



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00274

(22) Data de depozit: 21/04/2015

(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:
• 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 SUPORT CITIBIL PE CALCULATOR
PENTRU TESTAREA CALITĂȚII TACTULUI RECUPERAT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă, un sistem și un suport citibil de calculator pentru testarea calității sincronizării ceasului între două sau mai multe sisteme independente. Sistemul conform invenției cuprinde: un dispozitiv de testare pentru funcționarea ca sistem principal prin protocolul PTP (Precision Time Protocol), pentru comunicarea cu un dispozitiv secundar printr-o primă interfață fizică a dispozitivului secundar, pentru a sincroniza un ceas secundar al dispozitivului secundar cu un ceas principal al dispozitivului de testare, prin ajustarea ceasului secundar, și un dispozitiv de testare a calității ceasului recuperat, asociat cu dispozitivul de testare pentru a recepționa informațiile referitoare la ceasul secundar de la dispozitivul secundar prin prima interfață fizică a dispozitivului secundar, și pentru a cuantifica o eroare de sincronizare între ceasul secundar și ceasul principal.

Revendicări: 22

Figuri: 4

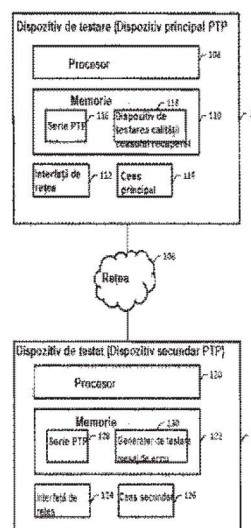


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, 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).



METODE, SISTEME ȘI SUPORT CITIBIL DE CALCULATOR PENTRU TESTAREA CALITĂȚII TACTULUI RECUPERAT

Domeniul tehnic de aplicare

Prezenta invenție se referă, în general, la sincronizarea ceasului, de exemplu, la testarea calității sincronizării ceasului între două sau mai multe sisteme independente.

Stadiul anterior al tehnicii

Protocolul de Precizia Timpului (PTP The Precision Time Protocol) este un protocol care poate fi utilizat pentru a sincroniza ceasurile de calculator prin intermediul unei rețele de comunicații de date. Protocolul folosește o arhitectură principală/secundară pentru distribuirea de semnal de ceas. Un sistem principal menține un ceas principal și sistemele secundare mențin, fiecare, ceasuri secundare locale. Sistemul principal determină sistemele secundare să sincronizeze ceasurile secundare locale la ceasul principal prin transmiterea periodică a unui mesaj de sincronizare la sistemele secundare prin rețeaua de comunicații de date. Pentru a testa calitatea sistemelor secundare în sincronizarea ceasurilor secundare locale, unele sisteme oferă o interfață fizică separată la ieșirea unui semnal de testare, de exemplu, un impuls de o pe secundă (PPS) la ieșire sau o ieșire de 10 MHz. Cu toate acestea, în unele aplicații, necesitatea unei interfețe separate pentru testarea calității ceasului secundar nu este de dorit, cum ar fi la unitățile electronice de control ale automobilului, în cazul în care costurile de producție sau mediul de operare fac imposibilă o interfață fizică separată. În consecință, există o nevoie de metode, sisteme și suport care poate fi citit de calculator îmbunătățite, pentru testarea calității ceasului recuperat.

Expunerea invenției

Calitatea unui ceas recuperat pe un dispozitiv secundar poate fi testată folosind aceeași interfață de rețea fizică pe care dispozitivul secundar o folosește pentru recepționarea de mesaje de sincronizare de la un dispozitiv principal. Într-un exemplu, un dispozitiv de testare funcționează ca unul principal prin Protocolul de

Timp de Precizie (PTP) pentru comunicarea cu un dispozitiv secundar, pe o primă interfață fizică a dispozitivului secundar, pentru a sincroniza un ceas secundar al dispozitivului secundar cu un ceas principal al dispozitivului de testare, prin ajustarea ceasului secundar. Dispozitivul de testare primește informații despre ceasul secundar de la dispozitivul secundar prin prima interfață fizică a acestuia. Dispozitivul de testare utilizează informațiile referitoare la ceasul secundar pentru a cuantifica o eroare de sincronizare între ceasul secundar și ceasul principal.

Descriere pe scurt a desenelor

Figura 1 este o schemă bloc a unui sistem de comunicație principal și secundar;

Figura 2 este o diagramă de cronometrare care prezintă un exemplu de schimb de mesaje între un sistem principal și un sistem secundar;

Figura 3 este o organigramă a unui exemplu de metodă realizată printr-un sistem principal; și

Figura 4 este o organigramă a unui exemplu de metodă realizată printr-un sistem secundar.

Descriere detaliată

Figura 1 este o schemă bloc a unui sistem de comunicație principal și secundar **100**. Sistemul **100** include un dispozitiv de testare **102** care funcționează ca un dispozitiv principal PTP și un dispozitiv de testat **104** care funcționează ca un dispozitiv secundar PTP, dispozitive care comunică printr-o rețea de comunicații de date **106**.

Dispozitivul de testare **102** include unul sau mai multe procesoare **108**, memoria **110**, o interfață de rețea **112** și un ceas principal local **114**. Procesorul **108** este configurat să execute instrucțiunile stocate în memoria **110**. Instrucțiunile includ o serie PTP ordonată de date cu acces numai la ultima **116** pentru transmiterea și recepționarea mesajelor, în conformitate cu un protocol PTP, de exemplu, așa cum este specificat de standardul IEEE 1588-2002, standardul IEEE 1588-2008, sau orice alt standard PTP corespunzător. Instrucțiunile includ, de asemenea, un dispozitiv de testare **118** calitate ceas recuperat pentru testarea calității ceasurilor, realizată de dispozitivele secundare PTP de la ceasul principal **114**, de exemplu, așa cum este descris în continuare cu referire la Figurile 2 și 3.

Interfața de rețea **112** este configurată pentru a transmite și primi mesaje PTP prin intermediul rețelei **106**. De exemplu, interfața de rețea **112** poate fi un port fizic pentru comunicații cu fir sau fără fir, de exemplu, un port Wi-Fi sau Ethernet. Ceasul principal **114** este ceasul local al dispozitivului principal, care generează timpul actual al informațiilor zilnice pentru sistemul principal. De exemplu, ceasul principal **114** se poate baza pe un oscilator cu cuarț sau orice circuit adecvat pentru generarea unui semnal de sincronizare. Într-un alt exemplu, ceasul furnizat de ceasul principal **114** poate fi derivat de la ceasul altui dispozitiv principal sau de la altă sursă de timp.

Dispozitivul de testat **104** include unul sau mai multe procesoare **120**, memoria **122**, o interfață de rețea **124** și un ceas secundar **126**. Memoria **122** stochează o serie PTP ordonată de date cu acces numai la ultima **128** și un generator de testare mesaj de ecou **130**. În unele exemple, modulul de testare **130** este integrat în seria PTP **128**. Un inginer de testare sistem poate instala software-ul de testare personalizat pe dispozitivul de testat **104** pentru a-l testa, de exemplu, pentru a testa calitatea ceasului obținut prin dispozitivul de testat **104** de la schimburile PTP cu dispozitivul de testare **102**.

În unele exemple, interfața de rețea **124** al dispozitivului de testat **104** poate fi numai interfața de rețea **124** a dispozitivului de testat **104** sau doar interfața de rețea disponibilă **124** a dispozitivului de testat **104**. Dispozitivul de testat **102** poate fi configurat pentru a comunica cu dispozitivul de testat **104**, utilizând interfața de rețea **124** și pentru a testa, de asemenea, calitatea dispozitivului de testat **104** în sincronizarea ceasului secundar **126** cu ceasul principal **114**, utilizând aceeași interfața de rețea **124**.

În timpul funcționării, dispozitivul de testare **102** transmite dispozitivului de testat **104** un mesaj de sincronizare PTP, provocând dispozitivul de testat **104** să sincronizeze ceasul secundar **126** cu ceasul principal **114**, adică, prin calcularea unei compensări între ceasul secundar **126** și ceasul principal **114** și folosind ajustarea la valorile generate ale ceasului secundar ajustate. Dispozitivul de testat **104** dublează mesajul de sincronizare din dispozitivul de testare **102**, prin transmiterea altui mesaj de sincronizare a dispozitivului de testat **102**. Dispozitivul de testat **102** determină, folosind acest mesaj de sincronizare, o eroare de sincronizare pentru ceasul secundar **126** bazată pe un marcaj de timp transmis, un marcaj de timp recepționat și

o întârziere a căii de comunicație între dispozitivul de testare **102** și dispozitivul de testat **104** în rețeaua **106**.

Figura 2 este o diagramă de cronometrare care prezintă un exemplu de schimb de mesaje între dispozitivul de testare **102** și dispozitivul testat **104**. O coloană **202** din stânga arată marcajele de timp referitoare la ceasul secundar **126** ca și înregistrate de dispozitivul testat **104**, și o coloană **204** din dreapta arată marcajele de timp referitoare la ceasul principal **114** ca și înregistrat de dispozitivul de testare **102**.

Într-o primă secvență, sistemul secundar **102** inițiază un schimb PTP pentru a determina o întârziere a căii de comunicație între sistemul secundar **102** și sistemul principal **104** prin rețeaua **106**. La momentul T1 înregistrat de dispozitivul testat **104**, dispozitivul testat **104** transmite un mesaj de solicitare întârziere la dispozitivul de testare **102**, iar dispozitivul de testare **102** înregistrează timpul T2 înregistrat ca și timp pentru mesajul de solicitare întârziere.

La moment T3 înregistrat de dispozitivul de testare **102**, dispozitivul de testare **102** transmite un mesaj de răspuns întârziere la dispozitivul testat **104**. Mesajul de răspuns la întârziere include marcajul de timp T2. La moment T4 înregistrat de aparatul testat **104**, acesta recepționează mesajul de răspuns la întârziere. În unele cazuri, dispozitivul de testare **102** nu este configurat să înregistreze timpul de marcaj T3 în același timp cu transmiterea mesajului de răspuns la întârziere, astfel că dispozitivul de testare **102** transmite un mesaj de răspuns la întârziere de urmărire cu timpul de marcaj T3. Presupunând că întârzierea de cale de comunicație este simetrică, dispozitivul testat **104** poate determina întârzierea căii folosind următoarea ecuație:

$$\text{Întârzierea de cale de comunicație (Path Delay)} = ((T2-T1) + (T4-T3)) / 2$$

Într-o a doua secvență, dispozitivul de testare **102** transmite un mesaj de sincronizare a dispozitivului testat **104** la momentul T1 Sync înregistrat de dispozitivul de testare **102**. Dispozitivul de testat **102** poate transmite marcajul de timp T1 Sync pentru dispozitivul testat **104** cu mesajul de sincronizare sau, în unele exemple, într-un mesaj de urmărire. Dispozitivul testat **104** recepționează mesajul de sincronizare la momentul T2 Sync înregistrat de dispozitivul testat **104**.

Deoarece dispozitivul testat **104** determinat întârzierea de cale de comunicație în prima secvență, dispozitivul testat **104** poate determina un semnal de ceas de compensare, în timpul dintre ceasul secundar **126** și ceasul principal **114** folosind următoarea ecuație:

$$\text{Compensare (Offset)} = (T2 \text{ Sync} - T1 \text{ Sync}) - \text{path Delay}$$

Dispozitivul testat **104** poate regla ceasul secundar **126** folosind semnalul de compensare ceas pentru a potrivi ceasul principal **114**. În unele exemple, dispozitivul de testare **102** transmite periodic mesaje de sincronizarea dispozitivului de testat **104**, determinându-l pe acesta să sincronizeze ceasul secundar **126** în mod regulat.

Într-o a treia secvență, dispozitivul testat **104** transmite un mesaj de sincronizare dispozitivului de testat **102** la momentul de testare T1 Sync Test înregistrat de dispozitivul testat **104** folosind ceasul secundar sincronizat **126**. Dispozitivul testat **104** poate transmite marcajul de timp de testare T1 Sync Test la dispozitivul de testare **102** cu mesajul de sincronizare sau, în unele exemple, într-un mesaj de urmărire. Dispozitivul de testare **102** recepționează mesajul de sincronizare la momentul T2 Sync Test înregistrat de dispozitivul de testare **102**. Dispozitivul de testat **102** poate determina eroarea de sincronizare folosind următoarea ecuație:

$$\text{Eroare de sincronizare (Sync error)} = (T2 \text{ Sync Test} - T1 \text{ test Sync}) - \text{path Delay}$$

În unele exemple, dispozitivul testat **104** transmite mesajul de sincronizare înainte de sincronizarea ceasului secundar **126**, astfel încât marcajul de timp de testare Sync T1 Test folosește ceasul secundar **126** înainte de sincronizare. De exemplu, prin transmiterea mesajului de sincronizare înainte de sincronizarea ceasului secundar **126**, dispozitivul de testare **102** poate determina gradul de eroare de sincronizare între mesajele de sincronizare periodice.

Dispozitivul testat **104** poate transmite mesaje de sincronizare la dispozitivul de testare **102**, de exemplu, periodic sau ca răspuns la mesajele de sincronizare de la dispozitivul de testare **102**, care dispozitiv **102** poate transmite periodic. Dispozitivul de testare **102** poate utiliza eroarea de sincronizare determinată pentru a determina, de exemplu, dacă un dispozitiv testat **104** este în parametri acceptabili de funcționare. De exemplu, dispozitivul de testare **102** poate determina ca un ecran să

afișeze un mesaj de eroare la un inginer de testare sistem, dacă eroarea de sincronizare este mai mare decât un prag configurat.

Dispozitivul de testare **102** poate recepționa întârzierea de cale de la dispozitivul testat **104** sau, în unele exemple, poate determina întârzierea de calea în mod independent folosind o a patra secvență. În a patra secvență, sistemul principal inițiază un schimb PTP pentru a determina o întârziere de cale între sistemul secundar **102** și sistemul principal **104** prin rețeaua **106**. La momentul de testare T1 Test înregistrat de dispozitivul de testare **102**, acesta transmite un mesaj de solicitare întârziere la dispozitivul testat **104**, iar acesta înregistrează timpul T2 Test ca timp recepționat pentru mesajul de solicitare întârziere.

La timpul de testare T3 Test înregistrat de dispozitivul testat **104**, dispozitivul testat **104** transmite un mesaj de răspuns la întârziere, care este înregistrat ca recepționat de către dispozitivul de testat **102** la momentul de testare T4. În unele exemple, dispozitivul testat **104** transmite un mesaj de urmărire cu marcajul de timp de testare T3 Test. Dispozitivul de testat **102** poate determina întârzierea de cale, așa cum s-a descris mai sus cu referire la prima secvență.

În unele exemple, dispozitivul de testare **102** și dispozitivul testat **104** poate finaliza a treia și a patra secvență cu ajutorul unei legături virtuale. De exemplu, dispozitivul de testare **102** și dispozitivul testat **104** poate stabili o rețea virtuală locală (VLAN) în scopuri de testare pentru o perioadă de testare. De exemplu, folosirea unei legături de comunicație virtuale poate fi utilă, astfel încât mesajele de testare să nu interfereze cu funcționarea regulată în PTP.

Figura 3 este o organigramă a unei metode **300** efectuată de un sistem principal, de exemplu, dispozitivul de testare **102** din Figura 1. Un suport non-tranzitoriu care poate fi citit de calculator poate stoca instrucțiuni care, atunci când sunt executate de unul sau mai multe dispozitive de calcul ale sistemului principal, îl determină pe acesta să efectueze metoda **300**.

Sistemul principal recepționează un mesaj de cerere de întârziere (**302**) de la un sistemul secundar într-o rețea de comunicații de date și, ca răspuns, transmite un mesaj de răspuns la întârziere (**304**), care permite sistemului secundar să determine întârzierea de cale de comunicație între sistemul principal și sistemul secundar.

Sistemul principal transmite un prim mesaj de sincronizare (**306**) la o interfață de rețea a sistemului secundar, determinându-l pe acesta să sincronizeze un ceas secundar cu un ceas principal. De exemplu, sistemul principal poate transmite periodic mesaje de sincronizare pentru un număr de sisteme secundar pentru a le menține sincronizate cu ceasul principal. În unele exemple, sistemul principal poate transmite un mesaj de urmărire cu un marcaj de timp pentru momentul în care sistemul principal transmite primul mesaj de sincronizare.

Sistemul principal recepționează un al doilea mesaj de sincronizare (**308**) de la interfața de rețea a sistemului secundar. Sistemul principal recepționează un marcaj de timp transmis pentru al doilea mesaj de sincronizare și generează un timp de marcaj recepționat pentru al doilea mesaj de sincronizare.

Sistemul principal determină întârzierea de cale între sistemul principal și sistemul secundar pe rețeaua de comunicații de date, de exemplu, prin recepționarea întârzierii de calea de la sistemul secundar sau prin transmiterea unui mesaj de solicitare întârziere (**310**) și recepționarea unui mesaj de răspuns la întârziere (**312**). Sistemul principal determină o eroare de sincronizare (**314**) pentru ceasul secundar bazată pe marcajul de timp transmis, marcajul de timp recepționat și întârzierea de cale. De exemplu, sistemul principal poate scădea întârzierea de cale și marcajul de timp recepționat din marcajul de timp transmis.

Figura 4 este o organigramă a unui exemplu de metodă realizată printr-un sistem secundar, de exemplu, dispozitivul testat **104** din Figura 1. Un suport non-tranzitoriu care poate fi citit de calculator poate stoca instrucțiuni care, atunci când sunt executate de unul sau mai multe dispozitive de calcul ale sistemului secundar, îl determină pe acesta să efectueze metoda **400**.

Sistemul secundar determină întârzierea de cale între sistemul secundar și un sistem principal prin intermediul unei rețele de comunicații de date prin transmiterea unui mesaj de solicitare întârziere (**402**) utilizând o interfață de rețea de sistem secundar la sistemul principal și recepționarea unui mesaj de răspuns la întârziere (**404**). Sistemul secundar recepționează un prim mesaj de sincronizare (**406**) de la sistemul principal prin interfața de rețea, și ca răspuns sincronizează ceasul secundar al sistemului secundar folosind primul mesaj de sincronizare.

Înainte sau după sincronizarea ceasului secundar, acesta transmite un al doilea mesaj de sincronizare (408) la sistemul principal folosind aceeași interfață de rețea, permițând acestuia să determine o eroare de sincronizare pentru ceasul secundar. Sistemul secundar poate transmite întârzierea de cale la sistemul principal sau sistemul secundar poate recepționa un mesaj de solicitare întârziere (410) și transmite un mesaj de răspuns la întârziere (412) la sistemul principal, care permite acestuia să determine întârzierea de cale de comunicație.

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

REVENDICĂRI

1. Sistem de testarea calității ceasului recuperat, care conține:

un dispozitiv de testare pentru operarea ca un sistem principal prin Protocolul de Precizia Timpului (PTP The Precision Time Protocol) pentru comunicarea cu un dispozitiv secundar pe o primă interfață fizică a dispozitivului secundar pentru a sincroniza un ceas secundar al dispozitivului secundar cu un ceas principal al dispozitivului de testare prin ajustarea ceasului secundar; și

un dispozitiv de testarea calității ceasului recuperat asociat cu dispozitivul de testare pentru a recepționa informațiile referitoare la ceasul secundar de la dispozitivul secundar pe prima interfață fizică a dispozitivului secundar și pentru utilizarea acestor informații pentru a cuantifica o eroare de sincronizare între ceasul secundar și ceasul principal.

2. Sistem conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** dispozitivul de testare este configurat pentru a efectua operații care conțin:

transmiterea unui prim mesaj de sincronizare prin PTP la prima interfață fizică a dispozitivului secundar, determinându-l pe acesta să sincronizeze ceasul secundar cu ceasul principal;

recepționarea, de la prima interfață fizică a dispozitivului secundar, a unui al doilea mesaj de sincronizare prin PTP și a unui marcaj de timp transmis pentru al doilea mesaj de sincronizare PTP, care include generarea unui marcaj de timp recepționat pentru al doilea mesaj de sincronizare PTP folosind ceasul principal; și

determinarea erorii de sincronizare pentru ceasul secundar bazată pe marcajul de timp transmis, marcajul de timp recepționat și pe o întârziere de cale între sistemul principal și sistemul secundar pe rețeaua de comunicații de date.

3. Sistem, conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** determinarea erorii de sincronizare cuprinde scăderea întârzierii de cale de comunicație și timpului de marcaj recepționat din marcajul de timp transmis.
4. Sistem, conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** marcajul de timp transmis este generat de dispozitivul secundar folosind ceasul secundar înainte sincronizarea ceasului secundar cu ceasul principal.
5. Sistem, conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** recepționarea celui de-al doilea mesaj de sincronizare PTP cuprinde recepționarea celui de-al doilea mesaj de sincronizare PTP printr-o legătură virtuală.
6. Sistem, conform revendicării 5, **caracterizat prin aceea că** legătura virtuală este o rețea virtuală locală (VLAN) stabilită pentru o perioadă de testare.
7. Sistem, conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** operațiile cuprind recepționarea întârzierii de cale de comunicație de la sistemul secundar.
8. Sistem, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** operațiile cuprind recepționarea unui mesaj de solicitare întârziere prin PTP de la dispozitivul secundar și, ca răspuns, trimiterea unui mesaj de răspuns la întârziere prin PTP la dispozitivul secundar, permițând dispozitivului secundar să determine întârzierea de cale.
9. Sistem, conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** operațiile cuprind determinarea întârzierii de cale prin transmiterea unui mesaj de solicitare întârziere PTP la dispozitivul secundar și recepționarea unui mesaj de răspuns la întârziere PTP de la dispozitivul secundar.
10. Sistem conform revendicării 9, **caracterizat prin aceea că** determinarea întârzierii de cale cuprinde calcularea întârzierii de cale de comunicație utilizând următoarea formulă:

$$\text{Întârzierea de cale de comunicație (Path Delay) = } (((T2-T1) + (T4-T3))) / 2$$

în care:

T1 este un marcaj de timp generat de dispozitivul de testat utilizând ceasul principal pentru a transmite mesajul de solicitare întârziere prin PTP;

T2 este un marcaj de timp generat de dispozitivul secundar folosind ceasul secundar pentru recepționarea mesajului de solicitare întârziere prin PTP;

T3 este un marcaj de timp generat de dispozitivul secundar folosind ceasul secundar pentru transmiterea mesajului de răspuns la întârziere prin PTP; și

T4 este un marcaj de timp generat de dispozitivul de testare folosind ceasul principal pentru recepționarea mesajului de răspuns la întârziere prin PTP.

11. Sistem de testarea calității ceasului recuperat, care conține:

un dispozitiv secundar pentru operarea ca un sistem secundar prin Protocolul de Precizia Timpului (PTP The Precision Time Protocol) pentru comunicarea cu un dispozitiv de testare pe o primă interfață fizică a dispozitivului secundar pentru a sincroniza un ceas secundar al dispozitivului secundar cu un ceas principal al dispozitivului de testare prin ajustarea ceasului secundar; și

un generator de testare mesaj de ecou asociat cu dispozitivul secundar pentru a transmite informațiile referitoare la ceasul secundar la dispozitivul de testare care funcționează ca un sistem principal PTP pe prima interfață fizică a dispozitivului secundar și pentru a permite dispozitivului de testat să cuantifice o eroare de sincronizare între ceasul secundar și ceasul principal.

12. Sistem, conform revendicării 11, caracterizat prin aceea că dispozitivul secundar este configurat pentru a efectua operații cuprinzând:

recepționarea, la prima interfață fizică, a unui prim mesaj de sincronizare PTP de la dispozitivul de testare;

sincronizarea ceasului secundar cu un ceas principal al dispozitivului de testare folosind primul mesaj de sincronizare PTP și o întârziere de cale de comunicație între dispozitivul secundar și dispozitivul de testare; și

transmiterea, la prima interfață fizică, a unui al doilea mesaj de sincronizare PTP și unui marcaj de timp transmis la dispozitivul de testare.

13. Sistem, conform revendicării 12, caracterizat prin aceea că sincronizarea ceasului secundar cu ceasul principal cuprinde:

generarea unui prim marcaj de timp pentru a recepționa primul mesaj de sincronizare PTP folosind ceasul secundar; și

determinarea unui semnal de ceas de compensare prin scăderea întârzierii de cale de comunicație din al doilea marcaj de timp pentru a transmite prima sincronizare PTP generată de dispozitivul de testare folosind ceasul principal de la primul marcaj de timp.

14. Sistem, conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** operațiile cuprind reglarea ceasului secundar folosind semnalul de ceas de compensare.
15. Sistem, conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** transmiterea celui de-al doilea mesaj de sincronizare PTP cuprinde generarea marcajului de timp transmis pentru la al doilea mesaj de sincronizare PTP folosind ceasul secundar înainte sincronizarea ceasului secundar cu ceasul principal.
16. Sistem, conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** transmiterea celui de-al doilea mesaj de sincronizare PTP cuprinde transmiterea acestuia printr-o linie de comunicație virtuală.
17. Sistem, conform revendicării 16, **caracterizat prin aceea că** linia de comunicație virtual este o rețea virtuală locală (VLAN) stabilită pentru o perioadă de testare.
18. Sistem conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** operațiile cuprind determinarea întârzierii căii de comunicație prin transmiterea unui mesaj de solicitare întârziere PTP la dispozitivul de testare și recepționarea unui mesaj de răspuns la întârziere prin PTP de la dispozitivul de testare.
19. Sistem, conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** determinarea întârzierii căii de comunicație cuprinde calcularea întârzierii căii de comunicație utilizând următoarea formulă:

$$\text{Întârzierea de cale de comunicație (Path Delay)} = (((T2-T1) + (T4-T3))) / 2$$

T1 este un marcaj de timp generat de dispozitivul secundar utilizând ceasul secundar pentru a transmite mesajul de solicitare întârziere prin PTP;

T2 este un marcaj de timp generat de dispozitivul de testare folosind ceasul principal pentru recepționarea mesajului de solicitare întârziere prin PTP;

T3 este un marcaj de timp generat de dispozitivul secundar folosind ceasul secundar pentru recepționarea mesajului de răspuns la întârziere prin PTP; și

T4 este un marcaj de timp generat de dispozitivul secundar folosind ceasul secundar pentru recepționarea mesajului de răspuns la întârziere prin PTP.

20. Sistem, conform revendicării 19, **caracterizat prin aceea că** operațiile cuprind transmiterea întârzierii căii de comunicație la dispozitivul de testare.

21. Metodă realizată de un dispozitiv de testare, care constă în:

funcționarea ca un sistem principal prin Protocol de Timp de Precizie (PTP) pentru comunicarea cu un dispozitiv secundar pe o primă interfață fizică a acestuia pentru a sincroniza un ceas secundar al dispozitivului secundar cu un ceas principal al dispozitivului de testare prin ajustarea ceasului secundar;

recepționarea informațiilor referitoare la ceasul secundar de la dispozitivul secundar pe prima interfață fizică a dispozitivului secundar; și

utilizarea informațiilor referitoare la ceasul secundar pentru a cuantifica o eroare de sincronizare între ceasul secundar și ceasul principal.

22. Metodă realizată de un dispozitiv de testare, care constă în:

funcționarea ca un sistem secundar prin Protocol de Timp de Precizie (PTP) pentru comunicarea cu un dispozitiv de testare care funcționează ca un sistem principal PTP pe prima interfață fizică a dispozitivului secundar pentru a sincroniza un ceas secundar al dispozitivului secundar cu un ceas principal al dispozitivului de testare prin ajustarea ceasului secundar; și

transmiterea informațiilor referitoare la ceas la dispozitivul de testare pe prima interfață fizică a dispozitivului secundar pentru a permite dispozitivului de testare să cuantifice o eroare de sincronizare între ceasul secundar și ceasul principal.

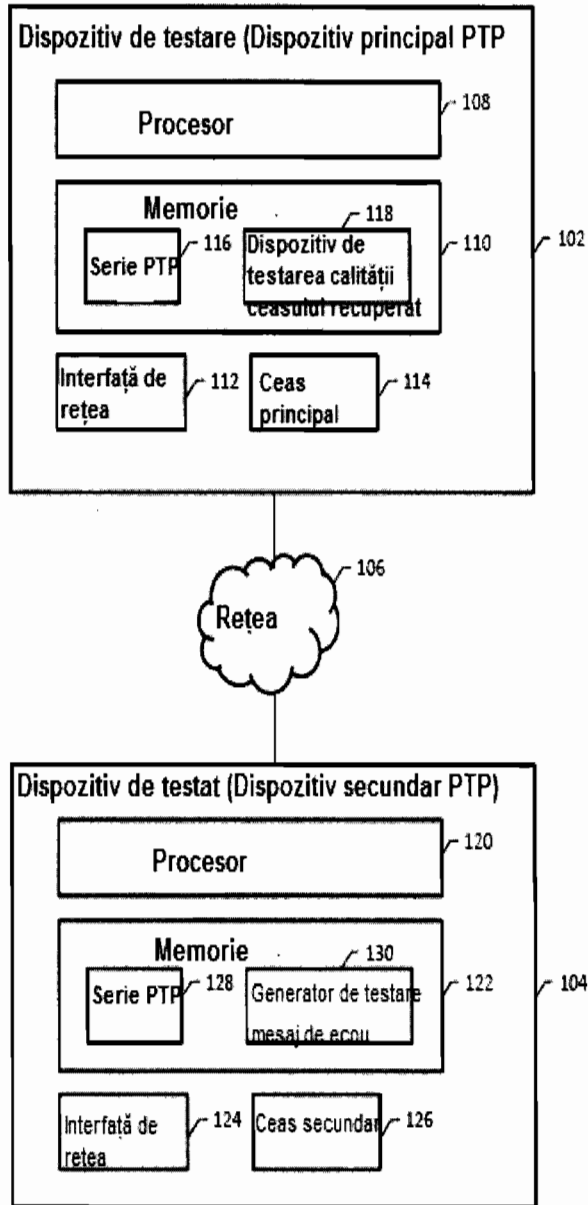


FIG. 1

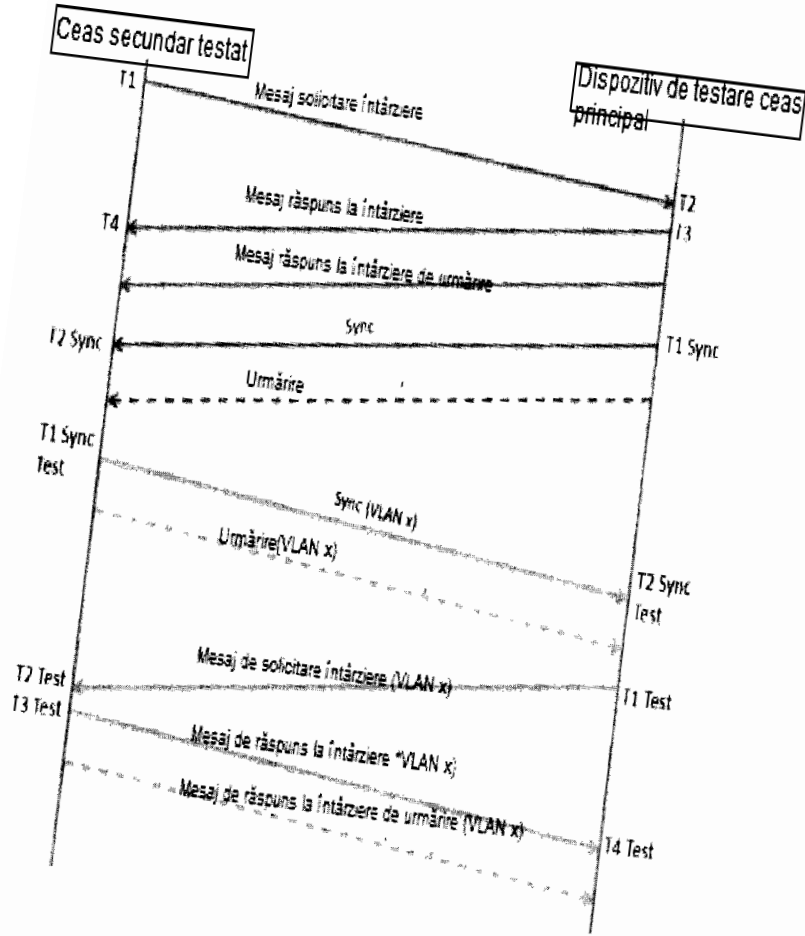


FIG. 2

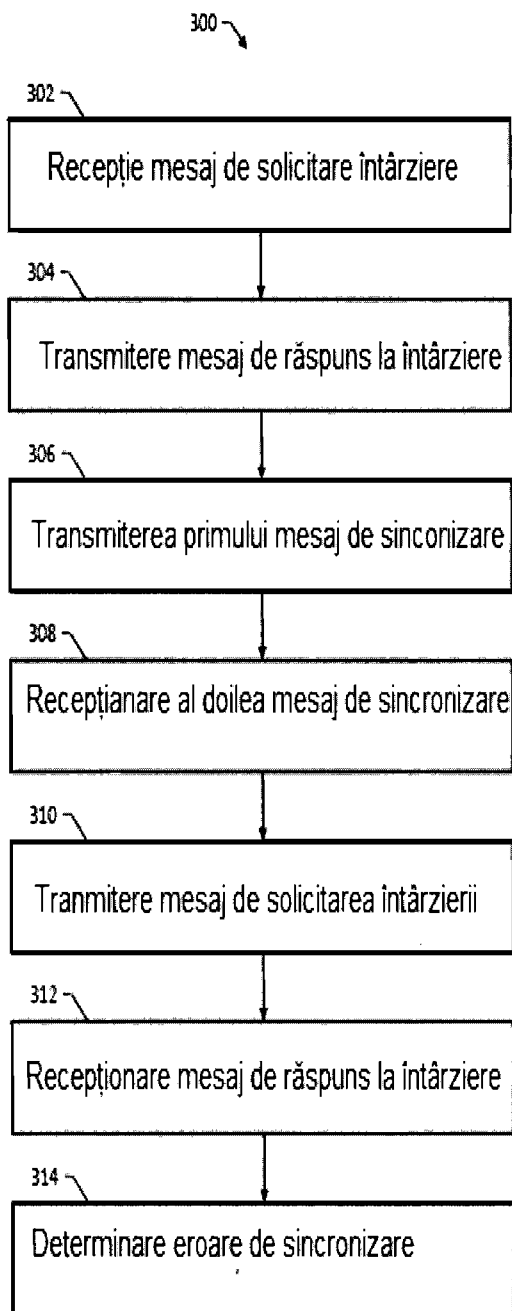


Fig. 3

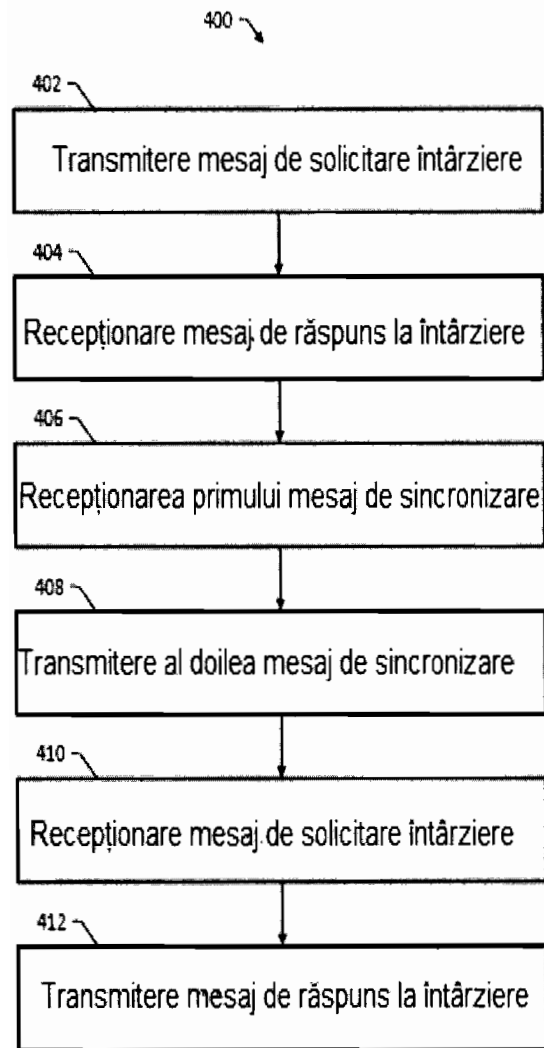


FIG. 4