



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00264**

(22) Data de depozit: **10/04/2015**

(41) Data publicării cererii:  
**28/10/2016** BOPI nr. **10/2016**

(71) Solicitant:  
• **IXIA, A CALIFORNIA CORPORATION,**  
26601 WEST AGOURA ROAD,  
CALABASAS, CA, US

(72) Inventatori:  
• **RATĂ MARIAN, STR.CIUCEA NR.8,**  
BL.L18, SC.4, AP.118, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• **RĂDOI CODRUȚ DUMITRU,**  
STR.SOLDAT PETRE M.TINA NR.7, BL.L33,  
INTRAREA 3, AP.118, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;

• **STANCIU VLAD, BD.CEAHLĂUL NR.7,**  
BL.38A, AP.39, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• **ȚENEA BOGDAN,**  
ȘOS.NICOLAE TITULESCU NR.92, BL.13,  
SC.4, AP.138, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,  
RO

(74) Mandatar:  
**RATZA ȘI RATZA SRL, B-DUL A.I. CUZA,**  
NR. 52-54, SECTOR 1, BUCUREȘTI

## (54) METODE, SISTEME ȘI SUPTOR CITIBIL PE CALCULATOR PENTRU MĂSURAREA ÎNTĂRZIERII UNEI LINII DE COMUNICAȚII UNIDIRECȚIONALE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă, un sistem și un suport citibil de calculator pentru măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecțională. Metoda conform invenției include: transmiterea unui prim pachet de la un prim dispozitiv de rețea, interceptarea pasivă a primului pachet de date, transmiterea unei prime copii a primului pachet la primul dispozitiv de rețea, și transmiterea unei a doua copii a primului pachet unui al doilea dispozitiv de rețea, înregistrarea la nivelul primului dispozitiv de rețea a unui timp de recepție a primei copii a primului pachet, ca un marcaj de timp de origine, înregistrarea la nivelul celui de-al doilea dispozitiv de rețea a unui timp de recepție a celei de-a doua copii a primului pachet ca un marcaj de timp de recepție, transmiterea unui al doilea pachet de la primul dispozitiv de rețea, pachet care include marcajul timpului de origine, interceptarea pasivă a celui de-al doilea pachet și transmiterea unei prime copii a celui de-al doilea pachet la al doilea dispozitiv de rețea, recepționarea la nivelul celui de-al doilea dispozitiv a primei copii a celui de-al doilea pachet, și extragerea marcajului de timp de origine din prima copie a celui de-al doilea pachet, și calcularea întârzierii liniei de comunicație de la primul dispozitiv de rețea la al doilea dispozitiv de rețea, utilizând marcajul de timp de origine și marcajul de timp de recepție. Invenția poate fi implementată sub formă hardware, software, firmware sau orice combinație a acestora. Într-o variantă, invenția poate fi implementată sub forma unui suport non-tranzitoriu care poate fi citit de

calculator și care are stocate instrucțiuni care, atunci când sunt executate de un procesor, comandă calculatorul să efectueze pașii metodei conform invenției.

Revendicări: 22  
Figuri: 4

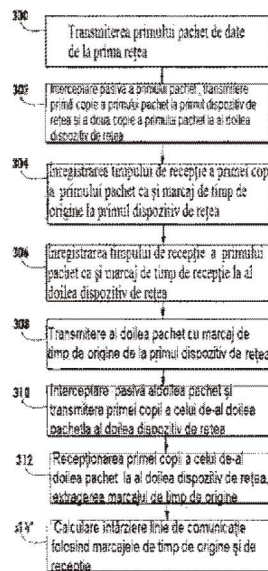


Fig. 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## DESCRIERE

# METODĂ, SISTEM ȘI SUPORT CITIBIL DE CALCULATOR PENTRU MĂSURAREA ÎNTÂRZIERII UNEI LINII DE COMUNICAȚIE UNIDIRECȚIONALE

### Domeniul tehnic de aplicare

Obiectul prezentei invenții se referă la măsurarea întârzierii unei linii de comunicație. Mai precis, obiectul prezentei invenții se referă la măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale în rețele, incluzând, dar fără a se limita la, rețelele asimetrice.

### Stadiul anterior al tehnicii

În rețele de calculatoare, adesea este de dorit să se măsoare întârzierea liniei de comunicație între echipamente de rețea situate în diferite locații geografice. În rețelele simetrice, în care întârzierea liniei de comunicație este aceeași sau aproape aceeași în ambele direcții, între două locații, întârzierea liniei de comunicație unidirecționale (de exemplu, întârzierea într-o direcție de la un dispozitiv la un dispozitiv aflat la distanță) poate fi măsurată prin transmiterea unui pachet de date de la o locație la alta și înapoi, înregistrarea timpului dus-întors, și împărțirea timpului dus-întors la doi. Cu toate acestea, în rețelele asimetrice, întârzierea într-o direcție este diferită de întârzierea în cealaltă direcție. Ca urmare, împărțirea timpului dus-întors la doi este o măsurare incorectă a întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale în rețelele asimetrice.

O metodă de măsurarea întârzierii unei linii de comunicație într-o rețea asimetrică este să se utilizeze echipament specializat care este capabil de marcarea timpului pachetelor de ieșire și schimbarea rolurilor porturilor de recepție și transmitere pentru a determina întârzierea liniei de comunicație în fiecare direcție. De exemplu, unele echipamente de rețea optică includ porturi de recepție și transmitere, ale căror roluri pot fi inversate. Pentru a măsura întârzierea liniei de comunicație unidirecționale, un pachet poate fi transmis de la un port de transmitere al unui dispozitiv la un port de recepție al altui dispozitiv. Pachetul de ieșire este timpul marcat de către dispozitivul de transmisie și timpul de recepție este înregistrat de către dispozitivul receptor folosind ora sa locală. Rolurile porturilor de recepție și de transmitere sunt apoi

inversate și procesul se repetă în sens invers, prin adăugarea timpului de recepție primului pachet. Întârzierea liniei de comunicație unidirecționale poate fi determinată pe baza diferenței dintre momentele de transmisie și recepție ale pachetelor de date atât ale căii de comunicație directe cât și inverse.

Poate fi de dorit să se măsoare întârzierea liniei de comunicație în rețelele wireless, optice sau electrice unde nu sunt disponibile echipamente de rețea specializate, capabile să inverseze rolul porturilor. În plus, unele echipamente de rețea nu pot fi capabile să genereze marcajele de timp pentru pachetele de ieșire. În astfel de rețele, trebuie să fie furnizat un alt mecanism pentru a măsura cu precizie întârzierea liniei de comunicație unidirecționale.

În consecință, există o nevoie de metode, sisteme și suport citibil de calculator de măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecționale.

### **Expunerea pe scurt a invenției**

Obiectul prezentei invenții se referă la metoda, sistemul și suportul citibil de calculator pentru măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale. O metodă de măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecționale include transmiterea unui prim pachet de la un prim dispozitiv de rețea. Primul pachet este pasiv interceptat, o primă copie a primului pachet este transmisă primului dispozitiv de rețea, și o a doua copie a primului pachet este transmisă unui al doilea dispozitiv de rețea. Un timp de recepție a primei copii a primului pachet este înregistrat ca un marcaj de timp de recepție la primul dispozitiv de rețea. Un timp de recepție a celei de a doua copii a primului pachet este înregistrat ca un marcaj de timp de recepție la al doilea dispozitiv de rețea. Un al doilea pachet care include marcajul de timp de origine este transmis de la primul dispozitiv de rețea. Al doilea pachet este pasiv interceptat, și o primă copie a celui de-al doilea pachet este transmisă la al doilea dispozitiv de rețea. Prima copie a celui de-al doilea pachet este recepționată la al doilea dispozitiv de rețea, iar marcajul de timp de origine este extras din prima copie a celui de-al doilea pachet. Întârzierea liniei de comunicație de la primul dispozitiv de rețea pentru al doilea dispozitiv de rețea este calculată utilizând marcajul de timp de origine și marcajul de timp de recepție.

Obiectul prezentei invenții poate fi implementat în hardware, software, firmware, sau orice combinație a acestora. Ca atare, termenii "funcție" "nod" sau "Modul" așa cum

sunt utilizați aici se referă la hardware, care poate include, de asemenea, componente software și/sau firmware, pentru punerea în aplicare caracteristicilor care vor fi descrise în continuare. Conform unui mod de implementare, obiectul prezentei invenții poate fi implementat folosind un suport non-tranzitoriu care poate fi citit de calculator care are stocate pe acesta instrucțiuni executabile de computer, care atunci când sunt executate de către procesor, comandă computerul să efectueze pașii. Suportul care poate fi citit de calculator adecvat pentru punerea în aplicare obiectului prezentei invenții include dispozitive non-tranzitorii, cum ar fi dispozitive de memorie pe disc, dispozitive de memorie cip, dispozitive logice programabile și circuite integrate specifice aplicației. În plus, un suport care poate fi citit de calculator care implementează obiectul descris aici poate fi amplasat pe un singur dispozitiv sau platformă de calcul sau poate fi distribuit pe mai multe dispozitive sau platforme de calcul.

### **Descrierea pe scurt a desenelor**

Se descrie în continuare obiectul invenției, în legătură cu figurile explicative care reprezintă:

Figura 1 este o schemă bloc care prezintă un sistem de măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale, conform unui exemplu de realizarea prezentei invenții;

Figura 2 este o schemă bloc care prezintă un procedeu de măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale, conform unui exemplu de realizarea prezentei invenții;

Figura 3 este o schemă bloc a unui procedeu de măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale, conform unui exemplu de realizarea prezentei invenții; și

Figura 4 este o schemă bloc care prezintă un dispozitiv de rețea adecvat pentru măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale, conform unui exemplu de realizarea prezentei invenții;

## Descrierea detaliată

Obiectul prezentei invenții se referă la metoda, sistemul și suportul citibil de calculator pentru măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale. Obiectul prezentei invenții pot fi util pentru a măsura întârzierea liniei de comunicație în rețelele asimetrice, cum ar fi rețelele optice de mare capacitate sau rețele fără fir, în care întârzierea într-o direcție nu este egală cu întârzierea în direcția opusă. Cu toate acestea, obiectul prezentei invenții nu se limitează la măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale în rețelele optice sau rețele fără fir. Mecanismele de măsurarea întârzierii unei linii de comunicație, conform invenției, pot fi utilizate pentru a măsura întârzierea în orice rețea, inclusiv în rețelele sincrone, rețelele electrice cu fir sau orice alt tip de rețea, în cazul în care întârzierea liniei este simetrică sau asimetrică.

În rețelele simetrice, poate fi mai simplu să se măsoare timpul dus-întors al pachetelor și să se împartă la doi pentru a obține întârzierea liniei de comunicație unidirecționale. De exemplu, dispozitivul de transmisie, presupunând că este capabil de marcarea temporală a pachetelor de ieșire, se poate face un marcaj de timp al unui pachet, transmite pachetul la un dispozitiv aflat la distanță, recepționează pachetul de la dispozitivul aflat la distanță, determină timpul dus-întors prin scăderea timpului de transmisie din timpul de recepție și calculează întârzierea liniei de comunicație unidirecționale prin împărțirea diferenței la doi. Cu toate acestea, un astfel de calcul este de fapt doar o medie a timpului de traversarea liniei de comunicație și nu poate măsura cu precizie întârzierea liniei de comunicație unidirecționale atunci când nu există nici o sumă de asimetrie în întârzierea liniei de comunicație. Obiectul prezentei invenții evită inexactitatea de măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecționale care folosește timpi de traversarea liniei de comunicație de pachete de date pentru direcția măsurată. Aceasta înseamnă că, întârzierea liniei de comunicație măsurate pentru un pachet într-o direcție depinde de timpul de traversarea pachetelor în această direcție în loc de durata medie de traversare a două direcții. În plus, mecanismele de măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecționale, conform invenției, pot fi utilizate pentru a măsura întârzierea liniei de comunicație în ambele direcții printr-o linie, prin măsurarea individuală a întârzierii liniei de comunicație unidirecționale în fiecare direcție.

Figura 1 este o schemă de rețea care prezintă un sistem de măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecțională, conform unui exemplu de realizare a prezentei invenții. Conform Figurii 1, un prim dispozitiv de rețea **100** este situat într-o primă locație geografică **102** și un al doilea dispozitiv de rețea **104** este situat într-o a doua locație geografică **106**. În exemplul prezentat, dispozitivele de rețea **100** și **104** sunt dispozitive de testarea echipamentelor de rețea Ixia 3500. Dispozitivul Ixia 3500 este o platformă de testare utilizată pentru a măsura reglarea în timp a ceasului, sincronizarea, calitatea serviciilor, precum și alți parametri de performanță asociați cu dispozitivele de rețea. O limitare a dispozitivului Ixia 3500 curent se referă la incapacitatea de a genera marcaje de timp pentru pachetele de ieșire. Cu toate acestea, prezenta invenție evită această limitare folosind benzile **108** și **110** rețelei locale la dispozitivele de rețea **100** și **104**, respectiv interceptarea pasivă și transmiterea de copii ale pachetelor de ieșire către dispozitive de rețea **100** și **104**, astfel încât capacitatea de marcarea timpului de pachete de intrare ale dispozitivelor de rețea **100** și **104** poate fi utilizată pentru a genera marcajul timpului de ieșire sau de origine pentru copiile de pachete, și dispozitivele de rețea **100** și **104** pot utiliza marcajele de timp de intrare ca marcaje de timp de ieșire pentru pachetele de ieșire transmise la dispozitivul de rețea de la distanță.

În Figura 1, fiecare bandă de rețea **108** și **110** este capabilă să recepționeze un pachet și transmiterea de copii ale pachetului primit la mai multe porturi diferite. Așa cum va fi descris în detaliu mai jos, pentru a genera un marcaj de timp de origine, banda de rețea **108** poate conecta în buclă o copie a pachetului transmis înapoi în dispozitivul de rețea **100**. Dispozitivul de rețea **100**, folosind capacitatea sa de marcarea timpului de intrare, poate marca timpul copiei recepționate a pachetului și marcajul de timp recepționat poate fi utilizat ca un marcaj de timp de origine pentru pachetul pentru care se calculează întârzierea liniei de comunicație de la dispozitivul de rețea **100** la dispozitivul de rețea **104**. Benzile de rețea **108** și **110** pot include interfețe de rețea electrică, interfețe de rețea optică, interfețe de rețea fără fir sau orice combinație a acestora. Un exemplu de bandă de rețea adecvată pentru utilizarea cu exemplele de realizarea prezentei invenții, este una dintre benzile optice disponibile de la Ixia. Pot fi folosite alte benzi adecvate care sunt capabile să transmită copii ale pachetelor recepționate pe mai multe porturi, fără a ne îndepărta de scopul obiectului prezentei invenții.

Pentru a măsura cu precizie întârzierea liniei de comunicație, dispozitivele de rețea **100** și **104** pot fi sincronizate cu o sursă de timp comun sau reciproc. Se pot folosi orice sursă de timp și orice metode de sincronizare adecvate. În exemplul prezentat, fiecare dispozitiv de rețea **100** și **104** este conectată la o antenă a unui sistem de poziționare globală (GPS). Mai precis, dispozitivul de rețea **100** este conectat la antena GPS **112** și dispozitivul de rețea **104** este conectat la antena GPS **114**. Semnalele recepționate de la sateliții GPS prin antenele **112** și **114** pot include informații de sincronizare GPS, care sunt cele de pe sistemul GPS. În consecință, într-un exemplu de realizare, fiecare dispozitiv de rețea **100** și **104** poate recepționa semnale GPS prin antena sa GPS respectivă și poate sincroniza capacitatea de marcare de timp a pachetelor de intrare la timpul recepționat de la semnalele GPS. Deoarece dispozitivele de rețea **100** și **104** sunt sincronizate cu o sursă de timp comună, ele sunt, de asemenea, sincronizate între ele, iar marcajele de timp generate de dispozitivele de rețea **100** și **104** sunt compatibile între ele.

În exemplul prezentat în Figura 1, locațiile geografice **102** și **106** sunt separate printr-o rețea **116**. Rețeaua **116** poate fi o rețea fără fir, o rețea optică, o rețea electrică sau o combinație din oricare dintre aceste tipuri de rețele. În exemplele descrise mai jos, se va presupune că rețeaua **116** este o rețea asimetrică în care întârzierea liniei de comunicație din locațiile geografice **102** la **106** este diferită de întârzierea liniei de comunicație de la locația **106** la locația **102**.

Figura 2 este o schemă bloc a mesajului care prezintă o metodă de măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecțională, conform unui exemplu de realizare a obiectului descris aici. Conform Figurii 2, în etapa 1, dispozitivul de rețea **100** transmite un pachet P1 cu marcajul de timp de origine setat la zero în sarcina utilă și cu o secvență ID. Banda de rețea **108** interceptează pasiv pachetele P1 și transmite o copie a pachetului P1 înapoi la dispozitivul de rețea **100**, prin portul de ieșire al benzii de rețea **108** conectat la dispozitivul **100** și transmite o altă copie a pachetului P1 la dispozitivul de rețea de la distanță **104** prin portul de ieșire al benzii de rețea **108** conectat la dispozitivul de rețea **104**.

La etapa 2, dispozitivul de rețea **100** recepționează propria copie de pachete P1 din banda de rețea **108**. Dispozitivul de rețea **100** înregistrează, folosind capacitatea de marcarea propriului timp de intrare, timpul de recepție a copiei de pachete P1 ca marcaj



de timp de origine. Marcajul de timp de origine este aproape același timp ca cel al pachetelor P1 originale care au fost transmise dispozitivului **104**, deoarece întârzierea de rețea în transmiterea de pachete P1 la banda 108 rețea și primirea copiei de pe pachetelor P1 la banda de rețea **108** este neglijabilă, iar banda de rețea **108** este în aceeași locație geografică ca dispozitivul **100** și conectată la dispozitivul **100**, folosind cablurile electrice sau optice scurte (de exemplu, un metru sau mai puțin), fără alte dispozitive între dispozitivele de rețea **100** și banda de rețea **108**. În plus, după cum va fi descris în detaliu mai jos, întârzierea introdusă de banda de rețea **108** și cablul de ieșire de pe dispozitivul **100** la banda de rețea **108** se anulează în măsurarea întârzierii liniei de comunicație, deoarece acestea sunt parte atât a marcajului de timp de origine cât și de recepție.

În etapa 3, dispozitivul de rețea **104** recepționează copia pachetelor P1 transmise la dispozitivul de rețea **104** prin banda de rețea **108** și înregistrează, folosind caracteristica sa de marcarea de timp de pachete de intrare, momentul de recepție a copiei de pachete P1 ca marcaj de recepție 1 și de asemenea, înregistrează ID-ul de secvență.

În etapa 4, dispozitivul de rețea **100** transmite un al doilea pachet de date P2 dispozitivul de rețea **104**. Al doilea pachet P2 va include același ID de secvență ca și pachetele P1. Dispozitivul de rețea **100** introduce marcajul de timp de origine înregistrat în etapa 2 în pachetul P2. Într-un exemplu, marcajul de timp de origine poate fi transportat în sarcina utilă a pachetelor P2. Într-un alt exemplu, marcajul de timp de origine poate fi stocat într-un antet neutilizat din pachetele P2.

În etapa 5, banda de rețea **108** interceptează pasiv pachetele P2, transmite o copie a pachetului P2 înapoi la dispozitivul de rețea **100**, și transmite o altă copie a pachetului P2 la dispozitivul aflat la distanță **104**. Cu toate acestea, dispozitivul de rețea **100** va ignora copia pachetului P2 deoarece marcajul de timp origine nu este egal cu zero. În consecință, dispozitivul de rețea **100** înlătură copia pachetelor P2.

La etapa 6, dispozitivul de rețea **104** recepționează copia pachetului P2 transmis prin banda de rețea **108**, extrage marcajul de timp de origine și îl utilizează pentru a calcula întârzierea liniei de comunicație de la dispozitivul **100** la dispozitivul **104**. Dispozitivul **104** asociază pachetele P2 cu pachetele P1 utilizând identificatorul de secvență din pachetele P2, care este aceeași ca identificatorul de secvență din pachetele P1.



Dispozitiv **104** poate măsura întârzierea liniei de comunicație unidirecționale, scăzând marcajul de timp de origine din marcajul de timp de recepție pentru pachetele P1, având în vedere că ambele dispozitive sunt sincronizate la o sursă de ceas comună.

Tabelul 1 de mai jos prezintă exemple de operațiuni efectuate în Figura 2 de dispozitivele **100** și **104**.

Transmis de	Recepționat de	Marcaj de timp de origine	Acțiune
Dispozitiv 1	Dispozitiv 1	0	Salvare Marcaj de timp de recepție și transmiterea lui ca marcaj de timp de origine la P2
Dispozitiv 1	Dispozitiv 1	!0	Scădere Marcaj de timp recepționat
Dispozitiv 1	Dispozitiv 2	0	Salvare Marcaj de timp recepționat
Dispozitiv 1	Dispozitiv 2	!0	Salvare Marcaj de timp de origine din pachetul de date

În Tabelul 1, sunt cuprinse acțiunile descrise mai sus cu privire la Figura 2. Din primul rând (urmărind antetul) din Tabelul 1, marcajul de timp de origine în primul pachet transmis prin dispozitivul 1 este setat la zero. Dispozitivul 1 utilizează marcajul de timp de origine la zero pentru a declanșa dispozitivul 1 să înregistreze momentul primirii primei copii a pachetului ca marcaj de timp de origine pentru măsurarea întârzierii liniei de comunicație. În al doilea rând din Tabelul 1, Dispozitiv 1 utilizează marcajul de origine non-zero în pachetul P2 transmis de Dispozitiv 1 pentru a permite Dispozitiv 1 să ignore copia pachetului P2 transmis de la banda rețea locală înapoi la Dispozitiv 1. În al treilea rând din Tabelul 1, Dispozitiv 2 înregistrează momentul primirii pachetului P1. Într-un exemplu de realizare, Dispozitiv 2 marchează toate pachetele recepționate, dar marcajul de timp de recepție pentru un anumit pachet este luată în considerare numai în măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecționale, dacă marcajul de timp de origine a pachetului este setat la zero. În ultimul rând din Tabelul 1, Dispozitiv 2 Dispozitiv 2 salvează marcajul de timp de origine din pachetul P2. Marcajul de timp

de origine este utilizat în calcularea întârzierii liniei de comunicație unidirecționale de la Dispozitiv 1 la Dispozitiv 2.

Pentru a măsura întârzierea liniei de comunicație în sens invers, de la dispozitivul **104** la dispozitivul **100**, rolurile dispozitivului **104** și dispozitivului **100** ilustrate în Figura 2 pot fi inversate. Aceasta înseamnă că dispozitivul **104** poate transmite pachete P1 la dispozitivul **100**. Banda de rețea **110** asociată cu dispozitivul **104** poate intercepta pasiv pachete P1, transmite o copie a pachetului P1 înapoi la dispozitivul **104** și poate transmite o altă copie a pachetului P1 la dispozitivul **100**. Dispozitivul **104** poate înregistra timpul de recepție a copiei pachetelor P1 transmise la dispozitivul **104** prin banda de rețea **110**. Dispozitivul **100** poate înregistra timpul de recepție a copiei pachetelor P1 transmise dispozitivului **100** de rețea de la banda **110**. Dispozitivul **104** poate transmite apoi pachetele P2 care transportă marcajul de timp origine la dispozitivul **100**. Banda de rețea **110** poate intercepta pasiv pachetele P2, transmite o copie la dispozitivului **104** și transmite o altă copie la dispozitivul **100**. Dispozitivul **104** poate ignora sau îndepărta copia recepționată a pachetelor P2, deoarece marcajul de timp de origine este nenu. Dispozitivul **100** poate recepționa copia pachetelor P2 transmise la el de către banda de rețea **110** și poate înregistra marcajul de timp origine. Dispozitivul **104** poate calcula întârzierea liniei de comunicație de la dispozitivul **104** la dispozitivul **100** prin scăderea marcajului de timp de origine din timpul de la recepționarea pachetului P1.

#### Detalii de măsurare a întârzierii Liniei de comunicație suplimentare

Următoarele sunt detalii suplimentare privind măsurarea întârzierii liniei de comunicație folosind sistemul prezentat în Figura 1.

Vor fi utilizate următoarele convenții de denumire.

Direcția normală:

- Cablu a1: de la Ixia 3500 (**100**), port 1 la Banda de Rețea (**108**), port 1
- Cablu b1: de la Banda de Rețea (**108**), port 3 la Ixia 3500 (**100**), port 2

- Cablu c1 (reprezintă rețeaua măsurată): de la Banda de Rețea (**108**), port 2 la Ixia 3500 (**104**), port 3
- Banda de Rețea (**108**) introduce întârziere: d1

Dirrecția inversă:

- Cablu a2: de la Ixia 3500 (**104**), port 1 la Banda de Rețea (**110**), port 1
- Cablu b2: de la Banda de Rețea (**110**), port 3 la Ixia 3500 (2), ), port 2 la Ixia 3500 (**100**), port 3
- Cablu c2 (reprezintă rețeaua măsurată în sens invers): de la Banda de Rețea (**110**), port 2 la Ixia 3500 (**100**), port 3
- Banda de Rețea (**110**) introduce întârziere: d2

Formula de: măsurarea Întârzierii Liniei de comunicație

$$\text{Marcaj de timp de recepție 1} = a1 + d1 + c1$$

$$\text{Marcaj de timp de Origine} = a1 + d1 + b1$$

Măsurarea Întârzierii Liniei de comunicație (LDM) = (MarcajdeTimpdeRecepție 1 - MarcajdeTimpdeOrigine ) (1)

$$= (a1 + d1 + c1) - (a1 + d1 + b1)$$

$$= a1-a1 + d1-d1 + c1-b1$$

$$= c1-b1$$

- Pentru b1 și b2 ar trebui să fie utilizat un cablu scurt (<1m, unde 1m de cupru se adaugă ~ întârziere 4ns), care introduce întârziere neglijabilă
- întârzierea suplimentara poate fi introdusă prin eroarea de sincronizare între expeditor și receptor (semnalul GPS)

Din Ecuția 1, întârziere de cablu a1și întârzierea d1 de la banda de rețea **108**, d1 se anulează din calculul de măsurarea întârzierii liniei de comunicație, deoarece acesta

este parte atât a marcajului de timp de recepție cât și marcajului de timp de origine. Întârzierea de cablu b1 nu se anulează, deoarece este prezentă doar în măsurarea marcajului de timp de origine. Astfel, o măsurare mai precisă a întârzierii liniei de comunicație poate fi obținută prin calcularea b1, de exemplu, de la specificațiile de întârziere ale cablului folosit și adăugarea întârzierii calculate de cablu pentru măsurarea întârzierii liniei de comunicație obținute folosind Ecuația 1. Același lucru este valabil pentru întârzierea de cablu b2 când întârzierea liniei de comunicație este măsurată în direcția inversă.

Figura 3 este o organigramă care prezintă un procedeu pentru la măsurarea întârzierii unei linii de comunicație unidirecționale conform unui exemplu de realizarea obiectului descris aici. Conform Figurii 3, în etapa **300**, un prim pachet de date este transmis de la un prim dispozitiv de rețea. De exemplu, primul pachet poate fi un pachet electric, optic sau radio transmis de la dispozitivul **100** la dispozitivul **104**.

La etapa **302**, primul pachet este pasiv interceptat, o primă copie a primului pachet este transmisă primului dispozitiv de rețea și o a doua copie a primului pachet este transmisă unui al doilea dispozitiv de rețea. De exemplu, banda de rețea **108** poate transmite o prima copie a primului pachet la dispozitivul de rețea **100** și o a doua copie a primului pachet la dispozitivul **104**.

La etapa **304**, un timp de la recepționarea primei copii a primului pachet este înregistrată ca un marcaj de timp de origine la primul dispozitiv de rețea. După cum s/a menționat mai sus, banda de rețea **108** poate fi în același loc geografic ca și dispozitivul de rețea **100** și conectată la dispozitivul **100** printr-o conexiune slabă, cum ar fi o pereche de cabluri electrice sau optice. Banda de rețea **108** poate fi, de asemenea, un dispozitiv de conexiune slabă. Ca urmare, timpul dintre transmiterea primului pachet de la dispozitivul de rețea **100** și recepționarea copiei primului pachet de la dispozitivul de rețea **100** este neglijabilă, în comparație cu întârzierea liniei de comunicație între locațiile geografice aflate la distanță.

La etapa **306**, un timp de recepționare a celei de-a doua copii a primului pachet este înregistrat ca un marcaj de timp de recepție la al doilea dispozitiv de rețea. De exemplu, dispozitivul de rețea **104** poate recepționa a doua copie a primului pachet și înregistrează timpul de recepție a celei de a doua copii a primului pachet folosind

ceasul local al dispozitivului de rețea **104**, care este sincronizat cu aceeași sursă ca ceasul dispozitivului de rețea **100**.

La etapa **308**, un al doilea pachet cu marcaj de timp de origine este transmis de la primul dispozitiv de rețea. De exemplu, dispozitivul de rețea **100** poate transmite un al doilea pachet la dispozitivul **104**. Al doilea pachet poate include marcajul de timp origine înregistrat pentru primul pachet. Într-un exemplu, așa cum este descris mai sus, marcajul de timp de origine poate fi inclus în sarcina utilă a celui de-al doilea pachet. Într-un exemplu alternativ, marcajul de timp de origine poate fi inclus într-un câmp de antet neutilizat.

La etapa **310**, al doilea pachet este pasiv interceptat, și o primă copie a celui de-al doilea pachet este transmisă la al doilea dispozitiv de rețea. De exemplu, rețeaua de la banda **108** poate intercepta pasiv al doilea pachet și transmite o copie a dispozitivului **104**. rețea O copie poate fi, de asemenea, transmisă dispozitiv de rețea **100**, care dispozitiv de **100** de rețea, deoarece amprenta de timp origine copia de-al doilea pachet este non- zero.

La etapa **312**, prima copie a celui de-al doilea pachet este recepționată la al doilea dispozitiv de rețea, iar marcajul de timp de origine este extras din prima de copie a celui de-al doilea pachet. De exemplu, dispozitivul de rețea **104** poate recepționa prima copie a celui de-al doilea pachet. Deoarece marcajul de timp de origine este diferit de zero, dispozitivul de rețea poate efectua acțiunea de extragerea marcajului de timp de origine din sarcina utilă a celui de-al doilea pachet.

În etapa **314**, întârzierea liniei de comunicație de la primul dispozitiv de rețea la al doilea dispozitiv de rețea este calculată folosind marcajul de timp de origine și marcajul de timp de a recepționa. De exemplu, dispozitivul de rețea **104** poate recepționa prima copie a celui de-al doilea pachet, care include timpul de recepție a primului pachet. Întârzierea liniei de comunicație de la primul dispozitiv de rețea la al doilea dispozitiv de rețea poate fi calculată prin scăderea timpului de recepționarea primei copii a pachet din marcajul de timp de origine. Așa cum s-a menționat mai sus, cu privire la Ecuația 1, calculul întârzierii liniei de comunicație poate fi rafinat în continuare prin adăugarea întârzierii de cablu între banda de rețea **108** și dispozitivul de rețea **100** la întârzierea liniei de comunicație calculată folosind Ecuația 1. În plus, întârzierea liniei de comunicație poate fi calculată prin dispozitivul de rețea **104** sau printr-un dispozitiv

separat de dispozitivul de rețea **104**, cum ar fi o platformă administrativă conectat la dispozitivul de rețea **104**.

Figura 4 este o schemă bloc care prezintă un dispozitiv de rețea adecvat pentru măsurarea întârzierii liniei de comunicație, conform unui exemplu de realizarea obiectului descris aici. Conform Figurii 4, dispozitivul de rețea **100** include un procesor **400** și o memorie **402**. Memoria **402** include un modul de măsurarea întârzierii liniei de comunicație **404** care execută etapele dispozitivului **100** sau **104**, în funcție de rolul dispozitivului în măsurarea întârzierii liniei de comunicație. De exemplu, dacă dispozitivul **100** transmite pachetul inițial, modulul de măsurarea întârzierii liniei de comunicație **404** poate efectua etapele dispozitivului **100** descris mai sus cu privire la Figura 2. Dacă dispozitivul **100** efectuează calculele întârzierii liniei de comunicație, modulul de măsurare întârzierii liniei de comunicație **404** poate efectua pașii dispozitivului **104** descris mai sus cu referire la Figura 2.

În figura 4, dispozitivul **100** cuprinde o multitudine de porturi **406**. Porturile **406** pot fi porturi electrice, porturi optice sau porturi wireless. Funcția porturilor **406** este de a transmite pachete la și recepționa pachete de la o rețea și de a conecta fizic dispozitivul **100** cu rețeaua printr-o conexiune electrică, optică sau fără fir. De exemplu, în cazul în care conexiunea la rețea este o conexiune electrică, porturile **406** pot include transceivere Ethernet pentru transmiterea de cadre Ethernet la și recepționarea de cadre Ethernet de la rețea. Dacă conexiunea la rețea este o rețea optică, porturile **406** pot include un emițător-receptor SONET pentru transmiterea și recepționarea cadrelor SONET de la rețea. În cazul în care conexiunea la rețea este o conexiune wireless, porturile **406** poate include un transceiver IEEE 802.11, LTE, sau alte transceivere wireless pentru transmiterea și recepționarea cadrelor fără fir de la rețea. Porturile **406** pot include orice combinație de transceivere electrice, optice și wireless, fără a se îndepărta de la domeniul de aplicare al obiectului prezentei invenții.

Dispozitivul **100** mai include o interfață de ceas **408** pentru recepționarea valori ceasului dintr-o sursă externă de ceas. Într-un exemplu, interfața de ceas **408** poate interfața cu o antenă GPS pentru a recepționa un semnal de ceas dintr-o sursă GPS. Într-un alt exemplu, interfața de ceas **408** poate recepționa un ceas extern de la o altă sursă de ceas de încredere, cum ar fi un ceas atomic. Interfața de ceas **408** este de preferință capabilă de sincronizarea dispozitivului **100** cu ceasul extern. După cum s-

a menționat mai sus, dispozitivul **100** și dispozitivul **104** poate fi sincronizat la o sursă de ceas extern comună sau cel puțin unele pe altele, astfel încât marcajele de timp ale dispozitivului **100** și dispozitivului **104** sunt compatibile între ele

Astfel, folosind obiectul prezentei invenții, întârzierea unei linii de comunicație unidirecționale poate fi măsurată în rețelele simetrice sau asimetrice, chiar atunci când dispozitivele de măsurare nu au capacitatea de a marca timpul pachetelor de ieșire. Obiectul descris aici îmbunătățește domeniul tehnologic de măsurarea întârzierii de rețea folosind hardware-ul existent pentru a efectua măsurători de întârziere. Obiectul descris aici, de asemenea, îmbunătățește funcționalitatea unui dispozitiv de testare echipamente de rețea, cum ar fi dispozitivul **100**, permițând dispozitivului **100** să măsoare întârzierea unei linii de comunicație unidirecționale în rețelele asimetrice.

Se înțelege că diferite detalii ale obiectului prezentei invenții pot fi modificate fără a ne îndepărta de la domeniul de aplicare al acestuia. Mai mult decât atât, descrierea de mai sus este numai în scop de prezentare și nu în scopul limitării.

**REVENDICĂRI**

1. Metodă pentru măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecționale într-o rețea care include:
  - transmiterea unui prim pachet de la un prim dispozitiv de rețea;
  - interceptarea pasivă a primului pachet de date, transmiterea unei prime copii a primului pachet la primul dispozitiv de rețea și transmiterea unei a doua copii a primului pachet unui al doilea dispozitiv de rețea;
  - la primul dispozitiv de rețea, înregistrarea unui timp de recepție a primei copii a primului pachet ca un marcaj de timp de recepție;
  - la al doilea dispozitiv de rețea, înregistrarea unui timp de recepție a celei de a doua copii a primului pachet ca un marcaj de timp de recepție;
  - transmiterea unui al doilea pachet de la primul dispozitiv de rețea, pachet care include marcajul de timp de origine;
  - interceptarea pasivă a celui de-al doilea pachet și transmiterea unei prime copii a celui de-al doilea pachet la al doilea dispozitiv de rețea;
  - la al doilea dispozitiv de rețea, recepționarea primei copii a celui de-al doilea pachet și extragerea marcajului de timp de origine din prima copie a celui de-al doilea pachet;
  - calcularea întârzierii liniei de comunicație de la primul dispozitiv de rețea la al doilea dispozitiv de rețea utilizând marcajul de timp de origine și marcajul de timp de recepție.
2. Metodă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** primul și al doilea dispozitiv de rețea cuprinde dispozitive de testare echipamente de rețea.
3. Metodă, conform revendicării 2, caracterizată prin aceea că primul și al doilea dispozitiv de testare echipamente de rețea sunt sincronizate la o sursă comună de ceas.



4. Metodă conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** sursa comună de ceas cuprinde o sursă de ceas cu sistem de poziționare globală (GPS).
5. Metodă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** interceptarea pasivă a primului pachet, transmiterea primei copii a primului pachet la primul dispozitiv de rețea, precum și transmiterea primei copii a primului pachet la al doilea dispozitiv de rețea sunt efectuate cu ajutorul unei benzi de rețea localizată la primul dispozitiv de rețea.
6. Metodă, conform revendicării 5, **caracterizată prin aceea că** interceptarea pasivă a celui de-al doilea pachet și transmiterea primei copii a celui de-al doilea pachet la al doilea dispozitiv de rețea include folosirea benzii de rețea localizată la prima bandă de rețea și care mai cuprinde transmiterea unei a doua copii a celui de-al doilea pachet de la banda de rețea pentru primul dispozitiv de rețea.
7. Metodă, conform revendicării 6, **caracterizată prin aceea că** primul dispozitiv de rețea elimină a doua copia a celui de-al doilea pachet.
8. Metodă, conform revendicării 6, **caracterizată prin aceea că** menționata calculare a întârzierii liniei de comunicație folosind marcajul de timp de origine sau marcajul de timp de recepție include diferența dintre marcajul de timp de origine și marcajul de timp de recepție pentru a obține o măsurare a întârzierii liniei de comunicație.
9. Metodă, conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** marcajul de timp de recepție calcularea întârzierii liniei de comunicație include adăugarea unei întârzieri de cablu pentru un cablu între banda rețelei și primul dispozitiv de rețea pentru măsurarea întârzierii liniei de comunicație.
10. Metodă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** menționata calculare a întârzierii liniei de comunicație folosind marcajul de timp de origine și marcajul de timp de recepție include scăderea marcajului de timp de origine din marcajul de timp de recepție.
11. Metodă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** rețeaua cuprinde o rețea asimetrică și în care metoda mai cuprinde inversarea rolurilor primului

și celui de-al doilea dispozitiv de rețea și calcularea întârzierii liniei de comunicație de la al doilea dispozitiv de rețea la primul dispozitiv de rețea.

12. Sistem de măsurarea întârzierii liniei de comunicație unidirecționale într-o rețea cuprinzând:

- un prim dispozitiv de rețea;
- a doua derivă de rețea;
- primă bandă de rețea;

în care primul dispozitiv de rețea este configurat pentru a transmite un prim pachet de la primul dispozitiv de rețea;

în care prima bandă de rețea este configurată pentru a intercepta pasiv primul pachet, transmite o primă copie a primului pachet la primul dispozitiv de rețea, și să transmită o a doua copie a primului pachet la al doilea dispozitivul de rețea;

în care primul dispozitiv de rețea este configurat pentru a înregistra un timp de recepție a primei copii a primului pachet ca marcaj de timp de origine;

în care al doilea dispozitiv de rețea este configurat pentru a înregistra un timp de recepție a celei de-a doua copii a primului pachet ca un marcaj de timp de recepție;

în care primul dispozitiv de rețea este configurat pentru a transmite un al doilea pachet la primul dispozitiv de rețea, al doilea pachet incluzând marcajul de timp de origine;

în care prima bandă de rețea este configurată pentru a intercepta pasiv al doilea pachet și pentru a transmite o primă copie a celui de-al doilea pachet la al doilea dispozitiv de rețea;

în care al doilea dispozitiv de rețea este configurat pentru a primi prima copie a celui de-al doilea pachet, a extrage marcajul de timp de origine din prima copie a celui de-al doilea pachet; și

în care al doilea dispozitiv de rețea sau un dispozitiv separat de al doilea dispozitiv de rețea este configurat pentru a calcula întârzierea liniei de

comunicație de la primul dispozitiv de rețea la al doilea dispozitiv de rețea folosind marcajul de timp de origine și pentru a recepționa marcajul de timp de recepție.

13. Sistem, conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** primul și al doilea dispozitiv de rețea cuprind dispozitive de testare echipamente de rețea.
14. Sistem, conform revendicării 13, **caracterizat prin aceea că** dispozitivele de testare echipamente de rețea sunt sincronizate la o sursă comună de ceas.
15. Sistem, conform revendicării 14, **caracterizat prin aceea că** sursa de ceas comună cuprinde o sursă de ceas cu sistem de poziționare globală (GPS).
16. Sistem, conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** prima bandă de rețea este localizată la primul dispozitiv de rețea și în care prima bandă de rețea este configurată suplimentar pentru a transmite o a doua copie a celui de-al doilea pachet de la banda de rețea la primul dispozitiv de rețea.
17. Sistem, conform revendicării 16, **caracterizat prin aceea că** primul dispozitiv de rețea elimină a doua copie a celui de-al doilea pachet.
18. Sistem, conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** menționata calculare a întârzierii liniei de comunicație folosind marcajul de timp de origine și marcajul de timp de recepție include scăderea marcajului de timp de origine din marcajul de timp de recepție pentru a obține o măsurătoare a întârzierii liniei de comunicație.
19. Sistem, conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** menționata calculare a întârzierii liniei de comunicație include adăugarea unei întârzieri de cablu pentru un cablu între banda rețelei și primul dispozitiv de rețea pentru măsurarea întârzierii liniei de comunicație.
20. Sistem, conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** menționata calculare a întârzierii liniei de comunicație include scăderea marcajului de timp de origine din marcajul de timp de recepție.
21. Sistem, conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** rețeaua cuprinde o rețea asimetrică și în care primul și al doilea dispozitiv de rețea sunt

configurate să inverseze rolurile, în care primul dispozitiv de rețea sau un al doilea dispozitiv separat de rețea este configurat să calculeze întârzierea liniei de comunicație de la al doilea dispozitiv de rețea la primul dispozitiv de rețea.

22. Suport non-tranzitoriu care poate fi citit de calculator care are stocate pe acesta instrucțiuni executabile de computer, care atunci când sunt executate de către procesor, comandă computerul să efectueze etapele care cuprind:

- transmiterea unui prim pachet de la un prim dispozitiv de rețea;
- interceptarea pasivă a primului pachet de date, transmiterea unei prime copii a primului pachet la primul dispozitiv de rețea, și transmiterea unei a doua copii a primului pachet unui al doilea dispozitiv de rețea;
- la primul dispozitiv de rețea, înregistrarea unui timp de recepție a primei copii a primului pachet ca un marcaj de timp de recepție;
- la al doilea dispozitiv de rețea, înregistrarea unui timp de recepție a celei de a doua copii a primului pachet ca un marcaj de timp de recepție;
- transmiterea unui al doilea pachet de la primul dispozitiv de rețea, pachet care include marcajul de timp de origine;
- interceptarea pasivă a celui de-al doilea pachet și transmiterea unei prime copii a celui de-al doilea pachet la al doilea dispozitiv de rețea;
- la al doilea dispozitiv de rețea, recepționarea primei copii a celui de-al doilea pachet și extragerea marcajului de timp de origine din prima copie a celui de-al doilea pachet;
- calcularea întârzierii liniei de comunicație de la primul dispozitiv de rețea la al doilea dispozitiv de rețea utilizând marcajul de timp de origine și marcajul de timp de recepție.

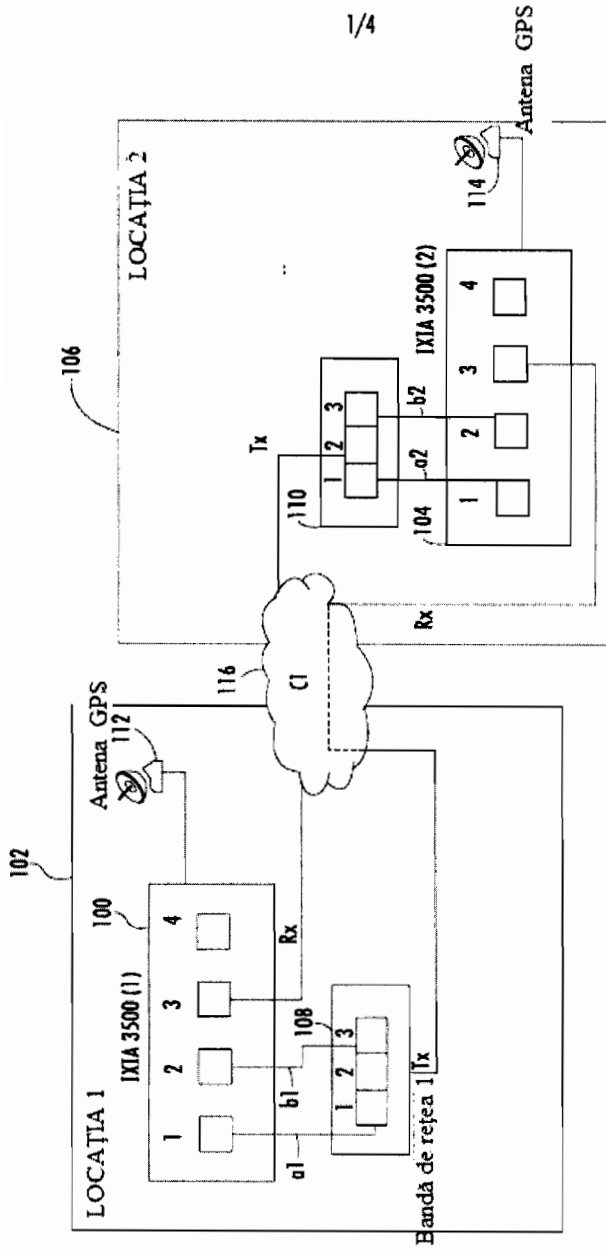
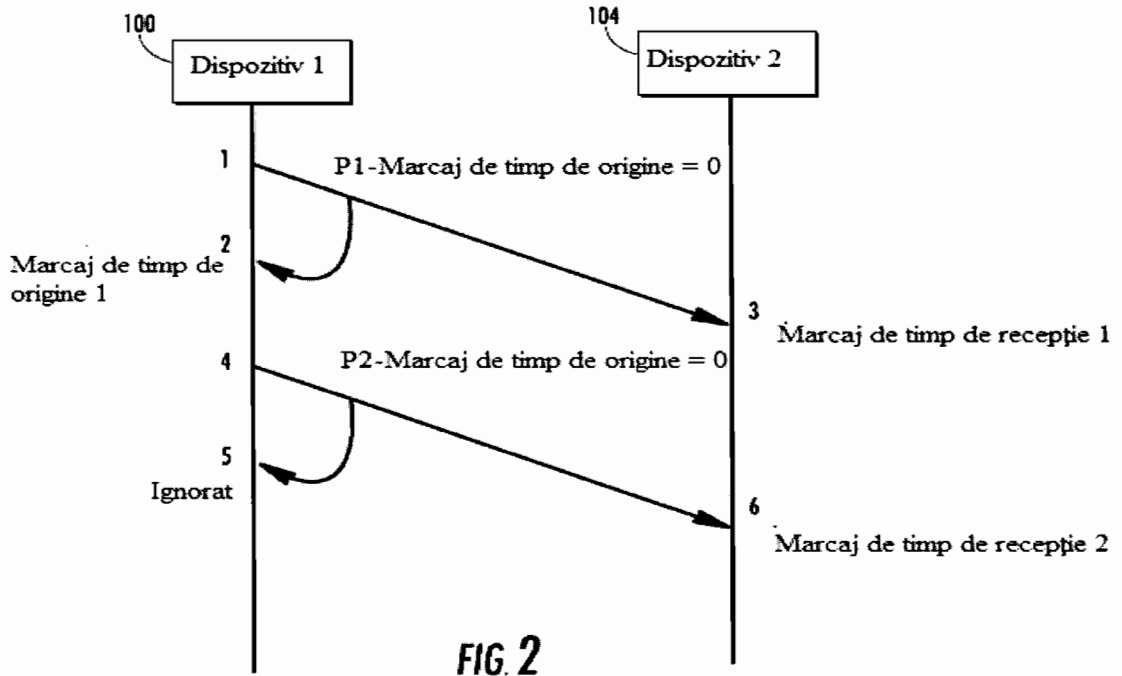


FIG. 1



3/4

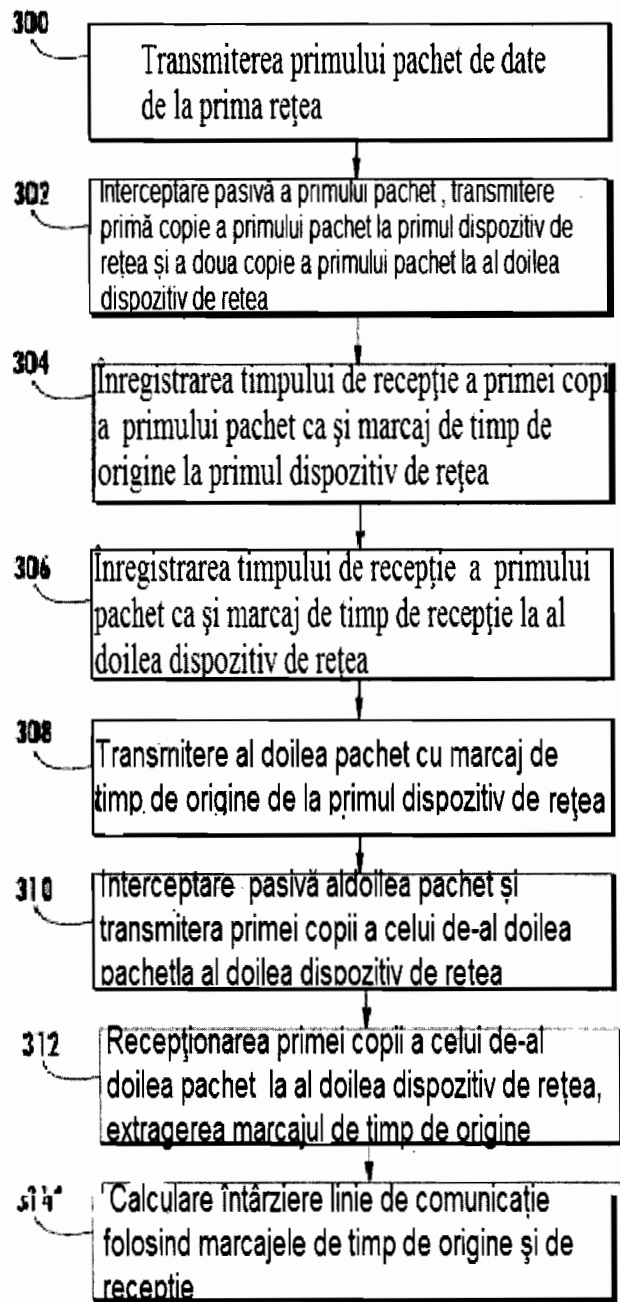


FIG. 3

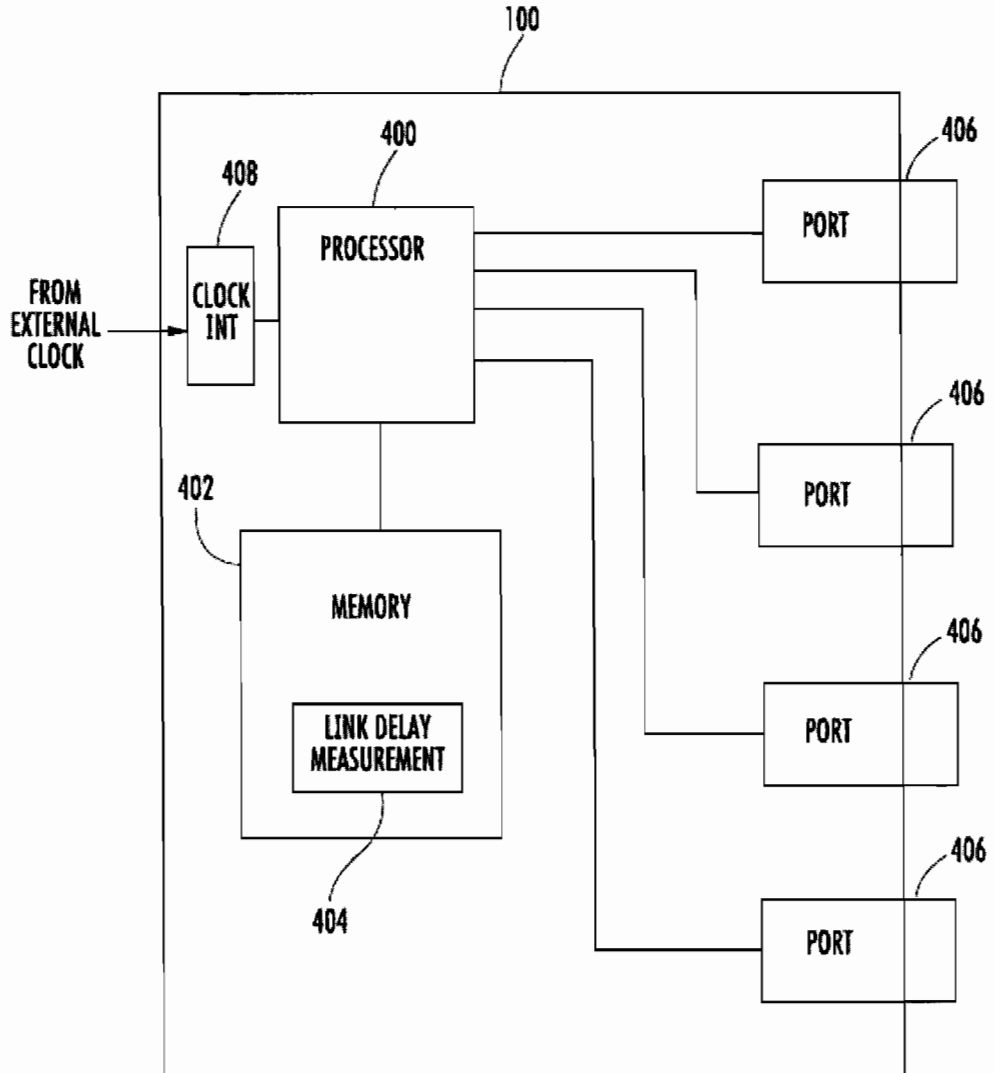


FIG. 4