

---

Octrooiraad



⑫A **Terinzagelegging** ⑪ **9001576**

Nederland

⑲ NL

---

⑤4 **Ontvanger van een stelsel voor het met gegeven baudsnelheid overdragen van datasymbolen.**

⑤1 Int.Cl.<sup>5</sup>: H04L 7/02.

⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

⑦4 Gem.: Ir. J.E.M. Galama c.s.  
Internationaal Octroobureau B.V.  
Prof. Holstlaan 6  
5656 AA Eindhoven.

---

②1 Aanvraag Nr. 9001576.

②2 Ingediend 11 juli 1990.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

---

④3 Ter inzage gelegd 3 februari 1992.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

---

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven

"Ontvanger van een stelsel voor het met gegeven baudsnelheid overdragen van datasymbolen"

De uitvinding heeft betrekking op een ontvanger van een stelsel voor het met een gegeven baudsnelheid overdragen van datasymbolen, die is voorzien van een klokoscillator met een sturingang ter regeling van de frequentie van een lokaal opgewekt baudfrequent  
5 kloksignaal; van middelen voor het verkrijgen van een foutsignaal dat een maat is voor een klokfaseverschil tussen een bij de ontvangen datasymbolen behorend baudfrequente kloksignaal en het door de klokoscillator lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal.

Een dergelijke ontvanger is bekend uit de ter inzage  
10 gelegde Nederlandse octrooiaanvraag 8800490 (PHE 88002).

In deze bekende ontvanger wordt het ontvangen datasignaal bemonsterd met het lokaal opgewekte baudfrequente  
15 kloksignaal, waarvan de frequentie gelijk is aan de symboolsnelheid van de overgedragen datasymbolen, teneinde met de symboolsnelheid beslissingen te nemen omtrent de logische waarde van de uitgangssymbolen.

Om een correcte symbooldetectie te verkrijgen, is het gewenst dat de absolute waarde van het klokfaseverschil tussen het bij  
20 de ontvangen datasymbolen behorend baudfrequente kloksignaal en het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal beneden een zekere waarde blijft. Dit wordt in de bekende ontvanger gerealiseerd door het klokfaseverschil te meten en met het resultaat van die meting de fase van het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal in stappen aan te  
25 passen om het klokfaseverschil te reduceren. Hiertoe is in deze ontvanger een faseregelcircuit aanwezig.

De bekende meting van het klokfaseverschil berust op het ervaringsfeit dat de vorm van de voorflank van een ontvangen datasympool, ook wel precursor genoemd, vrijwel alleen afhankelijk is  
30 van de filters in de zender en de ontvanger en nagenoeg onafhankelijk is van de eigenschappen van de transmissielijn daartussen.

Zoals is beschreven in de eerder genoemde

**9 0 0 1 5 7 6**

octrooiaanvraag, wordt doordat de nominale bemonsterfrequentie gelijk is aan de symboolsnelheid, door een gegeven fractie van de momentele waarde van de ontvangen signaalwaarde af te trekken van het ontvangen signaal op het voorafgaande bemonstertijdstip, een foutsignaal verkregen dat een  
5 maat is voor het klokfaseverschil. Hierbij wordt aangenomen dat een eventueel extra foutsignaal dat niet afhankelijk is van het klokfaseverschil maar van bijvoorbeeld echo's en/of intersymboolinterferentie voldoende laag is.

Bij vol-duplex tweedraads transmissie kan het ontvangen  
10 datasignaal verstoord zijn door echo's ten gevolge van de door een ontvangend station gelijktijdig verzonden symbolen. Een eerste vorm van echo kan ontstaan door overspraak van de zogenaamde vorkschakeling waardoor de verzonden symbolen weliswaar verzwakt maar toch nog sterker dan het ontvangen signaal in de ontvanger terecht komen. Een tweede vorm  
15 van echo kan ontstaan doordat de transmissielijn aan de verre zijde niet karakteristiek is afgesloten waardoor de gezonden symbolen aan de verre zijde van de transmissielijn gedeeltelijk reflecteren en zo via de transmissielijn terugkomen in de ontvanger. Door deze echo's met behulp van een adaptieve echocompensator te reproduceren aan de hand van de  
20 verzonden symbolen en het foutsignaal en de zo gereproduceerde echo's af te trekken van het ontvangen datasignaal, kan de verstoring van het ontvangen datasignaal door echo's sterk worden gereduceerd.

Een andere mogelijke bron van verstoring van het ontvangen datasignaal wordt gevormd door intersymboolinterferentie, die  
25 ontstaat door de transmissie-eigenschappen van de transmissielijn waardoor de waarde van het ontvangen signaal op voorgaande bemonstertijdstippen nog invloed hebben op de waarde van het ontvangen datasignaal op het huidige bemonstertijdstip. Deze bron van verstoring kan worden gereduceerd door deze intersymboolinterferentie te  
30 reproduceren met behulp van een adaptieve beslissingsteruggekoppelde intersymboolinterferentiecompensator en door de zo gereproduceerde intersymboolinterferentie af te trekken van het ontvangen datasignaal.

Een relatief kleine fasestap van het lokaal opgewekte  
baudfrequente kloksignaal kan al leiden tot een foutieve aanpassing van  
35 de adaptieve echocompensator of de adaptieve beslissingsteruggekoppelde intersymboolinterferentiecompensator, hetgeen kan resulteren in een vergrote kans op onjuiste symbooldetectie. Het is dus gewenst dat na het

invangen van het faseregelcircuit geen fasestappen meer gemaakt worden. Dit wordt bereikt door het faseregelcircuit uit te schakelen indien de absolute waarde van het klokfaseverschil kleiner is dan een zekere waarde.

5 Om toch in staat te zijn langzame frequentie- en fasevariatiën in het ontvangen signaal te kunnen volgen, is de bekende klokoscillator behalve in fase tevens regelbaar in frequentie. Daartoe wordt het foutsignaal toegevoerd aan een polariteits-detector waarvan de uitgang is verbonden met de sturingang van de klokoscillator. Daardoor  
10 zal de frequentie van de klokoscillator verhoogd worden in de ene toestand van de polariteitsdetector en verlaagd worden in de andere toestand van de polariteitsdetector.

Zolang het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal nait op het bij de datasymbolen behorende baudfrequente kloksignaal,  
15 zal de frequentie van de bekende lokale klokoscillator met kleine stapjes verhoogd worden. Als het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal voorijlt op het bij de datasymbolen behorende baudfrequente kloksignaal, zal de frequentie van de klokoscillator in kleine stapjes verlaagd worden.

20 Een probleem bij deze wijze van frequentieregeling is het ontstaan van frequentie- en faseoscillaties rondom de gewenste frequentie en fase. Deze oscillaties kunnen een zodanige amplitude hebben dat het faseregelcircuit weer actief wordt en er fasestappen in het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal ontstaan.

25

Het doel van de uitvinding is het verschaffen van een ontvanger volgens de aanhef waarbij de amplitude van de fase- en frequentieoscillaties ten gevolge van de regeling van de frequentie van  
30 de klokoscillator sterk gereduceerd zijn in vergelijking met een ontvanger volgens de stand van de techniek.

Hiertoe is de ontvanger gekenmerkt doordat de ontvanger is voorzien van middelen om periodiek monsters te nemen van de absolute waarde van het foutsignaal; van middelen om een monsterwaardeverschil  
35 tussen twee opeenvolgende monsterwaarden te bepalen en van middelen om uit het monsterwaardeverschil en het teken van het foutsignaal een stuursignaal te vormen dat toegevoerd wordt aan de sturingang van de

klokoscillator om het klokfaseverschil te reduceren.

De uitvinding berust op het inzicht dat de genoemde ongewenste frequentie- en faseoscillaties worden veroorzaakt doordat in de ontvanger volgens de stand van de techniek de frequentie van de klokoscillator nog steeds omhoog respectievelijk omlaag geregeld wordt als het klokfaseverschil al begint af respectievelijk toe te nemen. Aldus vindt steeds een te vergaande bijregeling van de frequentie plaats. Om deze oscillaties te voorkomen wordt indien de absolute waarde van het klokfaseverschil begint af te nemen niet doorgedaan met het 5  
10 aanpassen van de frequentie in de richting waarin de frequentie aanvankelijk aangepast werd toen de absolute waarde van het klokfaseverschil nog toenam.

Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm is de ontvanger gekenmerkt doordat het foutsignaal wordt afgeleid uit de over een aantal opeenvolgende symboolintervallen gemiddelde waarde van het klokfaseverschil. 15

Deze werkwijze heeft het voordeel dat de invloed van door ruis veroorzaakte incidentele verstoringen van het ingangssignaal van de ontvanger op het foutsignaal wordt gereduceerd.

20 Er zijn verschillende mogelijkheden van aanpassing van de frequentie om te voorkomen dat de frequentie van de klokoscillator verhoogd of verlaagd wordt wanneer de frequentie van de klokoscillator reeds te hoog of te laag is.

In een eerste uitvoeringsvorm van de frequentie 25 aanpassing volgens de uitvinding wordt de ontvanger gekenmerkt doordat de frequentie van de klokoscillator ongewijzigd wordt gelaten indien het monsterwaardeverschil negatief is.

Als het monsterwaardeverschil negatief is, betekent dit dat de absolute waarde van het klokwaardeverschil aan het afnemen is 30 zodat dan geen correctie noodzakelijk is. De frequentie van de klokoscillator kan nu onveranderd blijven.

Een negatief monsterwaardeverschil, dat een rechtstreeks gevolg is van het afnemen van de absolute waarde van het klokfaseverschil, wordt veroorzaakt door een frequentieverschil tussen 35 het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal en het bij de datasymbolen behorende baudfrequente kloksignaal. Indien geen frequentiecorrectie uitgevoerd wordt, zal na een zekere tijd de absolute

waarde van het klokfaseverschil nul worden en daarna weer gaan toenemen.

Volgens een tweede uitvoeringsvorm van de uitvinding is de ontvanger, om het moment waarop de absolute waarde van het klokfaseverschil weer begint toe te nemen uit te stellen, gekenmerkt 5 doordat de frequentie van de klokoscillator verlaagd wordt indien het monsterwaardeverschil negatief is en tevens het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal najlt op het bij de datasymbolen behorend baudfrequente kloksignaal en dat de frequentie van de klokoscillator verhoogd wordt indien het monsterwaardeverschil negatief is en tevens 10 het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal voorijlt op het bij de datasymbolen behorend baudfrequente kloksignaal.

De maatregelen die genomen worden om het moment waar het klokfaseverschil weer begint toe te nemen uit te stellen, berusten op het inzicht dat de afname van het monsterwaardeverschil afgeremd wordt 15 door de absolute waarde van het frequentieverschil tussen het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal en het bij de datasymbolen behorende baudfrequente kloksignaal te verminderen.

Wanneer de absolute waarde van het klokfaseverschil aan het afnemen is en tevens het lokaal opgewekte baudfrequente 20 kloksignaal najlt op het bij de datasymbolen behorend kloksignaal is de frequentie van de klokoscillator hoger dan de frequentie van het bij de data behorende kloksignaal. Een verlaging van de frequentie van de klokoscillator zal het monsterwaardeverschil minder snel laten afnemen dan wanneer de frequentie van de klokoscillator ongewijzigd zou blijven.

25 Wanneer het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal voorijlt op het bij de datasymbolen behorende kloksignaal, dan zal de frequentie van de klokoscillator verhoogd moeten worden om het monsterwaardeverschil minder snel af te laten nemen. Volgens een derde uitvoeringsvorm van de uitvinding is de ontvanger, om de afname van het 30 monsterwaardeverschil alleen dan af te remmen wanneer deze afname boven een zekere waarde komt, gekenmerkt doordat de frequentie van de klokoscillator ongewijzigd wordt gelaten indien het monsterwaardeverschil negatief is en tevens de monsterwaarde groter is dan een vooraf vastgestelde fractie van de voorafgaande monsterwaarde, 35 dat de frequentie van de klokoscillator verlaagd wordt indien het monsterwaardeverschil negatief is en tevens de monsterwaarde kleiner is dan een vooraf vastgestelde fractie van de voorafgaande monsterwaarde en

tevens het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal naijlt op het bij de datasymbolen behorende baudfrequente kloksignaal en dat de frequentie van de klokoscillator verhoogd wordt indien het monsterwaardeverschil negatief is en tevens de monsterwaarde kleiner is dan een vooraf  
5 vastgestelde fractie van de voorafgaande monsterwaarde en tevens het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal voorijlt op het bij de datasymbolen behorende baudfrequente kloksignaal.

Door deze maatregelen wordt de afname van het monsterwaardeverschil bepaald en vergeleken met een vooraf bepaalde  
10 waarde. Is de afname van het monsterwaardeverschil kleiner dan de vooraf bepaalde waarde, dan wordt de afname van het monsterwaarde verschil niet afgeremd en dus de frequentie van de klokoscillator niet veranderd. Is deze afname echter groter dan de vooraf bepaalde waarde, dan zal de afname van het monsterwaardeverschil afgeremd worden door de frequentie  
15 van de klokoscillator op de juiste wijze aan te passen.

Om het klokfaseverschil bij een positief monsterwaardeverschil te reduceren is de ontvanger gekenmerkt doordat de frequentie van de klokoscillator verhoogd wordt indien het  
20 monsterwaardeverschil positief is en tevens het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal naijlt op het bij de datasymbolen behorend baudfrequente kloksignaal en tevens de monsterwaarde groter is dan een vooraf vastgestelde waarde, dat de frequentie van de klokoscillator verlaagd wordt indien het monsterwaardeverschil positief is en tevens  
25 het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal voorijlt op het bij de datasymbolen behorend baudfrequente kloksignaal en tevens dat de monsterwaarde groter is dan een vooraf vastgestelde waarde en dat de frequentie van de klokoscillator ongewijzigd wordt gelaten indien het monsterwaardeverschil positief is en tevens kleiner is dan  
30 een vooraf vastgestelde waarde.

Het monsterwaardeverschil is positief als de absolute waarde van het klokfaseverschil toeneemt; een frequentiecorrectie is dan noodzakelijk. De frequentie van de klokoscillator wordt dan verhoogd of verlaagd afhankelijk van het teken van het klokfaseverschil teneinde dit  
35 klokfaseverschil te reduceren.

In het voorgaande is steeds gesproken over opeenvolgende monsters. Het is echter ook denkbaar dat tussen de genoemde

openvolgende monsters nog een of meer andere monsters aanwezig zijn.

De uitvinding zal nu nader worden toegelicht aan de hand  
5 van de figuren waarbij overeenkomstige elementen met gelijke  
verwijzingscijfers aangeduid worden.

Figuur 1 toont een blokschema van een ontvanger voor een  
stelsel van datatransmissie volgens de uitvinding.

Figuur 2 toont een blokschema van een uitvoeringsvorm van  
10 een tempercircuit voor de ontvanger volgens fig. 1.

Figuur 3 toont een blokschema van een uitvoeringsvorm van  
het stuurcircuit voor de klokoscillator van het tempercircuit volgens  
de uitvinding.

Figuur 4 toont een stroomschema van een programma  
15 bedoeld voor een programmeerbare processor ter regeling van de  
frequentie van de klokoscillator volgens de uitvinding.

Figuur 5 toont een stroomschema van een eerste  
uitvoeringsvorm van een subroutine volgens de uitvinding voor gebruik in  
het programma ter regeling van de frequentie van de klokoscillator.

20 Figuur 6 toont een stroomschema van een tweede  
uitvoeringsvorm van een subroutine volgens de uitvinding voor gebruik in  
het programma ter regeling van de frequentie van de klokoscillator.

Figuur 7 toont een stroomschema van een derde  
uitvoeringsvorm van een subroutine volgens de uitvinding voor gebruik in  
25 het programma ter regeling van de frequentie van de klokoscillator.

Figuur 8 toont grafieken van het klokfaseverschil  $\Delta\varphi$  als  
functie van de tijd, zowel voor een ontvanger volgens de stand van de  
techniek als voor een ontvanger volgens de uitvinding, waarbij de eerste  
uitvoeringsvorm van de subroutine voor de frequentie regeling van de  
30 baudfrequent klokoscillator is gebruikt.

De werking van de ontvanger wordt nu toegelicht aan de  
hand van de figuren. In figuur 1 wordt het ontvangen signaal toegevoerd  
35 aan de ingang van een laagdoorlaatfilter 1. De uitgang van het  
laagdoorlaatfilter 1 is verbonden met de ingang van een analoog-  
digitaalomzetter 2. De uitgang van de analoog-digitaalomzetter 2 is

9001576



verbonden met de ingang van een hoogdoorlaatfilter 3. De uitgang van het hoogdoorlaatfilter 3 is verbonden met de ingang van een echocompensator 4. Aan deze echocompensator 4 wordt ook het uitgezonden signaal  $z$  toegevoerd. De uitgang van de echocompensator 4 is verbonden met de  
5 ingang van een beslissingsteruggekoppelde intersymboolinterferentiecompensator 5. De uitgang van de intersymboolinterferentiecompensator 5 met het uitgangssignaal  $s(k)$  is verbonden met de ingang van een symbooldetector 6 en met een ingang van een rekencircuit 7. Aan de uitgang van de symbooldetector 6, is het ontvangen datasymbool  $c(k)$   
10 beschikbaar. Uitgang 6a met het uitgangssignaal  $c(k)$  van de symbooldetector 6 is verbonden met de symboolingang van de echocompensator 4, de symboolingang van de intersymboolinterferentiecompensator 5, een ingang van het rekencircuit 7 en een ingang van een tempercircuit 9. De uitgang van het rekencircuit 7 is verbonden met de  
15 foutsignaalingang van een referentiecircuit 8, de foutsignaalingang van de echocompensator 4, de foutsignaalingang van de beslissingsteruggekoppelde intersymboolinterferentiecompensator 5 en de foutsignaalingang van het tempercircuit 9. Het uitgangssignaal  $V_r(k)$  van het referentiecircuit 8 is verbonden met de referentie-ingang van de  
20 symbooldetector 6, een ingang van de rekenschakeling 7 en een ingang van het tempercircuit 9. De uitgang van tempercircuit 9 met het uitgangssignaal  $1/T$ , is verbonden met de klokingangen van de analoog-digitaalomzetter 2, het hoogdoorlaatfilter 3, de echocompensator 4, de intersymboolinterferentie-compensator 5 en het referentiecircuit 8.

25 In figuur 1 wordt het ontvangen signaal gefilterd door het laagdoorlaatfilter 1. Dit filter heeft tot doel de helling van de voorflank van de ontvangen datasymbolen vast te leggen op een waarde die nagenoeg onafhankelijk is van het transmissiemedium.

De uitgang van het laagdoorlaatfilter 1 wordt door middel  
30 van de analoog-digitaalomzetter 2 bemonsterd met periode  $T$  en omgezet in een digitaal signaal. Dit wordt gedaan om de verdere bewerking van het ontvangen signaal digitaal te kunnen uitvoeren. Omdat na bemonstering door de analoog-digitaalomzetter 2 alleen tijddiscrete signalen in de ontvanger voorkomen, worden de signalen in de ontvanger uitgedrukt als  
35 functie van het rangnummer  $k$  van het beschouwde monster, zoals dit in de techniek van de tijddiscrete signaalbewerking gebruikelijk is.

Het uitgangssignaal van de analoog-digitaalomzetter 2

wordt gefilterd door hoogdoorlaatfilter 3. Het hoogdoorlaatfilter beïnvloedt de voorflank van de ontvangen datasymbolen zodanig dat er een nuldoorgang optreedt op een tijdstip  $T$  voordat het maximum van het betreffende datasymbool optreedt. Van deze nuldoorgang wordt gebruik  
5 gemaakt om het klokfaseverschil tussen het lokaal opgewekte baudfrequent kloksignaal en het bij de ontvangen datasymbolen behorend baudfrequent kloksignaal te bepalen.

De taak van de echocompensator 4 is het compenseren van echo's die ontstaan doordat bij vol-duplex datatransmissie over een  
10 enkel aderpaar de door een station uitgezonden symbolen overspreken naar de ingang van de ontvanger behorende bij dat station. Om deze compensatie mogelijk te maken, moeten behalve de ontvangen datasymbolen ook de gelijktijdig uitgezonden datasymbolen  $z$  aan de echocompensator 4 toegevoerd worden.

15 De beslissingsteruggekoppelde intersymboolinterferentiecompensator 5 verwijdert de postcursieve intersymboolinterferentie, zodat het signaal  $s(k)$  dat nagenoeg vrij is van echo's en intersymboolinterferentie kan aangeboden worden aan de symbooldetector 6.

20 De symbooldetector 6 vergelijkt het ingangssignaal met een referentiespanning  $V_r(k)$ . Het resultaat van die vergelijking bepaalt de ontvangen symboolwaarde  $C(k)$ .

Om de ontvanger te laten werken zijn diverse hulpsignalen nodig. Een eerste hulpsignaal is de referentiespanning  $V_r(k)$  die nodig  
25 is om een beslissing van de symbooldetector omtrent het ontvangen symbool mogelijk te maken. De optimale waarde van  $V_r(k)$  is evenredig met de amplitude van de ontvangen datasymbolen.

Een tweede hulpsignaal is een baudfrequent kloksignaal. De frequentie en de fase van dit baudfrequente kloksignaal moeten  
30 nagenoeg gelijk zijn aan de fase en de frequentie van het bij de ontvangen datasymbolen behorend baudfrequente kloksignaal.

Omdat beide hulpsignalen aangepast moeten zijn aan het ontvangen signaal, worden deze signalen uit dit ontvangen signaal afgeleid. Hiertoe wordt met behulp van rekencircuit 7 een signaal  $e(k)$   
35 bepaald dat een maat is voor het verschil tussen het signaal  $s(k)$  en een schatting van  $s(k)$ .

Uit dit signaal  $e(k)$  kan informatie verkregen over het

verschil tussen de actuele waarde van  $V_r(k)$  en de optimale waarde van  $V_r(k)$ . Referentieschakeling 8 bepaalt dit verschil en past  $V_r(k)$  aan met behulp van dit verschil. Het opwekken van een adaptief referentiesignaal  $V_r(k)$  is bekend uit het artikel "Adaptive Reference Echo Cancellation" van D.A. Falconer in IEEE transactions on communication, Volume COM-30, No. 9, september 1982, pp. 2083-2094.

Het signaal  $e(k)$  kan ook gebruikt worden ter aanpassing van eventueel aanwezige adaptieve middelen in de echocompensator 4 en beslissingsteruggekoppelde intersymboolinterferentiecompensator 5. De opbouw en de werking van adaptieve echocompensatoren en beslissingsteruggekoppelde intersymboolinterferentiecompensatoren zijn algemeen bekend.

Het klokfaseverschil tussen het baudfrequent kloksignaal en het bij de datasymbolen behorende baudfrequent kloksignaal kan bepaald worden uit het signaal  $e(k)$ . Door de nuldoorgang van het signaal  $s(k)$  die optreedt een tijdstip  $T$  voor het maximum van een datasymbool, is het signaal  $e(k-1) \cdot \text{sign}[c(k)]$  een maat voor het klokfaseverschil. De synchronisatiemethode die van dit gegeven uitgaat noemt men wel de precursor synchronisatiemethode. De precursor synchronisatie methode wordt nader besproken in de ter inzage gelegde Nederlandse octrooiaanvraag 8800490. Het genereren van het lokale baudfrequent kloksignaal gebeurt door het tempercircuit 9.

In figuur 2 zijn de signalen  $c(k)$ ,  $V_r(k)$  en  $e(k)$  verbonden met ingangen van een stuurcircuit 11. Stuurcircuit 11 levert een uitgangssignaal  $\Delta F$  en een uitgangssignaal  $\Delta \phi$ . Deze beide signalen zijn verbonden met ingangen van een bestuurbare klokoscillator 10 die bestaat uit een verstembare kristaloscillator 13 en een programmeerbare deler 12. De uitgang van de bestuurbare klokoscillator met uitgangssignaal  $1/T$ , is verbonden met de klokingang van het stuurcircuit 11.

De werking van het tempercircuit 9 zal nu nader toegelicht worden aan de hand van figuur 2. Het tempercircuit bestaat uit een bestuurbare klokoscillator 10 en een besturingscircuit 11. De klokoscillator wordt bestuurd door het aanbieden van stuursignalen  $\Delta \phi$  en  $\Delta F$  die een van de logische waarden  $-1,0$  of  $+1$  kunnen aannemen.

De fase van het baudfrequente kloksignaal kan beïnvloed

9001576

worden door de sturingang  $\Delta\varphi$ . Als de logische waarde van het signaal  $\Delta\varphi$  +1 bedraagt gedurende een symboolinterval, dan zal in dit symbool interval het deeltal van de programmeerbare deler 12 gelijk zijn aan  $m-1$  in plaats van  $m$ . Dit heeft tot gevolg dat de opgewekte baudfrequente klokpuls iets korter zal duren en er dus een positieve fase­step plaats vindt. Als de logische waarde van het signaal  $\Delta\varphi$  gelijk is aan  $-1$  gedurende een symboolinterval, dan zal in dat symboolinterval het deeltal van de programmeerbare deler 12 gelijk zijn aan  $m+1$  in plaats van gelijk aan  $m$ , zodat de opgewekte baudfrequente puls iets langer zal duren en er dus een negatieve fase­step plaats vindt. Wanneer de logische waarde van het signaal  $\Delta\varphi$  gelijk is aan  $0$ , zal het deeltal van de programmeerbare deler 12 gelijk blijven aan de nominale waarde  $m$ , en zal er geen fase­step gemaakt worden.

De frequentie van de kristaloscillator en daarmee ook de frequentie van het baudfrequent kloksignaal kan worden beïnvloed door middel van het stuursignaal  $\Delta F$ . Indien de logische waarde van  $\Delta F$  gelijk is aan  $+1$ , zal de frequentie van de kristaloscillator voortdurend in kleine stapjes verhoogd worden. Indien de logische waarde van  $\Delta F$  gelijk is aan  $-1$  zal de frequentie van de kristaloscillator voortdurend in kleine stapjes verlaagd worden. Als de logische waarde van  $\Delta F$  gelijk is aan nul zal de frequentie van de kristaloscillator niet veranderd worden.

In figuur 3 is het signaal  $c(k)$  verbonden met een tekenbepaler 14. Het signaal  $e(k)$  is verbonden met een vertragingselement 15. De uitgangen van de tekenbepaler 14 en het vertragingselement 15 worden toegevoerd aan de ingangen van een vermenigvuldiger 16. De uitgang van vermenigvuldiger 16 met uitgangssignaal  $x(k)$ , wordt verbonden met de signaalingang van een faseregelcircuit 17. Aan het faseregelcircuit 17 wordt ook het signaal  $V_r(k)$  toegevoerd. Het gewenste faseregelsignaal  $\Delta\varphi$  is beschikbaar op de uitgang van het faseregelcircuit. Het faseregelcircuit beschikt tevens over een uitgang  $L$ .

Het uitgangssignaal  $x(k)$  van de vermenigvuldiger 16 is ook verbonden met de ingang van de som­mator 18. De uitgang van de som­mator 18 is verbonden met de ingang van een vertragingselement 21, de ingang van een tekenbepaler 24 en de ingang van een absolute-waarde-bepaler 19. De uitgang van het vertragingselement 21 is verbonden met een contact  $b$  van een wisselschakelaar 26. Het signaal  $V_r(k)$  wordt

toegevoerd aan een vermenigvuldiger 20. De uitgang van deze vermenigvuldiger is verbonden met een contact a van de wisselschakelaar 26. Het centrale contact van wisselschakelaar 26 is verbonden met een absolute-waarde-bepaler 22. De uitgangen van de absolute-waarde-bepaler 5 19 en de absolute-waarde-bepaler 22 zijn verbonden met een vergelijkenschakeling 23. De uitgang van de vergelijkenschakeling 23 en de uitgang van de tekenbepaler 24 worden toegevoerd aan een vermenigvuldigingsschakeling 25. Op de uitgang van vermenigvuldiger 25 is het signaal  $\Delta F$  beschikbaar. De wisselschakelaar 26 bevindt zich in 10 stand a indien het signaal L inactief is en bevindt zich in stand b indien signaal L actief is.

De werking van het stuurcircuit 11 zal nu verder aan de hand van figuur 3 toegelicht worden. De tekenbepaler 14 bepaalt het teken van het signaal  $c(k)$ . De logische waarde van het uitgangssignaal 15 van de tekenbepaler 14 is gelijk aan +1 indien  $c(k)$  positief is, en gelijk aan -1 indien  $c(k)$  negatief is. Het vertragingselement 15 vertraagt het signaal  $e(k)$  over een symboolperiode, zodat aan de uitgang van het vertragingselement 15  $e(k-1)$  ter beschikking staat. Door de vermenigvuldiger 16 wordt het product  $x(k)=e(k-1)*\text{sign}[c(k)]$  gevormd uit 20 het uitgangssignaal van tekenbepaler 14 en het uitgangssignaal van vertragingselement 15. Zoals eerder reeds is uiteengezet, is dit product een maat voor het klokfaseverschil.

Een positieve waarde van  $x(k)$  geeft aan dat het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal naijlt op het bij de ontvangen data 25 behorende baudfrequente kloksignaal. Een negatieve waarde van  $x(k)$  geeft aan dat het lokaal opgewekte baudfrequent kloksignaal voorijlt op het bij de ontvangen data behorende baudfrequent kloksignaal.

Het faseregelcircuit 17 middelt het ingangssignaal over een aantal symboolintervallen, en vergelijkt deze gemiddelde waarde met 30 een vooraf vastgestelde fractie  $\alpha_p$  van het referentiesignaal  $V_r(k)$ . Is de absolute waarde van deze gemiddelde waarde groter dan de gegeven fractie  $\alpha_p$  van het signaal  $V_r(k)$  dan wordt, indien de gemiddelde waarde van  $x(k)$  positief is, de logische waarde van het uitgangssignaal  $\Delta\varphi$  gelijk aan +1 gemaakt, waardoor de klokoscillator een positieve 35 fasestep maakt en wordt, indien de gemiddelde waarde van  $x(k)$  negatief is, de logische waarde van het uitgangssignaal  $\Delta\varphi$  gelijk aan -1 gemaakt, waardoor de klokoscillator een negatieve fasestep maakt. Indien de

absolute waarde van de gemiddelde waarde van  $x(k)$  kleiner is dan de gegeven fractie  $\alpha_p$  van  $V_r(k)$ , dan wordt de logische waarde van  $\Delta p$  gelijk gemaakt aan 0, ten teken dat een geen fasestep gemaakt mag worden.

5 Faseregelcircuit 17 heeft een uitgang L die actief wordt wanneer er gedurende een bepaald aantal symboolintervallen geen fasecorrectie meer heeft plaatsgevonden. Dit zal gebeuren wanneer de frequentie en fase van het lokaal opgewekte baudfrequent kloksignaal nagenoeg gelijk zijn aan de frequentie en fase van het baudfrequent  
10 kloksignaal dat behoort bij de ontvangen datasymbolen.

Door sommatoren 18 wordt het foutsignaal bepaald door het uitgangssignaal  $x(k)$  van vermenigvuldiger 16 te middelen over  $N$  symboolintervallen. Dit heeft het voordeel dat de invloed van incidentele verstoringen van het signaal  $e(k)$ , zoals ruis, op de waarde  
15 van het foutsignaal wordt gereduceerd.

Veronderstel nu dat de wisselschakelaar 26 zich in stand a bevindt hetgeen het geval zal zijn indien het klokfaseverschil nog aanzienlijk is. De vergelijkingschakeling 23 vergelijkt dan de absolute waarde van het foutsignaal met de absolute waarde van een gegeven  
20 fractie  $\alpha_f$  van  $V_r(k)$ , welke door vermenigvuldiger 20 bepaald wordt.

$V_r(k)$  wordt in de vergelijking betrokken omdat het uitgangssignaal van vergelijkingschakeling 23 onafhankelijk moet zijn van de amplitude van het ontvangen datasignaal. Omdat  $V_r(k)$  evenredig is met de amplitude van het ontvangen datasignaal, zijn beide  
25 ingangssignalen van de vergelijkingschakeling evenredig met het ontvangen datasignaal waardoor de beslissing van de vergelijkingschakeling 23 onafhankelijk is van de amplitude van het ontvangen datasignaal.

Indien de absolute waarde van het foutsignaal kleiner is dan de gegeven fractie  $\alpha_p$  van  $V_r(k)$  (dus  $|e(k)| < \alpha_p V_r(k)$ ), zal  
30 de logische waarde van het uitgangssignaal van de vergelijkingschakeling 23 gelijk zijn aan 0 waardoor de logische waarde van het uitgangssignaal  $\Delta F$  van vermenigvuldiger 25 gelijk is aan 0, ten teken dat de frequentie van de klokoscillator niet veranderd mag worden. Indien de absolute waarde van het foutsignaal groter is dan de gegeven fractie  $\alpha_f$  van  $V_r(k)$ ,  
35 zal de logische waarde van het uitgangssignaal van de vergelijkingschakeling 23 gelijk zijn aan 1. Indien het foutsignaal positief is, zal de logische waarde van het uitgangssignaal van de

tekenbepaler 24 gelijk zijn aan +1 en dus zal de logische waarde van het uitgangssignaal van de vermenigvuldiger 25 gelijk zijn aan +1, ten teken dat de frequentie van de klokoscillator verhoogd moet worden. Indien het foutsignaal negatief is, zal de logische waarde van het uitgangssignaal van de tekenbepaler 24 gelijk zijn aan -1 en dus zal de logische waarde van het uitgangssignaal van de vermenigvuldiger 25 gelijk zijn aan -1, ten teken dat de frequentie van de klokoscillator verlaagd moet worden.

Indien faseregelcircuit 17 het signaal L actief maakt, ten teken dat de fase en frequentie van de klokoscillator nagenoeg correct zijn, zal schakelaar 26 naar stand b omgeschakeld worden. De vergelijkenschakeling 23 krijgt nu twee opeenvolgende monsterwaarden van de absolute waarde van het foutsignaal aan zijn ingang aangeboden. Het vertragingselement 21 dient om de voorafgaande monsterwaarde te onthouden.

Indien de huidige monsterwaarde groter is dan de voorafgaande monsterwaarde, hetgeen het geval zal zijn bij een toenemende absolute waarde van het klokfaseverschil, dan is de logische waarde van het uitgangssignaal van vergelijkenschakeling 23 gelijk aan 1. De logische waarde van het uitgangssignaal  $\Delta F$  van vermenigvuldiger 25 is dan gelijk aan +1 indien het foutsignaal positief is, en de logische waarde van het uitgangssignaal van vermenigvuldiger 25 is dan gelijk aan -1 indien het foutsignaal negatief is. De frequentie van de klokoscillator wordt dan aangepast. Indien de huidige monsterwaarde kleiner is dan de voorgaande monsterwaarde, hetgeen het geval zal zijn bij een afnemende absolute waarde van het klokfaseverschil, dan is het uitgangssignaal van vergelijkenschakeling 23 gelijk aan 0, waardoor het uitgangssignaal van de vermenigvuldiger 25 gelijk wordt aan 0. Hierdoor zal de frequentie van de klokoscillator niet worden aangepast.

De methode die gebruikt wordt voor de frequentieregeling tijdens het invangen van het tempercircuit komt overeen met het algoritme dat gebruikt wordt voor de fase regeling. De methode die gebruikt wordt voor de frequentieregeling na het invangen van het tempercircuit, is de methode volgens de uitvinding. Het omschakelen tussen beide methoden gebeurt omdat de methode die gebruikt wordt tijdens het invangen snel convergeert naar de juiste waarde van de frequentie maar frequentie en faseoscillaties veroorzaakt, terwijl de methode volgens de uitvinding, die gebruikt wordt na het invangen van

9 0 0 1 5 7 6

het tempercircuit langzamer convergeert is maar de frequentie en faseoscillaties sterk onderdrukt. De lagere convergentiesnelheid van het algoritme volgens de uitvinding wordt veroorzaakt doordat er lange perioden aanwezig kunnen zijn waar de frequentie van de klokoscillator 5 ongewijzigd blijft.

Een andere mogelijkheid om de frequentieregeling van de klokoscillator te realiseren is het toepassen van een programmeerbare processor met een bijbehorend programma dat signalen aan de ingangen van de processor kan lezen, deze signalen kan bewerken en de gewenste 10 uitgangssignalen kan genereren. Figuur 4 toont een stroomschema van een dergelijk programma. In figuur 4 hebben de genummerde instructies de betekenis zoals is aangegeven in de onderstaande tabel.

NUMMER	INSCHRIFT	BETEKENIS	
15			
30	START	Initialisatie, Alle gebruikte variabelen worden gelijk aan nul gemaakt.	
31	M:=0	Teller M wordt op nul gezet.	
32	SUM_P:=SUM_A	Variabele SUM_P wordt gelijk gemaakt aan	
20		variabele SUM_A.	
33	SUM_A:=0	Variabele SUM_A wordt gelijk aan nul gemaakt.	
34	EP:=EA	Variabele EP wordt gelijk gemaakt aan variabele EA.	
25	35	NEXT k	Wacht op volgend ontvangen datasymbool.
36	EA:=e(k)	Maak variabele EA gelijk aan het signaal e(k).	
37	SUM_A+EP*sign[C(k)]	De nieuwe waarde van SUM_A wordt gevormd door bij de oude waarde van SUM_A het product van EP en de signumfunctie van C(k) op te tellen.	
30	38	M:=M+1	Teller M wordt met 1 verhoogd.
39	M=N	M wordt met N vergeleken.	
40	SUM_A/N	De nieuwe waarde van SUM_A wordt verkregen door de oude waarde van SUM_A door N te delen.	
41		In dit blok wordt de gemiddelde waarde over N symbolen van e(k-1)*sign[c(k)] berekend.	
35	42	L ACTIVE	Er wordt gecontroleerd of het signaal L actief is.

. 9 0 0 1 5 7 6



43	$ \text{SUM\_P}  > V_r(k) / \alpha_f$	De absolute waarde van SUM_P wordt met fractie $\alpha_f$ van $V_r(k)$ vergeleken.
44	SUM_A > 0	wordt met 0 vergeleken.
45	$\Delta F = +1$	Uitgang $\Delta F$ wordt gelijk aan +1 gemaakt.
5 46	$\Delta F = -1$	Uitgang $\Delta F$ wordt gelijk aan -1 gemaakt.
47	$\Delta F = 0$	Uitgang $\Delta F$ wordt gelijk aan 0 gemaakt.
48	$ \text{SUM\_P}  >  \text{SUM\_A} $	De absolute waarde van SUM_A wordt met de absolute waarde van SUM_P vergeleken.
49	FU	Subroutine voor het aanpassen van de frequentie van de klokoscillator bij een afnemende absolute waarde van SUM_A.

10

In figuur 5 wordt een stroomschema van een eerste uitvoeringsvorm van de subroutine volgens blok 49 volgens de uitvinding getoond. In figuur 5 heeft de instructie 50 de betekenis:

15

NUMMER	INSCHRIFT	BETEKENIS
50	$\Delta F = 0$	Uitgang $\Delta F$ wordt gelijk aan 0 gemaakt.

20

In figuur 6 wordt een stroomschema van een tweede uitvoeringsvorm van de subroutine volgens blok 49 volgens de uitvinding getoond. In figuur 6 hebben de genummerde instructies de betekenis zoals is aangegeven in de onderstaande tabel.

25

NUMMER	INSCHRIFT	BETEKENIS
55	SUM_A > 0	SUM_A wordt met 0 vergeleken.
56	$\Delta F = -1$	Uitgang $\Delta F$ wordt gelijk aan -1 gemaakt.
57	$\Delta F = +1$	Uitgang $\Delta F$ wordt gelijk aan +1 gemaakt.

30

In figuur 7 wordt een stroomschema van een derde uitvoeringsvorm van de subroutine volgens blok 49 volgens de uitvinding getoond. In figuur 7 hebben de genummerde instructies de betekenis zoals is aangegeven in de onderstaande tabel.

NUMMER	INSCHRIFT	BETEKENIS
60	$ SUM\_A  >  SUM\_P  / a$	Vergelijk de absolute waarde van SUMA met een fractie van de absolute waarde van SUMP.
5 61	SUM_A > 0	Vergelijk SUM_A met 0.
62	$\Delta F = 0$	Maak uitgang $\Delta F$ gelijk aan 0.
63	$\Delta F = -1$	Maak uitgang $\Delta F$ gelijk aan -1.
64	$\Delta F = +1$	Maak uitgang $\Delta F$ gelijk aan +1.
10	De werking van het programma volgens figuur 4 wordt nu nader toegelicht. Bij het inschakelen van de ontvanger wordt gestart met instructie 30 die er voor zorgt dat alle variabelen die gebruikt worden gelijk gemaakt worden aan 0 teneinde een goed gedefinieerde uitgangssituatie te verkrijgen. Instructie 31 zet een teller M op 0.	
15	Teller M geeft het aantal malen aan dat een deelsom SUM_A reeds berekend is. Daarna wordt in instructie 32 de voorafgaande waarde van het foutsignaal, dat een maat is voor het klokfaseverschil, opgeslagen in een hulpvariabele SUM_P.	
20	Blok 41 berekent het foutsignaal dat gelijk is aan de gemiddelde waarde van $e(k-1) \cdot \text{sign}[c(k)]$ over N symbool intervallen. Blok 41 begint met instructie 33 waarin de deelsom SUM_A gelijk gemaakt wordt aan nul. Daarna wordt in instructie 34 de signaalwaarde $e(k-1)$ die aanwezig is in variabele EA overgebracht naar variabele EP. Vervolgens wordt in instructie 35 gewacht op het volgende datasymbool. Als het	
25	volgende datasymbool beschikbaar is, wordt in instructie 36 de variabele EA gelijk gemaakt aan de waarde van het signaal $e(k)$ . In instructie 37 wordt bij de deelsom SUM_A, het product van variabele EP en het resultaat van $\text{sign}[c(k)]$ opgeteld. Hierdoor wordt SUM_A verhoogd met $e(k-1) \cdot \text{sign}[c(k)]$ . In instructie 38 wordt de teller M met 1 verhoogd.	
30	Daarna wordt in instructie 39 de inhoud van teller M vergeleken met de waarde N. Indien M nog kleiner is dan N zal teruggesprongen worden naar instructie 34 om een volgende deelsom te bepalen. Is M gelijk aan N, dan is de complete som bepaald en dan wordt in instructie 40 SUM_A gedeeld door N zodat na instructie 40 in SUM_A het foutsignaal beschikbaar is.	
35	Daarna wordt in instructie 42 bepaald of het signaal L, afkomstig van het faseregelcircuit, actief is ten teken dat het klokfaseverschil relatief klein is. Indien signaal L niet actief is,	

wordt gesprongen naar instructie 43 waar de absolute waarde van het foutsignaal wordt vergeleken met een fractie  $\alpha_f$  van het signaal  $V_r(k)$ . Indien de absolute waarde van het foutsignaal kleiner is dan de fractie  $\alpha_f$  van het signaal  $V_r(k)$ , dan wordt naar instructie 47  
5 gesprongen die het uitgangssignaal  $\Delta F$  nul maakt om de frequentie van de klokoscillator constant te houden. Indien de absolute waarde van het foutsignaal groter is dan de fractie  $\alpha_f$  van het signaal  $V_r(k)$ , dan wordt gesprongen naar instructie 44 waar het foutsignaal vergeleken wordt met 0. Is het foutsignaal positief dan wordt in instructie 45 de  
10 logische waarde van uitgang  $\Delta F$  gelijk gemaakt aan +1. Is het foutsignaal negatief, dan wordt in instructie 46 de logische waarde van de uitgang  $\Delta F$  gelijk gemaakt aan -1. Na uitvoering van een van de instructies 45,46 of 47 wordt teruggesprongen naar instructie 31 waar de berekening van het nieuwe foutsignaal begint.

15 Wordt nu op een gegeven moment signaal L actief, dan zal bij de eerstvolgende keer dat instructie 42 wordt uitgevoerd naar instructie 48 gesprongen worden. In instructie 48 worden twee opeenvolgende absolute waarden van het foutsignaal die zich bevinden in de variabelen SUM\_P en SUM\_A vergeleken. Is de absolute waarde van het  
20 huidige foutsignaal groter dan de absolute waarde van het voorafgaande foutsignaal, wordt er naar instructie 44 gesprongen die zorgt voor een frequentie aanpassing zoals dat eerder is uitgelegd. Is echter de absolute waarde van het huidige foutsignaal kleiner dan de absolute waarde van het voorafgaande foutsignaal betekent dit dat de absolute  
25 waarde van het foutsignaal aan het afnemen is, zodat dan blok 49 volgens de uitvinding uitgevoerd wordt alvorens terug te springen naar instructie 31.

De werking van een eerste uitvoeringsvorm van de subroutine volgens blok 49 wordt nader uitgelegd aan de hand van figuur  
30 5. In deze uitvoeringsvorm wordt aangenomen dat geen frequentiecorrectie nodig is indien de absolute waarde van het foutsignaal aan het afnemen is. Daarom wordt in instructie 50 de logische waarde van uitgang  $\Delta F$  gelijk aan 0 gemaakt, zodat de frequentie van de klokoscillator constant gehouden wordt.

35 De werking van een tweede uitvoeringsvorm van de subroutine volgens blok 49 wordt nader uitgelegd aan de hand van figuur 6. In deze uitvoeringsvorm wil men indien de absolute waarde van het

9 0 0 1 5 7 6

foutsignaal aan het afnemen is, deze afname afremmen door de absolute waarde van het frequentieverschil tussen het lokaal opgewekte kloksignaal en het bij de ontvangen datasymbolen behorend kloksignaal te reduceren. Daartoe wordt in instructie 55 het foutsignaal vergeleken met

5 0. Is het foutsignaal negatief dan wordt instructie 56 uitgevoerd waardoor de logische waarde van de uitgang  $\Delta F$  gelijk aan +1 gemaakt wordt, hetgeen een frequentie verhoging tot gevolg heeft. Is het foutsignaal positief dan wordt instructie 57 uitgevoerd waardoor de logische waarde van de uitgang  $\Delta F$  gelijk aan -1 gemaakt wordt, hetgeen

10 een frequentie verlaging tot gevolg heeft.

De werking van een derde uitvoeringsvorm van de subroutine volgens blok 49 wordt nader uitgelegd aan de hand van figuur 7. In deze uitvoeringsvorm wil men de afname van de absolute waarde van het foutsignaal alleen dan afremmen indien die afname groter is dan een

15 gegeven waarde. Hiertoe wordt in instructie 60 de absolute waarde van het huidige foutsignaal vergeleken met een fractie  $a$  van de absolute waarde van het voorafgaande foutsignaal. Is de huidige absolute waarde groter dan de fractie  $a$  van het voorafgaande foutsignaal, dan is de afname relatief gering. Er zal dan gesprongen worden naar instructie 62

20 waar de logische waarde van de uitgang  $\Delta F$  gelijk aan 0 gemaakt wordt om de frequentie van de klokoscillator constant te houden. Is de huidige absolute waarde kleiner dan de fractie  $a$  van het voorafgaande foutsignaal, dan is de afname relatief sterk zodat deze afgeremd moet worden. Er wordt dan naar instructie 61 gesprongen waar het foutsignaal

25 met 0 vergeleken wordt. Is het foutsignaal negatief dan wordt instructie 63 uitgevoerd waardoor de logische waarde van de uitgang  $\Delta F$  gelijk aan +1 gemaakt wordt, hetgeen een frequentie verhoging tot gevolg heeft. Is het foutsignaal positief dan wordt instructie 64 uitgevoerd waardoor de logische waarde van de uitgang  $\Delta F$  gelijk aan -1 gemaakt wordt, hetgeen

30 een frequentie verlaging tot gevolg heeft.

In fig. 8 is in curve a het klokfaseverschil in de bekende ontvanger uitgezet als functie van de tijd. In deze curve is de nagenoeg sinusvormige faseoscillatie duidelijk zichtbaar. In curve b, die de fasefout in de ontvanger volgens de uitvinding toont, is deze

35 nagenoeg sinusvormige oscillatie verdwenen. De fasefout die in curve b resteert wordt veroorzaakt door echo's en intersymboolinterferentie.

9 0 0 1 5 7 6

## CONCLUSIES

1. Ontvanger van een stelsel voor het met een gegeven baudsnelheid overdragen van datasymbolen, die is voorzien van een klokoscillator met een sturingang ter regeling van de frequentie van een lokaal opgewekt baudfrequent kloksignaal; van middelen voor het  
5 verkrijgen van een foutsignaal dat een maat is voor een klokfaseverschil tussen een bij de ontvangen datasymbolen behorend baudfrequent kloksignaal en het door de klokoscillator lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal, met het kenmerk dat de ontvanger is voorzien van middelen om periodiek monsters te nemen van de absolute waarde van het  
10 foutsignaal; van middelen om een monsterwaardeverschil tussen twee opeenvolgende monsterwaarden te bepalen en van middelen om uit het monsterwaardeverschil en het teken van het foutsignaal een stuursignaal te vormen dat toegevoerd wordt aan de sturingang van de klokoscillator om het klokfaseverschil te reduceren.
- 15 2. Ontvanger volgens conclusie 1 met het kenmerk dat het foutsignaal wordt afgeleid uit de over een aantal opeenvolgende symboolintervallen gemiddelde waarde van het klokfaseverschil.
3. Ontvanger volgens conclusie 1 of 2 met het kenmerk dat de frequentie van de klokoscillator ongewijzigd wordt gelaten indien  
20 - het monsterwaardeverschil negatief is.
4. Ontvanger volgens conclusie 1 of 2 met het kenmerk dat de frequentie van de klokoscillator verlaagd wordt indien  
- het monsterwaardeverschil negatief is en tevens het lokaal opgewekte  
25 baudfrequente kloksignaal najlt op het bij de datasymbolen behorend baudfrequente kloksignaal  
en dat de frequentie van de klokoscillator verhoogd wordt indien  
- het monsterwaardeverschil negatief is en tevens het lokaal opgewekte  
baudfrequente kloksignaal voorijlt op het bij de datasymbolen behorend  
baudfrequente kloksignaal.
- 30 5. Ontvanger volgens conclusie 1 of 2 met het kenmerk dat de frequentie van de klokoscillator ongewijzigd wordt gelaten indien  
- het monsterwaardeverschil negatief is en tevens de monsterwaarde  
groter is dan een vooraf vastgestelde fractie van de voorafgaande  
monsterwaarde,  
35 dat de frequentie van de klokoscillator verlaagd wordt indien  
- het monsterwaardeverschil negatief is en tevens de monsterwaarde  
kleiner is dan een vooraf vastgestelde fractie van de voorafgaande

9001576

- monsterwaarde en tevens het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal  
nauwlijkt op het bij de datasymbolen behorende baudfrequente kloksignaal  
en dat de frequentie van de klokoscillator verhoogd wordt indien
- het monsterwaardeverschil negatief is en tevens de monsterwaarde  
5 kleiner is dan een vooraf vastgestelde fractie van de voorafgaande  
monsterwaarde en tevens het lokaal opgewekte baudfrequente kloksignaal  
voorijlt op het bij de datasymbolen behorende baudfrequente  
kloksignaal.
6. Ontvanger volgens een der voorgaande conclusies met het
- 10 kenmerk dat de frequentie van de klokoscillator verhoogd wordt indien  
- het monsterwaardeverschil positief is en tevens het lokaal opgewekte  
baudfrequente kloksignaal nauwlijkt op het bij de datasymbolen behorend  
baudfrequente kloksignaal en tevens de monsterwaarde groter is dan een  
vooraf vastgestelde waarde,
  - 15 dat de frequentie van de klokoscillator verlaagd wordt indien  
- het monsterwaardeverschil positief is en tevens het lokaal opgewekte  
baudfrequente kloksignaal voorijlt op het bij de datasymbolen behorend  
baudfrequente kloksignaal en tevens dat de monsterwaarde groter is dan  
een vooraf vastgestelde waarde
  - 20 en dat de frequentie van de klokoscillator ongewijzigd wordt gelaten  
indien  
- het monsterwaardeverschil positief is en tevens kleiner is dan een  
vooraf vastgestelde waarde.

9 0 0 1 5 7 6

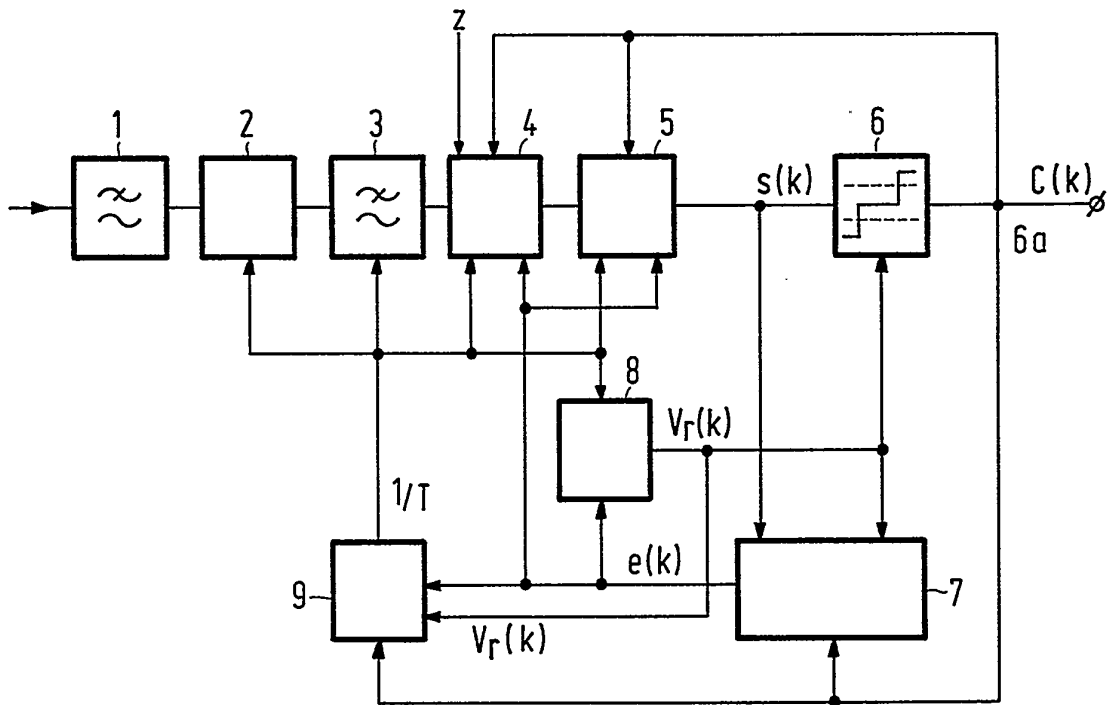


FIG. 1

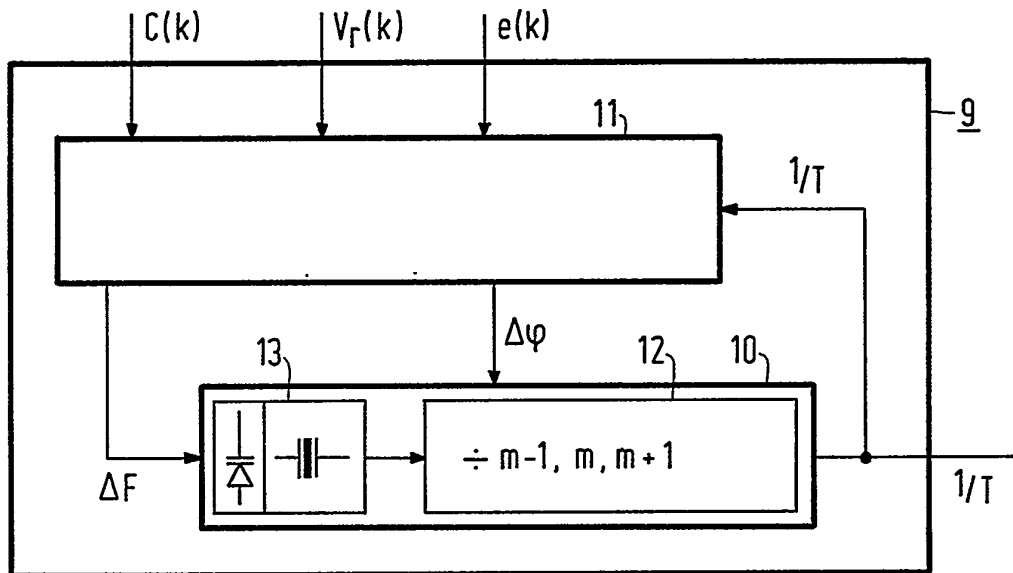


FIG. 2

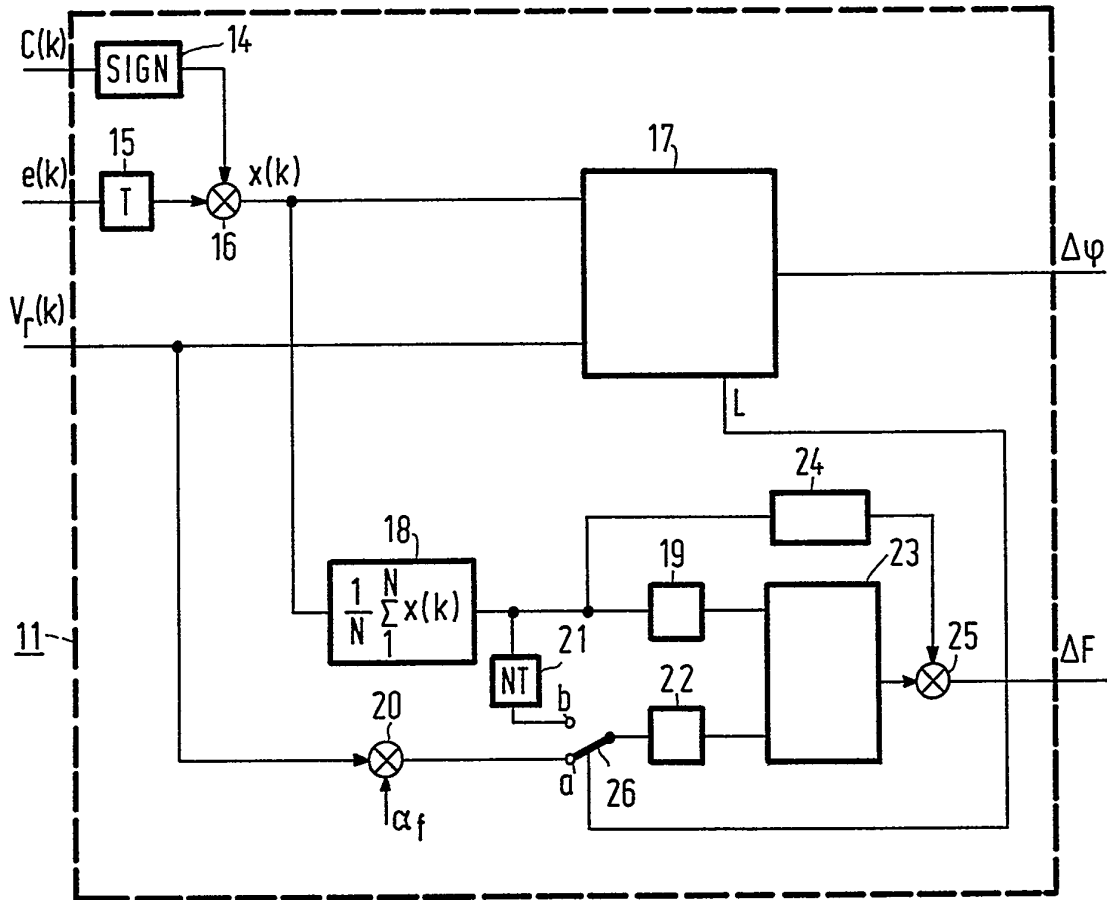


FIG. 3

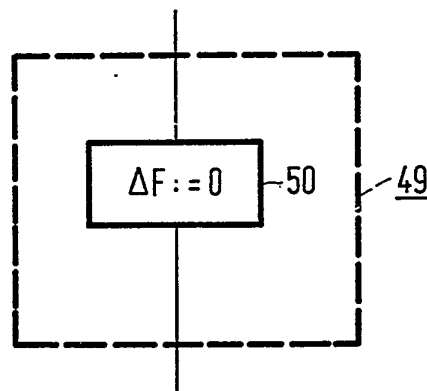


FIG. 5



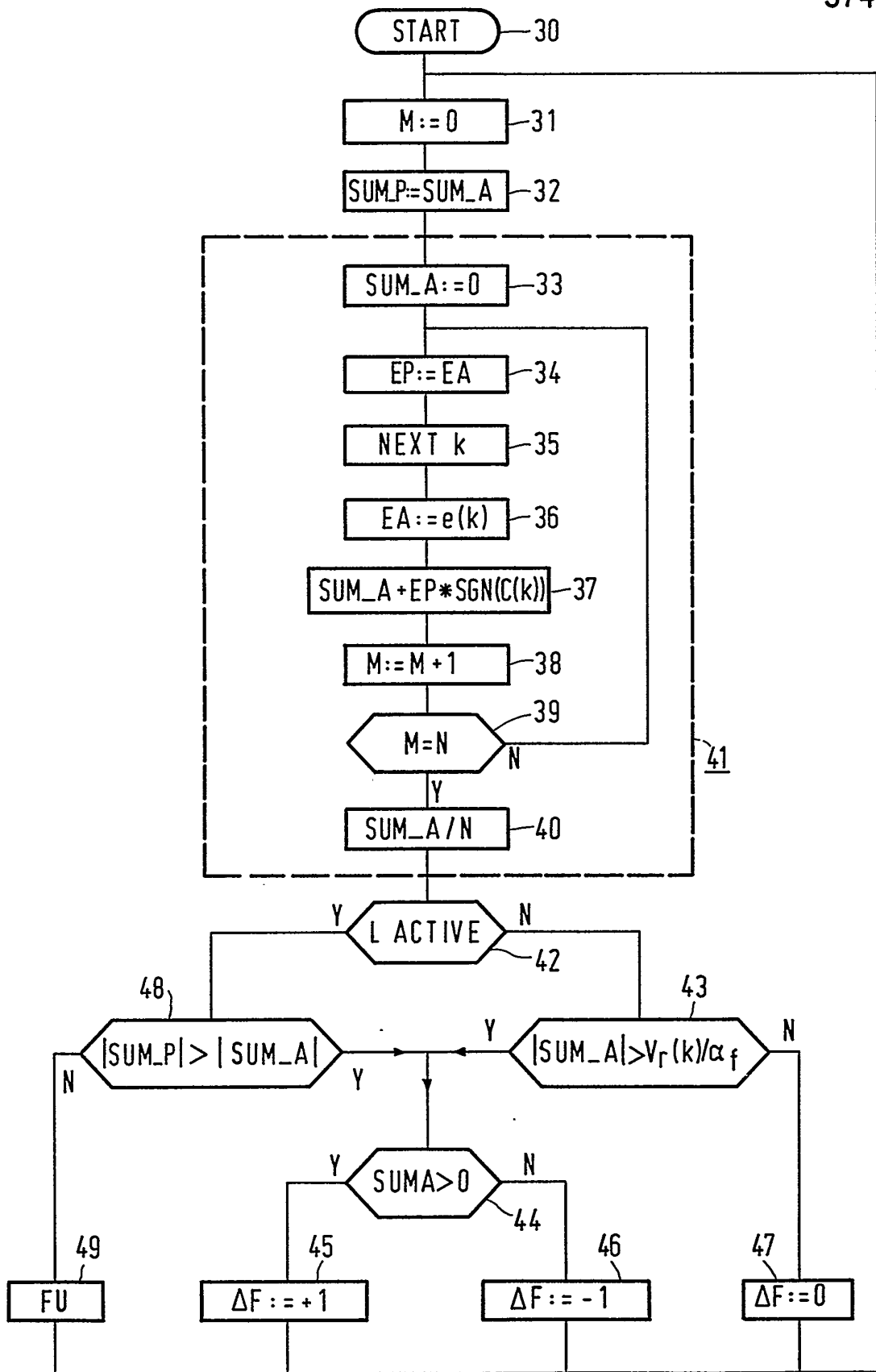


FIG.4

