



PATENTDIREKTORATET  
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 2173/83

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> H 04 L 7/033

(22) Indleveringsdag: 16 maj 1983

(41) Alm. tilgængelig: 18 nov 1983

(44) Fremlagt: 04 feb 1991

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 17 maj 1982 FR 8208546

(71) Ansøger: \*SINTRA-ALCATEL S.A.; 26, rue Malakoff; 92600 Asnières, FR

(72) Opfinder: Claude \*Pivon; FR, Georges \*Depriester; FR

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Kobling til genvinding af taktsignalet fra en NRZ-kodet, binære meddelelse

(56) Fremdragne publikationer

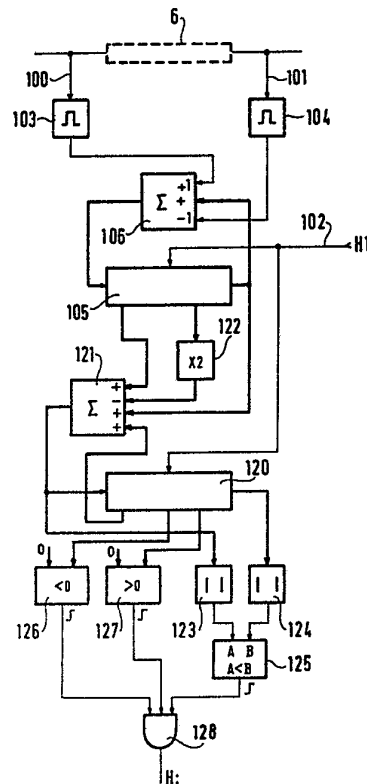
US pat. nr. 3851101

(57) Sammendrag:

2173-83

Med henblik på ved transmission af digitale signaler ved NRZ-kodede, binære meddelelser at bestemme den oprindelige fase af taktsignalet deles taktperioden op i p successive tidsvinduer, der i forhold til et arbitrært udgangspunkt grupperes i klasser afhængigt af deres modulo p-rang, hvorpå der foretages bestemmelse af den klasse tidsvinduer, der oftest falder sammen med overgangene i det over flere taktperioder modtagne signal. Dette finder sted ved hjælp af tællemidler (105, 106), der tæller overgangene op, som falder sammen med de forskellige klasser af tidsvinduer, og optællingsmidler (120, 121), der bestemmer forskellen i fordelingen af overgange forud og bagud i forhold til de forskellige klasser af tidsvinduer, og minimumdetekteringsmidler (123, 124, 125) og verifikationsmidler (126, 127) der bestemmer den klasse tidsvinduer, der ikke er i modfase med overgangene, og for hvilken forskellens numeriske værdi er minimal.

FIG. 3 2173-83



LN 10171 B

Opfindelsen har relation til numeriske transmissioner og den beskæftiger sig med genvinding af det taktsignal, der definerer de tidsintervaller mellem hvilke samtlige overgange i en NRZ-kodet binær meddelelse befinder sig.

Der kendes mange koblinger til genvinding af taktsignalet fra en NRZ-kodet binær meddelelse. Disse koblinger indbefatter sædvanligvis en lokal taktgiver, der arbejder på frekvensen af taktsignalet i den forventede NRZ-kodede binære meddelelse, og som omfatter en faselåsesløjfe, der søger at bringe overgangene i den binære meddelelse til at falde sammen med periodebegyndelserne. Sløjfen udgøres af en kreds til regulering af fasen af den lokale taktgenerator, hvilken kreds styres af en komparator, der detekterer positionen af overgangene i den NRZ-kodede binære meddelelse i forhold til det lokale taktsignals periodebegyndelser. Der er indskudt mere eller mindre sofistikerede filtre mellem komparatoren og fasereguleringskredsen med henblik på opnåelse af en meget kort indfangningstid og en stor ufølsomhed over for de forstyrrende signaler.

Et udførelseseksempel på sådanne koblinger findes beskrevet i US-A-3.851.101.

Genvindingen af taktsignalet fra en binær meddelelse er en væsentlig egenskab navnlig i det tilfælde, hvor de NRZ-kodede binære meddelelser forekommer i form af asynkrone tog, hvor enhver forsinkelse i genvindingen af taktsignalet kan føre til tab af data eller til at der må anvendes et bufferlager med meget stor kapacitet. Genvindingen af taktsignalet skades dog af det forhold, at der til faseregulering af den lokale taktgiver, findes en ustabil ligevægtsstilling, hvor det lokale taktsignal er i modfase med taktsignalet i den modtagne meddelelse, og hvor reguleringen kan opretholdes en hvis tid ved en rækkefølge af korrektioner med skiftevis fasefremrykning og faseforsinkelse.

Hos de fleste af de kendte koblinger til genvinding af taktsignal undgår man den nævnte ustabile ligevægtsstilling i fasereguleringen ved at kontrollere, at der i den modtagne meddelelse ikke forekommer overgange i nærheden af midten af det lokale taktsignals perioder, og ved i modsat fald at foretage en pludselig fasekorrigering, hvorved fasereguleringen bringes ud af den labile ligevægtsstilling.

I praksis er det nødvendigt at tage hensyn til støjen, og derfor må man vente til at der i den modtagne meddelelse forekommer flere overgange, der i hovedsagen står i modfase med det lokale taktsignal, inden man med sikkerhed kan træffe afgørelse om at faselåsesløjfen skal bringes ud af låsning. Som følge heraf er der en svag men ikke ubetydelig sandsynlighed for at der foregår et langvarigt tidsrum til genvinding af taktsignalet, således at en del af den modtagne meddelelse går tabt.

For at undgå dette er der mange af de kendte koblinger, hvor der systematisk foretages afprøvning af stabiliteten i den første ligevægtsstilling, der opnås, ved på det lokale taktsignal at påtrykke en pludselig faseændring. Dette sker dog på bekostning af gennemsnitsvarigheden af taktsignalgenvindingen med praktisk taget en fordobling af denne varighed.

Opfindelsen tager sigte på at forkorte tidsrummet for genvinding af taktsignalet fra en NRZ-kodet meddelelse ved i starten af en genvindingsprocedure, at undgå muligheden for opnåelse af en labil ligevægt for fasereguleringen af det lokale taktsignal, hvilket opnås ved en forudindstilling af det lokale taktsignals fase på basis af en mere eller mindre grov vurdering af fasen af den modtagne meddelelses taktsignal, medens denne meddelelse føres igennem en forsinkelseslinie.

Med henblik herpå er en kobling til genvinding

af taktsignalet fra en NRZ-kodet binær meddelelse, og af den art, der omfatter rytmegivende midler til frembringelse af et rytmesignal, der har en frekvens lig med et multiplum  $p$  af frekvensen af den binære meddelelses taktsignal, og som definerer successive tidsvinduer af 5 ens varighed, tællemidler, der opererer på de over flere taktperioder modtagne signalovergange, og maksimumsdetekteringsmidler, der opererer på de opnåede tælleværdier ifølge opfindelsen ejendommelig ved, at tællemid-

10 lerne er indrettede til at gruppere tidsvinduerne i klasser afhængigt af deres modulo  $p$ -rang i forhold til et arbitrært udgangstidspunkt, og til indenfor hvert tidsvindue at fastlægge det antal overgange, der er faldet sammen med tidligere tidsvinduer af samme klasse modulo

15  $p$  som det igangværende tidsvindue, og at maksimumsdetekteringsmidlerne er indrettede til at afgive et taktinitialiseringssignal i de tidsvinduer, der hører til den modulo  $p$ -klasse, der har den maksimale tælleværdi, hvorhos koblingen desuden har en lokal taktgenerator, der

20 har den modtagne meddelelses taktfrekvens, og som synkroniseres ved begyndelsen af genvindingsproceduren ved hjælp af maksimumsdetekteringsmidlerne.

Opfindelsen angår også en kobling til genvinding af taktsignalet fra en NRZ-kodet binær meddelelse, og 25 af den art, der omfatter rytmegivende midler til frembringelse af et rytmesignal, der har en frekvens lig med et multiplum  $p$  af frekvensen af den binære meddelelses taktsignal, og som definerer successive tidsvinduer af ens varighed, optællingsmidler, der opererer på de over

30 flere taktperioder modtagne signalovergange, og minimumsdetekteringsmidler, der opererer på de fremkomne fordelingsforskelle, hvilken kobling ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at optællingsmidlerne er indrettede til at gruppere tidsvinduerne i klasser afhængigt af

35 deres modulo  $p$ -rang i forhold til et arbitrært udgangstidspunkt og til indenfor hvert tidsvindue at fastlægge

fordelingsforskellen mellem de overgange, der ligger forud, og de overgange, der ligger bagud i forhold til tidsvinduerne af samme klasse som det igangværende vindue, at minimumsdetekteringsmidlerne er indrettede til

5 at afgive et taktinitialiseringssignal i de tidsvinduer, der hører til den klasse modulo  $p$ , der udviser den laveste fordelingsfordkel, hvorhos koblingen desuden har verifikationsmidler til spærring af minimumsdetekteringsmidlerne, når fordelingsforskellen for en klasse med

10 modulo  $p$ -rang maksimalt er  $\frac{1}{2} p$  mindre henholdsvis  $\frac{1}{2} p$  større end rangen af den klasse tidsvinduer for hvilke et detekteret minimum i fordelingsforskellen ikke tillader afgørelse til forskel for de forsinkede eller de fremskudte overgange, samt en lokal taktgenerator, der

15 har den modtagne meddelelses taktfrekvens, og som synkroniseres ved begyndelsen af synkroniseringsproceduren ved hjælp af minimumsdetekteringsmidlerne.

Vurderingen af modulo  $p$ -rang af den klasse tidsvinduer, med hvilken begyndelserne af perioderne af den

20 modtagne meddelelses taktsignal falder sammen, giver mulighed for i starten at indstille det lokale taktsignal med en faseforskkel, der højst er på  $2\pi/p$ , hvor tallet  $p$  vælges således, at denne forskel er tilstrækkelig lille til at undertrykke muligheden for at fasereguleringen nærmer

25 sig den labile ligevægtsstilling, og fortrinsvis for med god sandsynlighed at sikre en korrekt behandling af dataene i den modtagne meddelelse.

Da tælle- eller optællingsmidlerne arbejder med fast tidsrum, kan den forsinkelse, der indføres ved den

30 forudgående vurdering af fasen af taktsignalet i den modtagne meddelelse nemt opvejes ved at lade meddelelsen passere gennem en forsinkelseslinie, der indfører en forsinkelse, som er lig med det faste tidsrum.

Optællingsmidlerne kan hensigtsmæssigt bestå af

35 tællemidler og kalkuleringsmidler, der for tidsvinduerne af samme modulo  $p$ -rang som det igangværende tidsvindue

angiver fordelingsforskellen ved rekursiv beregning på basis af den fordelingsforskel, der blev kalkuleret under det forudgående tidsvindue og de tidligere indsamlede, nyeste værdier for optællingerne vedrørende forskellige klasser af tidsvinduer.

Opfindelsen forklares nærmere i det følgende under henvisning til den skematiske tegning, hvor

fig. 1 viser et blokdiagram over en kobling til genvinding af fasen af taktsignalet i asynkrone, NRZ-kodede binære meddelelser med taktsignaler på samme frekvens, og

fig. 2 og 3 to udførelsesformer for den i fig. 1 viste kobling til genvinding af taktsignalet i overensstemmelse med opfindelsen.

Den i fig. 1 viste kobling har en indgang 1 for de asynkrone binære meddelelser og et antal udgange 2, 3 og 4. Udgangen 2 afgiver de til indgangen 1 ankomme meddelelser med en konstant forsinkelse, der indbefatter tiden til genvinding af faserne af disse meddelelsers taktsignal, medens den anden udgang 3 afgiver et binært signal D for modulationsdetektering, hvilket signal tilkendegiver om der er en binær meddelelse på udgangen 2 eller ej, hvorhos den tredje udgang 4 afgiver det taktsignal, der er genvundet fra den binære meddelelse, der afgives over udgangen 2. Koblingen indbefatter en lokal taktgenerator 5 med frekvensen  $F$  af taktsignalerne i de modtagne meddelelser, hvilket lokale taktsignal er faselåst til overgangene i den binære meddelelse, der afgives over udgangen 2. Koblingen omfatter desuden en forsinkelseslinie 6, der er indskudt mellem indgangen 1 og den lokale taktgenerator 5 og opvejer fasegenvindingstiden, samt en kreds 7 til hurtig fasegenvinding, hvilken kreds tjener til modulationsdetektering, til startsynkronisering af den lokale taktgenerator 5 og indirekte til styring af denne generators regulering.

Den lokale taktgenerator 5 omfatter en fase-låsesløjfe af første orden med to integratorfiltre 54, 55 som indkobles gennem en omskifter 56. Filteret 54 har en tidskonstant, der er tilstrækkelig lille til at fasesynkroniseringen kan opnås i løbet af ca. 10 bit af en meddelelse, men tilstrækkelig lang til at sikre stabiliteten af fase-låseprocessen uden for præstationerne af kredsen 7 til hurtig fasegenvinding. Det andet filter 55 har en stor tidskonstant for at opretholde den genvundne fase selv om der forekommer udfald i forbindelsen, men tidskonstanten er dog kompatibel med en glidning på i det mindste det dobbelte af den forventede glidning mellem sendeoscillatoren og modtageoscillatoren. Filteret 54 med lille tidskonstant er i drift, når der ikke detekteres nogen modulation og når der detekteres modulation i et tidsrum, der svarer til de første bit af en meddelelse, dvs. det tidsrum, der er nødvendig til opnåelse af en faseforskel lig med nul. Dette filter erstattes derefter af det andet filter 55.

På konventionel måde omfatter den lokale taktgenerator 5 en oscillator 50, hvis frekvens  $F'$  er lig med et helt multiplum  $r$  af frekvensen  $F$ , hvilken oscillator er koblet til en fasemodulator, der udgøres af en  $r$ -deler 51 med en resætningsindgang og med en styreindgang, som gør det muligt at ændre delingsforholdet med  $\pm 1$ . Taktsignalgenvindingskredsen 7 bruger resætningsindgangen til den oprindelige synkronisering af den lokale taktgenerator. Faselåsesløjfen bruger styreindgangen til ændring af delingsforholdet  $r$  med  $\pm 1$  til efter behov at fremrykke eller forsinke fasen af den lokale taktgenerator 5.

Faselåsesløjfen i den lokale taktgenerator 5 omfatter en overgangsdetektor 53, hvis indgang får tilført de binære meddelelser fra forsinkelseslinien 6, og hvis udgang afgiver impulser af kort varighed, der falder sammen med overgangene i disse meddelelser.

Ved hjælp af en fasekomparator 52, der har sin ene indgang forbundet med udgangen på den programmerbare deler 51 og sin anden indgang forbundet med udgangen på overgangsdetektoren 53 føres disse impulser til

5 udgangen A eller udgangen R alt efter om de fase-mæssigt ligger bagud eller forud i forhold til overgan-gene af en bestemt retning i det lokale taktsignal, hvilke overgange udgør periodebegyndelserne. De inte-grationsfiltre 54 og 55, der er koblet til kompa-

10 ratorens udgange afgiver over en to-bit-udgang et sig-nal til at opretholde eller rykke det lokale taktsig-nals fase frem eller tilbage, således at der opnås det samme antal impulser på de to udgange fra fasekompara-toren 52. Disse to filtre er f.eks. stokastisk rekur-

15 sive filtre af typen "N before M" af den art, der er beskrevet af J.R. CESSNA i en artikel i IEEE Transactions on Communications bind COM. 20 nr. 2, april 72. Det ene filter har små værdier for N og M, hvorved der fås lille inertti, medens det andet filter har store

20 værdier N og M, der giver filteret stor inertti. Om-skifteren 56 sætter det ene eller det andet integra-tionsfilter 54 henholdsvis 55 i drift. Som vist, kan omskifteren styres gennem en bistabil kipkobling 8 og en tæller 9. Når der ikke er nogen meddelelse på

25 koblingens udgang 2 holder modulationsdetektionssig-nalet D tælleren 9 på nul, og den bistabile kipkob-ling i en hvilestilling svarende til udvælgelsen af det integrationsfilter 54 eller 55, der har lille tids-konstant. Når der er en meddelelse på udgangen 2 fra

30 koblingen foretager tælleren 9 optælling af bittene i denne meddelelse, og når tælleren når op på sin maksi-male kapacitet sender den en aktiveringsimpuls til den bistabile kipkobling 8, der skifter tilstand og ind-kobler det integrationsfilter, der har den store tids-

35 konstant.

Kredsen 7 til hurtig fasegenvinding består i

hovedsagen af to dele, nemlig en kreds 71, der foretager detektering af en modulation, dvs. konstaterer tilstedeværelsen af en meddelelse i forsinkelseslinien 6 og den afgiver et modulationsdetekteringssignal D, 5 medens den anden kreds 72 tjener til genvinding af taktsignalet, dvs. foretager vurdering af den oprindelige fase af en meddelelse i forsinkelseslinien 6.

Modulationsdetekteringskredsen 71 kan udgøres af en auto-korrelator, der har to indgange forbundet med 10 enderne af forsinkelseslinien 6 og beregner auto-korrelationsværdien mellem de to versioner af signalet i forsinkelseslinien 6, der indbyrdes er forskudt med en halv taktperiode, samt en komparator med dobbelt tærskel til frembringelse af et binært signal D, der 15 skifter til en tilstand, der svarer til en detektering af modulation, når den fra auto-korrelatoren afgivne auto-korrelationsværdi ligger over en nedre tærskel under hvilken man går ud fra, at det modtagne signal er støj, og under en øvre tærskelværdi, over hvilken man 20 går ud fra, at der ikke er modtaget noget signal.

Taktsignalgenvindingskredsen 72, hvoraf to udførelsesformer skal beskrives, tilvejebringer på basis af signalerne ved enderne af forsinkelseslinien 6 et binært taktinitialiseringssignal  $H_i$ , hvori overgangene 25 fra 0 til 1 nærmer sig begyndelserne af taktperioderne i en meddelelse i forsinkelseslinien 6, når denne meddelelse reelt er tilstede. Dette signal  $H_i$  føres til en monostabil kipkobling 73, der udsender resætningsimpulser til den programmerbare deler 51 i den 30 lokale taktgenerator 5, når den ikke spærres af signalet D fra modulationsdetekteringskredsen, dvs. udelukkende ved begyndelsen af hver detektering af modulation og for en enkelt udløsning.

Den oprindelige vurdering af fasen af taktsignalet i den modtagne meddelelse foregår ved at dele varigheden af en taktperiode i  $p$  successive tidsvinduer af

ens varighed, og ved at gruppere disse vinduer i klasser i afhængighed af deres modulo  $p$ -rang i forhold til et arbitrært udgangstidspunkt, der vælges lokalt, og ved at bestemme den klasse vinduer, der oftest falder  
5 sammen med den modtagne meddelelses overgange, der oplagres i forsinkelseslinien 6. Denne bestemmelse kan blot foregå ved i hvert tidsvindue, at tælle op det antal overgange i meddelelsen i forsinkelseslinien 6, der er faldet sammen med tidligere tidsvinduer af samme  
10 modulo  $p$ -klasse, og ved at konstatere, om dette antal svarer til et maksimum.

Fig. 2 viser en taktsignalgenvindingskreds, der virker på denne måde. Kredsen indbefatter to indgange 100 og 101, hvor den modtager de signaler, der er til-  
15 stede ved enderne af forsinkelseslinien 6, en taktstyreindgang 102, der modtager et rytmesignal  $H_1$ , der definerer bredden af tidsvinduerne og har en frekvens på  $p$  gange frekvensen  $F$  og ved passende deling kan tilvejebringes ved hjælp af den lokale taktgenerators oscillator 50.  
20

Enderne af forsinkelseslinien 6 er forbundet med to overgangsdetektorer 103 og 104, der afgiver impulser, der har samme bredde som et tidsvindue og er synkrone med overgangene.

25 Et skifteregister 105, der har  $p$  trin og taktstyres af rytmesignalet  $H_1$  virker som cirkulerende lager, der oplagrer det antal overgange i signalet i forsinkelseslinien 6, der er forekommet i de  $p$  klasser af tidsvinduer.

30 En additionskreds 106, der danner sløjfe med skifteregisteret 105 tjener til ajourføring af de forskellige optællinger. Ud over en additionsindgang i sløjfen omfatter denne additionskreds en indgang til inkrementering med én enhed, hvilken indgang er forbundet med udgangen på overgangsdetektoren 103, som er  
35 forbundet med indgangen til forsinkelseslinien 6, så-

ledes at hver ny overgang tælles med, samt en indgang til dekrementering med én enhed, hvilken indgang er forbundet med udgangen på overgangsdetektoren 104, der er tilsluttet udgangen på forsinkelseslinien 6, hvorved hver overgang i det fra forsinkelseslinien 6 udgående signal tælles fra.

En detektor for relativt maksimum afgiver et binært signal på logisk niveau 1, hvis antallet af modulo p-klasser, som det igangværende tidsvindue hører til, er større end det antal modulo p-klasser af tidsvinduer, der ligger umiddelbart foran eller følger umiddelbart efter det igangværende tidsvindue. Denne detektor består af to komparatorer 107 og 108, hver med to indgange, idet den ene komparator er tilsluttet indgangen til og udgangen fra det første trin i skifteregisteret 105, medens den anden komparator er tilsluttet indgangen til skifteregisteret 5 og udgangen fra skifteregisterets sidste trin, samt en OG-port 109.

En tærskelkomparator 110, der er koblet til udgangen på additionskredsen 106 spærrer udgangen fra detektoren ved hjælp af en OG-port 111 i det tilfælde, hvor det detekterede maksimum ikke overskrider en hvis tærskelværdi, som vælges i afhængighed af den støj, der kan påvirke den modtagne meddelelse.

Detekteringen af den modulo p-klasse af tidsvinduer, der falder sammen med flertallet af overgange i en meddelelse i forsinkelseslinien 6, kan også foretages på basis af en bestemmelse blandt modulo p-klasserne af tidsvinduer af den klasse, hvori overgangene i meddelelsen fordeler sig mest retfærdigt til begge sider. Denne bestemmelse er mindre følsom overfor støjen, idet den giver mulighed for, for hver klasse at udnytte de fleste af overgangene i meddelelsen i forsinkelseslinien 6 og ikke blot de overgange, der falder sammen med tidsvinduerne i den pågældende klasse. Den har til gengæld den ulempe, at den fører til usik-

kerhed, eftersom overgangene fordeler sig ligeligt til begge sider for den klasse tidsvinduer, med hvilke størstedelen af dem falder sammen, som til begge sider for den klasse tidsvinduer, hvori størstedelen af dem er faseforskudt med det halve af en taktperiode. Usikkerheden skal samtidigt fjernes, og dette sker ved at kontrollere, at tidsvinduerne i en klasse, der højst er  $-p/2$  mindre end klassen af modulo  $p$ -rang, henholdsvis højst  $p/2$  større end rangen af den klasse vinduer, hvori der er konstateret et minimum af fordelingsforskelle, reelt ligger fasemæssigt forud eller bagud i forhold til størstedelen af overgangene i meddelelsen.

Som tidligere nævnt, kan man i et tidsvindue få en optælling af de overgange i meddelelsen i forsinkelseslinien 6, der falder sammen med tidligere tidsvinduer af samme modulo  $p$ -rang. Dette er også tilfældet for fordelingen af de overgange, der vedrører tidsvinduerne af samme modulo  $p$ -rang som det igangværende vindue, og som kan opnås ved hjælp af en rekurrent formel, hvori anvendes den fordeling, der blev kalkuleret for det tidsvindue, der kom før det igangværende vindue, sammen med optællingerne af de overgange, der er faldet sammen med visse klasser af modulo  $p$ -tidsvinduer.

For at kunne vurdere fordelingen af overgangene til begge sider af en klasse af tidsvinduer af rang  $i$ , skal man dele de tidsintervaller, der adskiller vinduerne i denne klasse af rang  $i$  i to lige store dele, hvoraf den ene ligger forud for hvert enkelt vindue og udgør det område, hvori overgangene betragtes som værende fasemæssigt forud, medens den anden følger efter hvert vindue og udgør det område, hvori overgangene betragtes som værende faseforsinkede, hvorefter man kalkulerer forskellen i fordelingen mellem de fasefremskudte overgange og de faseforsinkede overgange.

Fasefremskyndelsesområdet falder sammen med de tidsvinduer, hvis klasser har en modulo  $p$ -rang højst

$p/2$  mindre end rang  $i$ , medens faseforsinkelsesområdet falder sammen med de tidsvinduer, hvis faser har en modulo  $p$ -rang højst  $p/2$  større end rang  $i$ . For at disse to områder kan have samme varighed, skal klassen af vinduer med rang  $i$  være udelukket eller være indbefattet, alt efter om antallet  $p$  af tidsvinduer pr. taktperiode er ulige eller lige.

Hvis det antages, at tallet  $p$  er ulige, er de overgange i den  $i$  transit i forsinkelseslinien 6 væren-  
 10 de meddelelse fasemæssigt forud i forhold til tidsvinduerne i klassen af rang  $i$  de overgange, der er faldet sammen med de tidsvinduer, der hører til klasser af rang  $j$ , i henhold til betingelsen:

$$i - k \leq j < i \quad \text{med } k = \frac{1}{2}(p-1),$$

15 medens de overgange, der er forsinkede i forhold til tidsvinduerne i klassen af rang  $i$ , er de overgange, der er faldet sammen med de tidsvinduer, der hører til klasser af rang  $j$  i henhold til betingelsen:

$$20 \quad i < j \leq i + k$$

Fordelingsforskellen  $y_i$  mellem de fasefremskudte og faseforsinkede overgange i forhold til tidsvinduerne i klassen  $i$ , kan i afhængighed af antallet  $x_j$  af overgange, der falder sammen med tidsvinduerne af rang  $j$  udtrykkes på følgende måde:

$$30 \quad y_i = \sum_{j=i-k}^{i-1} x_j - \sum_{j=i+1}^{i+k} x_j,$$

hvilken relation kan ændres til:

$$35 \quad y_i = \sum_{j=i-k-1}^{i-2} x_j - \sum_{j=i}^{i+k-1} x_j + x_{i-1} - x_{i-1-k} + x_i - x_{i+k},$$

hvilken relation angiver fordelingsforskellen  $y_{i-1}$ .

Idet det bemærkes, at indekserne skal ses i relation til modulo  $p$ :

$$i - 1 - k = i + k$$

5 opnår man rekursionsformlen:

$$Y_i = Y_{i-1} + x_i + x_{i-1} - 2 x_{i+k} \quad (1)$$

Hvis antallet  $p$  af tidsvinduer pr. taktperiode er et helt lige tal, skal man medregne de vinduer i 10 klassen af rang  $i$ , der ligger i fasefremskyndelsesområdet eller faseforsinkelsesområdet, hvilket svarer til, at man for overgangene i meddelelsen som reference for fasefremskyndelse eller faseforsinkelse anvender begyndelserne eller enderne af vinduerne i klassen af rang 15  $i$ . Hvis vinduerne af sidstnævnte klasse medregnes i faseforsinkelsesområdet ændres rekursionsformlen til:

$$Y_i = Y_{i-1} + 2 x_{i-1} - 2 x_{i+k'}, \text{ med } k' = \frac{1}{2} p, \quad (2)$$

medens den i modsat fald ændres til:

20 
$$Y_i = Y_{i-1} + 2 x_i - 2 x_{i+k'}. \quad (3)$$

Fig. 3 viser et diagram over en taktsignalgenvindingskobling, der er egnet til de tilfælde, hvor der er et ulige antal  $p$  tidsvinduer pr. taktperiode, og hvori rekursionsformlen (1) anvendes.

25 På samme måde som i fig. 2 har denne kobling to indgange 100, 101, der er forbundet med enderne af forsinkelseslinien 6, samt en indgang 102, der får tilført et rytmesignal  $H_1$ , der definerer bredden af tidsvinduerne, og hvis frekvens er et ulige multiplum  $p$  30 af frekvensen  $F$  og opnås ved en passende deling af signalet fra oscillatoren 50. Den omfatter desuden et skifteregister 105 med  $p$  trin, der styres af rytmesignalet  $H_1$  og virker som cirkulationslager for antal- 35 lene  $x_i$  af overgange i meddelelsen i forsinkelseslinien 6, som er opstået i de forskellige modulo  $p$ -klasser af tidsvinduer, samt en adder 106, der er kob-

let tilbage til sig selv gennem et skifteregister 105 med  $p$  trin, der tjener til ajourføring af tællerresultaterne ved hjælp af en indgang, der inkrementerer med én enhed ad gangen, og som er forbundet med indgangen 5 til forsinkelseslinien 6 gennem en overgangsdetektor 103, og ved hjælp af en indgang til dekrementering med én enhed ad gangen ved hjælp af en overgangsdetektor 104, der er forbundet med udgangen på forsinkelseslinien 6.

10 Et andet skifteregister 120 med  $p$  trin, der styres af rytmesignalet  $H_1$ , virker som cirkulationslager, der over én periode af taktsignalet holder de fordelingsforskelle  $y$ , der blev kalkuleret under de  $p$  forudgående tidsvinduer.

15 En adder 121, der er koblet tilbage til sig selv gennem det første trin af skifteregisteret 120 kalkulerer fordelingsforskellen  $y_i$  mellem de overgange i den  $i$  transit gennem forsinkelseslinien 6 værende meddelelse, der fase-mæssigt ligger forud henholdsvis 20 bagud i forhold til den klasse af tidsvinduer til hvilken det pågældende tidsvindue hører. Med henblik herpå udnytter den rekurrensformlen (1) og til det formål indbefatter den ud over sin additive tilbagekoblingsindgang, hvor den modtager den under det forudgående tidsvindue 25 kalkulerede fordelingsforskel  $y_{i-1}$  to andre additionsindgange, hvoraf den ene er forbundet med udgangen på det sidste trin i skifteregisteret 105, hvorfra den får det antal  $x_i$  overgange, der falder sammen med den klasse vinduer af rang  $i$  modulo  $p$ , 30 til hvilken det pågældende tidsvindue hører, medens den anden indgang er forbundet med udgangen på det første trin i skifteregisteret 105, hvorfra den modtager det antal  $x_{i-1}$  overgange, der falder sammen med klassen af vinduer af rang  $i-1$  modulo  $p$ , samt en subtraktions- 35 indgang, der gennem en 2-multiplikator 122 er forbundet med udgangen på trinnet  $i + \frac{1}{2}(p+1)$  i skifte-

registeret 105, hvorfra den modtager tællerresultatet  $x_{i+\frac{1}{2}}(p+1)$ .

Den modulo  $p$ -klasse af tidsvinduer i forhold til hvilken overgangene i meddelelsen i forsinkelseslinien 5 6 fordeler sig mest ligeligt til begge sider, er den klasse, for hvilken den numeriske værdi af fordelingsforskellen  $y$  er minimal. Søgningen efter dette minimum sker ved hjælp af to kredse 123 og 124, der tilvejebringer den numeriske værdi, samt en komparator 10 125, hvis to indgange er koblet til nævnte kredse. Værdifrembringelseskredsen 123 er forbundet med udgangen fra adderen 121, hvorfra den får tilført den fordelingsforskel  $y_i$ , der gælder for modulo  $p$ -klassen af det igangværende vindue, medens værdifrembringelseskredsen 124 er forbundet med udgangen på det sidste 15 trin i skifteregisteret 120, hvorfra den får tilført fordelingsforskellen  $y_{i+1}$  for den modulo  $p$ -klasse af tidsvindue, der følger efter det igangværende vindue. Komparatoren 125 afgiver et binært signal, der har 20 logisk tilstand 1 så længe den numeriske værdi af fordelingsforskellen  $y_i$  for modulo  $p$ -klassen af det igangværende vindue er mindre end fordelingsforskellen  $y_{i+1}$  for modulo  $p$ -klassen af det tidsvindue, der følger efter.

25 To tærskelkoblere 126 og 127 styrer udgangssignalet fra komparatoren 125 gennem en OG-port 128, der afgiver et taktinitialiseringssignal  $H_i$ . Deres opgave er netop at fjerne den før omtalte usikkerhed. Komparatoren 126 er tilsluttet udgangen på det trin 30 af skifteregisteret 120, hvis rang er i nærheden af  $1/4(p-1)$  og den afgiver et binært signal med logisk tilstand 1, hvis den fra skifteregisteret 120 modtager en negativ fordelingsforskel  $y$ . Den anden tærskelkomparator 127 er forbundet med udgangen på et 35 trin i skifteregisteret 120, hvis rang er i nærheden af  $1/4(3p-1)$  og den afgiver et binært signal med

logisk tilstand 1, hvis den fra skifteregisteret 120 modtager en positiv fordelingsforskel  $y$ .

Forskellen  $y$  ved den udgang fra skifteregisteret 120, der har rang  $i$  i nærheden af  $1/4 (p-1)$  har tilknytning til en klasse tidsvinduer, hvis rang er ca.  $1/4 (p-1)$  mindre end rang  $i$  af det igangværende tidsvindue, og som derfor ligger ca.  $1/4$  taktperiode forud for tidsvinduerne af rang  $i$ . Når den numeriske værdi af fordelingsforskellen  $y_i$  passerer gennem et minimum for tidsvinduerne af rang  $i$ , er den nødvendigvis negativ, hvis disse vinduer falder sammen med størstedelen af overgangene i meddelelsen og den er nødvendigvis positiv, hvis disse vinduer er forskudt en halv taktperiode i forhold til størstedelen af overgangene i meddelelsen. Denne situation udnyttes af tærskelkomparatoren 126 for at undertrykke detekteringen af det absolutte minimum, der svarer til labil ligevægt.

Fordelingsforskellen  $y$  på den udgang af skifteregisteret 120, hvis rang er  $i$  i nærheden af  $1/4 (3p-1)$ , har tilknytning til en klasse tidsvinduer, hvis rang er ca.  $1/4 (3p-1)$  mindre end rang  $i$  af det igangværende tidsvindue, eller, ud fra definitionen af modulo  $p$ -rang, har ca.  $1/4 (p-1)$  større rang end rang  $i$  af det igangværende tidsvindue og ligger derfor ca.  $1/4$  taktperiode efter tidsvinduerne af rang  $i$ . Når den numeriske værdi af fordelingsforskellen  $y_i$  passerer gennem et minimum for tidsvinduerne af rang  $i$ , er den nødvendigvis positiv, hvis disse vinduer er forskudt  $1/2$  taktperiode i forhold til størstedelen af overgangene i meddelelsen. Denne tilstand udnyttes af tærskelkomparatoren 127 for at udelukke detekteringen af det absolutte minimum, der svarer til labil ligevægt. Ved hjælp af tærskelkomparatorerne 126 og 127 får taktinitialiseringssignalet  $H_i$  således overgange fra 0 til 1, der kun forekommer i de tidsvinduer, der falder sammen med begyndelserne af taktperioderne i meddelelser-

ne, og som udnyttes til den oprindelige synkronisering af den lokale taktgenerator 5.

5 Adderen 121 er fortrinsvis en numerisk, binær kreds, der foretager beregning på 2-komplement, hvorfor strukturen af tærskelkomparatorerne 126 og 127 er meget enkel fordi de blot behøver at overføre eller invertere fortegnsbitten, og af kredsene 123 og 124 til frembringelse af den numeriske værdi, fordi de blot behøver at fjerne fortegnsbitten.

10

## P A T E N T K R A V

1. Kobling til genvinding af taktsignalet fra en NRZ-kodet binær meddelelse, og af den art, der omfatter 15 rytmegivende midler til frembringelse af et rytmesignal ( $H_1$ ), der har en frekvens lig med et multiplum  $p$  af frekvensen ( $F$ ) af den binære meddelelser taktsignal, og som definerer successive tidsvinduer af ens varighed, tællemidler (105, 106), der opererer på de over flere 20 taktperioder modtagne signalovergange, og maksimumsdetekteringsmidler (107, 108), der opererer på de opnåede tælleværdier,  $k e n d e t e g n e t$  ved, at tællemidlerne (105, 106) er indrettede til at gruppere tidsvinduerne i klasser afhængigt af deres modulo  $p$ -rang i forhold til et arbitrært udgangstidspunkt, og til indenfor 25 hvert tidsvindue at fastlægge det antal ( $X_i$ ) overgange, der er faldet sammen med tidligere tidsvinduer af samme klasse ( $i$ ) modulo  $p$  som det igangværende tidsvindue, og at maksimumsdetekteringsmidlerne er indrettede til at 30 afgive et taktinitialiseringssignal ( $H_i$ ) i de tidsvinduer, der hører til den modulo  $p$ -klasse, der har den maksimale tælleværdi, hvorhos koblingen desuden har en lokal taktgenerator (5), der har den modtagne meddelelser taktfrekvens, og som synkroniseres ved begyndelsen 35 af genvindingsproceduren ved hjælp af maksimumsdetekteringsmidlerne.

2. Kobling til genvinding af taktsignalet fra en NRZ-kodet binær meddelelse, og af den art, der omfatter rytmegivende midler til frembringelse af et rytmesignal ( $H_1$ ), der har en frekvens lig med et multiplum  $p$  af frekvensen ( $F$ ) af den binære meddelelses taktsignal, og som

5 definerer successive tidsvinduer af ens varighed, optællingsmidler (105, 106, 120, 121, 122), der opererer på de over flere taktperioder modtagne signalovergange, og minimumsdetekteringsmidler (123, 124, 125), der opererer

10 på de fremkomne fordelingsforskelle, **k e n d e t e g n e t** ved, at optællingsmidlerne (105, 106, 120, 121, 122) er indrettede til at gruppere tidsvinduerne i klasser afhængigt af deres modulo  $p$ -rang i forhold til et arbitrært udgangstidspunkt og til indenfor hvert tids-

15 vindue at fastlægge fordelingsforskellen ( $Y_i$ ) mellem de overgange, der ligger forud, og de overgange, der ligger bagud i forhold til tidsvinduerne af samme klasse ( $i$ ) som det igangværende vindue, at minimumsdetekteringsmidlerne (123, 124, 125) er indrettede til at afgive et taktinitialiseringssignal i de tidsvinduer, der hører til den klasse modulo  $p$ , der udviser den laveste fordelingsforskelle, hvorhos koblingen desuden har verifikationsmidler (126, 127) til spærring af minimumsdetekteringsmidlerne, når fordelingsforskellen for en klasse med modulo  $p$ -rang

25 maksimalt er  $\frac{1}{2} p$  mindre henholdsvis  $\frac{1}{2} p$  større end rangen af den klasse tidsvinduer for hvilke et detekteret minimum i fordelingsforskellen ikke tillader afgørelse til fordel for de forsinkede eller de fremskudte overgange, samt en lokal taktgenerator (5), der har den mod-

30 tagne meddelelses taktfrekvens, og som synkroniseres ved begyndelsen af synkroniseringsproceduren ved hjælp af minimumdetekteringsmidlerne (123, 124, 125).

3. Kobling ifølge krav 2, **k e n d e t e g n e t** ved, at optællingsmidlerne indbefatter:

35 - tællemidler (105, 106), der aktiveres af de over flere taktperioder modtagne signalovergange og grupperer

tidsvinduerne i klasser afhængigt af deres modulo p-rang i forhold til et arbitrært udgangstidspunkt og indenfor hvert tidsvindue fastlægger det antal ( $x_i$ ) overgange, der er faldet sammen med tidligere tidsvinduer af samme

5 klasse (i) som det igangværende vindue, og

- kalkuleringsmidler (120, 121, 122), der for hvert igangværende tidsvindue tilvejebringer værdien af fordelingsforskellen ( $y_i$ ) for klassen (i) for det igangværende vindue ved rekursiv beregning på basis af den

10 fordelingsforskel ( $y_{i-1}$ ), der blev kalkuleret under det forudgående tidsvindue, og af de nyeste resultater, der tidligere blev angivet af tællemidlerne (105, 106) for optællingerne af forskellige klasser af tidsvinduer.

4. Kobling ifølge krav 3, og hvor p er et ulige

15 tal, k e n d e t e g n e t ved, at kalkuleringsmidlerne (120, 121, 122) i hver tidsvindue afgiver værdien af fordelingsforskellen  $y_i$  på basis af rekursionsformlen

$$Y_i = Y_{i-1} + x_i + x_{i-1} - 2 x_{i+k}$$

20 hvor  $k = \frac{1}{2} (p-1)$ .

5. Kobling ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at tællemidlerne indbefatter:

- et skifteregister (105) med p trin, der styres af rytmesignalet ( $H_1$ ), og

25 - en additionskreds (106) med additionsindgang koblet til sin udgang gennem det nævnte skifteregister (105) og med en indgang til inkrementering med "1", hvilken indgang er forbundet med udgangen på en første overgangsdetektor (103), der modtager meddelelsen uden

30 forsinkelse, og med en indgang til dekrementering med "1", hvilken indgang er forbundet med udgangen på en anden overgangsdetektor (104), der modtager meddelelsen med en given forsinkelse.

6. Kobling ifølge krav 3, og hvor p er et ulige

35 tal, k e n d e t e g n e t ved, at optællingsmidlerne indbefatter:

- tællemidler med
  - et skifteregister (105) med  $p$  trin, der styres af rytmesignalet (H),
  - en additionskreds (106) med additionsindgang koblet til sin udgang gennem det nævnte skifteregister (105) og med en indgang til inkrementering med "1", hvilken indgang er forbundet med udgangen på en første overgangsdetektor (103), der modtager meddelelsen uden forsinkelse, og med en indgang til dekrementering med "1", hvilken indgang er forbundet med udgangen på en anden overgangsdetektor (104), der modtager meddelelsen med en given forsinkelse
- og kalkuleringsmidler med
  - en fordobler (122), der er forbundet med udgangen på trinnet af rang  $\frac{1}{2}(p + 1)$  i skifteregistret (105) i tællemidlerne,
  - et skifteregister (120), der styres af rytmesignalet ( $H_1$ ), og
  - en additionskreds med additionsindgang koblet til sin udgang gennem det første trin i tællemidlernes skifteregister (105), og med en anden og en tredje indgang forbundet med udgangen på det første og udgangen på det sidste trin i tællemidlernes skifteregister (105), og med en subtraktionsindgang forbundet med fordoblerens (122) udgang.

7. Kobling ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at minimumsdetekteringsmidlerne omfatter:

- to mellem indgangen til kalkuleringsmidlernes skifteregister (120) og udgangen på dette registers  $p$ -te trin indskudte kredse (123, 124) til frembringelse af numerisk værdi, og
- en komparator (125) med to indgange forbundet med nævnte numeriske værdikredse for at tilvejebringe et taktinitialiseringssignal hver gang den numeriske indgangsværdi til skifteregisteret (120) er mindre end værdien på udgangen fra skifteregisterets  $p$ -te trin.

8. Kobling ifølge krav 6, og hvor  $p$  er et ulige tal umiddelbart efterfølgende et tal, der kan divideres med fire, k e n d e t e g n e t ved, at verifikationsmidlerne omfatter:

- 5 - en nultærskelkomparator (126), der er forbundet med udgangen på trinnet af rang  $1/4 (p-1)$  i kalkuleringsmidlernes skifteregister (120) og spærrer minimumsdetekteringsmidlerne så længe signalet til komparatoren er positivt, og
- 10 - en nultærskelkomparator (127), der er forbundet med udgangen på trinnet af rang  $1/4 (3p-1)$  i kalkuleringsmidlernes skifteregister og spærrer minimumsdetekteringsmidlerne så længe signalet til denne komparator er negativt.

FIG.1

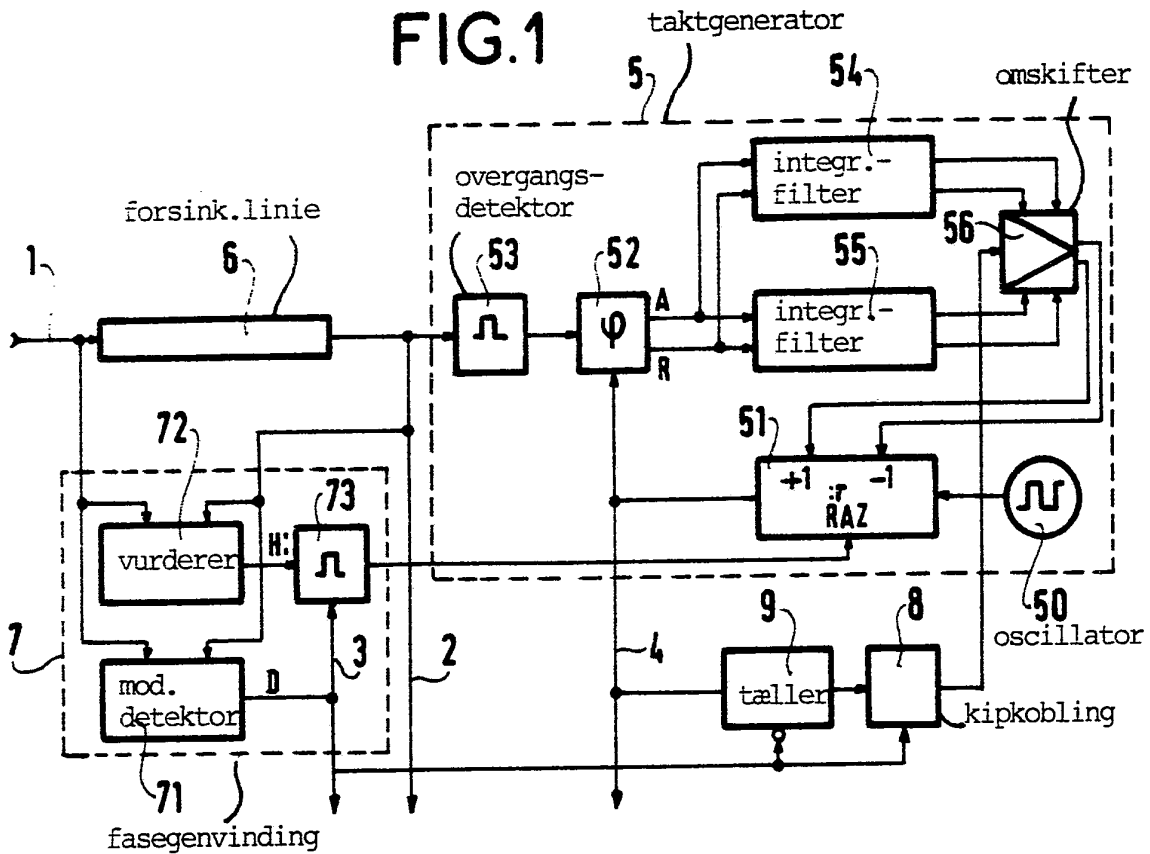


FIG.2

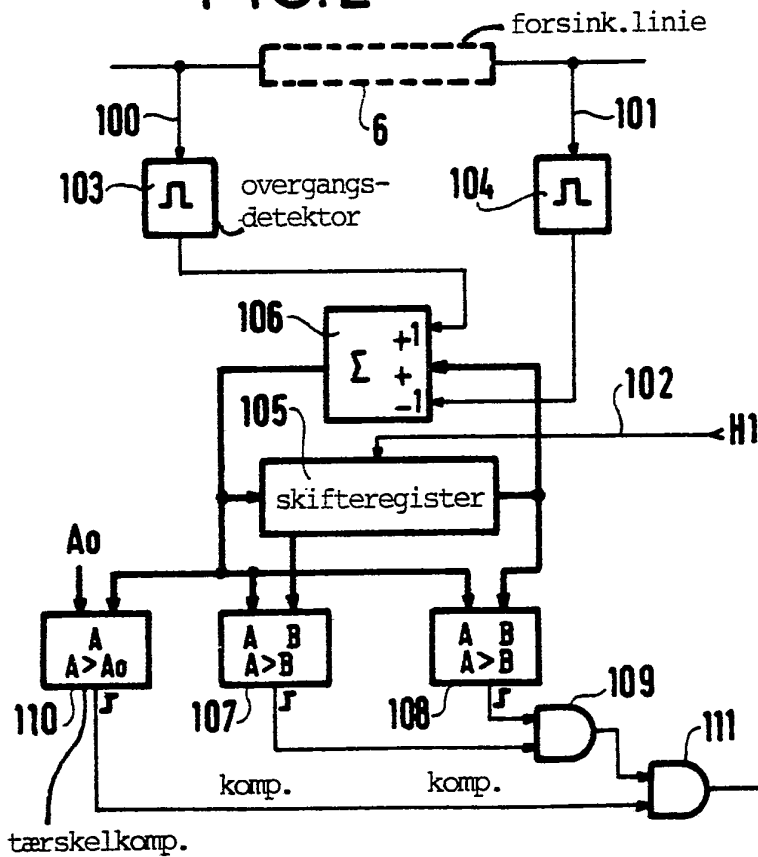


FIG. 3

