



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 304919

(13) B1

(51) Int Cl<sup>6</sup> H 04 L 27/22

## Patentstyret

(21) Søknadsnr	19911726	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	02.05.1991	(85) Videreføringsdag	04.05.1990, FR, 9005660
(24) Løpedag	02.05.1991	(30) Prioritet	
(41) Alm. tilgj.	05.11.1991		
(45) Meddelt dato	01.03.1999		

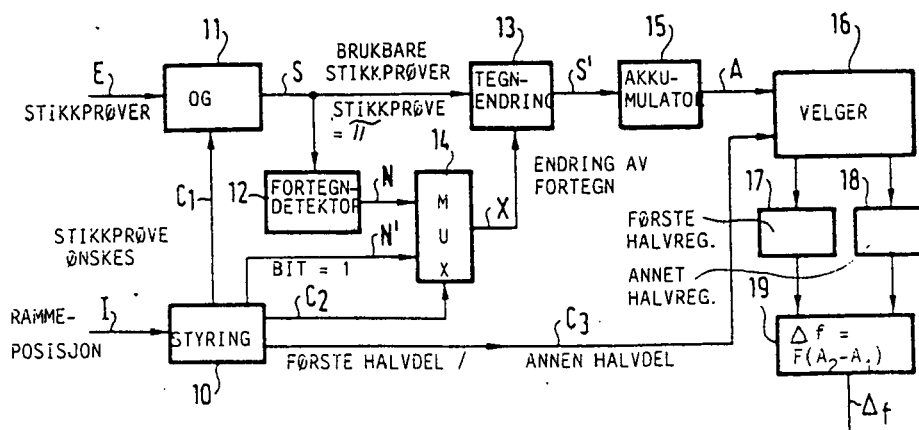
(73) Patenthaver	Alcatel Radiotelephone SA, 10, rue de la Baume, F-75008 Paris, FR
(72) Oppfinner	Lydie Desperben, Bois Colombes, FR Ouélid Abdesslem, Paris, FR
(74) Fullmektig	J.K. Thorsens Patentbureau AS, 0134 Oslo

(54) Benevnelse **Anordning for bestemmelse av frekvensforskjell**

(56) Anførte publikasjoner US 4466108

(57) Sammendrag

En anordning er utført for å bestemme frekvensforskjellen mellom bæreølgen for et mottatt signal (R) og et lokalsignal (L) med nærliggende frekvens, hvor det mottatte signal har vært gjenstand for en fasetilstandsmodulasjon fra et modulasjons-signal. Det mottatte signal oppviser da en faseverdi som omfatter en overføringsfaseforskyvning, en modulasjonsfaseforskyvning, tilsvarende en av flere fasetilstander samt en synkroniseringsfaseforskyvning på grunn av nevnte frekvensforskjell. Anordningen omfatter en demodulatorenhet (2, 3, 4) for å frembringe stikkprøver (3) av nevnte mottatte signal når overføringsfaseforskyvningen er fjernet. Anordningens særtrekk ligger da i at den omfatter utstyr (12, 13) for å påvise stikkprøvenes modulasjonsfaseforskyvning i den hensikt å eliminere denne, utstyr (16) for å fastlegge den midlere fase for en rekke stikkprøver, samt utstyr (17, 18, 19) for å utlede nevnte frekvensforskjell på grunnlag av nevnte midlere fase for minst to stikkprøverekker samt tidsintervallet mellom midtpunktene av nevnte rekker. Oppfinnelsegjenstanden kan med fordel utnyttes i et digitalt celleoppdelt radiokommunikasjonssystem.



Foreliggende oppfinnelse gjelder en anordning for å bestemme frekvensforskjell.

Demodulasjonsutstyr som mottar et mottagersignal bestående av en bærebølge modulert med et basisbåndsignal, omfatter vanligvis en lokaloscillator som frembringer et  
5 lokalsignal som anvendes for å utføre frekvensomvandling til basisbåndet. Det er da nødvendig at frekvensforskjellen mellom bærebølgen og lokalsignalet er nøyaktig kjent for å kunne gjenvinne basisbåndsignalet. Skjønt lokaloscillatorens frekvens er fastlagt til å være lik frekvensen av bærebølgen, vil den likevel i praksis være litt forskjellig fra denne.

10

Foreliggende oppfinnelse kan således anvendes når to frekvenser som skal sammenlignes, ligger tett sammen. Dette er særlig tilfellet i det digitale, celleoppdelte radio-kommunikasjonssystem som er spesifisert av den såkalte "Groupe Spécial Mobile" (GSM) som utgjør en del av den europeiske konferanse for post- og telekommunikasjonsforvaltninger (CEPT), hvor en mobil terminal mottar et basisbåndsignal som er  
15 modulert etter prinsippet om minimal forskyvning ved anvendelse av et Gaussisk filter. Ved denne modulasjonstype som er kjent som GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying), foreligger basisbåndsignalet som skal overføres, i form av en rekke signaler som periodisk gjennomgås ved en modulasjonsfrekvens som er konstant, sammen med et  
20 symbol som har en fase som kan være et hvilket som helst multiplum av  $\pi/2$ , idet innbyrdes forstyrrelse mellom symbolene ignoreres.

Skjønt denne modulasjonsform således vil ha fire adskilte fasetilstander, anvendes den i det betraktede system for å overføre binær informasjon, idet faseforskjellen mellom to  
25 påfølgende signaler er begrenset til  $+\pi/2$  eller  $-\pi/2$ . Ved mottagelsen blir følgelig det binære basisbåndsignal frekvensomformet til å ha bare to fasetilstander, nemlig 0 og  $\pi$ . Etter denne frekvensomforming blir basisbåndsignalet demulert og gjort til gjenstand for uttak av stikkprøver ved en prøvetagningsfrekvens som har nøyaktig samme  
forholdsverdi til lokalsignalfrekvensen som modulasjonsfrekvensen har til bærefrekvens-  
30 en. En stikkprøves fase utgjøres da av summen av de faseforskyvninger som skrives seg fra modulasjonen (0 eller  $\pi$ ), med tillegg av synkroniseringsfaseforskyvningen som er proporsjonal med den frekvensforskjell som skal bestemmes. I tillegg har alle stikkprøver samme modulverdi.

35 En kjent måte å bestemme synkroniseringsfaseforskyvningen på, er å opphøye en signalstikkprøve til sin kvadratverdi og derved eliminere dens modulasjonsfaseforskyv-

ning. En fremgangsmåte som ofte anvendes består i å addere sammen kvadratverdiene av en første rekke av stikkprøver for derved å frembringe en første vektor, samt deretter gjenta denne prosess for en annen rekke med samme antall stikkprøver for derved å frembringe en annen vektor. Vinkelforskjellen mellom disse to vektorer dividert med 5 tidsintervallet mellom midtpunktene av disse to rekker gjør det således mulig å utlede frekvensforskjellen. Denne løsning er imidlertid meget følsom for støy og innbyrdes symbolforstyrrelse.

Fra US-patent nr. 4 466 108 er det dessuten kjent en teknikk for å frembringe 10 stikkprøver som modulasjonsfaseforskyvningen er blitt fjernet fra. I tilfellet av et modulasjonssignal med M fasetilstander går denne teknikk ut på å oppheve disse stikkprøvers modulverdi i M-te potens, for derved å eliminere modulasjonsfaseforskyvningen. En ulempe ved denne teknikk er imidlertid at opphevingen i M-te potens også har den virkning at intermodulasjonsstøyen forsterkes.

15 Det er således et formål for foreliggende oppfinnelse å frembringe en anordning for å bestemme frekvensforskjellen mellom et mottatt signal som oppviser flere fasetilstander og et lokalt signal, hvor anordningens driftsfunksjon er vesentlig forbedret både med hensyn til støy og innbyrdes symbolforstyrrelse.

20 Foreliggende oppfinnelse gjelder således en anordning for å bestemme frekvensforskjellen mellom bærebølgen for et mottatt signal og et lokalsignal med nærliggende frekvens, hvor det mottatte signal har vært gjenstand for en fasetilstandsmodulasjon fra et modulasjonssignal og således oppviser en faseverdi som omfatter en overføringsfaseforskyvning, en modulasjonsfaseforskyvning tilsvarende en av flere fasetilstander og en 25 synkroniseringsfaseforskyvning som skyldes nevnte frekvensforskjell, idet anordningen fra en demodulatorenhet mottar stikkprøver av det mottatte signal når overføringsfaseforskyvningen er fjernet, og anordningen videre omfatter:

- utstyr for av stikkprøver mottatt fra nevnte demodulatorenhet å frembringe stikkprøver 30 som modulasjonsfaseforskyvningen er blitt fjernet fra, og
- utstyr for å fastlegge den midlere fase for en rekke av nevnte stikkprøver som modulasjonsfaseforskyvningen er blitt fjernet fra og for å fastlegge nevnte frekvensforskjell på grunnlag av denne midlere fase.

35 På denne bakgrunn av prinsipielt kjent teknikk har da anordningen i henhold til oppfinnelsen som særtrekk at nevnte utstyr for å frembringe stikkprøver som modula-

sjonsfaseforskyvningen er blitt fjernet fra, omfatter utstyr for å modifisere nevnte stikkprøvers fase.

Fortrinnsvis omfatter anordningens utstyr for å fastlegge nevnte midlere fase og  
5 frekvensforskjell, utstyr for å utlede frekvensforskjellen på grunnlag av den midlere fase for minst to stikkprøverekker samt tidsintervallet mellom disse rekkes midtpunkter.

I en utførelsesform omfatter anordningen i henhold til oppfinnelsen en styreenhet for ved mottagning av et informasjonssignal som identifiserer de stikkprøver som utgjør en del  
10 av hver av nevnte rekker, å frembringe et første styresignal i det øyeblikk et signal opptrer som tilhører en av nevnte stikkprøverekker. I dette tilfelle har anordningen med fordel en port for som reaksjon på det første styresignal, å frembringe et utgangssignal bestående av en av stikkprøvene.

15 I det tilfelle nevnte modulasjon omfatter to fasetilstander, nemlig 0 og  $\pi$ , utgjøres anordningens utstyr for å modifisere stikkprøvenes fase fortrinnsvis av en fortegn-detektor som frembringer et invertert signal når utgangssignalets modulasjonsfaseforskyvning er lik  $\pi$ .

20 Videre kan anordning i henhold til oppfinnelsen omfatte en tegnforandringskrets for å frembringe et synkroniseringssignal hvis verdi er lik verdien av nevnte utgangssignal eller dets inverse verdi, alt ettersom det inverterte signal henholdsvis er fraværende eller nærværende. Dersom noen av stikkprøvene tilsvarer kjente bitverdier som identifiseres av informasjonssignalet, frembringer fortrinnsvis nevnte styreenhet et andre styresignal  
25 ved tidspunkter hvor en av nevnte stikkprøver tilsvarer en kjent bitverdi, sammen med et modifiseringssignal dersom fasen av den kjente bitverdi er lik  $\pi$ . I dette tilfelle omfatter anordningen også en multiplekserkrets for å frembringe et fortegnforandringssignal som antar verdien av det inverterte signal eller eventuelt modifiseringssignalet alt ettersom det andre styresignal henholdsvis er fraværende eller nærværende, mens en tegn-  
30 forandringskrets frembringer et synkroniseringssignal hvis verdi enten er lik verdien av nevnte utgangssignal eller den inverse verdi av dette signal, alt ettersom fortegnforandringssignalet henholdsvis er fraværende eller nærværende.

Anordningen i henhold til oppfinnelsen kan med fordel også ha en akkumulator for å  
35 frembringe et akkumuleringssignal hvis verdi er summen av de påfølgende verdier av synkroniseringssignalet, idet akkumulatoren tilbakestilles til 0 før begynnelsen av hver

rekke av stikkprøver. I dette tilfelle kan anordningen dessuten omfatte en velgerkrets for å overføre nevnte akkumuleringssignal til et første register under en første tilstand av et velgersignal som identifiserer den siste stikkprøve i en første av nevnte stikkprøverekker, samt til et andre register under en andre tilstand av nevnte velgersignal som identifiserer den siste stikkprøve i en andre av nevnte stikkprøverekker, og hvor velgersignalet frembringes av styreenheten, idet anordningen videre omfatter en evalueringskrets for å bestemme nevnte frekvensforskjell på grunnlag av den midlere fase av den første stikkprøverekke fra det første register, og den midlere fase av den andre stikkprøverekke fra det andre register.

10

I henhold til oppfinnelsen kommer det mottatte signal fortrinnsvis fra senderutstyr i et digitalt celleoppdelt radiokommunikasjonssystem og er organisert i tidsintervaller som overfører tale eller data, hvor den første og andre av nevnte stikkprøverekker tilsvarer henholdsvis et første og et andre parti av nevnte tidsintervaller under betraktning, med unntak av vernesekvens.

15

Som det vil fremgå av de simuleringsresultater som er gjengitt nedenfor, er det med oppfinnelsen fremskaffet en anordning hvis driftsfunksjon er vesentlig forbedret sammenlignet med tidligere kjente anordninger av denne art. Dette er oppnådd særlig fordi oppfinnelsen gjør det mulig å eliminere modulasjonsfaseforskyvningen på en annen måte enn tidligere, nemlig ved å modifisere stikkprøvenes fase, slik at ulempene ved tidligere kjent teknikk unngås. Anordningen i henhold til oppfinnelsen er derfor velegnet for å brukes til f.eks. å korrigere en lokaloscillators frekvens.

Oppfinnelsens forskjellige formål og særtrekk vil nå blitt angitt mer detaljert i den etterfølgende beskrivelse av et ikke-begrensende eksempel, gitt med henvisning til de vedføyde tegninger, på hvilke:

Fig. 1 er et blokkskjema av inngangstrinnet i en mottager utført for utøvelse av oppfinnelsen,

fig. 2 er et skjema som viser sammensetningen av et mottagersignal som mottas av anordningen i henhold til oppfinnelsen, og

fig. 3 viser et blokkskjema av en utførelse av anordningen i henhold til oppfinnelsen.

Oppfinnelsen vil innledningsvis bli beskrevet i sammenheng med en spesiell anvendelse, nemlig i det digitale celleoppdelte radiokommunikasjonssystem eller mobiltelefonsystem, som er beskrevet i anbefalingene fra GSM slik de er publisert av CEPT (Conférence

35

Européenne des Administrations des Postes et Télécommunications ). Anordningen for å bestemme frekvensforskjell er bygget inn i en bærbar terminal eller mobiltelefon som under de foreliggende forhold kan ansees å være en mottager. Mottagerens inngangstrinn er summarisk angitt i skjemaet i fig. 1.

5

Mottageren mottar et signal R som inneholder digital informasjon bygget opp av bitverdier og overført fra en sender som betegnes en basisstasjon. I samsvar med en modulasjonsfrekvens moduleres dette signal i basisbåndet av to signaler som befinner seg i fasekvadratur og derfor kan representeres av en kompleks vektor.

10

Mottageren omfatter en lokalscillator 1 som frembringer et lokalsignal L med en frekvens som med en forskjell på  $\Delta f$  avviker fra bærefrekvensen for det mottatte signal. Mottageren omfatter videre en forskyvningskrets 2 for basisbåndet, som har til hensikt å frembringe et basisbåndsignal BB hvis frekvens er lik forskjellen mellom frekvensen av det mottatte signal R og frekvensen av lokalsignalet L. Kretsen 2 etterfølges av en frekvensomformer 3 som omformer basisbåndsignalet BB med fire fasetilstander (multiplum av  $\pi/2$ ) til et omformet signal T med to fasetilstander (0,  $\pi$ ).

15

En demodulatorkrets og passende filtre 4 frembringer stikkprøver  $E_i$  av det omformede signal T med en stikkprøvefrekvens på  $f_e$ . Stikkprøvefrekvensens forhold til lokalsignalet er lik forholdet mellom modulasjonsfrekvensen og det mottatte signals frekvens. Et antall  $n$  av disse stikkprøver er midtstilt på den reelle akse i det komplekse plan ved at faseforskyvningen mellom basisstasjonen og mottageren, som særlig skriver seg fra forplantningstiden, utelates. Det antas at alle stikkprøver har samme modulverdi og denne modulverdi ansees ved definisjon å være lik 1, hvilket gjør det mulig å representere stikkprøvene ved følgende ligning:

25

$$E_i = \exp j \cdot (2\pi \cdot \Delta f \cdot (i - \frac{1}{2}n) \cdot T_e + k \cdot \pi + \phi_{ii}) \quad (1)$$

hvor  $k$  har en verdi lik 0 eller 1,  $i$  er et helt tall i området 0 -  $n$ ,  $T_e$  er stikkprøveperioden, og  $\phi_{ii}$  er en interferensfaseforskyvning som skriver seg fra gjensidig symbolforstyrrelse.

30

Fasen  $\phi_i$  for en stikkprøve  $E_i$  opptrer som summen av en modulasjonsfaseforskyvning  $\phi_{mi}$ , pluss en synkroniseringsfaseforskyvning  $\phi_{si}$ , og en interferensfaseforskyvning  $\phi_{ii}$ :

$$\phi_{mi} = 0 \text{ eller } \pi,$$

$$\phi_{si} = 2\pi \Delta f (i - \frac{1}{2}n) \cdot T_e,$$

35 hvor  $-1/4\pi < \phi_{ii} < 1/4\pi$  på grunn av overføringskanalens modulasjonstype.

For å bestemme frekvensforskjellen  $\Delta f$  er det nødvendig å gjenvinne synkroniseringsfaseforskyvningen  $\phi_{si}$  fra fasen av en vilkårlig stikkprøve, hvilket krever:

$$\phi_{sn} \leq 1/4\pi \text{ eller } \phi_{so} \geq -1/4\pi$$

$$\Delta f \leq 1/(4 \cdot n \cdot T_e).$$

5

Frekvensene av mottagersignalet R og lokalsignalet L antas derfor å ligge "tett" hvis de tilfredsstiller denne ligning.

- Antallet  $n$ , dvs. antall stikkprøver som anvendes for å utføre målingen, vil bli valgt slik som det nå skal forklares. De overførte data i mottagersignalet R er gitt en rammestruktur, hvor hver ramme omfatter åtte tidsintervaller eller "signalpakker". En sådan pakke som overfører tale eller data er vist i fig. 2 og omfatter i rekkefølge:
- en innledende sekvens eller hode H som utgjøres av tre stikkprøver tilsvarende kjente bitverdier,
  - 15 – en første datasekvens D1 som omfatter 57 stikkprøver,
  - en midtre sekvens M bestående av 26 stikkprøver tilsvarende kjente bitverdier,
  - en andre datasekvens D2 som omfatter 58 stikkprøver,
  - en avsluttende sekvens eller hale Q som utgjøres av tre stikkprøver tilsvarende kjente bitverdier, og
  - 20 – en vernesekvens G som utgjøres av resten av pakken.

Etter overenskommelse tilsvarer en 1-bit en stikkprøve hvis modulasjonsfaseforskyvning er lik  $\pi$ , mens en 0-bit tilsvarer en stikkprøve hvis modulasjonsfaseforskyvning er lik 0. De stikkprøver som tas i betraktning er alle prøver i en pakke bortsett fra vernesekvensen, og  $n = 148$ . Stikkprøveperioden ligger meget nær modulasjonsperioden som er 3,69  $\mu\text{s}$ .

I dette tilfelle må frekvensforskjellen ikke overskride ca. 500 Hz, dvs. 0,2 % av modulasjonsfrekvensen. En sådan nøyaktighet på 0,2 % kan lett oppnås i løpet av forsynkroniseringstrinn som finner sted når et anrop settes opp ved hjelp av en frekvensreguleringskanal (FCH) og en synkroniseringskanal (SCH).

Når nå de forskjellige særtrekk ved de signaler som skal behandles er blitt beskrevet, vil så anordningen for bestemmelse av frekvensforskjell nå bli beskrevet under henvisning til fig. 3.

35

Anordningen i henhold til oppfinnelsen eliminerer modulasjonsfaseforskyvningen i hver stikkprøve ved å forandre prøvens fortegn hvis dens modulasjonsfaseforskyvning er lik  $\pi$ . Fasen av hver stikkprøve blir således redusert til synkroniseringsfaseforskyvningen og interferensfaseforskyvningen.

5

Anordningen legger sammen de første  $\frac{1}{2}n$  stikkprøver for behandling på denne måte. Resultatet av denne addisjon utgjør da en første vektor, hvis fase er gitt ved:

$$-2\pi\Delta f \cdot 1/4n \cdot T_e + \Delta\phi_{ii1}$$

10 hvor  $\Delta\phi_{ii1}$  er den resulterende interferensfaseforskyvning som skriver seg fra forskjellige forstyrrende faseforskyvninger.

Anordningen vil så addere sammen de påfølgende  $\frac{1}{2}n$  stikkprøver. Resultatet av denne addisjon danner da en andre vektor med samme modulverdi som den forutgående vektor, men hvis fase er:

15 
$$2\pi\Delta f \cdot 1/4n \cdot T_e + \Delta\phi_{ii2}$$

hvor  $\Delta\phi_{ii2}$  er den resulterende interferensfaseforskyvning som skriver seg fra forskjellige forstyrrende faseforskyvninger.

20 De resulterende interferensfaseforskyvninger  $\Delta\phi_{ii1}$  og  $\Delta\phi_{ii2}$  ansees som ubetydelige ut fra den nøyaktighet som er påkrevet ved bestemmelse av frekvensforskjell. I tillegg kan den første og andre rekke av stikkprøver velges på en slik måte at den resulterende interferensfaseforskyvning reduseres. Kun for å lette forklaringen er disse rekker her angitt til å bestå henholdsvis av sekvensen av de  $\frac{1}{2}n$  første stikkprøveverdier og sekvensen av de  $\frac{1}{2}n$  påfølgende stikkprøver. Fagfolk på området vil imidlertid neppe ha  
25 noen vanskelighet med å overføre fremgangsmåten til anvendelse på rekker som omfatter et ulikt antall stikkprøver og begynner på forskjellige steder inne i en pakke.

Forskjellen mellom første og andre vektor gir da en fase  $P$ , som følger:

$$P = 2\pi\Delta f \cdot \frac{1}{2}n \cdot T_e$$

30 eller, når  $P$  er kjent:

$$\Delta f = P/(\pi \cdot n \cdot T_e) \quad (2)$$

35 Det er også gjort tiltak for å unngå slike fortegnforandringer av stikkprøvene som tilsvarende bitverdier som er kjent for å være positive, for derved å begrense feilene som skriver seg fra overføringskjeden.

- I den viste utførelse omfatter anordningen en styreenhet 10 som mottar et informasjons-signal I frembragt av mottageren og som informerer styrekretsen om begynnelsen av en pakke samt ordensnummeret av vedkommende stikkprøve inne i pakken, idet denne styrekrets lagrer i en hukommelse posisjoner og verdier av kjente bitverdier. Styrekrets-
- 5 en frembringer:
- et første styresignal C1 når den foreliggende stikkprøve på utgangssiden av mottageren skal tas i betraktning, dvs. til enhver tid denne stikkprøve utgjør en av de første 148 stikkprøver i pakken,
  - et andre styresignal C2 når stikkprøven tilsvarende en kjent bitverdi,
  - 10 – et modifieringssignal N' dersom den kjente bitverdi er lik 1, og
  - et velgersignal C3 som antar en første tilstand ved den 74. stikkprøve som foreligger, og en andre tilstand ved den 148. stikkprøve som foreligger.

Anordningen omfatter en port 11 som hver gang styresignalet C1 foreligger, overfører

15 den stikkprøve E som mottas fra mottageren, til sin utgang S.

Anordningen omfatter også en tegndetektor 12 som frembringer et invertert signal N desrom modulasjonsfaseforskyvningen  $\phi_m$  for de stikkprøver som er under betraktning er lik  $\pi$ , hvilket kan fastlegges ved en negativ reell andel av den komplekse vektor, slik

20 det vil fremgå av ligning (1).

Anordningen omfatter videre en tegnforandringskrets som frembringer et synkroniserings-signal S' som antar verdien av utgangssignalet S eller dets inverse verdi, avhengig av om et tegnforandringssignal X henholdsvis er fraværende eller nærværende.

25 Tegnforandringssignalet X frembringes av en multiplekserkrets 14 som antar verdien av det inverterte signal N eller av det modifiererte signal N' alt ettersom det andre styresignal C2 henholdsvis er nærværende eller fraværende.

30 Anordningen som bestemmer frekvensforskjellen omfatter videre en akkumulator 15 som frembringer et akkumuleringssignal hvis verdi er lik summen av de forskjellige synkroniseringssignaler S' som tilføres i rekkefølge. Denne akkumulator 15 tilbakestilles til 0 når den har telt opp de første  $\frac{1}{2}n$  stikkprøver, samt når den har telt de etterfølgende  $\frac{1}{2}n$  stikkprøver, selv om dette trekk ikke er vist i figuren.

En velgerkrets 16 mottar dette akkumuleringssignal A og overfører det enten til et første register 17 eller et andre register 18, alt ettersom det valgte signal C3 henholdsvis er i sin første eller andre tilstand.

5 En evalueringskrets 19 beregner fasen P av forskjellen mellom innholdet i det andre register 18 og det første register 17. Frekvensforskjellen  $\Delta f$  beregnes ved anvendelse av den ovenfor angitte ligning (2). Det kan også være anordnet utstyr (ikke vist) for tilbakestilling av registre til 0.

10 Det følger nå en beskrivelse av resultatene fra en simulert sammenligning av anordningen for bestemmelse av frekvensforskjell i henhold til oppfinnelsen med en anordning i henhold en tidligere kjent teknikk og som arbeider ved å opphøye stikkprøvene i kvadrat.

Disse simuleringer gjengir de forplantningsforhold som er fastlagt av GSM. Oppstrøms for anordningen for bestemmelse av frekvensforskjell er følgende trekk modellert:

- 15 – GMSK-modulasjon ved signaloverføring,
- en radiooverføringskanal som forbinder basisstasjonen med mottageren,
- omvandling til basisbånd,
- frekvensomforming, og
- 20 – demodulasjon og hensiktsmessig filtrering.

GSM spesifiserer at kretsen må arbeide med et signal/støy-forhold som ikke er mindre enn 6 dB. I sammenheng med anbefaling 05.05, spesifiseres det følgende modeller for radiooverføringskanaler, som er kjent som "profiler", nemlig:

- 25 – en direkte siktelinjeprofil hvor en enkelt senderstråle tas i betraktning, og denne profil kalles profil 1,
- en bølgende terrengprofil hvor seks forskjellige signaloverføringsstråler tas i betraktning, denne profil kalles profil 2, og
- en bymessig profil hvor også seks signaloverføringsstråler tas i betraktning, og denne
- 30 profil kalles profil 3.

Den etterfølgende tabell viser sannsynligheten for å gjøre en feil på mer enn 250 Hz ved bestemmelse av frekvensforskjell under to forskjellige forhold, hvor den virkelige frekvensforskjell enten er 0 Hz eller 250 Hz, ved å utnytte henholdsvis anordningen i

35 henhold til oppfinnelsen og en anordning som utnytter tidligere kjent teknikk.

Signal/støy-forhold		6 dB		10 dB		
Frekvensforskjell		0 Hz	250 Hz	0 Hz	250 Hz	
5	Krets i henhold til oppfinnelse	Profil 1	0,2 %	4 %		
		Profil 2	0,15 %	6 %	0,04 %	1 %
		Profil 3	0,15 %	2 %	0,05 %	1 %
	Kjent krets	Profil 1	12 %	15 %		
		Profil 2	10 %	12 %	2,5 %	3 %
		Profil 3	10 %	10 %	2 %	2,5 %

- 10 Det fremgår av disse resultater at kretsen i henhold til oppfinnelsen gir bedre driftsfunksjon enn den tidligere kjente anordning. Denne forbedring er størst ved avtagende signal/støy-forhold samt med økende frekvensforskjell som skal fastlegges.

15 Den beskrevne utførelse bør betraktes bare som et eksempel og ikke som noen slags begrensning av oppfinnelsens omfang. Tallrike andre utførelser er mulig, og alt etter den teknologi som anvendes, kan de utnytte en trådkoblet krets (maskinvare) eller et dataprogram som utføres av en dataprosessor.

20 Oppfinnelsens kjerne ligger i at den midlere synkroniseringsfaseforskyvning utledes for en første rekke av stikkprøver, og deretter for en andre rekke av stikkprøver, idet forskjellen mellom disse to faseforskyvninger sammenlignes med forskjellen mellom de tidsperioder hvor disse stikkprøverekker ble ervervet.

25 Det er faktisk ikke uomgjengelig nødvendig å opprette de komponenter i anordningen som gjenoppretter fortegnet for stikkprøver som tilsvarer kjente bitverdier. Oppfinnelsen kan også anvendes når det ikke foreligger noen kjente bitverdier, og i dette tilfelle overføres det inverterte signal N direkte til tegnforandringskretsen 13 istedet for til tegnforandringskretsen X, og multiplekserkretsen 14, det andre styresignal C2 og modifiseringssignalet N' er da ikke påkrevet.

30

Oppfinnelsen utøves i sin alminnelighet på et mottatt signal som er modulert med et vilkårlig antall fasetilstander. Det mottatte signal må nødvendigvis analyseres av en demodulatorenhet hvis arbeidsfunksjon spesielt er å gjenopprette den fasetilstand som signalet hadde under signaloverføringen, idet det tas hensyn til alle forstyrrelser som ble  
35 innført på grunn av overføringen, slik som forplantningsfaseforskyvning.

Demodulatorenheten avgir et utgangssignal som det kan tas stikkprøver av, men den må ikke nødvendigvis omfatte et filter.

De signalstikkprøver som avgis til anordningen for bestemmelse av frekvensforskjell i henhold til oppfinnelsen klassifiseres således etter sine opprinnelige fasetilstander. Deres fase kan analyseres til å være summen av en demoduleringsfaseforskyvning (tilsvarende fasetilstanden) med tillegg av en synkroniseringsfaseforskyvning og en interferensfaseforskyvning. Under sådanne forhold omfatter anordningen utstyr for å eliminere modulasjonsfaseforskyvningen fra hver av stikkprøvene. De stikkprøver som behandles på denne måte frembringer synkronisasjonssignalet S' i henhold til oppfinnelsen og blir så viderebehandlet som beskrevet ovenfor.

Evalueringskretsen arbeider korrekt så lenge frekvensforskjellen er slik at en stikkprøve for en gitt fase ikke kan ta opp mer enn en enkelt fasetilstand. Ved modulasjon som utnytter k fasetilstander, og med frekvensforskjellsbestemmelse som finner sted mens n stikkprøver opptrer med innbyrdes avstand tilsvarende prøveuttaksperioden  $T_e$ , vil nærhetsbetingelsen for det mottatte signals og lokalsignalets frekvenser være gitt ved:

$$\Delta f \leq 1/(k \cdot n \cdot T_e)$$

idet det sees bort fra innbyrdes symbolforstyrrelser.

20

I den utførelse som er beskrevet, frembringer anordningen i henhold til oppfinnelsen den midlere faseforskyvning for en første rekke av stikkprøver og derpå det samme for en andre rekke av stikkprøver, og finner så forskjellen mellom de oppnådde resultater på denne måte. Disse to rekker inneholder det samme antall elementer. Oppfinnelsen kan også utnyttes for å bestemme frekvensforskjell på grunnlag av mer enn to stikkprøve-rekker, idet mellomresultatet eventuelt utledes ved anvendelse av den metode som er beskrevet med henblikk på to fastlagte serier, hvoretter mellomresultatene behandles slik at de til slutt frembringer den søkte frekvensforskjell.

30 Det er ikke vesentlig at hver rekke inneholder det samme antall stikkprøver. Det er bare nødvendig å normalisere modulen for hver utledet vektor ved å legge sammen stikkeprøvene i hver rekke.

**PATENTKRAV**

1. Anordning for å bestemme frekvensforskjellen mellom bærebølgen for et mottatt signal (R) og et lokalsignal (L) med nærliggende frekvens, hvor det mottatte signal har vært gjenstand for en fasetilstandsmodulasjon fra et modulasjonssignal og således oppviser en faseverdi som omfatter en overføringsfaseforskyvning, en modulasjonsfaseforskyvning tilsvarende en av flere fasetilstander og en synkroniseringsfaseforskyvning som skyldes nevnte frekvensforskjell, idet anordningen fra en demodulatorenhet (2, 3, 4) mottar stikkprøver (E) av det mottatte signal når nevnte overføringsfaseforskyvning er fjernet, og anordningen videre omfatter:
- utstyr for av stikkprøver (E) mottatt fra nevnte demodulatorenhet å frembringe stikkprøver som nevnte modulasjonsfaseforskyvning er blitt fjernet fra, og
  - utstyr for å fastlegge den midlere fase for en rekke av nevnte stikkprøver som modulasjonsfaseforskyvningen er blitt fjernet fra og for å fastlegge nevnte frekvensforskjell på grunnlag av denne midlere fase,
- k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte utstyr for å frembringe stikkprøver som nevnte modulasjonsfaseforskyvning er blitt fjernet fra, omfatter utstyr (12, 13) for å modifisere nevnte stikkprøvers fase.
2. Anordning som angitt i krav 1,
- k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte utstyr for å fastlegge nevnte midlere fase og frekvensforskjell omfatter utstyr (17, 18) for å utlede nevnte frekvensforskjell på grunnlag av den midlere fase for minst to stikkprøverekker samt tidsintervallet mellom disse rekkers midtpunkter.
3. Anordning som angitt i krav 1 eller 2,
- k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en styreenhet (10) for ved mottagning av et informasjonssignal (I) som identifiserer de stikkprøver som utgjør en del av hver av nevnte rekker, å frembringe et første styresignal (C1) i det øyeblikk et signal opptrer som tilhører en av nevnte stikkprøverekker.
4. Anordning som angitt i krav 3,
- k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter en port (11) for som reaksjon på nevnte første styresignal (C1), å frembringe et utgangssignal (S) bestående av en av stikkprøvene (E).

5. Anordning som angitt i et av de forutgående krav, karakterisert ved at i det tilfelle nevnte modulasjon omfatter to fasetilstander, nemlig 0 og  $\pi$ , utgjøres nevnte utstyr for å modifisere stikkprøvenes fase av en fortegnedetektor (12) som frembringer et invertert signal N når nevnte utgangssignals modulasjonsfaseforskyvning er lik  $\pi$ .

6. Anordning som angitt i et av de forutgående krav, karakterisert ved at den omfatter en tegnforandringskrets (13) for å frembringe et synkroniseringssignal (S') hvis verdi er lik verdien av nevnte utgangssignal (S) eller dets inverse verdi, alt ettersom nevnte inverterte signal (N) henholdsvis er fraværende eller nærværende.

7. Anordning som angitt i krav 5, karakterisert ved at i det tilfelle noen av nevnte stikkprøver (E) tilsvarer kjente bitverdier som identifiseres av nevnte informasjonssignal (I), frembringer nevnte styreenhet (10) et andre styresignal (C2) ved tidspunkter hvor en av nevnte stikkprøver tilsvarer en kjent bitverdi, sammen med et modifiseringssignal (N') dersom fasen av nevnte kjente bitverdi er lik  $\pi$ , idet anordningen videre omfatter en multiplekserkrets (14) for å frembringe et fortegnforandringssignal (X) som antar verdien av nevnte inverterte signal (N) eller eventuelt nevnte modifiseringssignal (N') alt ettersom det andre styresignal (C2) henholdsvis er fraværende eller nærværende, mens en tegnforandringskrets (13) frembringer et synkroniseringssignal (S') hvis verdi enten er lik verdien av nevnte utgangssignal (S) eller den inverse verdi av dette signal, alt ettersom nevnte fortegnforandringssignal (X) henholdsvis er fraværende eller nærværende.

25

8. Anordning som angitt i krav 6 eller 7, karakterisert ved at den omfatter en akkumulator (15) for å frembringe et akkumuleringssignal (A) hvis verdi er summen av de påfølgende verdier av nevnte synkroniseringssignal (S'), idet akkumulatoren tilbakestilles til 0 før begynnelsen av hver rekke av stikkprøver.

30

9. Anordning som angitt i krav 8, karakterisert ved at den omfatter en velgerkrets (16) for å overføre nevnte akkumuleringssignal til et første register (17) under en første tilstand av et velgersignal (C3) som identifiserer den siste stikkprøve i en første av nevnte stikkprøverekker, samt til et andre register (18) under en andre tilstand av nevnte velgersignal som identifiserer

35

den siste stikkprøve i en andre av nevnte stikkprøverekker, og hvor nevnte velgersignal frembringes av styreenheten (10), idet anordningen omfatter en evalueringskrets (19) for å bestemme nevnte frekvensforskjell på grunnlag av den midlere fase av nevnte første stikkprøverekke fra nevnte første register (17), og den midlere fase av den andre

5 stikkprøverekke fra det andre register (18).

10. Anordning som angitt i et av de forutgående krav,

k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte mottatte signal kommer fra senderutstyr i et digitalt celleoppdelt radiokommunikasjonssystem og er organisert i tidsintervaller som

10 overfører tale eller data, hvor den første og andre av nevnte stikkprøverekker tilsvarer henholdsvis et første og et andre parti av nevnte tidsintervaller under betraktning, med unntak av vernesekvens.

FIG. 1

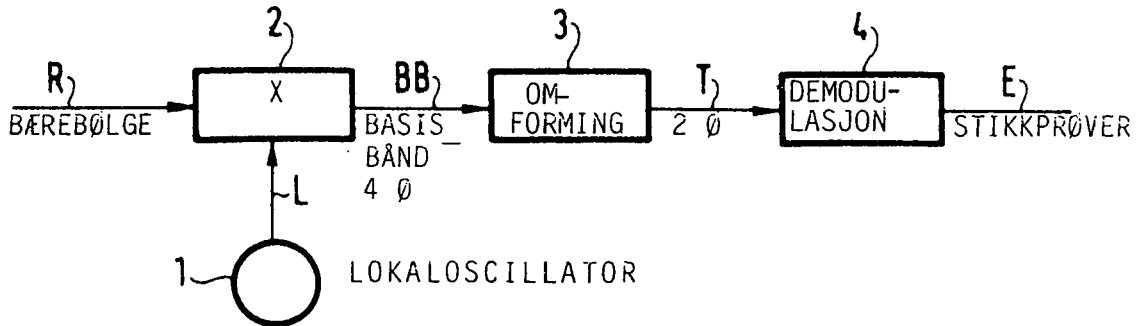


FIG. 2



FIG. 3

