



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(51) Int Cl⁷

(11) 316830

H 04 Q 7/38

(13) B1

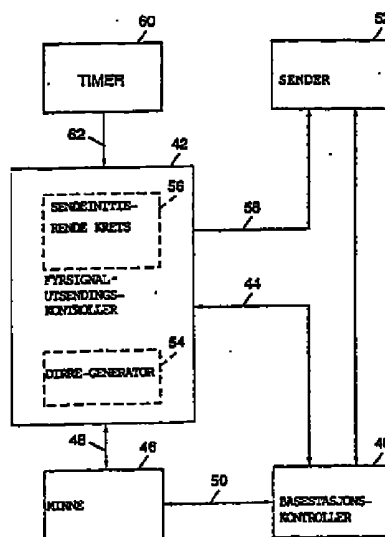
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19990900	(86)	Innt.inng.dag og søknadsnr	1997.08.22 PCT/SE97/01390
(22)	Inng.dag	1999.02.25	(85)	Videreføringsdag	1999.02.25
(24)	Løpedag	1997.08.22	(30)	Prioritet	1996.08.30, US, 708039
(41)	Alm.tilgj	1999.04.28			
(45)	Meddelt	2004.05.24			

(71)	Søker	Telefonaktiebolaget L M Ericsson , S- 16483 Stockholm, SE
(72)	Oppfinner	Jacobus Cornelis Haartsen, Doddegras 29, NL-7623 DK Borne, NL
(74)	Fullmektig	Onsagers AS , Postboks 6963 St Olavs Plass, Oslo, NO

(54)	Benevnelse	Radiokommunikasjonssystemer og fremgangsmåter for radiofyrsignaltransmisjon med jitter
(56)	Anførte publikasjoner	US 4703324, GB 2264842
(57)	Sammendrag	

Radiofyrsignaltransmisjon mellom en privat radiokommunikasjonsbasestasjon og en mobil terminal innen transmisjonsområdet for den private radiokommunikasjonsbasestasjonen, utformet for å forhindre interferens med overlappende, ukoordinerte private radiokommunikasjonsnettverk er tilveiebrakt ved fyrsignalutsending med dirring (eng.: jitter). Den private basestasjonen sender ut radiofyrsignalskurer ved dirrede tidsintervaller, som varierer pseudo-tilfeldig for å unngå gjentatte radiofyrsignalkollisjoner mellom ukoordinerte private radiokommunikasjonsnettverk med overlappende transmisjonsområder. Fyrsignalets tids-dirring blir utført pseudo-tilfeldig i et mønster som er assosiert med en identifikasjonsverdi for en basestasjon. Den mobile terminalen avleder identifikasjonsverdien som er assosiert med basestasjonen og statusinformasjon fra et mottatt radiofyrsignal, og bestemmer om basestasjonen er tilgjengelig for kommunikasjon med den mobile terminalen. Den mobile terminalen synkroniserer videre med de dirrede fyrsignalutsendingene fra basestasjonen, basert på den forhåndsbestemte dirregenereringsfunksjonen assosiert med identifikasjonsverdien for basestasjonen avledet fra det mottatte radiofyrsignalet. Den mobile terminalen er derved i stand til enkelt å opprettholde synkroniseringen med én eller flere basestasjoner i private radiokommunikasjonsnettverk uten å miste synkronisering på grunn av gjentatte radiofyrsignalskur-kollisjoner mellom basestasjonene.



Oppfinnelsen angår radiokommunikasjonssystemer og særlig ukoordinerte, private radiokommunikasjonssystemer.

I løpet av de siste tiårene har den kommersielle anvendelsen av cellulær radiokommunikasjon for trådløs telefoni og mobiltelefoni vist en veldig økning.

- 5 Disse cellulære nettverkene for store områder kan typisk deles inn i to deler: en fast del som omfatter et sammenkoblet nettverk av radiobasestasjoner, og en mobil eller portabel del som omfatter de mobile terminalene som kan ha tilgang til nettverket, f.eks. radiotelefoner. Hver basestasjon sender kontrollinformasjon på en kontrollkanal som kan brukes av de mobile terminalene for å få tilgang til
- 10 nettverket. Hver radiobasestasjon i nettverket dekker et begrenset område som kalles cellen. De ulike basestasjonene i nettverket er koordinert via basestasjonkontrollere (BSC). Et frekvens-gjenbruksmønster (fast eller adaptivt) anvendes for å unngå interferens i transmisjonene fra ulike basestasjoner. Eksempler på disse cellulære systemene omfatter AMPS, D-AMPS og GSM.

- 15 I private makrocelle-systemer adskiller nettverksdelen seg fra ekvivalenten i cellulære nettverk for store områder. De private systemene må generelt være mye billigere (siden systemkostnaden deles mellom færre brukere). I tillegg dekker de private systemene typisk et innendørsmiljø, som er mindre predikterbart enn utendørsmiljøet (f.eks.: vegger, dører som åpnes og lukkes, korridorer som tjener
- 20 som bølgeledere). Derfor opererer radiobasestasjonene i innendørssystemer generelt på en mer autonom måte, idet de selv avgjør hvilke kanaler som skal brukes for trafikk og for kontroll- (eller fyr-) informasjon.

- I trådløse telefonsystemer for forretning eller kontor, som f.eks. DECT, kan det fortsatt finnes en viss grad av interaksjon mellom basestasjonene i et enkelt
- 25 innendørs nettverk. Selv om radiobasestasjonene i et forretningssystem som DECT er så autonome som mulig, er de løst tidssynkronisert gjennom nettverket for å kunne tillate overleveringer fra én basestasjon til en annen. Nettverksfunksjoner utføres i en basestasjon-kontroller. For overleveringsformål er det viktig at fyrsignalene (eng.: the beacons) fra ulike basestasjoner ankommer den mobile
- 30 terminalen i et begrenset tidsvindu for å bli avsøkt i løpet av kommunikasjonens ledige rammer (eng: idle frames). I private systemer for boliger, slik som f.eks. en trådløs telefon, danner radiobasestasjonen for den trådløse telefonen et enkelt, privat nettverk som bare er tilknyttet PSTN, og det finnes typisk ingen kommunikasjon eller synkronisering med andre private basestasjoner for boliger
- 35 (som dem hos naboene). I innendørs radiosystemer finner radiobasestasjoner selv kanaler å operere på. Disse kanalene bør helst ikke interferere med andre, nærliggende radiobasestasjoner. Derfor finner en radiobasestasjon kanalene som har det minste nivå av interferens (de stilleste kanalene) før den begynner å sende.

Periodiske målinger kan utføres for å sikre at basestasjonen forblir på de minst interfererte kanaler.

Tradisjonelle, analoge radiotelefonisystemer anvender generelt et system som betegnes "frequency division multiple access" (FDMA) for å opprette

5 kommunikasjonskanaler. Som et praktisk forhold som er velkjent for fagfolk, blir radiotelefon-kommunikasjonssignaler, som er modulerte bølgeformer, typisk overført over forhåndsbestemte frekvensbånd i et spektrum av bærefrekvenser. Disse diskrete frekvensbåndene tjener som kanaler som cellulære radiotelefoner (mobile terminaler) kommuniserer med en celle over, gjennom basestasjonen eller

10 satellitten som betjener cellen. I USA har f.eks. føderale myndigheter allokert for cellulær kommunikasjon en blokk av UHF-frekvensspekteret, videre inndelt inn i par av smale frekvensbånd, et system betegnet EIA-553 eller IS-19B. Parring av kanaler er et resultat av frekvens-dupleks-arrangementet der sender- og mottakerfrekvensene i hvert par er forskjøvet med 45 MHz. For tiden finnes det

15 832 30-Khz brede radiokanaler som er allokert til cellulær mobilkommunikasjon i USA.

Begrensningene i antallet tilgjengelige frekvensbånd fremviser adskillige utfordringer, idet antallet abonnenter øker. Å øke antallet abonnenter i et cellulært radiotelefonisystem krever mer effektiv utnyttelse av det begrensede, tilgjengelige

20 frekvensspekteret for å tilveiebringe totalt flere kanaler, under opprettholdelse av kommunikasjonskvaliteten. Denne utfordringen er forstørret fordi abonnenter kanskje ikke er uniformt fordelt blant cellene i systemet. Flere kanaler kan behøves for bestemte celler for å håndtere potensielt høyere tettheter av lokale abonnenter til enhver gitt tid. F.eks. kan en celle i et urbant område tenkes å inneholde hundrer

25 eller tusener av abonnenter til enhver tid, noe som lett uttømmer antallet tilgjengelige frekvensbånd i cellen.

Av disse grunnene anvender konvensjonelle cellulære systemer frekvens-gjenbruk (eng.: frequency reuse) for å øke den potensielle kanalkapasiteten i hver celle og for å øke spektraleffektiviteten. Frekvensgjenbruk innebærer å allokere

30 frekvensbånd til hver celle, der celler som anvender de samme frekvensene er geografisk separert, for å tillate radiotelefoner i ulike celler samtidig å bruke de samme frekvensene uten å interferere med hverandre. Ved å gjøre dette kan mange tusen abonnenter bli betjent av et system med bare noen hundre frekvensbånd.

En annen teknikk som kan øke kanalkapasiteten og spektraleffektiviteten

35 ytterligere, er "time division multiple access" (TDMA). Et TDMA-system kan implementeres ved å videreinndelegge frekvensbåndene som anvendes i konvensjonelle FDMA-systemer i sekvensielle tidsluker. Selv om kommunikasjon på frekvensbånd typisk opptrer på en felles TDMA-ramme som omfatter et flertall

av tidsluker, kan kommunikasjon på hvert frekvensbånd opptre i samsvar med en unik TDMA-ramme, med tidsluker som er unike for det aktuelle båndet. Eksempler på systemer som anvender TDMA, er den todelte, analoge/digitale IS-54B-standard som anvendes i USA, hvor hvert av de originale frekvensbåndene
 5 EIA-553 blir videreinndelt i tre tidsluker, og den europeiske GSM-standard, som deler hvert av sine frekvensbånd inn i åtte tidsluker. I disse TDMA-systemene kommuniserer hver bruker med basestasjonen ved å bruke skurer av digitale data overført i løpet av brukerens tildelte tidsluker.

En kanal i et TDMA-system omfatter typisk en eller flere tidsluker på ett eller flere
 10 frekvensbånd. Som omtalt ovenfor, brukes trafikkkanaler til å kommunisere tale, data eller annen informasjon mellom brukere, f.eks. mellom en radiotelefon og en fastnett-telefon. På denne måten danner hver trafikkkanal én retning av duplekskommunikasjonslinken som er etablert av systemet fra en bruker til en annen. Trafikkkanaler blir typisk dynamisk tildelt av systemet når og hvor de
 15 behøves. I tillegg "frekvens-hopper" (eng.: frequency hop) systemer slik som det europeiske GSM-systemet trafikkkanaler, dvs. de veksler tilfeldig det frekvensbåndet som en bestemt trafikkkanal blir overført på. Frekvens-hopping reduserer sannsynligheten for interferens-hendelser mellom kanaler, ved å bruke interferensdiversitet og midling for å øke total kommunikasjonskvalitet.

20 Inkludert i de dediserte kontrollkanalene som blir overført i en celle, er forover-kontrollkanaler, som brukes til å kringkaste kontrollinformasjon i en celle i radiotelefonsystemet til radiotelefoner som forsøker å få tilgang til systemet. Kontrollinformasjonen som blir kringkastet på en forover-kontrollkanal, kan omfatte ting som cellens identifikasjon, en assosiert nettverksidentifikasjon,
 25 system-timing-informasjon og annen informasjon som er nødvendig for å få tilgang til radiotelefonsystemet fra en radiotelefon.

Forover-kontrollkanaler, slik som "Broadcast Control Channel" (BCCH) i GSM-standard, blir typisk sendt på et dedisert frekvensbånd i hver celle. En radiotelefon som forsøker å få tilgang til et system, "lytter" generelt til en
 30 kontrollkanal i reservemodus (eng: standby mode), og er usynkronisert til en basestasjon eller en satellitt inntil den fanger inn en basestasjon eller satellittkontrollkanal. For å unngå uønsket interferens mellom kontrollkanaler i naboceller, anvendes konvensjonelt frekvensgjenbruk, der ulike, dediserte frekvensbånd brukes for kontrollkanalen i naboceller, i samsvar med et
 35 frekvensgjenbruks-mønster som garanterer en minimal separasjon mellom celler med felles kanal. Frekvens-hopping, som kunne ha tillatt tettere gjenbruk av kontrollkanal-frekvensbånd, blir typisk ikke anvendt, fordi en usynkronisert radiotelefon generelt ville hatt vanskeligheter med å fange inn en frekvens-hoppet kontrollkanal på grunn av mangelen på et referansepunkt for den anvendte

frekvens-hoppings-sekvensen. Videre kan et frekvensgjenbruks-mønster ikke brukes for private, ukoordinerte radiokommunikasjonssystemer fordi hvert system opererer uavhengig av andre potensielt interfererende systemer.

I kontrollkommunikasjon for radiokommunikasjon blir i alminnelighet en nedlink (eng: downlink) (fra base til portabel) for forover-kontrollkanaler og en opplink (eng: uplink) (fra portabel til base) definert. En radiobasestasjon hører den portables opplink-informasjon med sin opplink-mottaker. For å høre nedlink-informasjonen som er sendt av andre basestasjoner, trenger basestasjonen typisk en nedlink-mottaker i tillegg. Opplinken og nedlinken kan skilles fra hverandre ved ulike frekvenser, såkalt frekvensdelings-dupleks (eng: Frequency Division Duplex) (FDD), eller ved ulike tidsluker, såkalt tidsdelingsdupleks (eng: Time Division Duplex) (TDD). Cellulære systemer bruker typisk FDD som beskrevet ovenfor for nedlink-kontrollkanaler. For å kunne måle andre basestasjoner, måtte en nedlink-mottaker ha vært innebygget i basestasjonen, noe som øker kostnadene. Med TDD-løsningen (eng.: the TDD scheme) kan nedlinken bare være lokalisert ved en annen tidsluke, så mottak av nedlink og opplink kan utføres med den samme mottakerarkitektur. F.eks. benytter DECT TDD-løsningen.

Det finnes et antall årsaker til hvorfor bruken av FDD er å foretrekke fremfor TDD i bestemte anvendelser. Når basestasjonene ikke er tidssynkronisert, resulterer en TDD-løsning generelt i en gjensidig interferens mellom opplink og nedlink. Dessuten kan interferens fra basestasjoner (til portable og andre basestasjoner) være fremtredende, fordi radiobasestasjoner fortrinnsvis er plassert på relativt høytliggende steder for å oppnå siktelinje til portablene. I FDD er opplink og nedlink fullstendig separert i frekvens, og interfererer generelt ikke med hverandre.

Dersom en i tillegg tar i betraktning private systemer som er basert på cellulære luft-grensesnittstandarder som GSM eller D-AMPS, kan FDD anvendes av kompatibilitets-årsaker. I private radiokommunikasjonssystemer som anvender FDD for å skille fra hverandre opplink og nedlink, vil derfor basestasjoner typisk bestemme hvilken kanal det skal opereres på, uten kunnskap om overføringer fra andre, nærliggende radiobasestasjoner.

Dette problemet angår særlig kontroll- eller fyrsignal-kanalen (eng.: beacon channel) for basestasjoner som sender periodisk for å knytte til seg portable. For trafikkanaler kan systemet være istand til å bruke nedlink-mottakeren i den portable for å avlede kunnskap om interferenssituasjonen lokalt. Nedlink-målingene som er gjort i den portable kan så overføres til radiobasestasjonen, som da kan velge den optimale (duplex) trafikkanalen. For fyrsignal-kanalen blir denne fremgangsmåten generelt ikke anvendt, fordi tilstedeværelsen av en portabel ikke kan garanteres når det ikke er noen trafikk.

I ukoordinerte, private radiokommunikasjonssystemer kan mobile terminaler og basestasjoner være ute av stand selv til å etablere kommunikasjonstilgang, dersom radiofyrinterferens oppstår. Slik interferens kan inntreffe mellom
fyrsignalutsendinger i ukoordinerte private radiokommunikasjonssystemer som er
5 lokalisert innen en interferens-avstand, og som utsender radiofyrsignaler med
overlappende tider og frekvenser. Særlig kan radiofyrutsendinger gjensidig
interferere for utstrakte tidsperioder, siden de overføres ved faste tidsintervaller.
Derved kande effektivt forhindre en mobil terminals tilgang til det ukoordinerte
systemet.

- 10 Det er derfor et formål med den foreliggende oppfinnelsen å løse problemet med
fyrsignal-kanalinterferens i private radiokommunikasjonssystemer som er gjensidig
ukordinert og ute av stand til å høre hverandre, men som deler det samme
spekteret.

- 15 Formålene med oppfinnelsen oppnås ved fremgangsmåtene som angitt i de
etterfølgende kravene 1, 3 og 7, ved en radiotelefonbasestasjon som angitt i det
etterfølgende krav 11, og ved et radiokommunikasjonssystem som angitt i det
etterfølgende krav 14.

- 20 For å løse problemet med interferens mellom fyrsignaler fra ulike, ukoordinerte og
usynkroniserte private radiokommunikasjonsbasestasjoner, tilveiebringer den
foreliggende oppfinnelse en basestasjon som anvender korte radiofyrsignal-skurer,
hvis beliggenhet i tid dirrer (eng.: jitter) pseudo-tilfeldig. Kollisjoner mellom
radiofyrsignaler kan forekomme, men det er svært usannsynlig at alle
radiofyrsignaler blir rammet når man tar i betraktning et lengre tidsvindu, fordi
radiofyrsignaler fra ulike basestasjoner dirrer uavhengig. Mer spesielt er det
25 usannsynlig at det vil oppstå et flertall av påfølgende kollisjoner, tilstrekkelig til å
miste synkronisering. Men fordi dirringen for en gitt basestasjon blir utført på en
pseudo-tilfeldig måte, kan en mobil terminal likevel prediktere når det neste
radiofyresignalet fra en identifisert basestasjon vil ankomme, og derfor reduseres
risikoen for tap av synkronisering med basestasjonen på grunn av fyrsignal-
30 dirringen.

- Ifølge ett aspekt ved en fyrsignalutsending i den foreliggende oppfinnelsen, dirrer
tidsperioden mellom tilstøtende radiofyrsignalskurer for den samme
radiobasestasjonen pseudo-tilfeldig omkring en middelvei. I en annen
utførelsesform er antallet rammer mellom tilstøtende radiofyrsignalskurer for den
35 samme radiobasestasjonen konstant, og bare tids-(luke-)posisjonen innen den
rammen der radiofyrsignalet opptrer, varierer pseudo-tilfeldig.

I en utførelse av den foreliggende oppfinnelsen er det tilveiebrakt en privat radiotelefonbasestasjon, omfattende radiosendermidler for å overføre radiofyrsignalskurer for etablering av radiokommunikasjonstilgang med en mobil terminal. Basestasjonen omfatter fyrsignalutsendings-kontrollmidler for kontroll av periodisk overføring av et radiofyrsignal ved dirrede (eng.: jittered) tidsintervaller for å unngå gjentatt kollisjon med fyrsignalutsendinger fra andre, ukoordinerte private basestasjoner. En dirregenerator (eng.: jitter generator) genererer en aktuell fyrsignal-dirreverdi (eng.: beacon jitter value) for hver fyrsignalutsending, som har en størrelse begrenset til en maksimal fyrsignal-dirreverdi og som er frembragt ved en forhåndsbestemt funksjon som har en midlere utgangsverdi som er null. Et initieringsmiddel for fyrsignalutsending initierer fyrsignalutsending etter et forhåndsbestemt tidsintervall, som er en funksjon av den aktuelle fyrsignal-dirreverdien.

Ifølge et annet aspekt ved den foreliggende oppfinnelsen, er det tilveiebrakt en mobil terminal som omfatter en mottaker for mottak av fyrsignalutsendinger fra ukoordinerte private radiotelefon-basestasjoner. Den mobile terminalen omfatter radiofyravlesningsmidler for å avlede identifikasjonsverdien for den sendende basestasjonen fra et mottatt radiofyrsignal. Den mobile terminalen omfatter videre bestemmelsesmidler for å bestemme den forhåndsbestemte dirregenereringsfunksjonen (eng.: the jitter generating function) som er basert på identifikasjonsverdien, og synkroniseringsmidler for å synkronisere den mobile terminalen til tidsintervallene for de dirrede fyrsignalutsendingene, basert på den forhåndsbestemte dirregenereringsfunksjonen. F.eks. vil basestasjonsidentifikasjonsverdien være en parameter i dirregenereringsfunksjonen som tillater den mobile terminalen å prediktere påfølgende dirreverdier.

Det er også tilveiebrakt fremgangsmåter for dirret fyrsignalutsending. Et radiofyrsignal som omfatter en assosiert identifikasjonsverdi og statusinformasjon, blir utsendt av basestasjonen. Basestasjonen venter så en forhåndsbestemt tid før den initierer utsending av det neste sekvensielle radiofyrsignalet. Tiden blir bestemt ved å beregne en aktuell fyrsignal-dirre-verdi og ved å vente en tid som er en funksjon av dirre-verdien og en ønsket midlere tid mellom radiofyrsignalutsendingene. Den initierende utsendingen og ventesyklusen blir så gjentatt for hver påfølgende radiofyrsignalutsending. En mobil terminal mottar det utsendte fyrsignalet. Den mobile terminalen avleder statusinformasjonen fra det mottatte radiofyrsignalet, og bestemmer tilgjengeligheten av basestasjonen for kommunikasjon med den mobile terminalen. Den mobile terminalen avleder også identifikasjonsverdien for basestasjonen og synkroniserer til basestasjonens fyrsignal-timing, basert på en forhåndsbestemt dirre-genereringsfunksjon, assosiert med den identifiserte basestasjonen.

Følgelig henvender den direkte fyrsignalutsendingen ifølge den foreliggende oppfinnelsen seg til problemet med fyrsignalkollisjon mellom ukoordinerte private radiokommunikasjonssystemer, ved å direkte tiden for fyrsignalutsending slik at muligheten for gjentatte kollisjoner reduseres. Den foreliggende oppfinnelsen
 5 tilveiebringer også et pseudo-tilfeldig fyrsignal-dirremønster som er assosiert med en basestasjons-identifikasjonsverdi som i radiofyrsignalet blir overført til en mobil terminal. Den mobile terminalen avleder identifikasjonsverdien, og er deretter istand til å bestemme fyrsignal-dirremønsteret for den identifiserte basestasjonen, for å opprettholde synkronisering selv dersom multiple, sekvensielle
 10 fyrsignalkollisjoner skulle inntreffe.

Kort beskrivelse av tegningene.

Fig. 1 illustrerer skjematisk tre private radiokommunikasjonssystemer som er ukoordinerte og som har overlappende transmisjonsområder;

15 Fig. 2 illustrerer grafisk radiofyrsignalskur-kollisjon mellom ukoordinerte private radiokommunikasjonssystemer;

Fig. 3 illustrerer grafisk direkte overføring av radiofyrsignalskurer for å forhindre gjentatte kollisjoner av radiofyrsignalskurer;

Fig. 3a illustrerer skjematisk en modulær skiftregistergenerator som kan brukes for å generere en fyrsignal-dirrefunksjon i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen;

20 Fig. 4 er et skjematisk blokkdiagram av en basestasjon for personlig radiooverføring, i samsvar med en foreliggende oppfinnelsen;

Fig. 5 illustrerer grafisk en utførelse av fyrsignal-dirring i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen;

25 Fig. 6 illustrerer grafisk en annen utførelse av fyrsignal-dirring i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen;

Fig. 7 illustrerer grafisk fyrsignal-dirring i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen i et multi-ramme TDMA radiokommunikasjonsmiljø;

Fig. 8 er et skjematisk blokkdiagram av en mobil terminal i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen;

30 Fig. 9 er et flytskjema som illustrerer operasjonen av en basestasjon for privat radiokommunikasjon i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen;

Fig. 10 er et flytskjema som illustrerer operasjon av en mobil terminal i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen.

Detaljert beskrivelse av illustrerte utførelsesformer.

Den foreliggende oppfinnelsen vil nå bli beskrevet mer fullstendig med henvisning til vedføyde tegninger, der foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen er vist.

Denne oppfinnelsen kan imidlertid bli utført i mange ulike former, og bør ikke
5 tolkes som begrenset til de utførelsesformene som er vist. Snarere er disse utførelsesformene tilveiebrakt slik at denne fremstillingen blir gjennomført og komplett, og slik at den fullstendig vil overbringe rekkevidden av oppfinnelsen til fagfolk på området.

Med henvisning til fig. 1 er det skjematisk illustrert et driftsmiljø for den
10 foreliggende oppfinnelsen. I fig. 1 er det vist basestasjoner 10A, 10B og 10C, som er ukoordinerte og usynkroniserte radiobasestasjoner som ikke er istand til å lytte til hverandre over luftgrensesnittet på grunn av inkompatibilitet mellom opplink- og nedlink-kanaler. Som illustrert i fig. 1, er basestasjoner 10A, 10B og 10C
15 private, personlige radiokommunikasjonssystemer for boliger, anbrakt inne i private hjem. Et eksempel på et slikt personlig radiokommunikasjonssystem er beskrevet i US patent nr. 5 428 668, som her tas inn som referanse slik den er fremstilt i sin helhet. Hver av disse basestasjonene 10A, 10B og 10C er bare
20 tilknyttet PSTN, og har typisk ingen direkte kommunikasjon med hverandre. Transmisjonsrekkevidden for hver basestasjon er illustrert med stiplede sirkler 12A, 12B og 12C, og som illustrert, overlapper de hverandre. Følgelig kan det inntreffe interferens mellom basestasjonene 10A, 10B og 10C.

Hver av basestasjonene 10A, 10B og 10C sender periodisk ut en kort radiofyrsignalskur som kan inneholde statusinformasjon og en assosiert
25 identifikasjonsverdi for basestasjon 10A, 10B og 10C. Den mobile terminalen 14 kan, hvis den er innen transmisjonsrekkevidden 12A, 12B, 12C for basestasjonen 10A, 10B, 10C, motta radiofyret og bestemme om den bør tilknyttes basestasjon 10A, 10B, 10C.

Med henvisning til fig. 2 skal problemet med fyrsignalbasekommunikasjon på grunn av interferens som skyldes kollisjon mellom fyrsignaler fra ukoordinerte
30 basestasjoner 10A, 10B, 10C, beskrives. Det er illustrert radiofyrsignalutsendinger for basestasjon A 10A, basestasjon B 10B, og basestasjon C 10C, henholdsvis ved 16, 18 og 20. Hver basestasjon 10A, 10B og 10C sender ut en radiofyrsignalskur periodisk. Som illustrert i fig. 2, består derfor hvert radiofyrsignal over tid av en uendelig rekke av fyrsignalskurer, adskilt med en fast periode "T". Siden
35 radiofyrsignalskurene er usynkronisert, kan de innrettes tilfeldig og kollidere som vist for basestasjon A-overføringer 16 og basestasjon C-overføringer 20 ved tidene 22, 24, 26, 28. På grunn av den faste tidsperioden T, vil påfølgende radiofyrsignal 24, 26, 28 også generelt kollidere, så snart en kollisjon inntreffer ved

tidsperiode 22. Avdrift i systemklokkene for basestasjon A 10A og basestasjon C 10C kan føre fyrssignalene bort fra å kollidere med hverandre. Men når klokkeavdriften er liten, kan basestasjon A 10A og basestasjon C 10C ha kolliderende fyrssignaler for en svært lang tid.

- 5 Den tilsiktede fyrssignalutsendings-dirringen i den foreliggende oppfinnelsen løser dette problemet som det er illustrert grafisk i fig. 3. Fig. 3 illustrerer grafisk representasjoner av radiofyrssignalskurutsendinger for basestasjon A 10A, basestasjon B 10B, basestasjon C 10C, henholdsvis ved 30, 32 og 34. Som illustrert i fig. 3 dirrer tidsperioden mellom påfølgende radiofyrssignalskurer for hver
- 10 radiobasestasjon 10A, 10B, 10C innen et forhåndsbestemt vindu for den midlere perioden. Over tid er den midlere perioden mellom radiofyrssignaler fortsatt en fast periode T, som for systemene i fig. 2. Det er fortsatt mulig å ha en kollisjon mellom radiofyrssignaler selv med dirret overføring av radiofyrssignalene, slik det er illustrert ved tidsreferansen 36, hvor en kollisjon inntreffer mellom
- 15 radiofyrssignalene for basestasjon B 10B og basestasjon C 10C. Imidlertid, som illustrert videre i fig. 3, på grunn av dirringen i utsending av radiofyrssignaler, har ikke de neste utsendingene av radiofyrssignaler fra basestasjon B 10B og basestasjon C 10C kollisjon.

- Det kan vises matematisk at sannsynligheten for at M påfølgende
- 20 fyrssignalutsendinger opplever en kollisjon, avtar eksponensielt med økende M. Følgelig vil ikke dirret fyrssignaltransmisjon ifølge den foreliggende oppfinnelse redusere sannsynligheten for en enkelt kollisjon mellom radiofyrssignalutsendinger av ukoordinerte radiobasestasjoner, men sannsynligheten for påfølgende kollisjoner vil likevel avta eksponensielt. På grunn av at sannsynligheten for
- 25 synkroniseringstap mellom mobil terminal 14 og basestasjon 10A, 10B, 10C øker jo lenger tidsperioden mellom mottak av radiofyrssignaler er, vil den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringe en forbedret måte å opprettholde synkronisering mellom mobil terminal 14 og usynkroniserte basestasjoner 10A, 10B, 10C på.

- Ved utøvelse av den foreliggende oppfinnelsen for dirret fyrssignaltransmisjon er
- 30 det foretrukket at dirremønsteret kan bestemmes på en pseudo-tilfeldig måte. Pseudo-tilfeldig refererer her til en dirre-bestemmelse som tilveiebringer passende ukoordinert generering av dirring ved ulike basestasjoner 10A, 10B, 10C, som samtidig tilveiebringer dirring i et dirremønster for enhver annen basestasjon 10A, 10B, 10C, som kan predikteres over tid. I en foretrukket utførelse avhenger f.eks.
- 35 dirremønsteret av, og kan bli prediktert fra, den assosierte identifikasjonsverdien for radiobasestasjonen. Denne pseudo-tilfeldige dirringen er fortsatt tilfeldig med hensyn til dirremønster mellom ulike basestasjoner 10A, 10B, 10C, slik at basestasjoner 10A, 10B, 10C ikke vil dirre med et felles mønster, noe som ville resultere i problemet med gjentatte kollisjoner. Det å ha predikterbart dirremønster

for enhver gitt basestasjon 10A, 10B, 10C assosiert med identifikasjonsverdien for basestasjonen, hjelper imidlertid den mobile terminalen 14 til å holde seg synkronisert med dirret radiofyrssignalutsending fra basestasjon 10A, 10B, 10C. Fordi den mobile terminalen 14 er utstyrt med den assosierte identifikasjonsverdien for basestasjonen i radiofyrssignalet, er den istand til å bestemme dirremønsteret for basestasjonen 10A, 10B, 10C.

I en utførelsesform kan f.eks. den assosierte identifikasjonsverdien for basestasjonen 10A, 10B, 10C definere det pseudo-tilfeldige dirre-mønsteret. Så snart den mobile terminalen 14 kjenner fasen for basestasjon 10A, 10B, 10C i dette mønsteret, kan den mobile terminalen 14 prediktere lokaliseringen av alle fyrssignaler fra den identifiserte basestasjonen 10A, 10B, 10C i fremtiden. Fasen kan overrekkes av basestasjonen 10A, 10B, 10C eksplisitt i fyrssignalet, eller ved første registrering når den mobile terminalen 14 får kontakt med basestasjonen. Etter det kan den mobile terminalen 14 forbli låst til den identifiserte basestasjonen 10A, 10B, 10C uten å tape radiofyrssignalsynkronisering, selv dersom et antall påfølgende radiofyrssignalskurer skulle gå tapt på grunn av kollisjon fra ulike, ukoordinerte nabobasestasjoner 10A, 10B, 10C.

Mer spesielt er et eksempel på en pseudo-tilfeldig teknikk basert på en assosiert identifikasjonsverdi, passende for bruk med den foreliggende oppfinnelsen, som følger. Dirre-funksjonen i den foreliggende oppfinnelsen kan sammenlignes med en krypteringsfunksjon i cellulære nettverk for store områder, som opererer under protokoller slik som GSM. Et krypteringsord blir generert av en funksjon som har en hemmelig nøkkel og et "teller"-tall (eng.: "counter" number) som blir inkrementert for hvert krypteringsøyeblikk, som innganger. Teller-tallet er typisk rammenummeret for TDMA-kanalen. Teller-tallet blir inkrementert modulo-N, hvor N er repetisjonsperioden for krypteringsalgoritmen. Teller-tallet bestemmer i virkeligheten fasen for algoritmen (som akkumuleres konstant). Den hemmelige nøkkelen spesifiserer den spesifikke algoritmen.

For fyrssignaldirring i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen kan en tilsvarende tilnærmingsmåte brukes. Inngangen til dirre-(krypterings-)algoritmen kan være basestasjonidentifikasjonen og et teller-tall som kan være rammenummeret som hvert radiofyrssignal blir sendt med i en ramme. En hemmelig nøkkel kan også valgfritt legges til. Dirre-algoritmen produserer et n-bits ord hvor valgfritt de laveste m minst signifikante bits (LSBs) kan brukes for å avlede 2^m ulike dirre-verdier. Rammenummeret blir inkrementert for hvert nytt dirre-intervall. Basestasjonidentifikasjonen er fast og bestemmer hvordan rammenummeret avbilder dirre-verdien på utgangen. I tillegg til basestasjonidentifikasjonen, kan det legges til en valgfri hemmelig nøkkel, som sammen med basestasjonidentifikasjonen bestemmer avbildningen fra

rammenummeret til dirre-verdien. Den hemmelige nøkkelen kan f.eks. bli gitt til den mobile terminalen 14 ved initialisering. Dette betyr at bare den mobile terminalen 14 har den hemmelige nøkkelen som korresponderer med den mottatte basestasjonidentifikasjonen, som tillater den å synkronisere til basestasjonen.

- 5 For å synkronisere til basestasjonen, kjenner den mobile terminalen 14 basestasjonidentifikasjonen og rammenummeret (og eventuelt den hemmelige nøkkelen). Basestasjonidentifikasjonen kan være sendt i selve fyrsignalet. Rammenummeret kan også være sendt i fyrsignalet (på samme måte som rammenummeret i kringkastingskontrollkanalen for vanlige cellulære nettverk for
- 10 store områder), eller det kan bli tilveiebrakt for den mobile terminalen 14 når den mobile terminalen 14 først registrerer seg for den sendende basestasjonen. Den hemmelige nøkkelen kan bli avledet fra en oppslagstabell som avbilder basestasjonsidentifikasjonen på en hemmelig nøkkel (en oppslagstabell kan genereres i løpet av initialiseringen). En krypteringsalgoritme som kan brukes med
- 15 den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer fortrinnsvis en dirre-verdi som er uniformt fordelt over dens rekkevidde. En fremgangsmåte er å bruke pseudo-tilfeldig binær-sekvens- (eng: Pseudo-Random Binary Sequence) (PRBS)-generatorer som anvender lineære tilbakekoblingsregistre (eng: linear feedback registers) (LFSR) eller modulære skiftregistergeneratorer (eng: modular shift register generators) (MSRG). Et eksempel på en modulær skiftregisterkrets er vist i
- 20 fig. 3a.

- Maskinvaren i eksempelet i fig. 3a består av en rekke skiftregistre 37 som er tilbakekoblet i samsvar med en spesifikk funksjon. Multiplikatorene 38
- 25 multipliserer tilbakekoblingssignalet med koeffisienter a_i ($i=0$ til N) og mater resultatene til modulo-2-addererne (EXORs) 39. Koeffisientene a_0 til a_N bestemmer tilbakekoblingsfunksjonen som i virkeligheten er dirre-funksjonen. a_i kan være 0 eller 1, der en 1 etablerer en tilbakekoblingsforbindelse og en 0 betyr ingen forbindelse. Basestasjonsidentifikasjonen (eventuelt sammen med den hemmelige nøkkelen) bestemmer verdiene av a_i . For å bestemme en ny dirre-verdi, blir det aktuelle rammenummeret lastet inn i skiftregistrene. Så blir
- 30 informasjonen klokket én gang (eller et fast antall ganger), og deretter blir dirre-verdien avledet fra utgangene (eller noen av utgangene) fra skiftregistrene. For en neste dirre-verdi, blir rammenummeret inkrementert, lastet inn i skiftregisteret, og kretsen blir klokket igjen.

- 35 Avbildningen fra basestasjonidentifikasjonen, sammen med den hemmelige nøkkelen, kan gjøres på ulike måter. F.eks. er det mulig å bruke et tabelloppslag som avbilder basestasjonidentifikasjonen på en spesifikk kombinasjon av a_i . Det finnes mange varierende muligheter for å implementere dirre-funksjonen på en

måte som er passende for å oppnå fordelene ved den foreliggende oppfinnelsen, noe som vil innses av fagfolk.

Med henvisning til fig. 4 vil en utførelsesform av basestasjon 10A, 10B, 10C, i samsvar med foreliggende oppfinnelse, beskrives. Basestasjon 10A, 10B, 10C
 5 omfatter basestasjonkontroller 40 eller andre midler for å kontrollere operasjoner av basestasjon 10A, 10B, 10C, inkludert radiokommunikasjon mellom basestasjon 10A, 10B, 10C og den mobile terminalen 14. Selv om basestasjonkontrolleren 40 tjener til ulike funksjoner for foreliggende oppfinnelses hensikt, omfatter de relevante funksjonene for basestasjonkontrolleren 40 å tilveiebringe
 10 basestasjonidentifikasjon og statusinformasjon til fyrsignalutsendingskontrolleren 42, enten direkte med elektrisk forbindelse 44, eller gjennom delt minne 46. Basestasjonkontrolleren 40 og fyrsignaltransmisjonkontrolleren 42 er begge forbundet med minnet 46 med busser 48, 50. Basestasjonkontrolleren 40 koordinerer videre fyrsignalutsending ved fyrsignalutsendingskontrolleren 42 med
 15 andre radiokommunikasjonsutsendinger initiert av basestasjonskontrolleren 40 gjennom senderen 52.

Minnet 46 eller annet lagringsmiddel som er operativt tilknyttet fyrsignalutsendingskontrolleren 42 og basestasjonskontrolleren 40, lagrer en forhåndsbestemt dirre-funksjon assosiert med hver basestasjon 10A, 10B, 10C.
 20 F.eks. kan den forhåndsbestemte dirre-funksjonen være en funksjon som har et flertall av koeffisienter som kan fastsettes basert på den assosierte identifikasjonsverdi av basestasjon 10A, 10B, 10C. I dette tilfellet ville funksjonskoeffisientene være lagret i minnet 46. Statusinformasjon for basestasjonene og den assosierte identifikasjonsverdien kan også være lagret i
 25 minnet 46.

Sender 52 eller annet radiosendende middel for utsending av radiokommunikasjon er operabelt tilknyttet fyrsignalutsendingskontrolleren 42 og basestasjonskontrolleren 40. Selv om radiosendermiddelet 52 bare behøver å være en sender med henblikk på fyrsignalutsending, kan det også være en transceiver
 30 som tilveiebringer både sender- og mottaker-funksjoner, for å støtte opplink- og nedlink-kommunikasjon mellom basestasjon 10A, 10B, 10C og den mobile terminalen 14.

Fyrsignalutsendingskontrolleren 42 eller annet fyrsignalutsendingskontrollmiddel for å kontrollere periodiske utsendinger av et radiofyr-signal fra basestasjon 10A, 10B, 10C ved dirrede tidsintervaller, er operabelt tilknyttet senderen 52.
 35 Fyrsignalutsendingskontrolleren 42 omfatter dirre-generator 54 eller annet dirre-genererende middel for generering av en aktuell radiofyr-dirreverdi som har en størrelse ikke større enn en forhåndsbestemt, maksimal radiofyr-dirre-verdi basert

på den forhåndsbestemte funksjonen lagret i minnet 46, og som videre har en midlere utgang som i hovedsak er null. Den midlere dirre-utgangen av i hovedsak null tilveiebringer fordelene av å opprettholde en midlere periode mellom fyrsignalutsendinger T, identisk med den faste perioden T. Å tilveiebringe en dirre-verdi med en forhåndsbestemt maksimalverdi tillater hensyn til ramme-timing, noe som er viktig ved utøvelse av den foreliggende oppfinnelsen i TDMA-basert radiokommunikasjonsmiljø, noe som vil omtales nærmere nedenfor.

Fyrsignalutsendingskontrolleren 42 omfatter videre en sende-initieringskrets 56 eller annet fyrsignalutsendingsinitierende middel for initiering av utsending av et radiofyrsignal ved en tid som er en funksjon av den aktuelle radiofyr-dirre-verdi som er generert av dirre-generatoren 54. Den sende-initierende kretsen 56 er derfor påvirkelig av dirre-generatoren 54 og operabelt elektrisk forbundet med senderen 52 med elektriske forbindelser 58. Fyrsignalutsendingskontrolleren 42 forbereder radiofyrsignalet, inkludert identifikasjonsverdien assosiert med basestasjon 10A, 10B, 10C og statusinformasjon fra basestasjonskontrolleren 40, som blir sendt av senderen 52 og som er påvirkelig av sende-initieringskretsen 56 som trigger utsending av radiofyrsignalkuren ved et pseudo-tilfeldig dirret tidsintervall.

Illustrert i fig. 4 er også en timer 60 eller annet timing-middel for å forsyne fyrsignalutsendingskontrolleren 42 med en klokke-tidsreferanse for timing av utsendingen av radiofyrsignaler. Timer 60 er elektrisk forbundet med fyrsignalutsendingskontrolleren 42 med elektrisk forbindelse 62.

Selv om ulike funksjoner kan anvendes av fyrsignalutsendingskontrolleren 42, for gjentatt å sende et radiofyrsignal ved dirrede tidsintervaller, vil to særlige utførelsesformer bli beskrevet med referanse til henholdsvis fig. 5 og 6. Fig. 5 illustrerer en sende-initierende utførelse, basert på det ønskede midlere tidsintervallet mellom radiofyrsignal T og dirre-verdien fra dirre-generatoren 54. Særlig blir determinant-tiden mellom utsending av påfølgende, tiliggende radiofyrsignaler omtalt som sende-tiden for det sist utsendte radiofyrsignalet.

Som illustrert i fig. 5, blir et første radiofyrignal 64 fulgt av et andre radiofyrsignal 66 som er initiert ved tiden $T + \Delta_1$ hvor T er den ønskede gjennomsnittstiden mellom radiofyrsignalutsendinger, og Δ_1 er den aktuelle fyrsignal-dirreverdien fra dirre-generatoren 54. Tredje fyrsignal 68 blir utsendt ved tiden $T + \Delta_2$ etter initiering av utsending av det andre radiofyret 66. Tilsvarende blir det fjerde radiofyret 70 sendt ved tiden $T + \Delta_3$ etter initiering av utsending av det tredje radiofyret 68. Δ_2 og Δ_3 er aktuelle fyrsignal-dirreverdien for hver av de påfølgende sykluser fra dirre-generator 54. Ved å definere dirre-generatorfunksjonen som en pseudo-tilfeldig funksjon som er avgjørende basert på den assosierte identifikasjonsverdien for de respektive identifiserte basestasjonene 10A, 10B, 10C, kan en mobil terminal 14,

så snart den mobile terminålen 14 har mottatt et hvilket som helst av radiofyrsignalene 64, 66, 68, 70, også være istand til å prediktere alle påfølgende Δ_i og til å synkronisere til fyrsignalutsendinger fra den identifiserte basestasjonen 10A, 10B, 10C.

- 5 I utførelsesformen i fig. 5 er med andre ord referansen for dirring basert på lokaliseringen av den tidligere radiofyr-skurutsendingen. Ved f.eks.   anta at den første radiofyrsignalskuren blir utsendt ved T_1 , vil den andre skuren bli utsendt ved $T_2 = T_1 + T + \Delta_2$. Tilsvarende blir den tredje skuren basert på lokaliseringen av den andre skuren, og vil ankomme ved $T_3 = T_1 + T + \Delta_2 + T + \Delta_3 = T_1 + 2T + \Delta_2 + \Delta_3$ hvor Δ_2 er
- 10 dirringen for det andre fyrsignal yeblikket og Δ_3 er dirringen for det tredje fyrsignal yeblikket. Som beskrevet tidligere, er den midlere dirringen Δ_i lik null.

- Med henvisning til fig. 6 er det illustrert en alternativ utførelsesform for bestemmelse av en determinanttid som sende-initieringskretsen 56 initierer utsending av et radiofyrsignal med. I utførelsen i fig. 6 er dirringen av
- 15 fyrsignalutsendings-timing basert på en konstant tidsreferanse, istedet for skifting basert på utsendingstiden for den foregående fyrsignalskuren. Som illustrert i fig. 6, blir fyrsignalutsendingen dirret med hensyn til en forhåndsbestemt tidsreferanse 72, 72', 72'', 72'''. I utførelsen i fig. 6 er initieringen av fyrsignalutsending for hver fyrsignalutsendingsskur basert på tidsreferansen 72,
- 20 72', 72'', 72'''. Den virkelige transmisjonen blir initiert av sendeinitieringskretsen 56 som er basert på å forskyve den faste initieringstiden 72, 72', 72'', 72''' med den aktuelle fyrsignal-dirreverdien fra dirre-generator 54. Anta f.eks. at den første radiofyrsignalskuren blir initiert ved tiden $T_1 = 0 + \Delta_1$ som illustrert i fig. 6 ved 74. Tidens nullreferanse refererer bare til tidsreferanse 72 og er omtalt utelukkende for
- 25 klarhetens skyld. Som illustrert ved 76, blir den andre radiofyrsignalskuren initiert ved tiden $T_2 = T + \Delta_2$. Deretter, som illustrert ved 78, ankommer den tredje radiofyrsignalskuren ved tiden $T_3 = 2T + \Delta_3$.

- Med hensyn til utførelsen i fig. 5, blir determinant-tiden mellom initiering av utsending av radiofyrsignalskurer lik den midlere perioden T mellom basestasjon-fyrsignalutsendinger pluss den beregnede aktuelle fyrsignal-dirreverdien fra dirre-generator 54. I utførelsen i fig. 6, med dirring omkring en forhåndsbestemt
- 30 referanse 72, 72', 72'', 72''', vil i stedet determinant-tiden mellom initiering av utsending av radiofyrsignalskurer bli lik den midlere perioden mellom basestasjon-fyrsignalutsendinger pluss den beregnede, aktuelle fyrsignal-dirreverdien minus
- 35 den beregnede fyrsignal-dirreverdien for den sist utsendte radiofyrsignalskuren. Tilsvarende, i utførelsen i fig. 6, kan fyrsignalutsendings-dirring med hensyn til forhåndsbestemt referanse 72, 72', 72'', 72''' bli gjennomført ved timing-initiering av utsendinger med hensyn til den foregående radiofyrsignalutsendingen ved å

oppretholde både den aktuelle fyrsignal-dirreverdien og den mest nylige fyrsignal-dirreverdien for den sist utsendte radiofyrsignalskuren. Det kan vises matematisk at ved å monitorere basestasjon 10A, 10B, 10C over en relativt kort tidsperiode, kan avvikene fra gjennomsnittstiden T i utførelsen i fig. 5 bli mye større enn dem i

5 utførelsen i fig. 6 for en gitt, maksimal fyrsignal-dirreverdi.

For en privat radiotelefonbasestasjon 10A, 10B, 10C, lokalisert i en personlig bolig, kan enten utførelsen i fig. 5 eller fig. 6 brukes. Utførelsen i fig. 5 er mer tilfeldig i sin karakter, og derfor vil sannsynligheten for etterfølgende kollisjoner være mindre enn utførelsen i fig. 6. På den annen side, i utførelsen i fig. 6, blir

10 sannsynligheten for tap av fyrsignalsynkronisering med den mobile terminalen 14 mindre når et stort antall etterfølgende fyrsignalkollisjoner oppstår. For private radiotelefonbasestasjoner 10A, 10B, 10C for multiple brukere, hvor et flertall av basestasjoner danner et assosiert, privat lokalt nettverk, kan utførelsen i fig. 6 være å foretrekke. Dette er særlig tilfelle når det private nettverket benytter seg av

15 TDMA-kommunikasjonsstandarder, som bare tillater den mobile terminalen 14 å lytte på radiofyrsignalskurer i løpet av ledige rammer.

I f.eks. et privat radiokommunikasjonsnettverk som bruker et GSM-kompatibelt luft-grensesnitt, kan en mobil terminal 14 bare se etter basestasjon-fyrsignalutsendinger i løpet av ledige rammer 80, 80' (fig. 7), som opptrer for hver

20 26. TDMA-ramme. Radiofyrsignalskurene må ankomme i tomgangsramme 80, 80' for å bli monitorert av den mobile terminalen 14. Som illustrert i fig. 7, har den mobile terminalen 14 (graf 82) et kall underveis på en radiokommunikasjonsforbindelse med basestasjon 10B (graf 84). I ledige rammer 80, 80', kan basestasjoner 10A, 10B sende radiofyrsignaler, og den mobile

25 terminalen 14 kan lytte etter fyrsignalutsendinger. Som vist i fig. 7 er radiofyrsignalutsendingsperioden T et multippel av den 26 rammers multirammen, dirringen må opptre over én ramme eller åtte luker. Dirring forhindrer radiofyrsignalutsendingskollisjoner mellom basestasjoner 10A og 10B (sammenlign grafer 84 og 86).

Som det vil forstås av fagfolk, kan de ovenfor beskrevne aspekter ved den foreliggende oppfinnelse på fig. 4 tilveiebringes ved maskinvare, programvare eller en kombinasjon av det ovenstående. Selv om de ulike komponenter av basestasjon 10A, 10B, 10C har blitt illustrert i fig. 4 som diskrete elementer, kan de i praksis implementeres ved hjelp av en mikrokontroller som omfatter inngangs- og

35 utgangsporter og som kjører programvarekode, med kundespesifiserte eller hybride kretser, med diskrete komponenter eller ved en kombinasjon av det ovenstående. For eksempel kunne fyrsignalutsendingskontrolleren 42, minnet 46 og basestasjonskontrolleren 40 alle være implementert som en enkel, programmerbar enhet.

Med henvisning til fig. 8 skal en mobil terminal 14 i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen beskrives. Den mobile terminalen 14 omfatter en mobilterminalkontroller 88 eller annet middel for å kontrollere operasjoner av den mobile terminalen 14, omfattende kontrollering av radiokommunikasjon mellom mobil terminal 14 og basestasjon 10A, 10B, 10C. Den mobile terminalen 14 omfatter også mottaker 90 eller annet mobilt radiomottakermiddel for mottak av radiokommunikasjon, omfattende radiofyrssignaler fra basestasjon 10A, 10B, 10C, elektrisk forbundet med mobilterminalkontroller 88 ved forbindelsen 89.

Mottakeren 90 behøver bare å være en mottaker med henblikk på radiofyrssignalmottak, den kan imidlertid også være en tranceiver, som tilveiebringer både sender- og mottakerfunksjoner, for å støtte opplink- og nedlink-kommunikasjon mellom den mobile terminalen 14 og basestasjonene 10A, 10B, 10C.

Den mobile terminalen 14 omfatter en ID-avledningskrets 92 eller annet fyrssignalesemiddel for avledning av den utsendte basestasjon-identifikasjonsverdien fra mottatte radiofyrssignaler. ID-avledningskretsen 92 er operabelt elektrisk forbundet ved forbindelsen 91 til mottakeren 90. Den mobile terminalen 14 omfatter også funksjonsbestemmelseskretsen 94 eller annet bestemmelsesmiddel for å bestemme den forhåndsbestemte funksjonen som brukes av den identifiserte basestasjonen 10A, 10B, 10C for dirring av radiofyrssignalutsendinger, basert på basestasjonsidentifikasjonsverdien avledet av ID-avledningskretsen 92. Funksjonsbestemmelseskretsen 94 er elektrisk operabelt tilknyttet ID-avledningskretsen 92 som indikert ved forbindelsen 96.

Funksjonsbestemmelseskretsen 94 er også operabelt elektrisk forbundet med linje 97 for å synkronisere med kretsen 98, eller med annet middel for å synkronisere den mobile terminalen 14 med mottak av fyrssignalutsending til tidsintervallene for dirret radiofyrssignalutsending fra den identifiserte basestasjon 10A, 10B, 10C, basert på den forhåndsbestemte dirre-funksjonen. Synkroniseringskrets 98 er også operabelt tilknyttet mottakeren 90 som illustrert ved forbindelsen 101, og kan videre være operabelt tilknyttet mobilterminalkontrolleren 88.

I fig. 8 er det også illustrert en timer 100 eller annet timing-middel for å utstyre den mobile terminalen 14 med en klokke-tidsreferanse for timing av mottak eller sending av radiofyrssignaler. Timer 100 er elektrisk operabelt tilknyttet synkroniseringskretsen 98 ved den elektriske forbindelsen 102.

Minnet 104 er operabelt tilknyttet både ID-avledningskretsen 92 og mobilterminalkontrolleren 88 ved henholdsvis elektriske forbindelser 106 og 108. Minne 104 kan tilveiebringe midler slik som en oppslagstabell med kryssreferert informasjon mellom identifikasjonsverdien for den sendende basestasjonen og den forhåndsbestemte dirre-funksjonen.

Som det vil forstås av fagfolk, kan de ovenfor beskrevne sider ved den foreliggende oppfinnelse i fig. 8 bli tilveiebrakt ved maskinvare, programvare eller en kombinasjon av det ovenstående. Selv om de ulike komponentene av den mobile terminalen 14 her blitt illustrert i fig. 8 som diskrete elementer, kan de i praksis
 5 implementeres med en mikrokontroller som omfatter inngangs- og utgangs-porter og som kjører programvarekode, med kundespesifiserte eller hybride kretser, med diskrete komponenter, eller med en kombinasjon av det ovenstående. F.eks. kan mobilterminalkontrolleren 88, minnet 104, ID-avledningskretsen 92, funksjonsbestemmelseskretsen 94 og synkroniseringskretsen 98 alle implementeres
 10 som en enkelt programmerbar enhet.

Fig. 9 illustrerer en operasjonsfremgangsmåte for timing av fyrsignalkanal-transmisjon ved privat radiotelefonbasestasjon 10A, 10B, 10C, omfattende gjentatt utsending av et radiofyrsignal ved dirrede tidsintervaller. Timing-operasjoner for radiofyrsignalutsending begynner ved blokk 110 med basestasjon 10A, 10B, 10C
 15 som initierer fyrsignalutsendingen. Det utsendte radiofyrsignalet inneholder en assosiert identifikasjonsverdi for den sendende basestasjonen 10A, 10B, 10C, og kan videre inneholde basestasjonens statusinformasjon. Ved blokk 112 beregner basestasjonen 10A, 10B, 10C en aktuell fyrsignal-dirreverdi. Dirreverdien er begrenset til en maksimal fyrsignal-dirreverdi-størrelse som beskrevet tidligere, og
 20 er generert av en forhåndsbestemt funksjon som er assosiert med identifikasjonsverdien for basestasjonen, og som har en midlere utgangsverdi lik null.

Ved blokk 114 beregner basestasjonen 10A, 10B, 10C en determinant-tid mellom initieringen av utsending av påfølgende radiofyrsignaler, basert på en funksjon av
 25 den aktuelle fyrsignal-dirreverdien og den midlere perioden T mellom fyrsignalutsendingene for det private radiokommunikasjonssystemet. Ved blokk 116 venter basestasjonen 10A, 10B, 10C den beregnede determinant-tiden før den returnerer til blokk 110 for å initiere utsending av et annet radiofyrsignal og for å gjenta trinnene ved blokk 112, 114 og 116 for å beregne og vente på det dirrede
 30 tidsintervallet inntil den neste utsendingen.

Fig. 10 illustrerer operasjoner av den mobile terminalen 14 i en utførelse av fremgangsmåtene ifølge den foreliggende oppfinnelsen. Ved blokk 120 mottar den mobile terminalen 14 et utsendt radiofyrsignal fra basestasjon 10A, 10B, 10C. Ved blokk 122 avleder den mobile terminalen 14 basestasjonen 10A, 10B, 10C statusinformasjon fra det mottatte radiofyrsignalet. Den mobile terminalen 14
 35 bestemmer så tilgjengeligheten av den identifiserte basestasjonen for kommunikasjon med den mobile terminalen 14, basert på den mottatte statusinformasjonen for basestasjonen ved blokk 124. En basestasjon kan være utilgjengelig, f.eks. dersom den mobile terminalen 14 ikke er en autorisert bruker

for denne basestasjonen. Hvis statusinformasjonen indikerer at den assosierte basestasjon 10A, 10B, 10C ikke er tilgjengelig for kommunikasjon med den mobile terminalen 14, returnerer den mobile terminalen 14 til blokk 120 og fortsetter å motta utsendte radiofyrssignaler fra basestasjon 10A, 10B, 10C.

- 5 Hvis den mottatte statusinformasjon indikerer at den sendende basestasjon 10A, 10B, 10C er tilgjengelig for kommunikasjon med den mobile terminalen 14, ved blokk 126, avleder den mobile terminalen 14 basestasjonsidentifikasjonsverdien fra det mottatte radiofyrssignalet. Den assosierte forhåndsbestemte dirre-funksjonen for den identifiserte basestasjonen er bestemt ved blokk 128. Ved blokk 130
- 10 synkroniserer den mobile terminalen 14 til den identifiserte basestasjonen 10A, 10B, 10C fyrssignal-timing basert på den forhåndsbestemte dirre-funksjonen assosiert med den identifiserte basestasjonen fra operasjoner ved blokk 128. Den mobile teminalen 14 imøtegår deretter timingen av de dirrede radiofyrssignalutsendingene fra den identifiserte basestasjon 10A, 10B, 10C og
- 15 opprettholder synkronisering inntil den flytter utenfor transmisjonsrekkevidden 12A, 12B, 12C for den identifiserte basestasjon 10A, 10B, 10C.

- Som illustrert i fig. 10 blir tilstanden avledet, fulgt av basestasjonsidentifikasjonen. Det skal innses at fordelene ved den foreliggende oppfinnelsen også kan oppnås ved å avlede identifikasjonen først. Den mobile terminalen 14 kan da bestemme,
- 20 basert på identifikasjonen, om den er en tillatt basestasjon, og i så fall avlede statusinformasjonen. Hvis basestasjonsidentifikasjonen ikke er med i listen over basestasjoner som den mobile terminalen 14 er tillatt å bruke, behøver ikke tilstanden å bli avledet.

- 25 I tegningene og beskrivelsen har det blitt fremlagt typiske foretrukne utførelsesformer for oppfinnelsen, og selv om spesifikke uttrykk er anvendt, er de bare brukt i en generisk og beskrivende forstand, og ikke med henblikk på begrensninger, idet omfanget av oppfinnelsen blir fremlagt i de følgende krav.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for timing av fyrsignalkanaltransmisjon ved en privat radiotelefonbasestasjon som har en assosiert basestasjonsidentifikasjonsverdi og en transmisjonsrekkevidde,
 5 k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter følgende trinn:
 gjentatt å sende et radiofyrsignal som inneholder basestasjonsidentifikasjonsverdien ved dirrede tidsintervaller,
 å beregne de dirrede tidsintervallene, basert på en forhåndsbestemt funksjon assosiert med basestasjonsidentifikasjonsverdien, og
 10 hvor en mobil terminal innen transmisjonsområdet for basestasjonen utfører de følgende trinn:
 å motta ett av de utsendte radiofyrsignaler,
 å avlede basestasjonsidentifikasjonsverdien fra det mottatte radiofyrsignalet,
 og
 15 å synkronisere til basestasjonsfyrsignal-timing, basert på den forhåndsbestemte funksjonen assosiert med den identifiserte basestasjonen.
2. Fremgangsmåte i samsvar med krav 1,
 k a r a k t e r i s e r t v e d at radiofyrsignalet inneholder basestasjonsstatusinformasjon og hvor nevnte avledningstrinn omfatter trinnet å
 20 avlede basestasjonsstatusinformasjonen fra det mottatte radiofyrsignalet, og hvor nevnte avledningstrinn er fulgt av at den mobile terminalen utfører trinnet å bestemme hvorvidt den mobile terminalen er en autorisert bruker av basestasjonen, basert på den mottatte basestasjons-statusinformasjonen.
3. Fremgangsmåte for timing av fyrsignalkanaltransmisjon ved en privat radiotelefonbasestasjon,
 25 k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter følgende trinn:
 initiere utsending av et radiofyr,
 å vente en bestemt tid etter nevnte initierende transmisjonstrinn, der den bestemte tiden er en funksjon av en fyrsignal-dirreverdi, og så
 30 gjenta nevnte initierings- og ventetrinn, og
 der nevnte ventetrinn omfatter trinnet:
 å beregne en aktuell fyrsignal-dirreverdi som har en størrelse ikke større enn en maksimal fyrsignal-dirreverdi, ved å bruke en forhåndsbestemt funksjon som har en midlere utgangsverdi som i hovedsak er lik null, og
 35 hvor nevnte bestemte tid av nevnte ventetrinn er lik den midlere perioden mellom utsendingene av den private radiotelefonbasestasjonens fyrsignalutsendinger pluss den beregnede aktuelle fyrsignal-dirreverdi.

4. Fremgangsmåte i samsvar med krav 3,
karakterisert ved at basestasjonen har en assosiert identifikasjonsverdi
og hvor nevnte forhåndsbestemte funksjon er assosiert med basestasjonen.
5. Fremgangsmåte i samsvar med krav 4,
5 karakterisert ved at radiofyrsignalet inneholder den assosierte
identifikasjonsverdien, og hvor en mobil terminal innen transmisjonsrekkevidden
for basestasjonen utfører de følgende trinn:
 å motta et utsendt radiofyrsignal,
 å avlede basestasjonsidentifikasjonsverdien fra det mottatte radiofyrsignalet,
10 og
 å synkronisere til basestasjonen fyrsignal-timing, basert på den
forhåndsbestemte funksjonen assosiert med den identifiserte basestasjonen.
6. Fremgangsmåte i samsvar med krav 5,
karakterisert ved at radiofyrsignalet inneholder basestasjon-
15 statusinformasjon, og hvor nevnte avledningstrinn omfatter trinnet å avlede
basestasjonsstatusinformasjon fra det mottatte radiofyrsignalet, og hvor nevnte
avledningstrinn blir fulgt av at den mobile terminalen utfører trinnet å bestemme
tilgjengeligheten av basestasjonen for kommunikasjon med den mobile terminalen,
basert på den mottatte basestasjonsstatusinformasjonen.
- 20 7. Fremgangsmåte for timing av fyrsignalkanaltransmisjon ved en privat
radiotelefonbasestasjon,
karakterisert ved at den omfatter trinnene:
 å initiere utsending av et radiofyrsignal,
 å vente en bestemt tid etter nevnte initierende transmisjonstrinn, idet den
25 bestemte tiden er en funksjon av en fyrsignal-dirreverdi, og så
 repetere nevnte initierings- og ventetrinn, og
 hvor nevnte ventetrinn omfatter trinnet
 å beregne en aktuell fyrsignal-dirreverdi som har en størrelse ikke større enn
en maksimal fyrsignal-dirreverdi, ved å bruke en forhåndsbestemt funksjon som har
30 en midlere utgangsverdi som i hovedsak er lik null og
 hvor nevnte bestemte tid av nevnte ventetrinn er lik den midlere perioden
mellom fyrsignalutsendinger fra den private radiotelefonbasestasjonen pluss den
beregnete aktuelle fyrsignal-dirreverdien minus fyrsignal-dirreverdien for det mest
nylig utsendte radiofyrsignalet.
- 35 8. Fremgangsmåte i samsvar med krav 7,
karakterisert ved at basestasjonen har en assosiert identifikasjonsverdi,
og hvor nevnte forhåndsbestemte funksjon er assosiert med basestasjonen.

9. Fremgangsmåte i samsvar med krav 8,
karakterisert ved at radiofyrsignalet inneholder den assosierte
identifikasjonsverdien, og hvor en mobil terminal innen transmisjonsrekkevidden
for basestasjonen utfører de følgende trinn:
- 5 å motta et utsendt radiofyrsignal,
 å avlede basestasjonsidentifikasjonsverdien fra det mottatte radiofyrsignalet,
og
 å synkronisere til basestasjonen fyrsignal-timing, basert på den
forhåndsbestemte funksjonen assosiert med den identifiserte basestasjonen.
- 10 10. Fremgangsmåte i samsvar med krav 9,
karakterisert ved at radiofyrsignalet inneholder
basestasjonstatusinformasjon, og hvor nevnte avledningstrinn omfatter trinnet å
avlede basestasjonstatusinformasjon fra det mottatte radiofyrsignalet og hvor
nevnte avledningstrinn blir fulgt av at den mobile terminalen utfører trinnet å
15 bestemme tilgjengeligheten for basestasjonen for kommunikasjon med den mobile
terminalen, basert på den mottatte basestasjonstatusinformasjonen.
11. En privat radiotelefonbasestasjon,
karakterisert ved at den omfatter:
- 20 radiosendermidler for å sende ut radiokommunikasjon, og
 fyrsignalutsendingskontrollerende midler operabelt tilknyttet nevnte
radiosendermidler for å kontrollere periodisk utsending av et radiofyrsignal ved
nevnte basestasjon ved dirrede tidsintervaller, idet nevnte
fyrsignalutsendingskontrollerende midler omfatter:
- 25 dirre-genererende midler for å generere en aktuell fyrsignal-dirreverdi som
har en størrelse ikke større enn en forhåndsbestemt, maksimal fyrsignal-dirreverdi,
basert på en forhåndsbestemt funksjon som har en midlere utgang som i hovedsak
er lik null, og
- 30 fyrsignalutsendingsinitierende midler som er operabelt tilknyttet nevnte
baseradiosendermidler, og som er påvirkelige for nevnte dirre-genererende midler
for å initiere utsending av nevnte radiofyrsignal til en tid som er en funksjon av
nevnte aktuelle fyrsignal-dirreverdi.
12. Privat radiotelefonbasestasjon som angitt i krav 11,
karakterisert ved at den videre omfatter lagringsmidler som operativt er
tilknyttet nevnte fyrsignalutsendingskontrollerende midler for lagring av nevnte
35 forhåndsbestemte funksjon.
13. Privat radiotelefonbasestasjon som angitt i krav 12,
karakterisert ved at nevnte basestasjon har en assosiert
identifikasjonsverdi, og hvor nevnte lagringsmidler omfatter midler for lagring av

nevnte assosierte identifikasjonsverdi og hvor nevnte radiofyrsignal inneholder nevnte assosierte identifikasjonsverdi.

14. Et synkronisert privat radiokommunikasjonssystem som har et dirret intervall mellom radiofyrsignalutsendinger fra en privat basestasjon til en mobil terminal, karakterisert ved at nevnte basestasjon omfatter:
 - 5 baseradiosendende midler for å sende radiokommunikasjon, og
 - fyrsignalutsendingskontrollerende midler operabelt tilknyttet nevnte baseradiosendende midler for å kontrollere periodisk utsending av et fyrsignal ved nevnte basestasjon ved dirrede tidsintervaller, idet nevnte
 - 10 fyrsignalutsendingskontrollerende midler omfatter:
 - dirre-genererende midler for å generere en aktuell fyrsignal-dirreverdi som har en størrelse ikke større enn en forhåndsbestemt, maksimal fyrsignal-dirreverdi basert på en forhåndsbestemt funksjon som har en midlere utgang som i hovedsak er lik null, og
 - 15 fyrsignalutsendingsinitierende midler operabelt tilknyttet nevnte radiosendende midler og påvirkelig for nevnte dirre-genererende midler for å initiere utsending av nevnte radiofyrsignal til en tid som er en funksjon av nevnte aktuelle radiofyr-dirreverdi, og
 - at nevnte mobile terminal omfatter:
 - 20 mobile radiomottakermidler for å motta nevnte radiofyrsignal,
 - fyrsignal-lesende midler, operabelt tilknyttet nevnte mobile radiomottakende midler for å avlede nevnte basestasjonsidentifikasjonsverdi fra nevnte mottatte radiofyrsignal,
 - bestemmende midler operativt tilknyttet nevnte fyrsignal-lesende midler for
 - 25 å bestemme nevnte forhåndsbestemte funksjon basert på nevnte basestasjonsidentifikasjonsverdi, og
 - synkroniseringsmidler operativt tilknyttet nevnte bestemmende midler for å synkronisere nevnte mobile terminal til nevnte tidsintervaller av nevnte radiofyrsignalutsending basert på nevnte forhåndsbestemte funksjon.
 - 30

FIG. 1

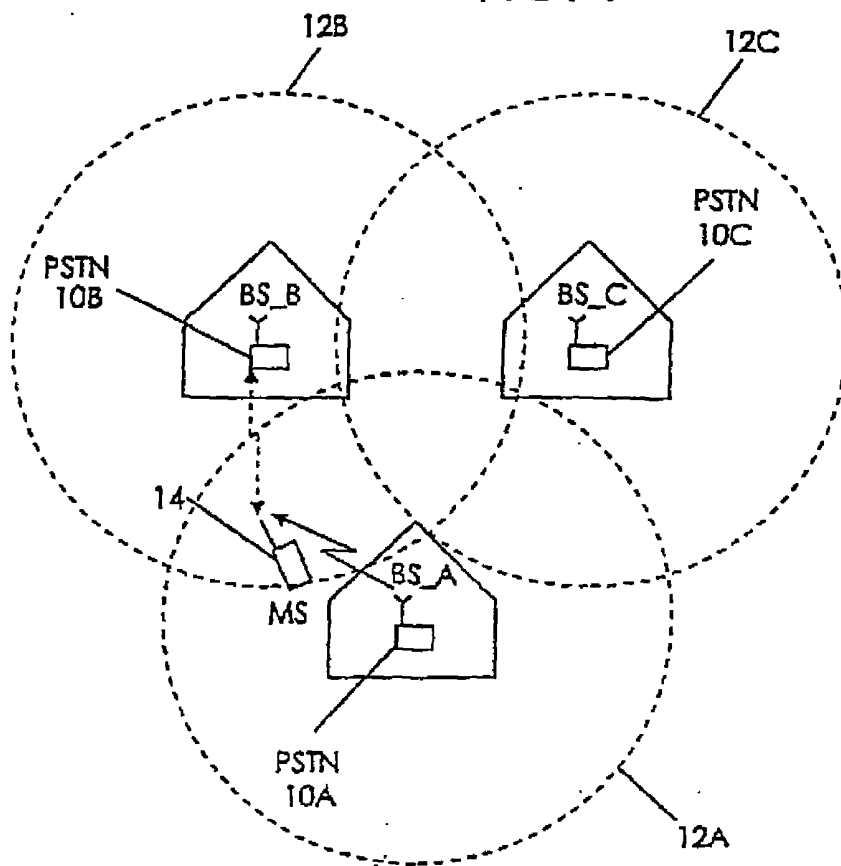


FIG. 3A

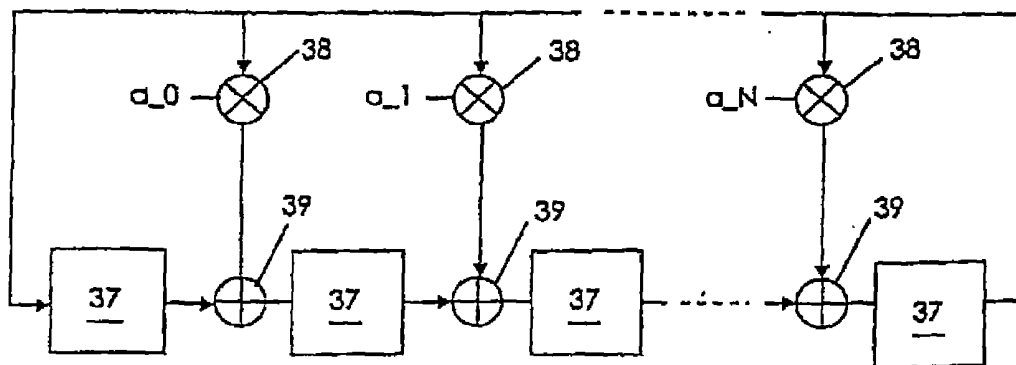


FIG. 2

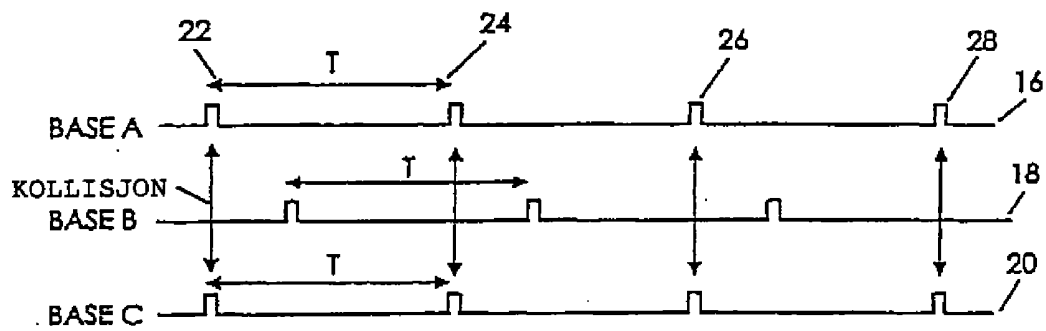


FIG. 3

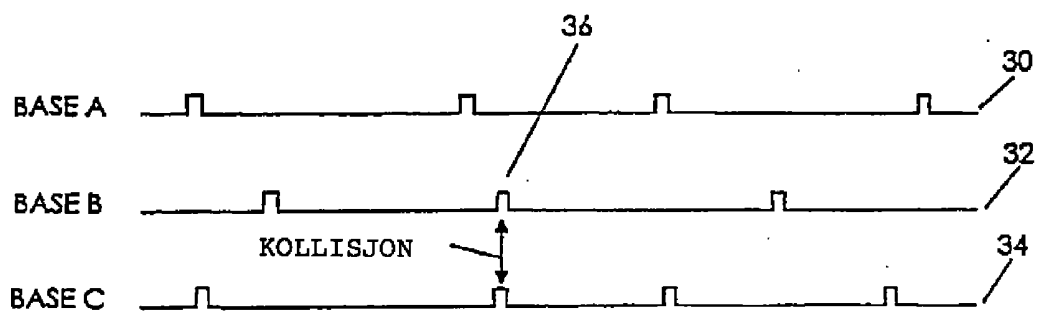


FIG. 4

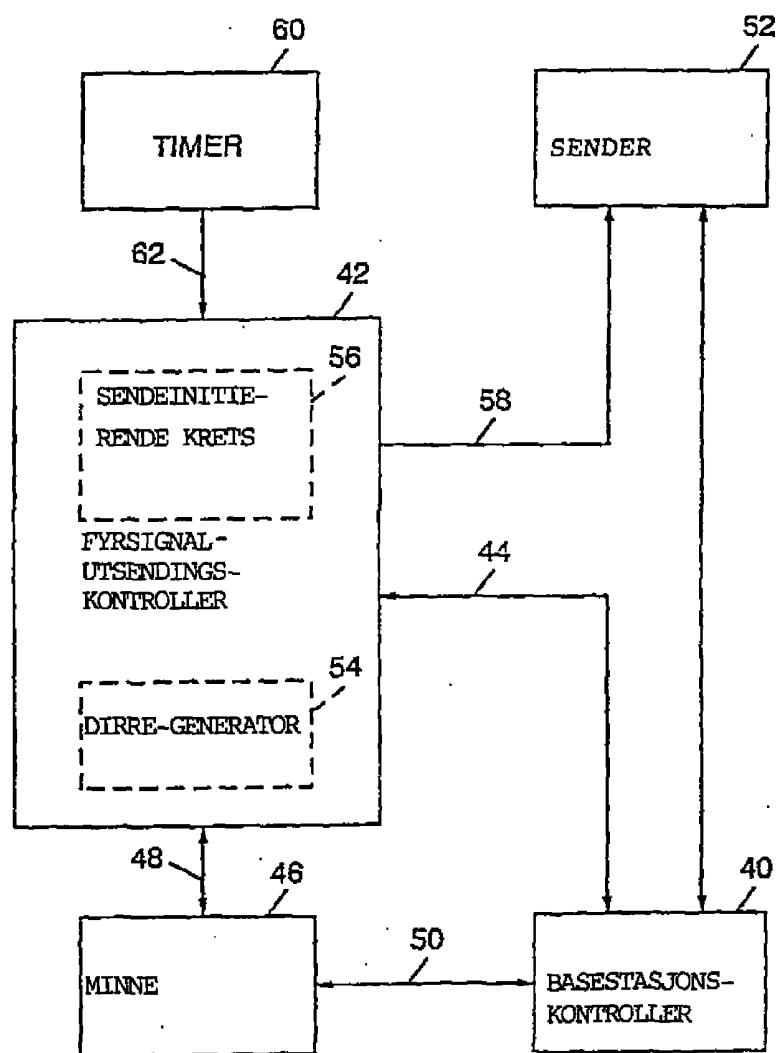


FIG. 5

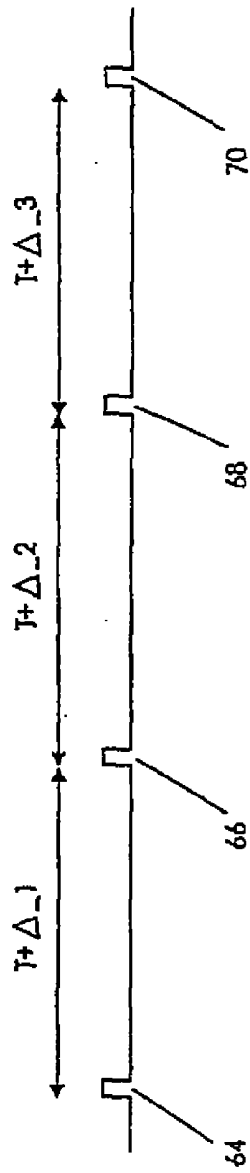


FIG. 6

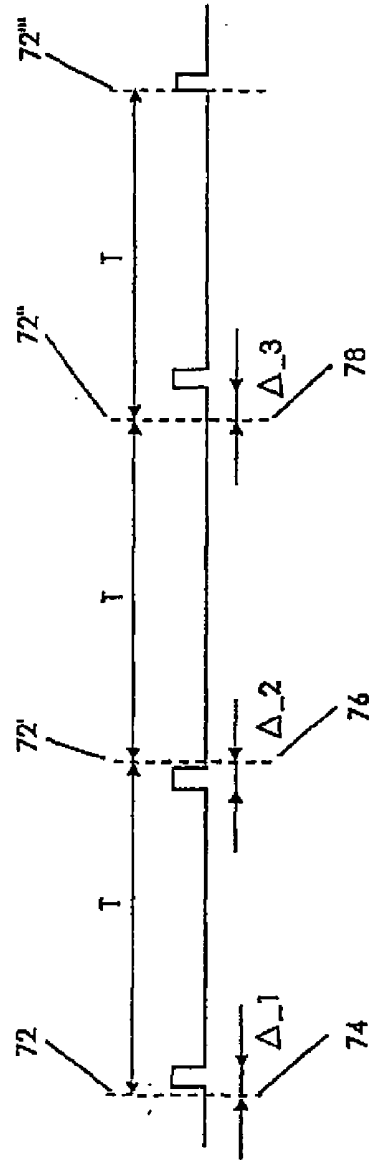


FIG. 7

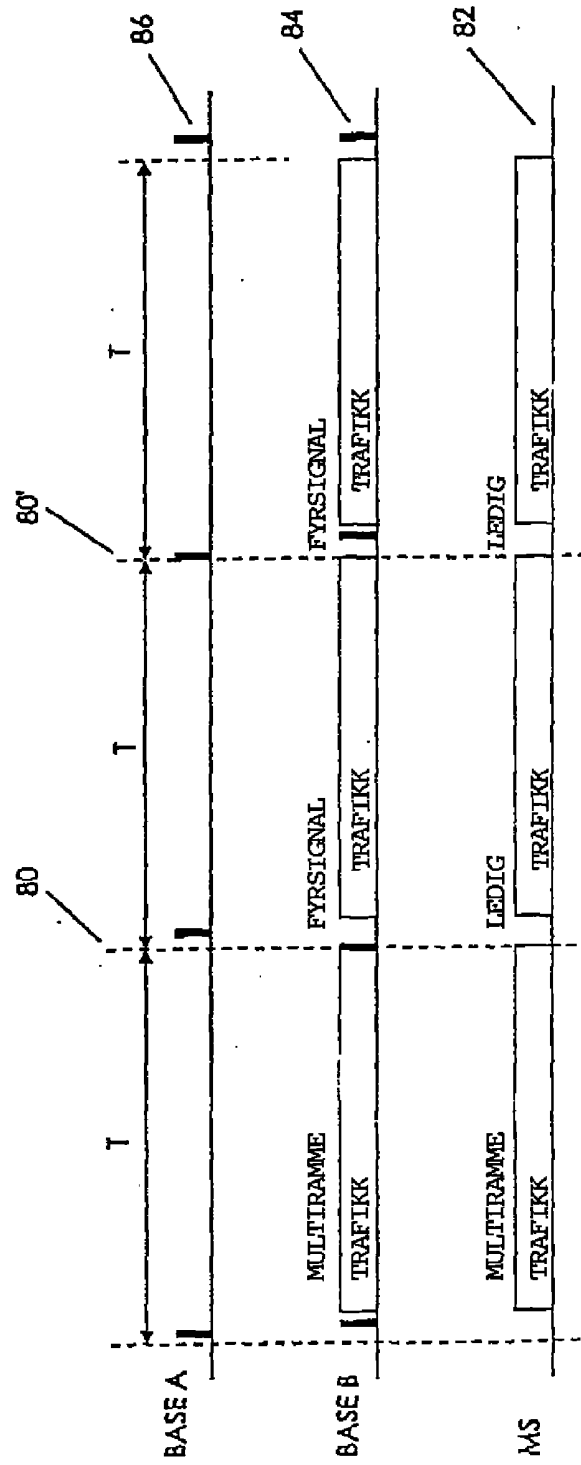


FIG. 8

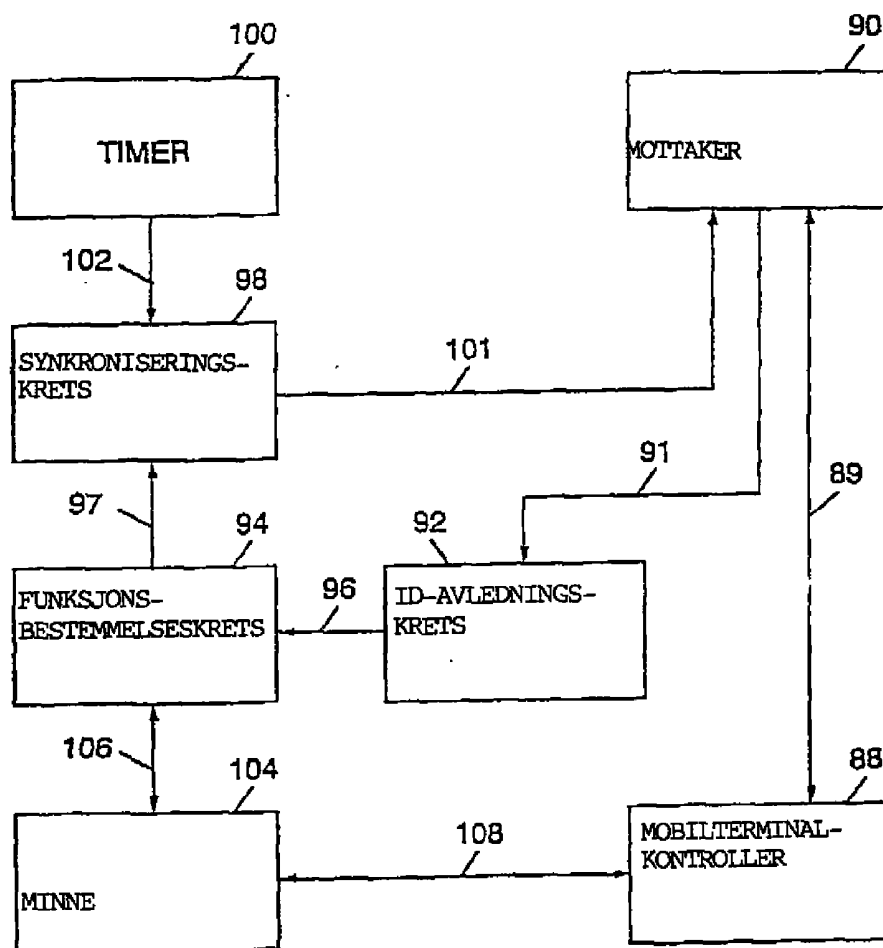


FIG. 9

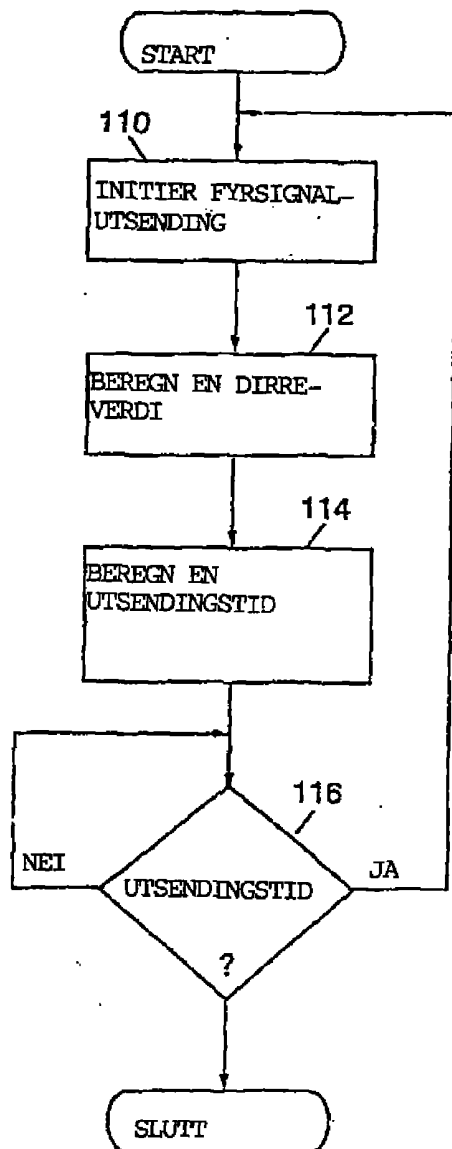


FIG. 10

