



PUBLIKATIENUMMER : 1000415A7

INDIENINGSNUMMER : 8700282

Internat. klassif.: H04J

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

Datum van verlening : 22 November 1988

De Minister van Economische Zaken,

Gelet op de wet van 28 Maart 1984 op de uitvindingsoctrooien inzonderheid artikel 22;

Gelet op het Koninklijk Besluit van 2 December 1986, betreffende het aanvragen, verlenen en in stand houden van uitvindingsoctrooien, inzonderheid artikel 28;

Gelet op het proces-verbaal opgesteld door de Dienst voor Industriële Eigendom op 18 Maart 1987 te 24u00

BESLUIT :

ARTIKEL 1.- Er wordt toegekend aan : BELL TELEPHONE MANUFACTURING COMPANY
Naamloze Vennootschap
Francis Wellesplein 1, B-2018 Antwerpen(BELGIE)

vertegenwoordigd door : VERMEERSCH Robert, N.V. BELL TELEPHONE MANUFACTURING
CY, Francis Wellesplein, 1 - 2018 ANTWERPEN.

een uitvindingsoctrooi voor de duur van 6 jaar, onder voorbehoud van de betaling van de jaartaksen voor : ASYNCHROON OP BASIS VAN TIJDSVERDELING WERKEND COMMUNICATIESYSTEEM.

UITVINDER(S) : De Prycker Martin Louis Florence, Uilestraat 199, B-2700 Sint-Niklaas (BE); Ryckebusch Marc Lucien Marie Roger, Watermolenlaan 11, B-1600 Sint-Pieters-Leeuw (BE); Barri Peter, Lange Veldstraat 5, B-2820 Bonheiden (BE)

ARTIKEL 2.- Dit octrooi is toegekend zonder voorafgaand onderzoek van zijn octrooieerbaarheid, zonder waarborg voor zijn waarde of van juistheid van de beschrijving der uitvindingen en op eigen risico van de aanvrager(s).

Brussel, 22 November 1988
BIJ SPECIALE MACHTIGING :


M. P. L.
Directeur.

- 1 -

ASYNCHROON OP BASIS VAN TIJDSVERDELING
WERKEND COMMUNICATIESYSTEEM

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een
5 asynchroon op basis van tijdsverdeling werkend
communicatiesysteem welke minstens één knooppunt met een
schakelnetwerk omvat waarmee een aantal gebruikerstations
via transmissieverbindingen gekoppeld zijn en dat dient
om gebruikerstations met elkaar te verbinden, waarbij elk
10 gebruikerstation in staat is om datapakketten op
synchrone wijze uit te zenden en toegevoegd is aan een
zend- en ontvangstketen die met transmissieverbindingen
gekoppeld is en waarbij deze ontvangstketen een
bufferketen omvat waarin ontvangen datapakketten aan een
15 welbepaalde vertraging worden onderworpen vooraleer aan
het bijbehorend gebruikerstation te worden toegevoerd.

Een dergelijk communicatiesysteem is in de
techniek bijvoorbeeld bekend uit het Belgisch octrooi nr.
903261. In dit bekend systeem wordt de
20 ontvangstketenklok ingesteld nadat het eerste ontvangen
datapakket aan de ingestelde vertraging werd onderworpen.
en aldus wordt zijn fase in feite met deze van de
gebruikerzendklok gesynchroniseerd. Dit is echter
onvoldoende omdat de frekventies van deze beide klokken,
25 hoewel nominaal dezelfde, in feite verschillend kunnen
zijn, zodat de bufferketen kan leeglopen of overlopen,
met als resultaat dat er bits van de ontvangen
datapakketten verloren gaan.

- 2 -

De uitvinding beoogt een communicatiesysteem van het hierboven beschreven type te verschaffen, maar waarin de gebruikerzend- en ontvangstketenklokken zodanig worden gesynchroniseerd dat een leeglopen of overlopen van de
5 bufferketen wordt verhinderd.

Volgens de uitvinding wordt deze doelstelling bereikt doordat elk gebruikerstation datapakketten uitzendt op het ritme van een daarin aanwezige gebruikerzendklok en dat elke ontvangstketen
10 synchronisatiemiddelen omvat om de daarin aanwezige ontvangstketenklok waarmee deze datapakketten uit deze bufferketen worden uitgelezen en aan het bijbehorende gebruikerstation worden toegevoerd, met deze gebruikerzendklok te synchroniseren door de
15 pakketvullingsgraad van deze bufferketen vast te stellen en de frekventie van deze ontvangstketenklok in functie van deze vullingsgraad zodanig te regelen dat deze vullingsgraad nagenoeg op een gewenste waarde wordt gehouden.

20 Doordat op deze wijze de vullingsgraad van de bufferketen nagenoeg constant wordt gehouden, kan er geen informatie van ontvangen datapakketten verloren gaan.

Een ander kenmerk van het onderhavige communicatiesysteem is dat deze zendketen middelen omvat
25 om de frekventie van de gebruikerzendklok te meten en een maat van deze frekventie onder de vorm van een besturingspakket naar deze ontvangstketen over te dragen en dat deze in de ontvangstketen aanwezige synchronisatiemiddelen de frekventie van deze
30 ontvangstketenklok door middel van deze overgedragen maat regelen.

Aldus wordt een aanvankelijke synchronisatie van de gebruikerzend- en ontvangstklokken verwezenlijkt.

Nog een ander kenmerk van het onderhavige
35 communicatiesysteem is dat deze synchronisatiemiddelen

een met deze bufferketen gekoppelde computer omvatten, die voorzien is van een tweerichtingsteller welke gestapt wordt telkens een datapakket in de bufferketen wordt in- en uitgelezen, waardoor de stand van deze teller de
5 werkelijke pakketvullingsgraad van de bufferketen aangeeft.

Een ander kenmerk van het onderhavige communicatiesysteem is dat deze computer in staat is om vast te stellen wanneer er zich een verandering van de
10 werkelijke pakketvullingsgraad met een welbepaalde waarde voordoet, om de tijd tussen twee opeenvolgende dergelijke veranderingen te meten en om in functie van deze gemeten tijd de frekwentie van deze gebruikerontvangstklok te regelen.

15 Aldus wordt een fijnregeling van de frekwentie van de gebruikerontvangstklok bewerkstelligd, waardoor deze beter met de gebruikerzendklok gesynchroniseerd is dan na de hierboven vermelde aanvankelijke synchronisatie.

Een ander kenmerk van het huidige
20 communicatiesysteem is dat deze computer in staat is om na het verloop van een meettijd een gemiddelde pakketvullingsgraad te berekenen door het gemiddelde van n opeenvolgend geregistreerde werkelijke vullingsgraden te nemen.

25 Nog een ander kenmerk van het onderhavige communicatiesysteem is dat deze computer in staat is om vast te stellen wanneer er zich een verandering van de gemiddelde vullingsgraad met een welbepaalde waarde voordoet, om de tijd tussen twee opeenvolgende dergelijke
30 veranderingen te meten en om in functie van deze gemeten tijd de frekwentie van deze gebruikerontvangstklok te regelen.

Door met de gemiddelde in plaats van met de werkelijke vullingsgraad te werken wordt de invloed op
35 deze vullingsgraad van stochastische vertragingen, die de

datapakketten in het systeem kunnen ondergaan, gevoelig verminderd waardoor het aantal fijnregelingen van de gebruikerontvangstklok wordt verminderd.

De hierboven vermelde en andere doeleinden en kenmerken van de uitvinding zullen duidelijker worden en de uitvinding zelf zal het best begrepen worden aan de hand van de hiernavolgende beschrijving van een uitvoeringsvoorbeeld en van de bijbehorende tekening waarin :

Fig. 1 een asynchroon op basis van tijdsverdeling werkend communicatiesysteem volgens de uitvinding voorstelt;

Fig. 2 een diagram is die gebruikt wordt om de werking van dit systeem te illustreren.

Dit asynchroon communicatiesysteem omvat één of meerdere knooppunten, die door middel van transmissielijnen met elkaar gekoppeld zijn, maar om reden van eenvoud is slechts één van deze knooppunten op de tekening in betrekkelijk detail weergegeven. Het systeem omvat een paketschakelnetwerk PSN met een aantal ingangs- en uitgangsklemmen waarmee gebruikerstations met bijbehorende zend- en ontvangstketens via respectieve transmissielijnen gekoppeld zijn. In de tekening zijn slechts twee paren ingangs- en uitgangsklemmen I1, O1 en I2, O2 en twee gebruikerstations US1 en US2 met bijbehorende zend- en ontvangstketens SEND1, REC1; SEND2, REC2 voorgesteld. De data-uitgang DS1 en de zendklokuitgang CLS van het gebruikerstation US1 zijn verbonden met de zendketen SEND1, die via de transmissielijn IL1 met de ingangsklem I1 van PSN gekoppeld is, terwijl de uitgangsklem O1 van PSN over de transmissielijn OL1 gekoppeld is met de ontvangstketen REC1 die met de data-ingang DR1 van US1 gekoppeld is. Op analoge wijze zijn REC2 en SEND2 met PSN en US2 verbonden.

- 5 -

Gezien de zendketens SEND1 en SEND2 identiek zijn en dit ook het geval is voor de ontvangstketen REC1 en REC2 zijn in de tekening alleen de zendketen SEND1 van US1 en de ontvangstketen REC2 van US2 in detail voorgesteld.

De zendketen SEND1 omvat een pakketverwerkingsketen PPC1 en een frekwentiemeetketen FMC die bestaat uit een oscillator OSC (die gemeenschappelijk is aan REC1 en SEND1), een deler DIV en een teller CR. Deze ketens zijn op de getoonde wijze tussen de data- en klokuitgangen DS1 en CLS van het gebruikerstation US1 en de ingangsklem I1 van PSN gekoppeld.

De ontvangstketen REC2 omvat een computer COMP, een pakketverwerkingsketen PPC2, een pakketbufferketen PFIFO en een programmeerbare oscillator POSC. Deze ketens zijn eveneens op de getoonde wijze tussen de uitgangsklem O2 van PSN en de data- en klokingangen DR2 en CLR van het gebruikerstation US2 gekoppeld.

Als de gebruikerstations US1 en US2 data wensen uit te wisselen, worden tijdens een signaleringsfase tussen deze stations US1 en US2 twee eenrichtingsverbindingen opgebouwd. Dit gebeurt na de uitwisseling van besturingspakketten. Deze verbindingen zijn de volgende :

- van US1 naar US2 via SEND1, IL1, PSN, OL2 en REC2;
- van US2 naar US1 over SEND2, IL2, PSN, OL1 en REC1.

Na de beëindiging van deze signaleringsfase kunnen de stations US1 en US2 starten met de uitwisseling van data. De datastroom die bijvoorbeeld door het station US1 wordt uitgezonden, verschijnt aan de data-uitgang DS1 daarvan en wordt samen met het gebruikerzendkloksignaal CLS aan de bij US1 behorende zendketen SEND1 toegevoerd. Daarin wordt deze datastroom tot pakketten verwerkt in de pakketverwerkingsketen PPC1, die door het kloksignaal CLS

gestuurd wordt, en deze datapakketten worden dan via de transmissielijn IL1 aan de ingangsklem I1 van het schakelnetwerk PSN toegevoerd. Door het schakelnetwerk PSN worden deze datapakketten naar de uitgangsklem O2
5 geschakeld en vandaar via de transmissielijn OL2 naar de pakketverwerkingsketen PPC2 overgedragen. Vandaar worden ze via de uitgang DP in de pakketbufferketen PFIFO opgeslagen. Ze worden vervolgens uit deze PFIFO gelezen en in een datastroom omgevormd, beide onder de besturing
10 van het gebruikerontvangstkloksignaal CLR dat door de programmeerbare oscillator POSC wordt verschaft. Deze datastroom die aan de uitgang DR2 van PFIFO verschijnt en dit kloksignaal CLR worden tenslotte aan de gelijknamige ingangen DR2 en CL2 van het gebruikerstation US2 gelegd.
15 Indien de overgedragen data asynchrone data zijn dienen de gebruikerstations US1 en US2 niet te worden gesynchroniseerd. Dit is echter wel zo als deze stations synchrone data, bijvoorbeeld telefonie-data op 64 kbit/sec., wensen uit te wisselen, zoals in het vervolg
20 zal worden verondersteld, gezien in een asynchroon systeem de frekwentie van de ontvangstklok POSC in de ontvangstketen REC2 niet uit de daarin binnenkomende datastroom herwonnen kan worden. Hierbij wordt onder synchrone data, datastromen begrepen die continu zijn en
25 een constante bitsnelheid hebben. Om de statistische vertragingen van dergelijke datastromen enigszins te dempen wordt in de bufferketen PFIFO een bijkomende vertraging verwezenlijkt. De waarde van deze bijkomende vertraging wordt bijvoorbeeld gekozen zoals beschreven in
30 het hoger vermeld Belgisch octrooi. Zoals reeds vermeld is deze maatregel echter onvoldoende als de frekwentie van het gebruikerzendkloksignaal CLS afwijkt van het gebruikerontvangstkloksignaal CLR, niettegenstaande deze kloksignalen nominaal dezelfde frekwentie hebben, omdat
35 de bufferketen PFIFO hierdoor kan leeg- of overlopen,

- 7 -

hetgeen leidt tot informatieverlies.

De hierna beschreven synchronisatiemiddelen synchroniseren het kloksignaal CLR met het kloksignaal CLS, die nominaal dezelfde frekventie hebben,

5 bijvoorbeeld 64 kHz. Dit gebeurt tijdens een eerste fase door een aanvankelijke synchronisatie te verwezenlijken door de frekventie van ontvangstketenklok POSC in het station US2 en die het kloksignaal CLR verschaft, in te stellen op de frekventie van het kloksignaal CLS, waarbij
10 deze frekventie of een maat daarvan tijdens deze eerste fase van het station US1 naar het station US2 wordt overgedragen. Gedurende een tweede fase wordt dan een fijnregeling van de aldus verwezenlijke aanvankelijke synchronisatie bewerkstelligd door uitvoering van een
15 meet- en regelalgoritme. Dit bestaat erin de pakketvullingsgraad van de bufferketen PFIFO, d.w.z. het daarin opgeslagen aantal pakketten, op regelmatige tijdstippen vast te stellen en op grond daarvan de frekventie van CLR aan te passen.

20 De eerste fase wordt uitgevoerd aan het einde van de hierboven vermelde signaleringsfase. Tijdens deze eerste fase wordt in de zendketen SEND1 de frekventie van het kloksignaal CLS gemeten met behulp van de frekquentiemeetketen FMC die, zoals hierboven vermeld, de
25 oscillator OSC, de deler DIV en de teller CR bevat. Dit gebeurt door van de frekventie van de oscillator OSC door deling in de deler DIV een tijdbasis met een periode van bijvoorbeeld 1 seconde af te leiden. In de teller CR wordt dan gedurende deze periode het aantal perioden van
30 het gebruikerzendkloksignaal CLS geteld. Met andere woorden, de frekventie van dit kloksignaal CLS wordt gemeten en is bijvoorbeeld gelijk aan P perioden per seconde. Deze waarde wordt toegevoerd aan de pakketverwerkingsketen PPC1, die als gevolg daarvan een
35 besturingspakket samenstelt waarvan de data door deze

- 8 -

frekwentiewaarde P gevormd worden. Via het schakelnetwerk PSN wordt dit besturingspakket dan naar de pakketverwerkingsketen PCC2 overgedragen en daarin verwerkt. De in dit pakket opgeslagen frekwentiewaarde P
5 wordt toegevoerd aan de computer COMP die deze waarde gebruikt om de frekwentie van de programmeerbare oscillator POSC te regelen zodanig dat hij gelijk wordt aan P perioden per seconde, d.w.z. aan de frekwentie van OSC.

10 De hierboven beschreven aanvankelijke synchronisatie van de kloksignalen en CLS en CLR is niet perfect, bijvoorbeeld tengevolge van fouten in de frekwentiemeting van CLS en de beperkte nauwkeurigheid van de oscillator OSC te wijten aan ouderdom en
15 temperatuur. Dit is de reden van de fijnregeling die tijdens de hierna beschreven tweede fase wordt uitgevoerd.

Tijdens deze tweede fase die start van zodra er datapakketten in de bufferketen PFIFO worden opgeslagen,
20 ontvangt de computer COMP, en meer in het bijzonder een tweerichtingsteller CR1, van deze bufferketen een signaal telkens een pakket deze keten binnenkomt en ook als een pakket deze keten verlaat, waarbij de uitlezing van deze keten gebeurt onder de besturing van het kloksignaal CLR.
25 Aldus kent deze computer uit de inhoud van CR1 het in de bufferketen aanwezige aantal pakketten X_i , d.w.z. de werkelijke vullingsgraad van deze bufferketen. De schommelingen van deze vullingsgraad zijn te wijten, niet alleen aan het verschil tussen de frekwentie van de zend-
30 en ontvangstkloksignalen CLS en CLR, maar ook aan de stochastische vertragingen van de pakketten bij hun overdracht in het systeem.

Indien deze stochastische vertragingen niet zouden bestaan dan zou de computer COMP de frekwentie van het
35 kloksignaal CLR als volgt kunnen regelen.

In de veronderstelling dat n de nominale waarde van X_i is, is een mogelijke reeks van waarden van X_i bijvoorbeeld

..., n , ..., n , $n+1$, ..., $n+1$, $n+2$, ..., $n+2$

5 Telkens een pakket de bufferketen verlaat, d.w.z. na elke pakketuitleesperiode, gaat de computer COMP na of de vullingsgraad X_i van deze bufferketen al of niet met één eenheid is veranderd en meet de tijd y , bijvoorbeeld in pakketuitleesperiodes, tussen de veranderingen van
10 deze vullingsgraad, enerzijds van n naar $n+1$ en anderzijds van $n+1$ naar $n+2$. Hij verkrijgt aldus een maat van het verschil tussen de frekwenties van CLR en CLR. Als dit frekwentieverschil bijvoorbeeld Z ,
15 uitgedrukt in fracties van de nominale waarde van de frekwentie van CLR, bedraagt dan kan de computer de vullingsgraad van de bufferketen PFIFO tot de nominale waarde n terugbrengen door de klok POSC, die CLR
20 verschaft, over $-2Z$ gedurende een tijd $2y$ te veranderen.

Zonder meer is dit meet- en regelalgoritme niet
20 aangewezen in het geval er stochastische vertragingen optreden gezien de waarde X_i dan te dikwijls kan veranderen en dit dan telkens tot een aanpassing van de klokfrekwentie van het kloksignaal CLR aanleiding zou geven. Het principe van dit meet- en regelalgoritme, nl.
25 het vaststellen van de veranderingen van de vullingsgraad van de bufferketen PFIFO en het meten van de tijd tussen dergelijke veranderingen kan evenwel ook bij
30 stochastische vertragingen behouden blijven.

Om de invloed van deze stochastische vertragingen
30 op het meet- en regelalgoritme gevoelig te verminderen, en om dus geen veelvuldige aanpassingen van de klok CLR te moeten uitvoeren, werd eraan gedacht om bij dit algoritme niet de werkelijke vullingsgraad X_i , maar wel de gemiddelde vullingsgraad, d.w.z. het gemiddelde van X_i
35 te gebruiken. Hierdoor wordt het meet- en regelalgoritme

inderdaad veel minder gevoelig aan schommelingen van X_i te wijten aan stochastische vertragingen.

De werkelijke waarschijnlijkheidsdistributie van X_i is echter onbekend, zodat ook noch het werkelijk
 5 gemiddelde X_g noch de werkelijke standaardafwijking van deze waarschijnlijkheidsdistributie bekend zijn. Een goede benadering van X_g kan evenwel worden verkregen door tijdens een meettijd van m pakketvullingsperioden het
 10 gemiddelde X van m opeenvolgende vullingsgraden X_i te berekenen, waarbij m echter voldoende groot dient te zijn zoals later zal worden uiteengezet.

Doordat de frekwenties van de kloksignalen CLS en CLK weinig verschillen is de tijdsperiode gedurende
 15 dewelke zich een verandering met één eenheid van de gemiddelde vullingsgraad kan voordoen betrekkelijk groot t.o.v. de meettijd. De vullingsgraad kan daarom tijdens een dergelijke meettijd ook met niet meer dan één veranderen en hierbij zijn de schommelingen van deze
 20 vullingsgraad dus enkel aan stochastische vertragingen te wijten.

Om deze redenen en indien men het werkelijke gemiddelde X_g van X_i zou kennen dan zou men dus een
 verandering met één eenheid van de werkelijke gemiddelde vullingsgraad X_g kunnen nagaan door te berekenen of al of
 25 niet voldaan wordt aan de betrekking

$$X_g \geq q + 1/2 \quad (1)$$

waarbij q de na een vorige berekening aangenomen gemiddelde werkelijke vullingsgraad is en een geheel
 getal is en door :

30 als $X_g \geq q \pm 1/2$ is, aan te nemen dat de nieuwe gemiddelde vullingsgraad $q \pm 1$ is;
 als $X_g < q \pm 1/2$ is, aan te nemen dat de nieuwe gemiddelde vullingsgraad q nog
 35 gelijk is aan de vorige.

In het vervolg wordt om reden van eenvoud alleen

- 11 -

het plusteken beschouwd.

Zoals reeds vermeld is X_g echter niet bekend.

Maar, als de waarde m voldoende groot gekozen wordt -
hetgeen zoals later zal blijken hier het geval is - dan

5 streeft de waarschijnlijkheidsdistributie van het
gemiddelde X naar een normale distributie, waarbij deze
distributie een gemiddelde en een variantie heeft die

respektievelijk gelijk zijn aan X_g en $\frac{S^2}{m}$. Hierbij zijn

10 X_g en S respektievelijk het gemiddelde en de
standaardafwijking van de werkelijke
waarschijnlijkheidsdistributie. De standaardafwijking s
van elke reeks van X_i 's is daarbij een behoorlijke
schatting van S en kan daarom ter vervanging van S
15 gebruikt worden. In plaats van met de werkelijke
gemiddelde vullingsgraad X_g en met de werkelijke
standaardafwijking te werken, kan de computer dus werken
met de berekende gemiddelde vullingsgraad en met de
standaardafwijking s .

20 In plaats van tijdens de uitvoering van het meet-
en regelalgoritme de betrekking (1) na te gaan zou de
computer dus na elke meettijd van m pakketuitleesperiodes
kunnen vaststellen of

$$X \geq p + 1/2 \quad (2)$$

25 waarbij X en p respektievelijk de nieuw berekende en de
na de vorige berekening aangenomen gemiddelde
vullingsgraden zijn en waarbij p een geheel getal is. In
werkelijkheid gaat de computer echter na of

$$X \geq p + 1/2 - D \quad (3)$$

30 waarbij D een veiligheidsmarge is waarvan de reden later
zal worden uiteengezet.

Meer in het bijzonder :

- als $X \geq a - D$ is, met $a = p + 1/2$, dan besluit de
computer dat er verandering van de gemiddelde

35 vullingsgraad met één eenheid heeft plaats gevonden en

dat p de nieuwe aangenomen vullingsgraad is;
 - als $X < a - D$ is, dan besluit hij dat er nog geen
 verandering van de gemiddelde vullingsgraad met één
 eenheid is opgetreden en dat de aangenomen
 5 vullingsgraad nog steeds p is.

Door aldus tewerk te gaan doen er zich echter
 fouten voor ten opzichte van het theoretisch geval, welke
 erin zou bestaan na te gaan of het werkelijk gemiddelde
 X_g de waarde a al of niet heeft overschreden.

10 Een eerste mogelijke fout is dat niettegenstaande
 $X_g \geq a$ is, er vastgesteld wordt dat

$$X < a - D \quad (4)$$

is. Het slechtste geval is klaarblijkelijk dat dit
 vastgesteld wordt als $X_g = a$.

15 Een tweede mogelijke fout is dat niettegenstaande
 $X_g < a$ is, er vastgesteld wordt dat

$$X \geq a - D \quad (5)$$

is.

De waarschijnlijkheden R_1 en R_2 van het optreden
 20 van deze fouten kunnen als volgt berekend worden omdat -
 zoals reeds vermeld - de distributie van het gemiddelde X
 een normale distributie is als m voldoende groot is. Als
 F de normale cumulatieve distributiefunctie is, wordt R_1
 gegeven door :

$$25 \quad R_1 = F \left\{ \frac{(a-D) - X_g}{S/\sqrt{m}} \right\} \quad (6)$$

Zoals reeds vermeld, doet het slechtste geval zich
 voor als niettegenstaande $X_g = a$ er vastgesteld wordt dat
 $X < a - D$ is. Indien dit zo is kan uit de betrekking (6)

30 afgeleid worden dat :

$$D = F^{-1} \left\{ (1 - R_1) \frac{S}{\sqrt{m}} \right\} \quad (7)$$

waarbij F^{-1} de inverse van de functie F is.

Zoals reeds hierboven vermeld kan S door s
 35 vervangen worden. Bovendien, indien verondersteld wordt.

dat de maximum vertraging die een ontvangen pakket kan ondergaan kleiner is dan de helft van de gemiddelde tijd, die verloopt tussen de ontvangst van twee dergelijke pakketten, kan de werkelijke vullingsgraad X_i van de
 5 bufferketen tijdens een meettijd van het gemiddelde X dan niet meer dan één eenheid veranderen. De maximum waarde van s is bijgevolg gelijk aan $1/2$. Daar deze maximum waarde zich enkel voordoet in de nabijheid van een
 10 verandering van de vullingsgraad en het juist die veranderingen zijn die van belang zijn, heeft de vervanging van s door dit maximum geen noemenswaardige invloed. Aldus wordt tevens de computer minder belast gezien hij na elke meting de waarde van s niet dient te berekenen.

15 Om deze reden wordt in de betrekking (7) S vervangen door $1/2$, zodat indien R_1 bijvoorbeeld beperkt wordt tot de waarde 0,001 uit deze betrekking (7) volgt dat :

$$20 \quad D = \frac{1,55}{V_m} \quad (8)$$

waaruit blijkt dat D en m van elkaar afhankelijk zijn.

De waarschijnlijkheid R_2 kan als volgt geschreven worden :

$$25 \quad R_2 = 1 - F \left\{ \frac{(a-D) - X_g}{S/V_m} \right\} \quad (9)$$

Uit de betrekkingen (6) en (9) kan afgeleid worden dat als $X_g = a - 2D$ de waarde van R_2 gelijk is aan de waarde (0,0001) van R_1 als $X_g = a$. Anderzijds is de waarde van R_2 voor $X_g = a$ gelijk aan $1 - R_1$, d.w.z. aan
 30 0,9999.

Het verloop van de waarschijnlijkheid P' ($X_g \geq a$) dat er op grond van het meet- en regelalgoritme aanvaard wordt dat $X_g \geq a$ is, is in Fig. 2 voorgesteld. Hieruit volgt dat deze waarschijnlijkheid :

35 - gelijk is aan 99,9 % als $X_g = a$ is;

- 14 -

- 0,1 % bedraagt als $X_g = a - 2D$ is;
- gelijk is aan 50 % als $D = 0$ is.

Door het gebruik van de veiligheidsmarge D bij de uitvoering van het algoritme stelt de computer dus met
 5 een waarschijnlijkheid van 99,9 %, in plaats van met een waarschijnlijkheid van 50 % (zonder het gebruik van D) vast dat $X_g \geq a$ is als hij vindt dat $X \geq a - D$.

Uit de getekende kromme volgt ook dat :

- als $X_g < a - 2D$ er nagenoeg nooit besloten wordt dat
 10 $X_g \geq a$ is;
- als $X_g \geq a$ er nagenoeg steeds besloten wordt dat $X_g \geq a$ is.

Met andere woorden, de aanvaarding van $X_g \geq a$ is slechts onzeker voor waarden van X_g begrepen tussen a en
 15 $a - 2D$.

Uit hetgeen voorafgaat volgt dat de computer door de uitvoering van het meet- en regelalgoritme de aangroei met één eenheid van de vullingsgraad van de bufferketen PFIFO kan vaststellen met een maximum onnauwkeurigheid
 20 van $2D$. Gezien de computer deze vaststelling doet om de m pakketuitleesperiodes, kan er een tijd van nagenoeg m dergelijke periodes verlopen zijn sedert de vastgestelde verandering. Met andere woorden, de gemeten tijd, bijvoorbeeld t_1 uitgedrukt in pakketuitleesperiodes is
 25 onnauwkeurig met een maximum fout gelijk aan m eveneens uitgedrukt in pakketuitleesperiodes.

De computer doet een dergelijke tijdmeting telkens er een verandering wordt vastgesteld en als twee opeenvolgende veranderingen in dezelfde zin hebben plaats
 30 gehad meet hij de tijd $y = t_2 - t_1$ tussen deze twee veranderingen. Hij doet dus geen meting als deze twee veranderingen in verschillende zin plaats hebben omdat aldus automatisch een regeling wordt verwezenlijkt. Omdat de beide fouten $2D$ en m op elk van deze metingen in
 35 dezelfde zin verlopen, zijn $2D$ en m ook de fouten op de

- 15 -

gemeten waarde y . Dit betekent dat de totale relatieve fout R op deze waarde y gegeven wordt door

$$R = 2D + \frac{m}{y} \quad (10)$$

5 Door rekening te houden met de betrekking (8) wordt (10) :

$$R = \frac{3,1}{V_m} + \frac{m}{y} \quad (11)$$

Uit deze betrekking volgt dat de optimum waarde M van m , d.w.z. deze die de relatieve fout R minimum maakt, gegeven wordt door :

$$M = 1,339 \cdot y^{2/3} \quad (12)$$

Dit betekent dat deze optimum waarde M van m afhankelijk is van de gemeten waarde y , uitgedrukt in
 15 pakketuitleesperioden. Gezien, enerzijds y aanduidt na hoeveel dergelijke perioden een verandering met één pakket van de vullingsgraad van de bufferketen werd gedetekteerd en men anderzijds weet welk
 frekwentieverschil van de klokken OSC en POSC met één
 20 dergelijk pakketuitleesperiode overeenkomt, kan uit de meting van y het frekwentieverschil tussen de klokken worden afgeleid en dus worden gecorrigeerd door
 aanpassing van de ontvangstklok POSC. De waarde M van m dient gekozen te worden voor de waarden van y die het
 25 meest zullen optreden en eenmaal deze waarde van m is gekozen wordt de waarde van D bepaald met behulp van de formule (8).

Hoewel de principes van de uitvinding hierboven zijn beschreven aan de hand van bepaalde
 30 uitvoeringsvormen en wijzigingen daarvan, is het duidelijk dat de beschrijving slechts bij wijze van voorbeeld is gegeven en de uitvinding niet daartoe is beperkt.

- 16 -

CONCLUSIES

1. Asynchroon op basis van tijdsverdeling werkend communicatiesysteem welke minstens één knooppunt met een schakelnetwerk (PSN) omvat waarmee een aantal
5 gebruikerstations (US1/2) via transmissieverbindingen (IL1/2, OL1/2) gekoppeld zijn en dat dient om gebruikerstations met elkaar te verbinden, waarbij elk gebruikerstation (US1, US2) in staat is om datapakketten op synchrone wijze uit te zenden en toegevoegd is aan een
10 zend- en ontvangstketen (SEND1/2, REC1/2) die met transmissieverbindingen gekoppeld zijn en waarbij deze ontvangstketen (REC2) een bufferketen (PFIFO) omvat waarin ontvangen datapakketten aan een welbepaalde vertraging worden onderworpen vooraleer aan het
15 bijbehorend gebruikerstation (SU2) te worden toegevoerd, met het kenmerk, dat elk gebruikerstation (US1) datapakketten uitzendt op het ritme van een daarin aanwezige gebruikerzendklok (OSC, CLS) en dat elke ontvangstketen (REC2) synchronisatiemiddelen (PCC2, COMP)
20 omvat om de daarin aanwezige ontvangstketenklok (POSC) waarmee deze datapakketten uit deze bufferketen (PFIFO) worden uitgelezen en aan het bijbehorende gebruikerstation (US2) worden toegevoerd, met deze
gebruikerzendklok (OSC, CLS) te synchroniseren door de
25 pakketvullingsgraad van deze bufferketen (PFIFO) vast te stellen en de frekwentie van deze ontvangstketenklok (POSC, CLR) in functie van deze vullingsgraad zodanig te regelen dat deze vullingsgraad nagenoeg op een gewenste

- 17 -

waarde wordt gehouden.

2. Communicatiesysteem volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat deze zendketen (SEND1) middelen (FMC) omvat om de frekventie van de gebruikerzendklok (OSC, CLS) te meten en een maat (P) van deze frekventie onder de vorm van een besturingspakket naar deze ontvangstketen (REC2) over te dragen en dat deze in de ontvangstketen (REC2) aanwezige synchronisatiemiddelen (PPC2, COMP) de frekventie van deze ontvangstketenklok (POSC, CLR) door middel van deze overgedragen maat (P) regelen.

3. Communicatiesysteem volgens conclusie 1, met het kenmerk dat deze synchronisatiemiddelen (PCC1, COMP) een met deze bufferketen (PFIFO) gekoppelde computer (COMP) omvatten, die voorzien is van een tweerichtingsteller (CR1) welke gestapt wordt telkens een datapakket in de bufferketen wordt in- en uitgelezen, waardoor de stand van deze teller de werkelijke pakketvullingsgraad (X_i) van de bufferketen aangeeft.

4. Communicatiesysteem volgens conclusie 3, met het kenmerk dat deze computer (COMP) in staat is om vast te stellen wanneer er zich een verandering van de werkelijke pakketvullingsgraad met een welbepaalde waarde (1) voordoet, om de tijd (y) tussen twee opeenvolgende dergelijke veranderingen te meten en om in functie van deze gemeten tijd (y) de frekventie van deze gebruikerontvangstklok (POSC, CLR) te regelen.

5. Communicatiesysteem volgens conclusie 3, met het kenmerk dat deze computer (COMP) in staat is om na het verloop van een meettijd een gemiddelde pakketvullingsgraad (X) te berekenen door het gemiddelde van m opeenvolgend geregistreerde werkelijke vullingsgraden te nemen.

6. Communicatiesysteem volgens conclusie 5, met het kenmerk dat deze meettijd gelijk is aan m pakketuitleesperioden van de bufferketen (PFIFO).

7. Communicatiesysteem volgens conclusie 5, met het kenmerk dat deze computer (COMP) in staat is om vast te stellen wanneer er zich een verandering van de gemiddelde vullingsgraad (X) met een welbepaalde waarde
5 voordoet, om de tijd (y) tussen twee opeenvolgende dergelijke veranderingen te meten en om in functie van deze gemeten tijd (y) de frekwentie van deze gebruikerontvangstklok (POSC, CLR) te regelen.

8. Communicatiesysteem volgens conclusie 4 of 7,
10 met het kenmerk dat deze welbepaalde waarde gelijk is aan 1.

9. Communicatiesysteem volgens conclusie 4 of 7, met het kenmerk dat deze computer (COMP) de tijd (y) tussen twee opeenvolgende veranderingen van de werkelijke
15 (Xi) of gemiddelde (X) vullingsgraad meet als deze twee veranderingen in dezelfde zin plaats hebben.

10. Communicatiesysteem volgens conclusie 7, met het kenmerk dat het systeem zodanig is dat de verandering van de gemiddelde pakketvullingsgraad (X) tijdens deze
20 meettijd ten hoogste gelijk is aan 1 en dat deze computer (COMP) telkens hij vaststelt dat de berekende gemiddelde vullingsgraad (X) een vorige gemiddelde vullingsgraad (P) met minstens een 1/2 al of niet overschrijdt hij aanneemt dat de nieuwe gemiddelde vullingsgraad respectievelijk
25 aan de vorige gemiddelde vullingsgraad plus 1 (P + 1) en aan de vorige gemiddelde vullingsgraad gelijk is.

11. Communicatiesysteem volgens conclusie 7, met het kenmerk dat het systeem zodanig is dat de verandering van de gemiddelde pakketvullingsgraad (X) tijdens deze
30 meettijd ten hoogste gelijk is aan 1 en dat deze computer (COMP) telkens hij vaststelt dat de berekende gemiddelde vullingsgraad (X) een vorige gemiddelde vullingsgraad (P) met minstens een 1/2 - D al of niet overschrijdt hij aanneemt dat de nieuwe gemiddelde vullingsgraad
35 respectievelijk aan de vorige gemiddelde vullingsgraad

- 19 -

plus 1 ($P + 1$) aan de vorige gemiddelde vullingsgraad gelijk is, waarbij D een veiligheidsmarge is.

12. Communicatiesysteem volgens conclusie 11, met het kenmerk dat D evenredig is met $\sqrt{m}$.

- 5 13. Communicatiesysteem volgens conclusie 12, met het kenmerk dat m zodanig gekozen wordt dat hij evenredig is met $y^{2/3}$, waarbij y deze gemeten tijd is.

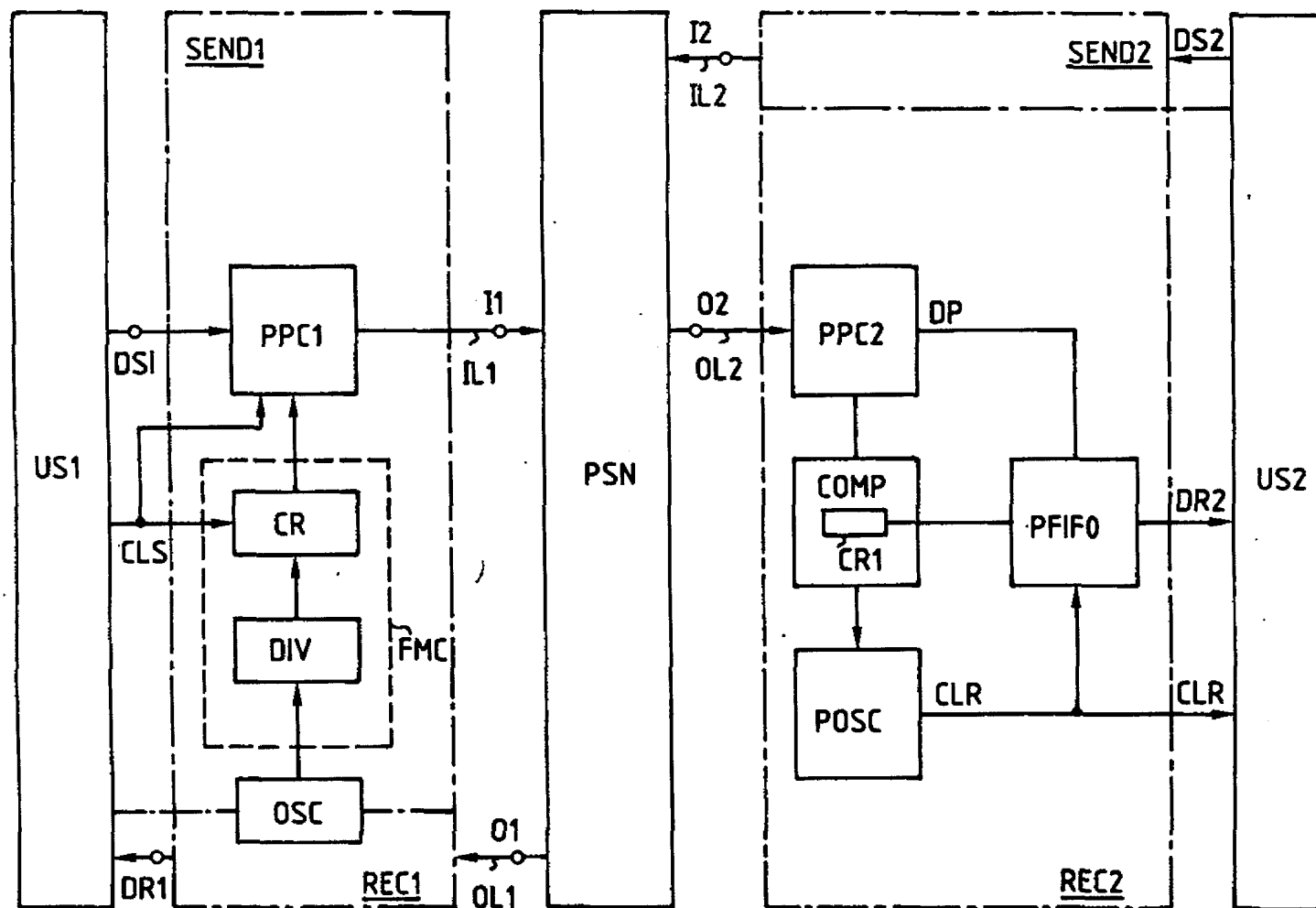


FIG.1

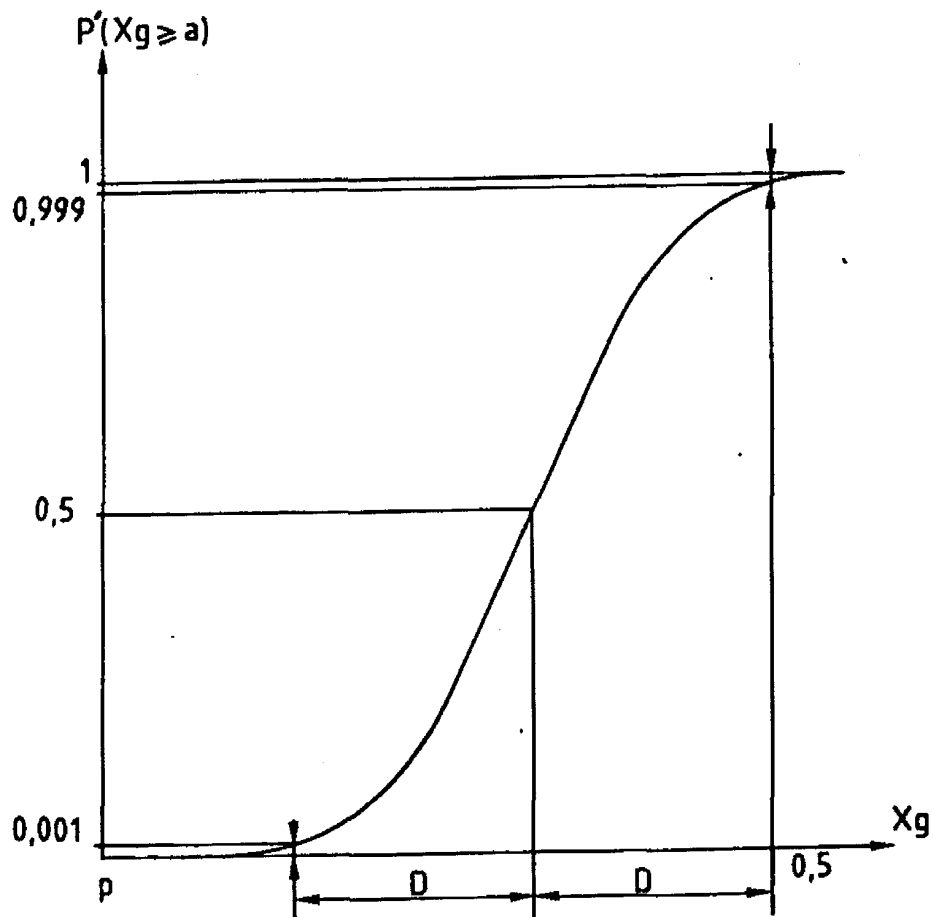


FIG.2