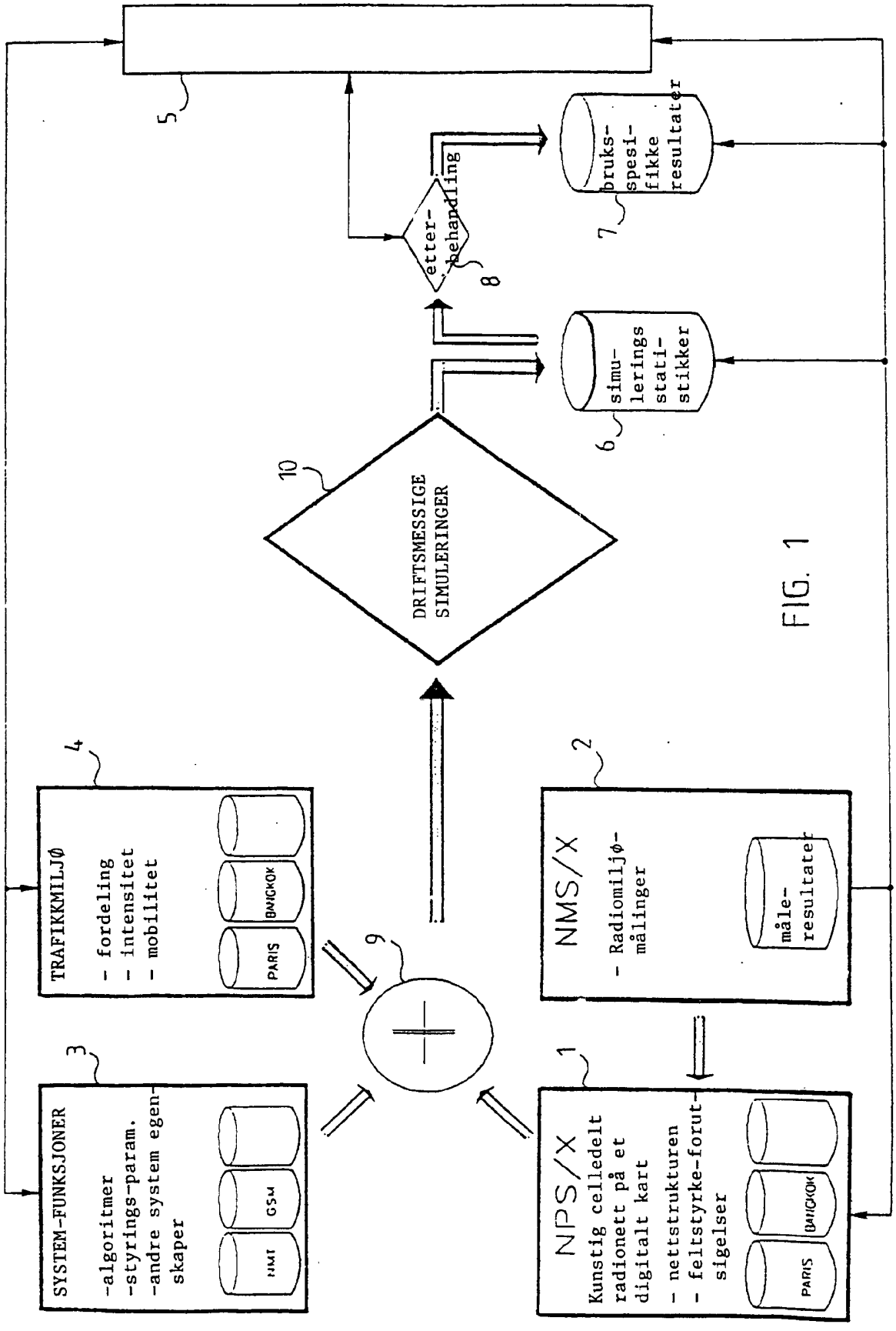

5
bruks-
spesi-
fikke
resultater
7
etter-
behandling
8
simu-
lerings
stati-
stikker
6
10
DRIFTSMESSIGE
SIMULERINGER
4
TRAFIKKMILJØ
- fordeling
- intensitet
- mobilitet
PARIS
BANGKOK
9
2
NMS/X
- Radiomiljø-
målinger
måle-
resultater
3
SYSTEM-FUNKSJONER
-algoritmer
-styrings-param.
-andre system egen-
skaper
HMT
GSM
1
NPS/X
Kunstig celledelt
radionett på et
digitalt kart
- nettstrukturen
- feltstyrke-forut-
sigelser
PARIS
BANGKOK

FIG. 1

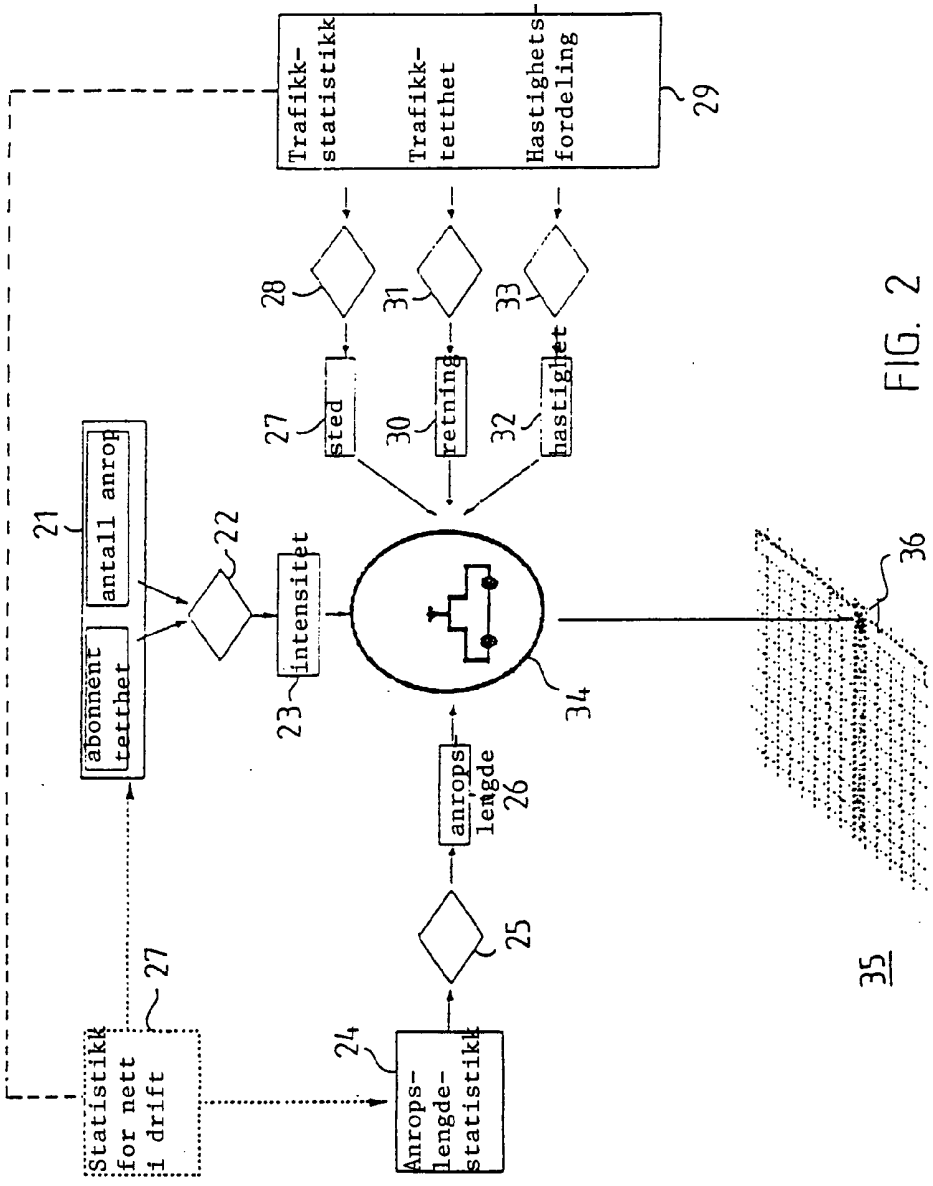

Trafikk-statistikk
Trafikk-tetthet
Hastighets-fordeling
29
28
31
33
27
sted
30
retning
32
hastighet
21
antall anrop
abonnent tetthet
22
intensitet
23
34
36
35
anrops lengde
26
25
24
Anrops-lengde-statistikk
Statistikk for nett i drift
27

FIG. 2

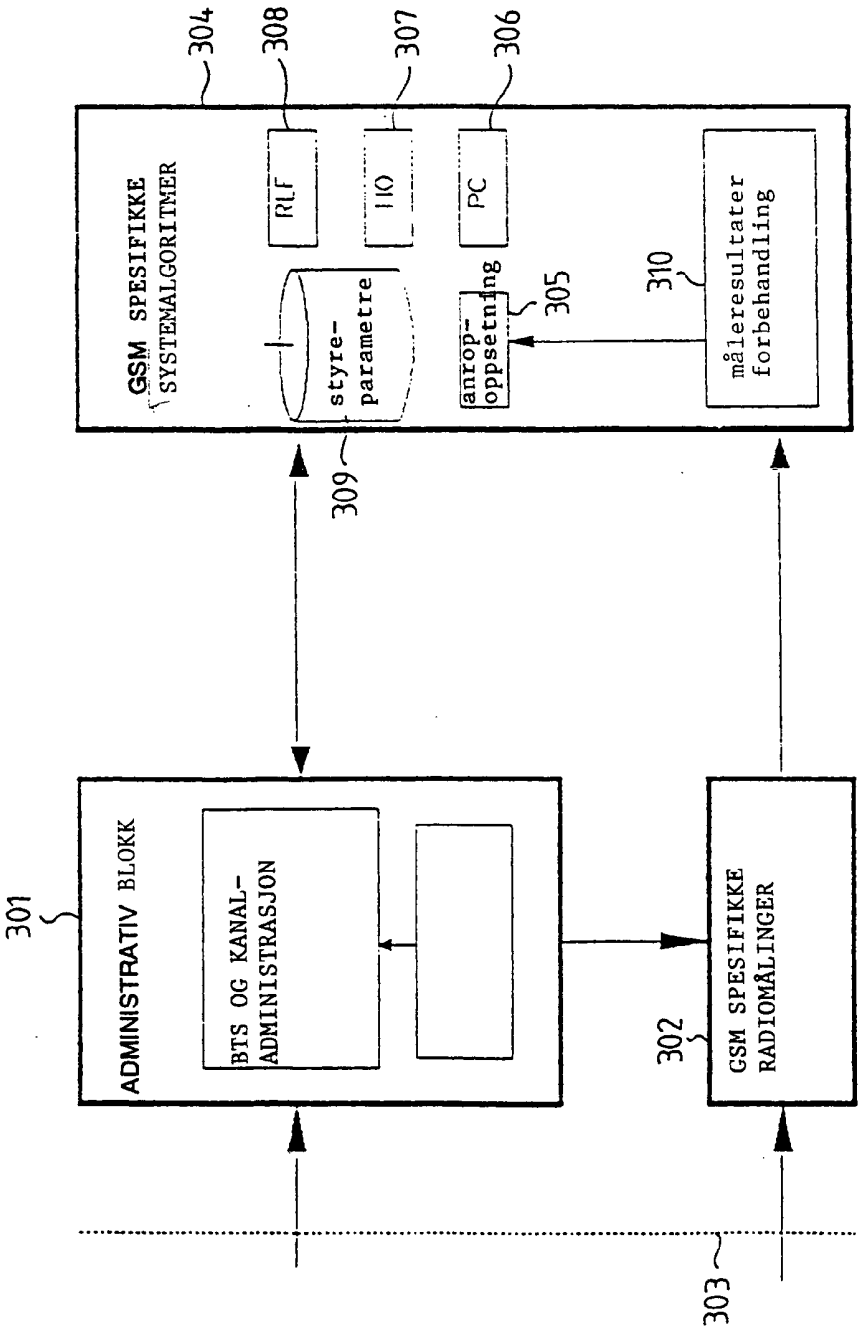

304
308
307
306
GSM SPESIFIKKE SYSTEMALGORITMER
RLF
HO
PC
styre-parametre
anrop-oppsetning
måleresultater forbehandling
305
310
309
301
ADMINISTRATIV BLOKK
BTS OG KANAL-ADMINISTRASJON
302
GSM SPESIFIKKE RADIOMÅLINGER
303

FIG. 3

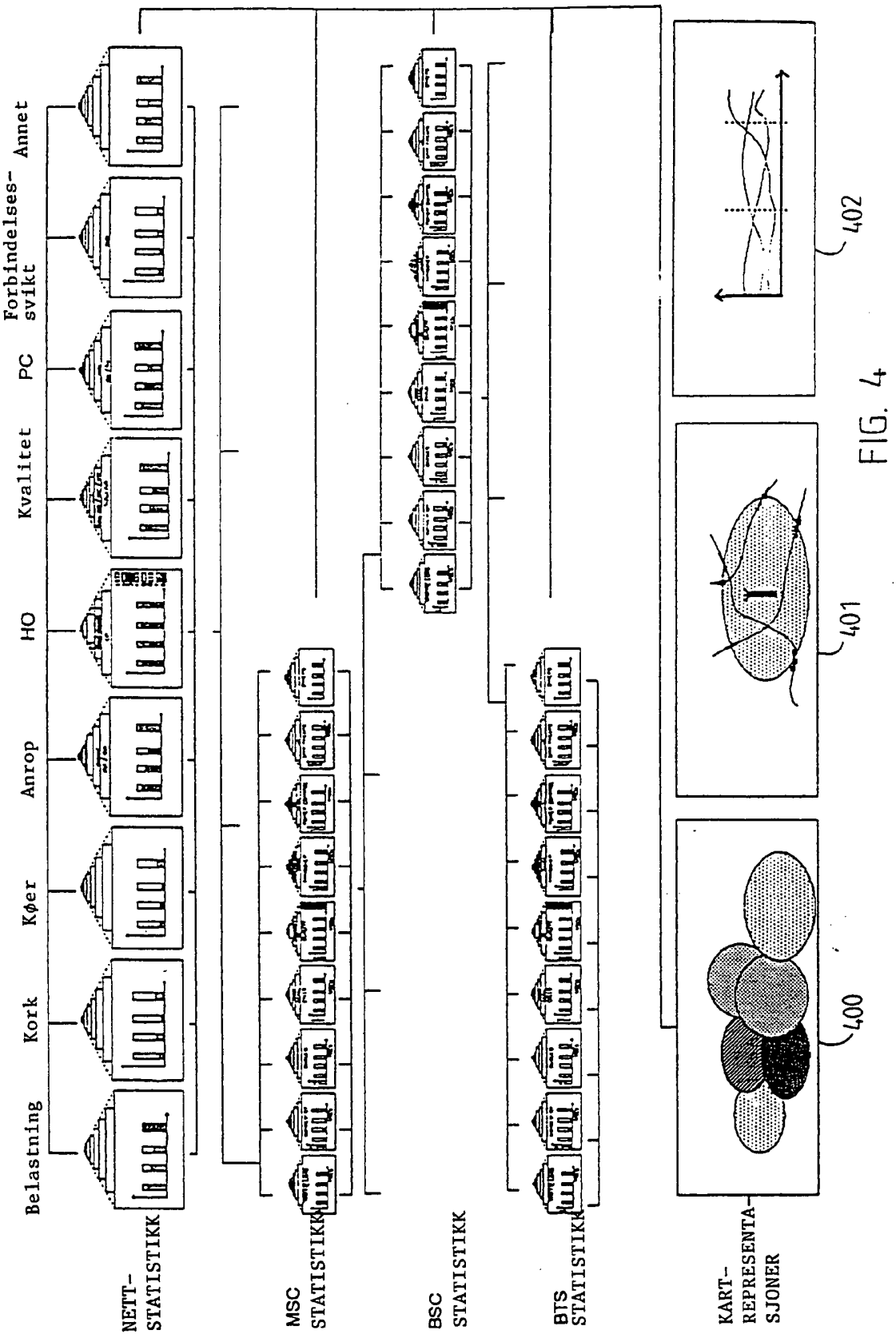

Belastning
Kork
Køer
Anrop
HO
Kvalitet
PC
Forbindelses-svikt
Annet
NETT-STATISTIKK
MSC STATISTIKK
BSC STATISTIKK
BTS STATISTIKK
KART-REPRESENTA-SJONER
400
401
402

FIG. 4

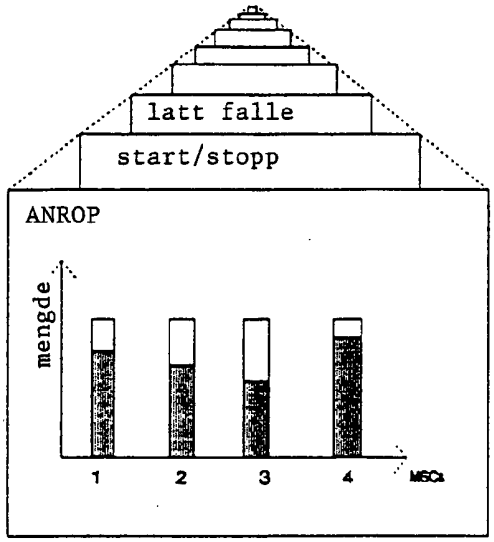


FIG. 5a

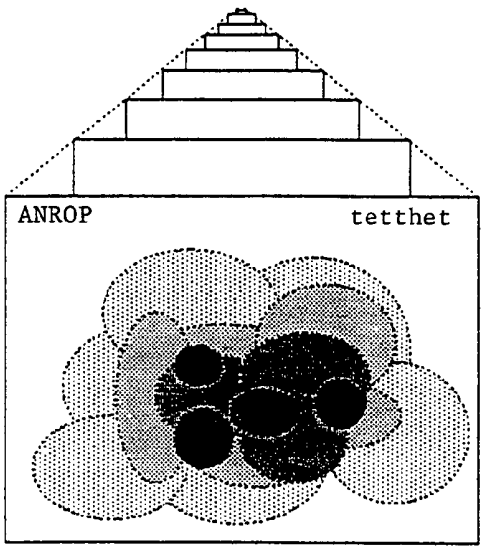


FIG. 5b

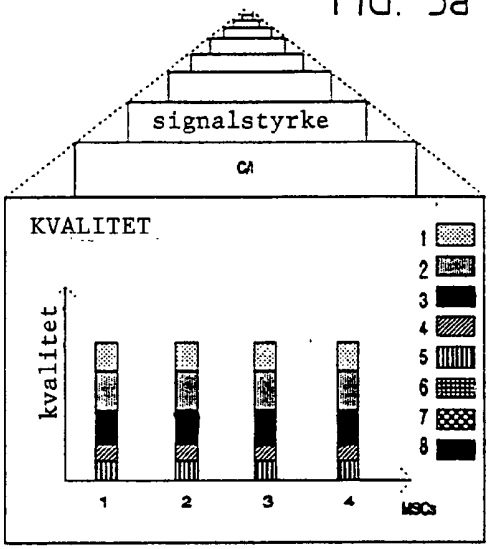


FIG. 5c

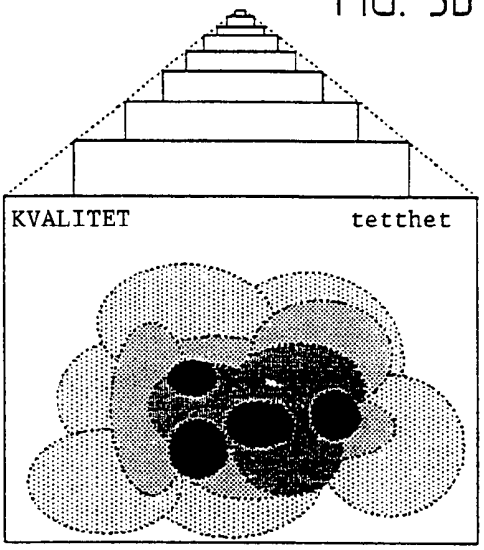


FIG. 5d

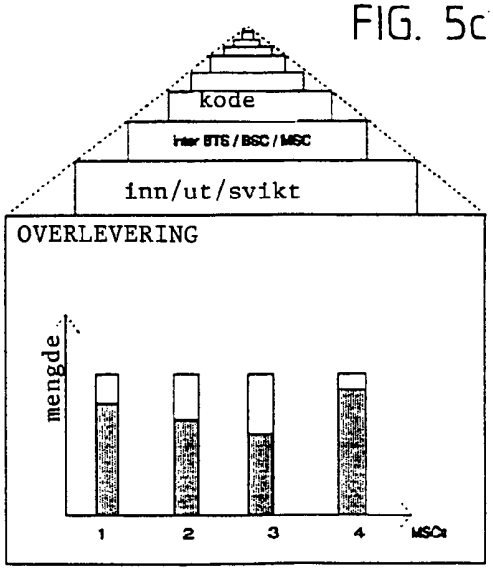


FIG. 5e

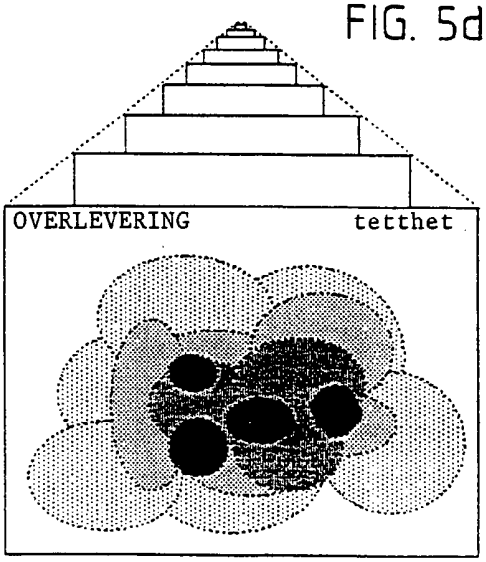


FIG. 5f

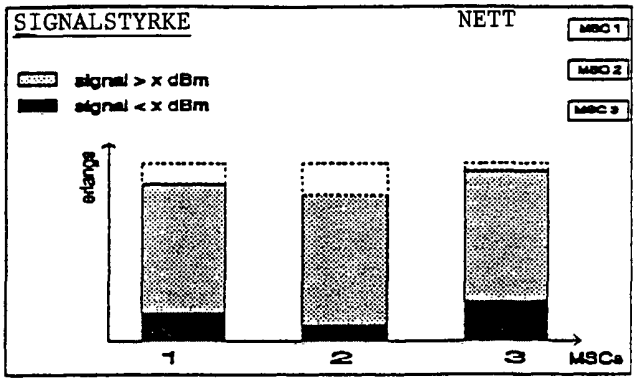


FIG. 6a

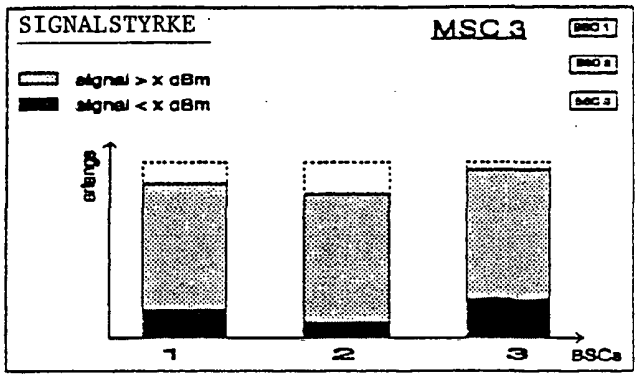


FIG. 6b

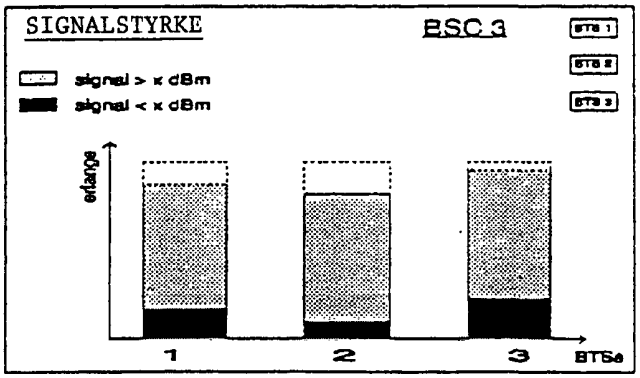


FIG. 6c

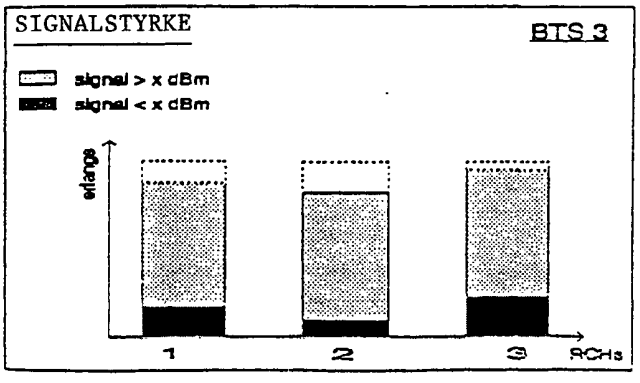


FIG. 6d

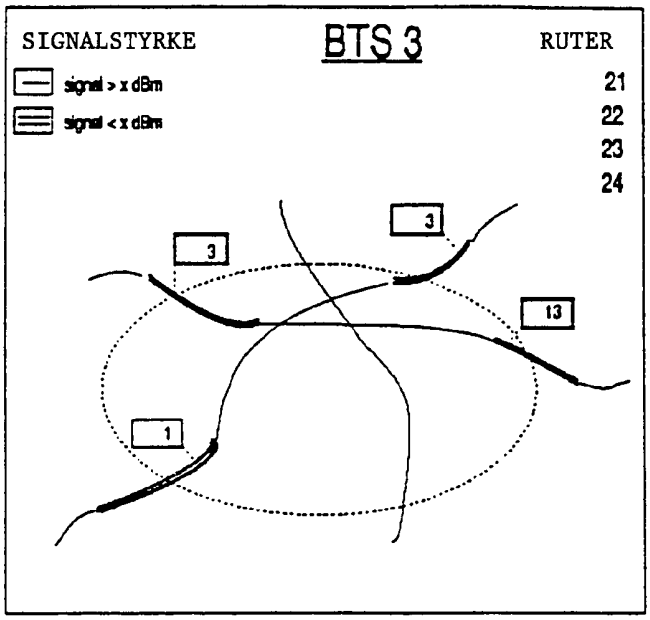

SIGNALSTYRKE
BTS 3
RUTER
signal > x dBm
signal < x dBm
21
22
23
24
3
3
13
1

FIG. 6e

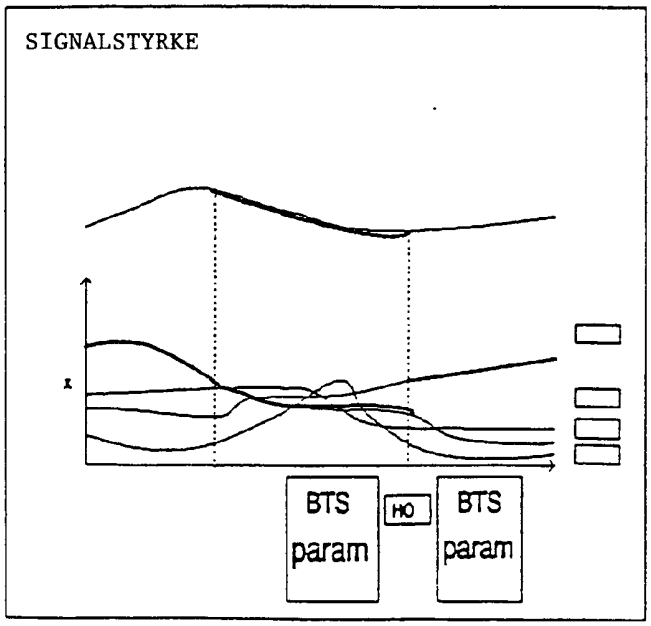

SIGNALSTYRKE
x
BTS
param
HO
BTS
param

FIG. 6f

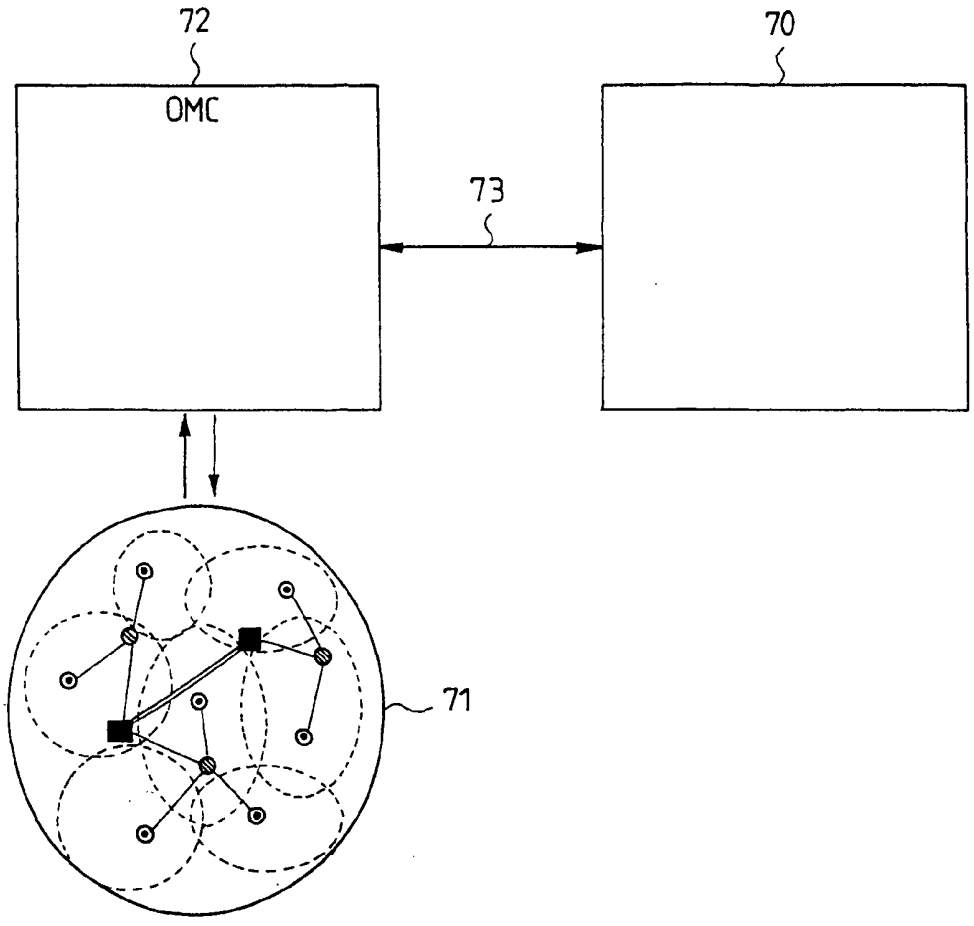


FIG. 7