



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00483

(22) Data de depozit: 13/08/2021

(41) Data publicării cererii:
28/02/2023 BOPI nr. 2/2023

(71) Solicitant:
• URBIOLED S.R.L.,
STR. TEODOR CODRESCU, NR.6, SC.A,
ET.1, AP.7, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• CONSTANTINESCU DANIEL,
ALEEA TUDOR NECULAI NR.96A, IAȘI, IS,
RO

(74) Mandatar:
CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL,
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, SC.1,
AP. 2, CLUJ NAPOCA, CJ

Data publicării raportului de documentare:
28/02/2023

(54) PROTOCOL DE COMUNICAȚIE REDUNDANT CU
DESTINAȚIE ȘI TIMP DE RĂSPUNS PREDICTIV,
PREDICT-NET

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un protocol de comunicație care asigură redundanță în transmiterea datelor, în domeniul telecomunicațiilor, și rezolvă problema întreruperii comunicațiilor și a pierderilor pachetelor de date transmise în cazul căderii accidentale a unor noduri sau legături, pentru sisteme supuse unui regim de utilizare cu grad mare de siguranță. Protocolul conform invenției este utilizat într-un sistem (1) de comandă care transmite o informație (2) la un prim nod (N_1) al unei rețele cu F noduri pentru a ajunge la un nod (N_F) final, receptor, în care topologia rețelei conține o rută (3) primară care pornește de la primul nod (N_1) și este constituită din legături (RA_i) care leagă succesiv toate nodurile impare (N_k-N_{k+2}) și din legături (RA'_i) care leagă fiecare nod impar cu următorul nod par (N_k-N_{k+1}) și o rută (4) redundantă care pornește de la al doilea nod (N_2) și este constituită din legături (RB_j) care leagă succesiv toate nodurile pare ($N_{k+1}-N_{k+3}$) și din legături (RB'_j) care leagă fiecare nod par cu următorul nod impar (N_k-N_{k+1}), transmiterea informației (2) fiind făcută pe ruta (3) primară, iar la apariția unui defect al unui nod intermediar (N_k) de pe ruta primară, informația (2)

se transmite pe ruta (4) redundantă până la nodul (N_F) final sau până la un alt nod defect de pe ruta (4) redundantă, care va fi ocolit prin transmiterea în continuare a informației (2) pe ruta primară.

Revendicări: 5
Figuri: 5

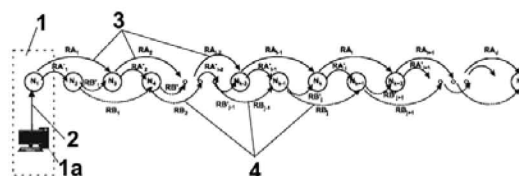
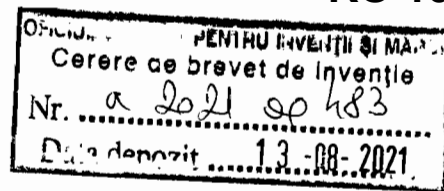


Fig. 1

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).





**Protocol de comunicație redundant cu destinație și timp de răspuns predictiv,
Predict-Net**

Invenția se referă la metoda de comunicație ce asigură redundanță în transmisia datelor în domeniul telecomunicațiilor, ce au ca mediu de propagare atât undele radio, cât și liniile de joasă și medie tensiune, fiind utilizată cu precădere în telegestiunea sistemelor de iluminat.

Protocoalele de comunicație utilizate actual în domeniul telegestiunii sistemelor de iluminat sunt concepute pentru a putea fi folosite în rețele de transmitere a datelor de tip “Stea” sau “Mesh”.

US2008201491A1 „Communication Network System” se referă la un sistem de rețea de comunicații și la o metodă de comunicare a informațiilor între nodurile rețelei, cu aplicații în domeniul siguranței auto. Sistemul, cu o topologie de rețea “Stea”, cuprinde un dispozitiv de cuplare având cel puțin două interfețe standard și o interfață de cuplare redundantă, cu schimb de informații între interfețe. Există cel puțin două legături standard pentru transmiterea informațiilor fiecare dintre ele fiind conectată la una dintre interfețele standard de cuplare, și o legătură redundantă pentru transmiterea informațiilor care este conectată la interfața de cuplare redundantă, și cel puțin două terminale, fiecare având o interfață de terminal standard conectată la una dintre legăturile standard și o interfață de terminal redundantă conectată la legătură redundantă.

US2014269647A1 „Technique for Implementing a Latency Sensitive Communication Protocol in a Wireless Mesh Network” prezintă o tehnică de implementare a unui protocol de comunicare într-o rețea fără fir care include un nod sursă, un nod destinație și noduri intermediare. Nodul sursă este capabil să comunice cu anumite noduri intermediare prin intermediul legăturilor de comunicație, iar nodurile intermediare comunică atât între ele, cât și cu nodul final, prin legături specifice.

WO2005015845A2 „Communication Protocol for a Wireless Mesh Architecture” prezintă un protocol și o rețea de comunicație mesh care controlează lățimile de bandă ale nodului mesh prin atribuirea dinamică a sloturilor de timp și a frecvențelor nodurilor mesh,



prin distribuirea coordonării între nodurile rețelei mesh. Un prim nod este stabilit ca și coordonator și sondează secvențial celelalte noduri, după care un al doilea nod preia funcția de coordonator și sondează celelalte noduri, procesul continuând cu schimbarea succesivă a rolului nodurilor.

Implementarea rețelelor de tip “Stea” sau “Mesh” în domeniul telegestiunii sistemelor de iluminat prezintă următoarele dezavantaje:

- necesitatea utilizării unui număr mare de echipamente cu un cost ridicat (pentru un număr mic de noduri, din zone depărtate sunt necesare mai multe concentratoare);
- rețelele de tip Mesh nu asigură predictibilitatea timpului de transmitere a informației între două puncte;
- utilizarea GSM de către concentrator necesită costuri periodice și existența semnalului GSM în locație;
- necesitatea utilizării unui număr mare de echipamente, în configurația de tip mesh, din cauza distanței mici de propagare în eter;
- costul ridicat datorat numărului mare de canale de comunicație pe un concentrator;
- lipsa redundanței în comunicațiile de tip stea (întreaga performanță a rețelei depinde de un singur dispozitiv, dacă concentratorul s-a defectat comunicația va fi inactivă).

CN208924265U „Dual-network Redundant Link System and Communication Node” prezintă o legătură redundantă între două stații „master-slave” cu noduri de comunicație. Stația master are două dispozitive de comandă care comunică între ele și sunt conectate la stația slave prin două topologii inelare care includ nodurile de transmisie a datelor. Invenția oferă două rute de transmitere a semnalului, dar prin căderea unui nod, informația nu se mai transmite.

CN105743755A „Dual-redundant CAN Bus Communication System” prezintă un sistem de comunicații cu magistrală de control dual-redundantă. Sistemul de comunicații dual-redundant CAN bus (Controller Area Network) conține două controlere, unul implicit și altul redundant și o multitudine de noduri redundante care sunt conectate simultan la cele două controlere. Fiecare nod redundant evaluează starea tuturor legăturilor dintre sine și alte

noduri redundante de pe magistrală, prin mesaje de monitorizare, iar dacă se constată că o legătură implicită a unui anumit nod nu poate fi utilizată pentru comunicare, canalul implicit este comutat instantaneu pe un canal de rezervă, pentru a efectua comunicații prin magistrală.

CN107888393A „Method for Generating Full Connection Sets in Asymmetrical Redundant Communication Link” se referă la o metodă de generare a unui set de conexiuni complete pentru a stabili o soluție de management în cazul căderii unor noduri, în domeniul rețelelor de calculatoare. Metoda oferă un set complet de conexiuni într-o legătură de comunicație redundantă asimetrică, fiecare nod având un modul pentru diagnoză.

Dezavantajul acestei metode constă în numărul mare de legături atunci când numărul nodurilor crește, și în complexitatea topologiei legăturilor.

US2007022363A1 „Redundant 3-Wire Communication System and Method”, furnizează un sistem de comunicații redundant pentru transmiterea de date între un prim nod de calcul (transmițător) și un al doilea nod de calcul (receptor), folosind o cale de semnal cu 3 legături și verificarea parității împreună cu un protocol de comunicație redundant. Un prim semnal este transportat pe prima linie și este verificat de receptor, iar un al doilea semnal este transmis prin linia redundantă. În cazul în care receptorul detectează o eroare la primul semnal, va lua semnalul din linia redundantă.

Topologiile de rețea și metodele cunoscute de transmitere a datelor nu sunt eficiente în domeniul telegestiunii sistemelor de iluminat, datorită numărului mare de echipamente necesare, a costului ridicat și a fiabilității reduse ale acestora.

Sistemele de comunicație cu mai multe noduri necesită o gestionare sofisticată, astfel încât informația să poată fi transmisă chiar și în cazul căderii unor noduri din sistem.

Comunicarea între noduri se realizează de obicei prin utilizarea unui protocol de rețea predefinit, cum ar fi Protocolul de control al transmisiei, protocolul Internet (TCP / IP).

Comunicațiile care utilizează protocoale precum TCP / IP prezintă dezavantajul unei latențe mari, nedorită în comunicarea dintre noduri. Acest lucru poate fi problematic pentru sistemele de calcul cu mai multe noduri, deoarece latența în transmiterea pachetelor poate provoca verificări suplimentare și întâzieri, care devin mai evidente atunci când un nod se resetează.

O soluție care poate rezolva latența este utilizarea unei linii paralele de comunicație între cele două noduri. Dar comunicarea paralelă necesită prea multe căi conductive (fire), care formează conectori mari, cu efect asupra costului și a volumului legăturilor.

Interfețele seriale (Ethernet, UART, magistrala Inter-IC), au fiecare dezavantaje care nu se pretează la rezolvarea problemei descrise mai sus.

Ethernet și UART necesită o cantitate semnificativă de echipamente (macro-celule) și dimensiune fizică, fapt ce crește costul implementării. I2C este mai simplă și facilitează comunicațiile cu latență redusă, dar nu oferă nici o modalitate de a verifica sau de a face față erorilor în transmiterea datelor, iar livrarea pachetelor de date fără erori nu este garantată.

Un alt dezavantaj al acestor soluții apare atunci când un fir sau o linie de semnal eșuează, deoarece comunicația între nodurile de capăt se încheie.

Ca urmare a analizei soluțiilor cunoscute, se constată necesitatea unui sistem și a unui protocol sau metode care să minimizeze cantitatea de linii de semnal de comunicație între noduri și care să ofere o cale redundantă pentru livrarea de pachetelor de date, chiar în cazul căderii unor noduri sau legături.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unei topologii și a unui protocol de rețea care reduce numărul necesar de echipamente și rezolvă problema întreruperii comunicațiilor și a pierderilor pachetelor de date transmise în cazul căderii accidentale a unor noduri sau legături pentru sisteme supuse unui regim de utilizare cu grad mare de siguranță.

În scopul evitării întreruperilor comunicației, protocolul de comunicație redundant cu destinație și timp de răspuns predictiv, conform invenției, utilizat într-un sistem de comunicație pentru transmiterea informației de la primul nod până la nodul final receptor, al unei rețele cu mai multe noduri, având o rută primară care leagă toate nodurile impare, o rută redundantă, care leagă toate nodurile pare, iar în situația în care apare un defect la un nod intermediar, acesta este ocolit prin transmiterea informației alternând între ruta primară și cea redundantă, din vecinătatea nodului defect. Defecțiunea este constatată pe baza nerecepționării unui mesaj de confirmare a transmiterii mai departe a mesajului, confirmare care se propagă înapoi la nodurile anterioare.

Protocolul permite comunicația directă între nodurile indexate, astfel încât putem calcula cu precizie timpii de propagare a informației până la nodul dorit. Pentru acest calcul se utilizează formula:

$$T = |(N/2) * (T_p + T_a)|$$

pentru datele trimise prin unde radio, unde T este timpul total pentru transmiterea unui pachet, N este numărul de noduri până la destinație, T_p este timpul de transmisie pachet, iar T_a este timpul de analiză înainte de transmisie.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1 - 5 care reprezintă:

- figura 1, topologia generală a rețelei în sistem fără ramificație;
- figura 2, redundanța comunicației într-un sistem cu opt noduri, fără ramificație;
- figura 3, redundanța comunicației în sistem cu ramificație;
- figura 4, schema de comunicație între noduri;
- figura 5, schema logica a protocolului de transmisie.

Topologia generală a unei rețele fără ramificație (figura 1) este alcătuită dintr-un sistem de comandă **1** care conține un calculator **1a** care transmite o informație **2** la primul nod **N1** al rețelei.

De la nodul **N1**, informația se transmite la nodul final **N8** prin intermediul unor noduri intermediare **Nk**, unde $k \in (1, f)$.

Pentru reducerea timpului de transmitere a informației și pentru a se oferi posibilitatea de ocolire a unor noduri în care apar eventuale defecțiuni, s-au creat două rute de transmitere a informației: o ruta primară **3**, formată din legăturile **RA_i**, **RA'_i** și o rută redundantă **4**, formată din legăturile **RB_j**, **RB'_j**.

Ruta primară **3** este creată din mai multe legăturile **RA_i** care leagă succesiv câte două noduri impare: $N_1-N_3, N_3-N_5, N_5-N_7, \dots, N_F$.

Ruta primară **3** are și legăturile **RA'_i** care leagă nodul impar de la care pleacă legătura **RA_i** cu nodul par următor: $N_1-N_2, N_3-N_4, N_5-N_6, \dots, N_F$.

Ruta redundantă **4** este creată din mai multe legăturile **RB_j** care leagă succesiv câte două noduri pare: $N_2-N_4, N_4-N_6, N_6-N_8, \dots, N_F$. În mod similar cu ruta primară **3**, ruta redundantă **4** conține și legăturile **RB'_j** care leagă nodul par de la care pleacă legătura **RB_j** cu nodul impar următor: $N_2-N_3, N_4-N_5, N_6-N_7, \dots, N_F$.

Transmisia este inițiată de la nodul N_1 , prin ruta primară 3. De la nodul N_1 informația 2 se transmite atât la nodul N_3 , prin legătura RA_1 cât și la nodul N_2 , prin legătura RA'_1 . Nodul N_3 va transmite mai departe informația 2 atât spre nodul N_5 prin legătura RA_2 cât și la nodul N_4 , prin legătura RA'_2 .

Informația transmisă de nodul N_3 se va propaga și înapoi, ca un mesaj de confirmare, la nodul N_1 prin legătura RA_1 și la nodul N_2 , prin legătura RB'_1 .

Fiecare nod care transmite o informație 2 o trimite la următoarele două noduri în față (spre nodul final) și în spate (spre nodul inițial) la două noduri anterioare. Ca urmare fiecare nod intermediar va primi un mesaj de confirmare de următorul nod atunci când acesta din urmă a transmis mai departe informația. Mesajul de confirmare constă tocmai din informația transmisă. Prin recepționarea mesajului de confirmare sau prin lipsa acestuia, nodurile intermediare detectează funcționarea sau defecțiunea nodului următor situat de pe ruta pe care s-a transmis informația.

În cazul defectării unui nod intermediar, acesta va fi ocolit prin utilizarea unor legături de pe ruta redundantă 4.

Detectarea defecțiunii la un nod N_k .

În cazul funcționării în condiții normale a nodului N_k , acesta primește informația 2, sub forma unui pachet m_A de la N_{k-2} și o transmite înainte la nodurile N_{k+1} și N_{k+2} . În timpul transmisiei înainte, același pachet m_A se propagă și înapoi la primele două noduri anterioare (nodurile N_{k-1} și N_{k-2}), care-l interpretează ca un mesaj de confirmare. Dacă la nodul N_k a apărut o defecțiune, acesta nu va putea trimite mesajul m_A , iar nodurile anterioare nu vor recepționa mesajul de confirmare. Ca urmare a neprimirii mesajului de confirmare, după trecerea unui timp de așteptare programat, nodul N_{k-1} , va trimite va trimite pachetul de informație m_A pe ruta redundantă 4. Astfel de la nodul N_{k-1} , informația va merge la nodul N_{k+1} , prin legătura RB_j de pe ruta redundantă 4, urmând ca N_{k+1} să transmită mai departe pachetul m_A la N_{k+2} și N_{k+3} , acesta întorcându-se ca mesaj de confirmare la N_{k-1} .

În cazul în care și nodul N_{k+3} de pe ruta redundantă 4 este defect, informația se transmite mai departe de la nodul N_{k+2} pe ruta primară 3 prin legătura RA_{i+1} .

Informația nu poate fi transmisă prin rețea în cazul defectării a două noduri succesive, de exemplu N_k, N_{k+1} .

În figura 2 se prezintă un exemplu de aplicare a invenției într-o rețea care conține 8 noduri (N_1, N_2, \dots, N_8), dispuse în linie, dar în mod nelimitativ, rețeaua poate avea oricâte noduri.

De la nodul N_1 , cu rol de transmițător, gestionat printr-un protocol specific implementat în calculatorul **1a**, informația se transmite la nodul N_8 , cu rol de receptor, trecând printr-o parte din nodurile intermediare $N_2 \dots N_7$.

Pentru asigurarea comunicării între nodul transmițător N_1 și nodul final, receptor N_8 , s-au creat următoarele rute de conexiune: ruta primară **3** și ruta redundantă **4**.

Ruta primară **3** constă din realizarea a câte unei legături **RA** între fiecare al treilea nod (nodurile impare), și legături **RA'** de la nodul impar, la nodul par care succede acestuia.

În exemplu de aplicare a invenției într-o rețea cu 8 noduri, ruta primară **3** este formată din următoarele legături:

- **RA₁**, între nodurile N_1 și N_3 ;
- **RA'₁**, între nodurile N_1 și N_2 ;
- **RA₂**, între nodurile N_3 și N_5 ;
- **RA'₂**, între nodurile N_3 și N_4 ;
- **RA₃**, între nodurile N_5 și N_7 ;
- **RA'₃**, între nodurile N_5 și N_6 ;
- **RA₄**, între nodurile N_7 și N_8 .

În acest exemplu de aplicare a invenției, ruta redundantă **4** este formată din următoarele legături:

- **RB₁**, între nodurile N_2 și N_4 ;
- **RB'₁**, între nodurile N_2 și N_3 ;
- **RB₂**, între nodurile N_4 și N_6 ;
- **RB'₂**, între nodurile N_4 și N_5 ;
- **RB₃**, între nodurile N_6 și N_8 ;
- **RB'₃**, între nodurile N_6 și N_7 .

La modul general, într-un sistem cu n noduri, când n este număr par ruta primară **3** conține $n/2$ legături **RA_i**, ultima legătură asigurând conectarea între ultimele două noduri succesive, iar ruta redundantă **4** conține $n/2-1$ legături **RB_j**.

Într-un sistem cu n noduri, când n este număr impar ruta primară **3** conține $n-1/2$ legături **RA_i**, iar ruta redundantă **4** conține $n-1/2$ legături **RB_j**, ultima legătură asigurând conectarea între ultimele două noduri succesive.

În condiții normale de funcționare, informația **2** se transmite sub forma unor pachete **m_A**, pe ruta primară **3**. Nodul **N₁**, transmite pachete **m_A**, la **N₂** și **N₃**, apoi nodul **N₃** transmite la **N₄** și **N₅**, după care nodul **N₅** transmite la **N₆** și **N₇**, iar în final informația ajunge la nodul **N₈**.

Dacă în exemplul din figura 2 apare o defecțiune la nodul **N₃**, acesta nu va trimite mai departe informația la **N₄** și **N₅**. Ca urmare nici cele două noduri aflate în aval (**N₁** și **N₂**) nu vor primi un mesaj de confirmare a a transmiterii mai departe a informației, prin aceasta se va constata defecțiunea nodului **N₃** și se va iniția procedura de ocolire prin legătura **RB₁**, de pe ruta redundantă **4**. Informația de la nodul **N₁** și care a ajuns și la nodul **N₂** prin legătura **RA'₁**, se trimite la nodul **N₄** prin legătura **RB₁** și merge în continuare pe ruta redundantă până la nodul final **N₈**.

În figura 3 se prezintă un exemplu de aplicare a invenției într-o rețea cu ramificație având două rute primare **3a** și **3b** formate din legăturile **RA₁**, **RA₂**, **RC₁**, **RC₂**, și două rute redundante **4a** și **4b** cu legăturile (**RB₁**, **RD₁**). În exemplul din figura 3, ramificația se face de la nodul **N₂**, însă, în general, ea poate fi realizată de la orice nod intermediar.

De la nodul **N₁**, cu rol de transmițător, informația se transmite la nodurile finale (receptoare) **N₄**, respectiv, **N₇** fie prin rutele primare **3a**, respectiv, **3b**, fie rutele redundante **4a**, **4b**.

Nodul de rețea este un dispozitiv electronic interconectat prin legătura radio sau prin fir cu alte noduri ale rețelei. Rolul său este de a recepționa de la nodul anterior și de a transmite nodului următor informația primită, respectiv de a executa o comandă în conformitate cu această informație.

Protocolul de comunicație este format din pachete cu lungime fixa (ex. 32 octeți), care se transmit timp de 72 milisecunde și retransmit la intervale de 25 milisecunde în condiții normale de funcționare, respectiv de 300 milisecunde în condiție de prim defect (aparitiie a unui defect).

În cazul funcționării normale, pachetele se transmit pe rutele primare **3** (figurile 1 și 2), respectiv **3a** și **3b** (figura 3). Fiecare nod, fie acesta N_k , aflat pe ruta pe care se transmite în acel moment informația **2**, o trimite înainte peste două noduri la N_{k+1} , N_{k+2} , și înapoi tot peste două noduri N_{k-1} , N_{k-2} , ca mesaj de confirmare.

Nodurile intermediare transmit mai departe și supervizează corectitudinea propagării informației, prin recepționarea confirmării transmisiei pachetului de către nodul următor care trebuie să trimită mesajul.

În situația apariției unui prim defect la un nod intermediar, comunicația se realizează pe ruta redundantă **4** în rețele cu topologie în linie, respectiv pe rutele redundante **4a**, **4b**, în rețele cu topologie cu ramificație, doar în proximitatea nodului defect.

Pachetele transmise mai departe de către un nod sunt folosite de către nodurile anterioare pentru confirmarea retransmiterii acestora, mesajul transmis înainte fiind transmis și înapoi la două noduri anterioare.

Ruta primară pleacă întotdeauna din nodul N_1 către nodul N_3 , iar cea redundantă este inițiată de nodul N_2 către nodul N_4 .

Comunicația este bilaterală, simetrică, răspunsul sistemului se inițiază de ultimul nod funcțional și funcționează în același fel, în sens invers.

Algoritmul de funcționare a rețelei se descrie pe baza figurii 4. Informația **2**, sub forma unui pachet de date m_A ajunge la nodul N_{k-2} și de aici prin legătura RA_i de pe ruta primară **3** se transmite la nodul N_k și mai departe la N_{k+2} . N_k transmite un mesaj de confirmare C_k , care ajunge atât la nodului anterior N_{k-2} , de la care a primit pachetul m_A cât și la nodului anterior N_{k-1} .

În prezenta invenție, mesajul de confirmare C_k constă tocmai din informația m_A transmisă nodului următor, informație care se propagă și în sens invers la primele două noduri anterioare.

La modul general, fiecare nod N_k care a primit un pachet de informație m_A , transmite un mesaj de confirmare C_k , nodurilor anterioare N_{k-1} și N_{k-2} . Mesajul de confirmare C_k constă tocmai din mesajul transmis, pachetul m_A , adică un nod N_{k-2} recepționează mesajul m_A transmis de către nodul N_k nodului N_{k+2} și-l interpretează ca pe un mesaj de confirmare $C_k=m_A$. Dacă mesajul transmis de nodul N_k este $C_k=m_A$, înseamnă că N_k este funcțional și informația s-a transmis cu succes de la acest nod.

În situația în care nodul N_k este defect, acesta nu va transmite mai departe pachetul m_A . Ca urmare, nici ultimul nod N_{k-2} care a transmis pachetul și nici nodul N_{k-1} nu vor primi mesajul de confirmare C_k și se constată apariția unui prim defect. După un timp de așteptare a confirmării, de 300 milisecunde, nodul N_{k-1} va transmite pachetul m_A prin legătura RB_j la nodul N_{k+1} de la care va primi mesajul de confirmare C_{k+1} . Apoi, de la nodul N_{k+1} informația m_A merge mai departe pe ruta redundantă 4.

În condiții normale de funcționare, prin faptul că informația este transmisă prin ruta primară 3, tot la al doilea nod al rețelei, timpul de propagare al informației se reduce la jumătate față de cazul când s-ar transmite succesiv, nod cu nod. În plus, rețeaua funcționează și cu noduri defecte, excepție fiind cazul în care apar defecte la două noduri alăturate.

Figura 5 reprezintă algoritmul de comunicare la nivelul unui nod (N). În condiții normale de funcționare pachetul de date este retransmis direct de la nodul (N) către nodul (N+2), iar la nivel de rețea timpul de propagare a informației este redus la jumătate.

Condiția de prim defect apare atunci când N nu primește de la N+2 pachetul pe care N+2 trebuia să-l trimită către N+4. În această situație nodul (N) transmite sistemului că nodul (N+2) este nefuncțional, iar informația se retransmite pe ruta secundară, adică de la nodul (N+1) către nodul (N+3). De asemenea, dacă și nodul (N+1) este nefuncțional, sistemul va fi informat și fluxul de date se va opri în nodul (N).

Fluxul de date se oprește doar în situația a două noduri successive nefuncționale (atât nodul principal cât și cel redundant defecte), altfel datele ajung la destinație chiar cu jumătate dintre noduri alternativ nefuncționale.

Specific pentru acest algoritm este utilizarea pachetului m_A trimis nodurilor următoare și ca mesaj de confirmare C_k , pentru nodurile precedente, în acest fel se elimină pachetele suplimentare de confirmare (tip Acknowledge), având ca efect o viteză mai mare de transmitere a informației.

Cu alte cuvinte, dacă facem referire la notațiile incluse în Figura 2, nodul N_1 trimite un pachet m_A pe ruta primară RA_1 către N_3 , ce ajunge simultan atât la nodul N_3 , cât și la nodul N_2 , mai apropiat. Nodul N_3 îl retransmite către nodul N_5 , și bineînțeles pachetul acesta ajunge și înapoi la nodurile N_1 și N_2 , drept confirmare. Dacă în intervalul de 300 milisecunde nodurile N_1 sau N_2 nu primesc confirmarea că N_3 a recepționat și retransmis pachetul de informație m_A (aceleași pachete sunt folosite pentru confirmare), atunci nodul N_2 reinițiază

comunicarea pachetului pe ruta redundanta 4. Bineînțeles, situația se repetă pentru orice alt nod din rețea, exceptând cazul în care două noduri succesive sunt defecte.

Protocolul utilizat pentru comunicația de tip radio este „LoRa” standard, iar pentru cea pe fir este de tipul „Power Line Communication”. Informația este criptată prin metoda AES128.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- reducerea la jumătate a timpului de transmisie;
- evitarea întreruperilor transmisiei în cazul defectării unor noduri, cu excepția cazului în care se defectează două noduri succesive;
- creșterea vitezei de transmisie prin folosirea mesajelor transmise înainte ca mesajele de confirmare.

REVENDICĂRI

1. Protocol de comunicație redundant cu destinație și timp de răspuns predictiv, utilizat într-un sistem de comandă (1) care transmite o informație (2) la primul nod (N_1) al unei rețele cu (F) noduri pentru a ajunge la nodul final (N_F), receptor, **caracterizat prin aceea că**, topologia rețelei conține o rută primară (3) care pornește de la nodul inițial (N_1) și constă din legături (RA_i) care leagă succesiv toate nodurile impare ($N_k - N_{k+2}$) și din legături (RA'_i) care leagă fiecare nod impar cu următorul nod par ($N_k - N_{k+1}$) și o rută redundantă (4) care pornește de la nodul (N_2) și constă din legături (RB_j) care leagă succesiv toate nodurile pare ($N_{k+1} - N_{k+3}$) și din legături (RB'_j) care leagă fiecare nod par cu următorul nod impar ($N_k - N_{k+1}$), transmiterea informației (2) se face pe ruta primară (3), iar la apariția unui defect al unui nod intermediar (N_k) de pe ruta primară informația se transmite pe ruta redundantă (4) până la nodul final (N_F) sau până la un alt nod defect de pe ruta redundantă, care va fi ocolit prin transmiterea în continuare a mesajului (m_A) pe ruta primară.
2. Protocol de comunicație redundant cu destinație și timp de răspuns predictiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, se poate folosi și într-un sistem cu ramificație având două rute primare (3a, 3b), două rute redundante (4a, 4b) și două rute mixte (5a, 5b).
3. Protocol de comunicație redundant cu destinație și timp de răspuns predictiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, algoritmul de funcționare constă în faptul că informația (2), sub forma unor pachete (m_A), ajunge pe ruta primară (3) la un nod (N_{k-2}) care-l transmite mai departe la nodul (N_k), iar acesta la nodul (N_{k+2}), feedback-ul transmisiei fiind asigurat de faptul că odată cu transmiterea mesajului (m_A) înainte de către fiecare nod (N_k), acesta se propagă și înapoi la nodurile anterioare (N_{k-1}) și (N_{k-2}), ca mesaj de confirmare (C_k), prin care se detectează defecțiunea nodului (N_k).
4. Protocol de comunicație redundant cu destinație și timp de răspuns predictiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, informația (2) se transmite sub formă de pachete (m_A) de lungime fixă (32 octeți), care se transmit timp de 72 milisecunde și retransmit la intervale de 25 milisecunde în condiții normale de funcționare, respectiv de 300 milisecunde în situația apariției unui defect la un nod intermediar.

5. Protocolul de comunicație redundant cu destinație și timp de răspuns predictiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, legăturile de pe rutele (3) și (4) pot fi prin realizate prin unde radio sau prin fir.

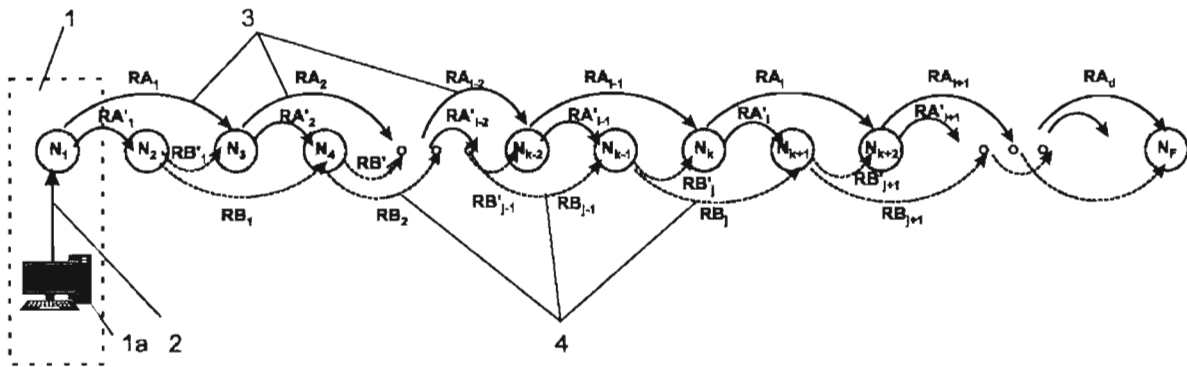


Figura 1

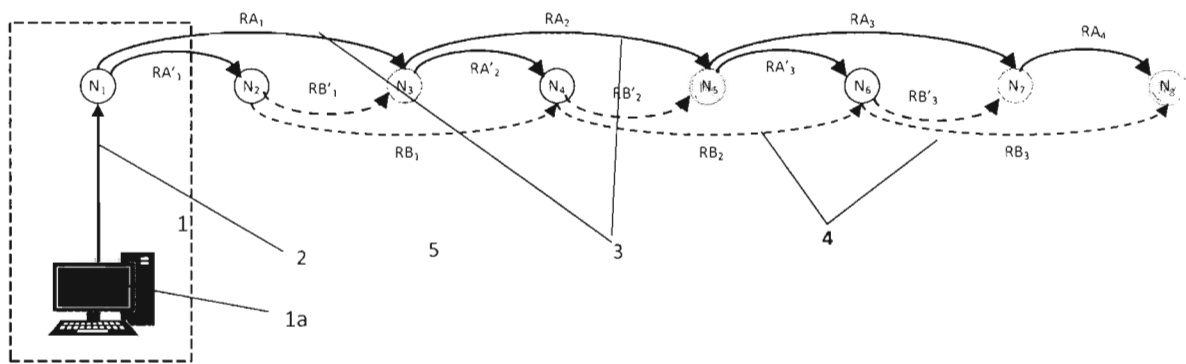


Figura 2

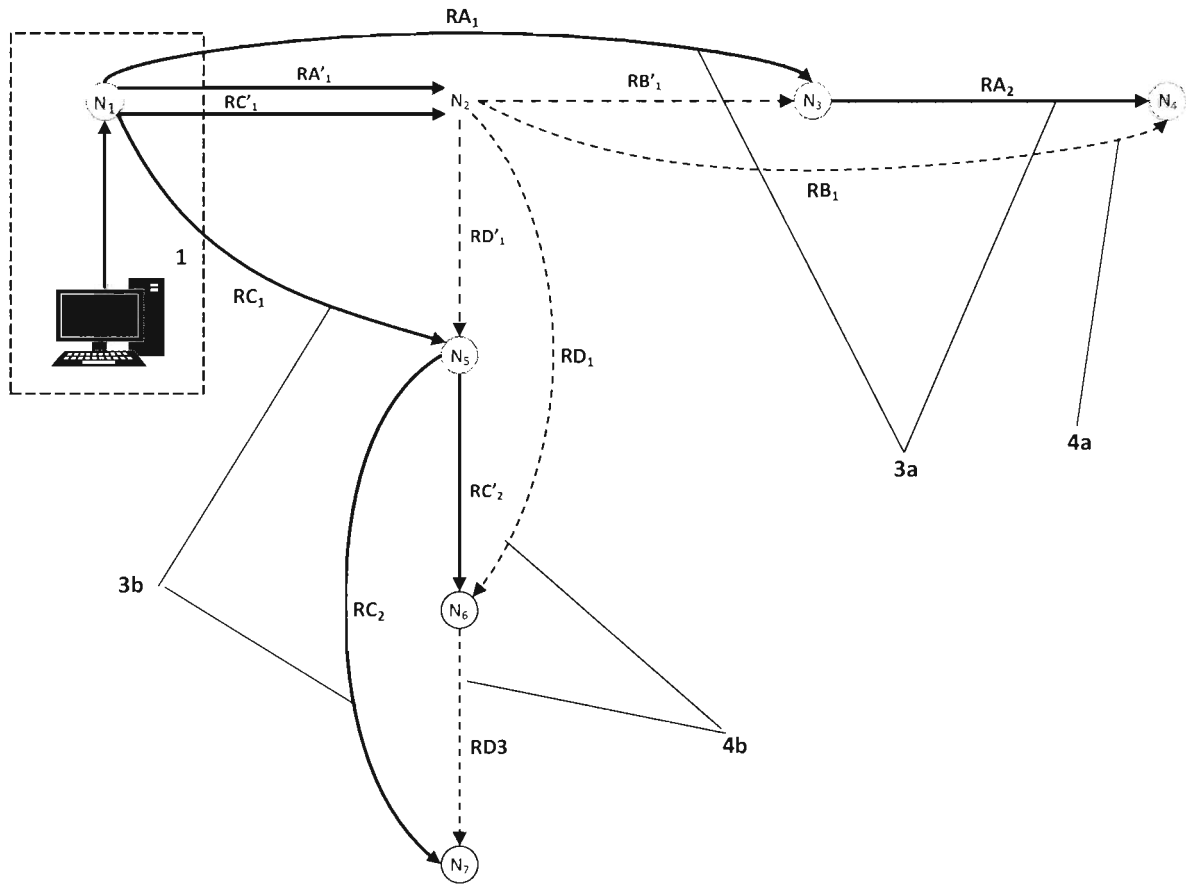


Figura 3

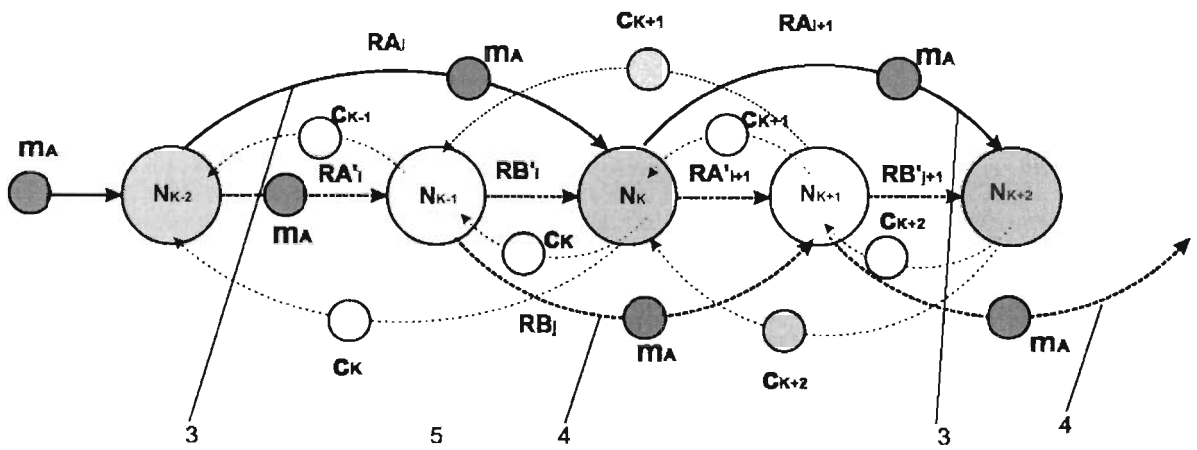


Figura 4

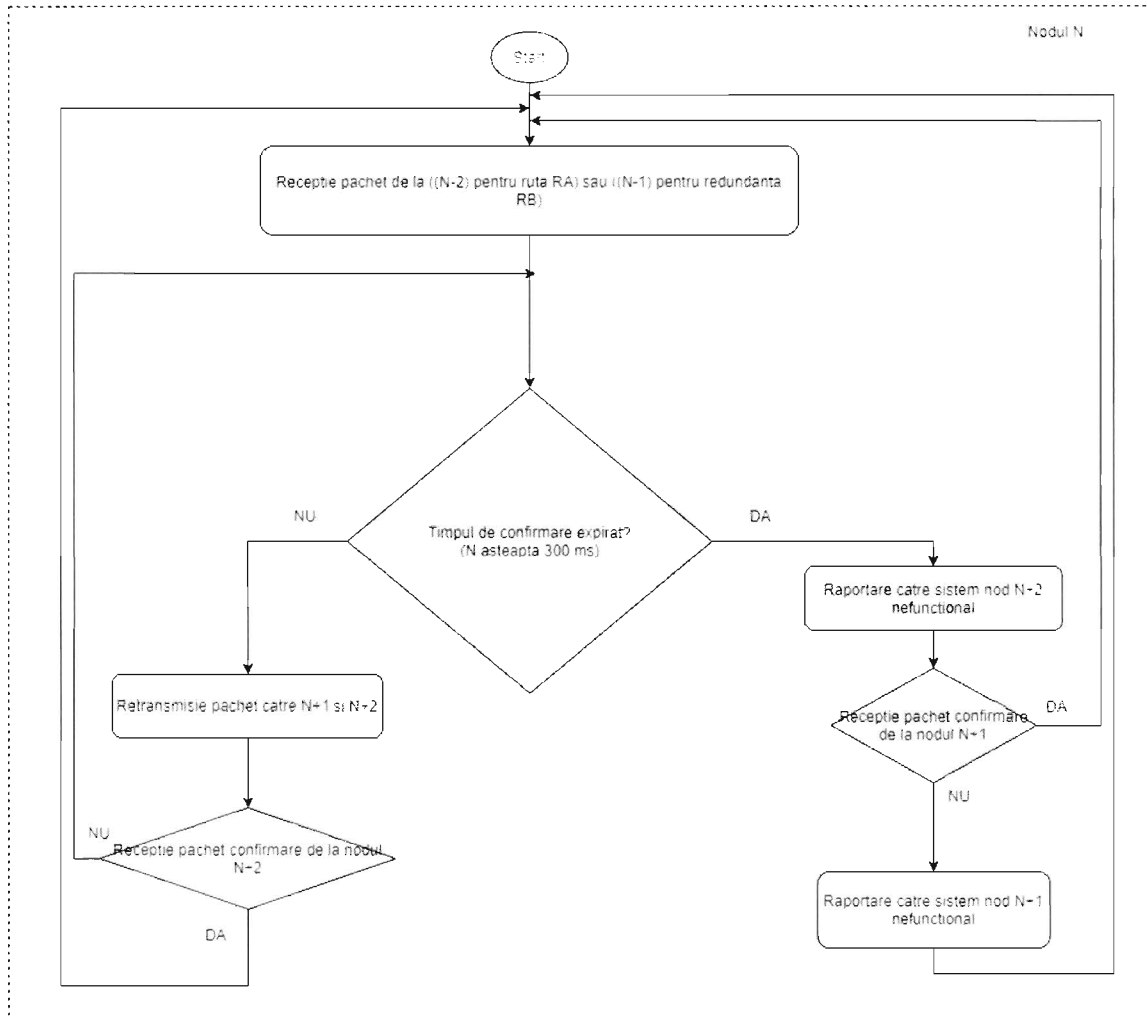


Figura 5



Cont IBAN: RO05 TREZ 7032 0F33 5000 XXXX
Trezoreria Sector 3, București
Cod fiscal: 4266081

Serviciul Examinare de Fond: Electricitate-Fizică

RAPORT DE DOCUMENTARE

CBI nr. a 2021 00483	Data de depozit: 13/08/2021	Data de prioritate
----------------------	-----------------------------	--------------------

Titlul invenției	PROTOCOL DE COMUNICAȚIE REDUNDANT CU DESTINAȚIE ȘI TIMP DE RĂSPUNS PREDICTIV, PREDICT-NET
------------------	---

Solicitant	URBIOLED S.R.L., STR. TEODOR CODRESCU, NR.6, SC.A, ET.1, AP.7, IAȘI, RO
------------	---

Clasificarea cererii (Int.Cl.)	H04L47/265(2022.01) H04W80/00(2009.01)
--------------------------------	---

Domenii tehnice cercetate (Int.Cl.)	H04L H04W H05B
-------------------------------------	----------------

Colecții de documente de brevet cercetate	RO, GB, US, FR, DE, EP, PCT
---	-----------------------------

Baze de date electronice cercetate	RoPatentSearch, Epodoc, Patenw, Google Patents
------------------------------------	--

Literatură non-brevet cercetată	Jun Steed Huang ș.a "Reconstruction and application of flooding routing algorithm for smart street light over wireless sensor networks", Int. J. Internet Protocol Technology, Vol. 13, No. 1, 2020, disponibil la www.researchgate.net
---------------------------------	---

Documente considerate a fi relevante

Categoria	Date de identificare a documentelor citate și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
A, D	US2014269647A1 (SILVER SPRINGS NETWORKS INC [US]) 18.09.2014 întreg documentul	1-5
A	WO2016/013939A1 (TVILIGHT B V [NL]) 28.01.2016 întreg documentul	1-5

Strada Ion Ghica nr. 5, Sector 3, București, România
Telefon centrală: +40-21-306.08.00 01 02 ... 28 29
Fax: +40-21-312.38.19
E-mail: office@osim.ro
www.osim.ro



Documente considerate a fi relevante - continuare		
Categoria	Date de identificare a documentelor și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
A	Jun Steed Huang ș.a "Reconstruction and application of flooding routing algorithm for smart street light over wireless sensor networks", Int. J. Internet Protocol Technology, Vol. 13, No. 1, 2020, disponibil la www.researchgate.net întreg documentul	1-5
Unitatea invenției (art.18)		
Observații:		

Data redactării: 22.06.2022

Examinator,
Daniela CRISTUDOR



Litere sau semne, conform ST.14, asociate categoriilor de documente citate	
<p>A - Document care definește stadiul general al tehnicii și care nu este considerat de relevanță particulară;</p> <p>D - Document menționat deja în descrierea cererii de brevet de invenție pentru care este efectuată cercetarea documentară;</p> <p>E - Document de brevet de invenție având o dată de depozit sau de prioritate anterioară datei de depozit a cererii în curs de documentare, dar care a fost publicat la sau după data de depozit a acestei cereri, document al cărui conținut ar constitui un stadiu al tehnicii relevant;</p> <p>L - Document care poate pune în discuție data priorității/lor invocată/e sau care este citat pentru stabilirea datei de publicare a altui document citat sau pentru un motiv special (se va indica motivul);</p> <p>O - Document care se referă la o dezvoltare orală, utilizare, expunere, etc;</p>	<p>P - Document publicat la o dată aflată între data de depozit a cererii și data de prioritate invocată;</p> <p>T - Document publicat ulterior datei de depozit sau datei de prioritate a cererii și care nu este în contradicție cu aceasta, citat pentru mai buna înțelegere a principiului sau teoriei care fundamentează invenția;</p> <p>X - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este luat în considerare singur;</p> <p>Y - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este combinat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași categorie, o astfel de combinație fiind evidentă unei persoane de specialitate;</p> <p>& - document care face parte din aceeași familie de brevete de invenție.</p>