



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00706

(22) Data de depozit: 25/09/2017

(41) Data publicării cererii:
29/03/2019 BOPI nr. 3/2019

(71) Solicitant:

- UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- IPA S.A., CALEA FLOREASCA NR.169, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
- INSTITUTUL NAȚIONAL DE HIDROLOGIE ȘI GOSPODĂRIRE A APELOR, ȘOS.BUCUREȘTI-PLOIEȘTI NR.97, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
- EGH IMPORT EXPORT SRL, STR.ȚĂIETURA TURCULUI NR.47/12, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- AXTEN SRL, STR.FLORILOR NR.81, FLOREȘTI, CJ, RO

(72) Inventatori:

- MICLEA LIVIU CRISTIAN, STR. GORUNULUI NR. 7, AP. 29, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- ENYEDI SZILARD, STR. ION MEȘTER, NR. 1, BL. 01, SC. 4, AP. 36, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- ȘTEFAN IULIA ADINA, STR.TASNAD NR.20, BL.E3, AP.49, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

- STAN OVIDIU PETRU, STR.LĂCRĂMIOARELOR NR.1, AP.91, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- STOIAN IOAN, STR. AGRICULTORILOR NR. 20, AP. 58, CLUJ NAPOCA, CJ, RO;
- CAPATINA DORINA IULIANA, STR.N.TITULESCU NR.165, AP.13, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- GHIRAN OVIDIU VASILE, STR. MAGAZIEI NR.13, CLUJ NAPOCA, CJ, RO;
- MATREATA MARIUS, STR.SG.MAJ.VASILE TOPLICEANU NR.15, BL.P42B, SC. 2, AP. 30, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
- BOLOS GRIGORE, STR.MESTECENILOR NR.3, AP.11, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- JUCAN RADU, STR.LACUL ROȘU NR. 13, AP. 15, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- KOPE ZOLTAN, STR. DOROBANȚILOR NR. 112, BL.G1, AP.141, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- MOLDOVAN ALIN, STR. FLORILOR NR. 81, FLOREȘTI, CJ, RO

(74) Mandatar:

- CABINET DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL, STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, SC.1, AP. 2, CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ

(54) METODĂ DE INTEROPERABILIZARE A DATELOR PROVENITE DIN SISTEME TIP SCADA PRIN CONSTITUIREA UNEI STRUCTURI FEDERATIVE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de integrare federativă a sistemelor SCADA, federația fiind alcătuită din mai multe sisteme SCADA, noduri, schimburi mediind guvernarea între sistemele SCADA și porți de acces securizat pentru medierea schimburilor de date între entități, elemente funcționale, cum ar fi spații de nume, prezență, mesaje, resurse, și elemente de guvernare, cum ar fi înregistrarea, procedurile de admitere în federație, definirea drepturilor și obligațiilor, autentificarea și interschimbul de date. Interoperabilitatea s-a rezolvat printr-un set stratificat de protocoale, bazat pe proiectarea unei topologii descentralizate, scalabile și auto-organizabile. Metoda presupune parcurgerea următoarelor etape: instalarea componentelor software pentru expunerea informației, stabilirea datelor expuse în structura federativă, și drepturile de acces asupra datelor externalizate, stabilirea drepturilor de acces ale unui utilizator la informația federativă, și utilizarea datelor în mod federativ.

Revendicări: 6
Figuri: 4

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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. *a 2017 00706*
Data depozit *...25-09-2017...*

Metodă de interoperabilizarea datelor provenite din sisteme tip SCADA prin constituirea unei structuri federative

Invenția de față se referă la o metodă nouă de integrare federativă a sistemelor SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) în scopul îmbunătățirii funcționării individuale a entităților componente prin accesarea unor date și informații de la alte sisteme partenere din cadrul federației, fără a fi perturbate funcțiile individuale ale acestora.

Metoda se bazează pe definirea cerințelor topologice, a protocoalelor utilizate, a mecanismelor de guvernare (conducere) și a structurilor de date, în vederea asigurării interoperabilității, a unor sisteme SCADA, ce pot fi înglobate într-o structură asociativ-colaborativă de tip “federație” SCADA.

Elementele de topologie includ: componentele federației și structura acestora, resursele funcționale (root) căile de rutare, modulele gateways care mediază schimburile între sistemele SCADA entități ale Federației. Sunt definite structurile de metadate, mecanismele de autentificare, cerere și furnizare date, respectând cerințele de încredere și securitate.

Descrierea *funcțiilor federative* cuprinde descrierea funcțiilor de interconectare, comunicații, descrierea topologică și a resursele ontologice (inclusiv unitățile standardizate de măsură), structurile de date și metadate, schimburi de date, funcțiile legate de securitate.

Definirea mecanismelor care permit interoperabilitatea entităților din federația (mecanisme de brokeraj, identitate, atribuire, autentificare și autorizare cu diferite grade de securizare) se realizează astfel încât prin accesul autorizat la resurse gestionate într-un domeniu, pot fi furnizate date către identități ce gestionează alte domenii.

Funcțiile de conducere (guvernare) ale federației asigură independența funcțională a entităților, înregistrarea lor în federație, descrierea topologică, interconectarea pe diferite nivele în conformitate cu autorizarea primită, asigurarea gradului de încredere și protecție și analiza complementarității.

Prin propunerea de brevet se definește metoda de integrare federativă a sistemelor SCADA precum și instrumentele necesare. Noutatea metodei constă în modul de integrare și interoperare a sistemelor SCADA, precum și în definirea unitară a elementelor asociate. În abordările cunoscute, interoperabilitatea sistemelor SCADA se bazează fie pe o structură ierarhică, fie pe un schimb preorganizat de date istorice post procesate.

În structura federativă propusă, sistemele SCADA rămân autonome, au funcțiile de control implementate la nivel local și toate entitățile furnizează informații agregate și accesează resurse comune prin datele federalizate. Metoda propusă permite interoperabilitate între sisteme,

apartenență la grupuri ajustabile, exploatarea comună a resurselor susținând analiza unor evenimente complexe, în scop de asigurare de suport decizional în exploatare.

Interoperabilitatea sistemelor conform standardelor IEEE reprezintă abilitatea a două sau mai multe sisteme să schimbe informații și să utilizeze informațiile schimbate. Contextul de interoperativitate la nivelul metodei implementate este privit din mai multe puncte de vedere:

- aspecte tehnice: care cuprind caracteristicile tehnice, sintactice și semantice menite să asigure interoperabilitatea;
- aspecte organizationale: analiza resurselor și a procedurilor care pot fi puse în comun;
- aspecte legate de rețele (networking): analiza resurselor care facilitează legăturile de comunicare în rețele;
- aspecte judiciare: se referă la contracte, înțelegeri și alte documente care permit dezvoltarea cadrului legal de cooperare.

Scopul metodei este de a oferi, prin intermediul instrumentului colaborativ, informație pentru suport decizional entităților fizice și juridice interesate, proprietarilor de sisteme SCADA din federație sau autorităților administrative locale sau naționale, în contextul în care la momentul curent, al depunerii cererii, nu se cunoaște o metodă similară implementată.

Invenția propusă se adresează deținătorilor de sisteme SCADA aflate pe aceeași arie geografică sau care monitorizează aceeași resursă, în scopuri diferite sau apropiate, în vederea creșterii eficienței activității acestora. De asemenea, metoda de interoperabilizare prin federalizarea sistemelor se adresează și proiectanților de sisteme SCADA în vederea implementării unei infrastructuri definite, standardizate și dinamice, cu posibilități de interconectare - interoperare cu sisteme similare prin împrumut de resurse și schimburi autorizate de date.

Federația de SCADA este o asociație de sisteme SCADA interoperabile care au stabilit relații de cooperare, prin care fiecare poate asigura, la cerere, accesul autorizat al unui alt membru la resursele sale, acces bazat pe identitate și atribute asociate, în scopul realizării bunei funcționări a fiecărei entități sau în beneficiul unui terț. Federația trebuie să fie capabilă să integreze infrastructura existentă din fiecare entitate sau parte a acesteia, fără să se ceară investiții majore hardware sau software. Contextul federat este dinamic, prin prezentarea aleatoare de către una sau alta dintre entități a unei cereri de autorizare și acces la resursele altele și nu există înafara acestor acțiuni.

În continuare se va face o prezentare a stadiului actual privind structurile federative ale sistemelor SCADA și metodele de asigurare a interoperabilității prezentate în literatura de specialitate prin intermediul unor brevete.

În patentul US9099868B2 este prezentată o structură federativă privind semnalele de control transmise în interiorul unei rețele ierarhizate de entități de control a utilităților. Avantajul metodei este că permite managementul automat pe baza de politici de control definite prealabil, a semnalelor de control venite de la una din entitățile rețelei. Dezavantajul metodei constă în eliminarea deciziei la nivel local, structura fiind ierarhică, autorii menționând noțiunea de substație (engl. "Substation"), chiar dacă controlul este menționat ca fiind descentralizat. Conform descrierii, un alt dezavantaj ar consta în posibilitatea de transmitere automată de semnale de control la terminale astfel încât orice structura de sine stătătoare, fără caracteristici similare de procesare a datelor și semnalelor, dar cu nevoi de autoorganizare, cum ar fi un al tip de sistem SCADA (de exemplu, SCADA în industria petrochimică), nu poate beneficia de integrare facilă în acest sistem federativ de distribuție a semnalelor. În cadrul structurii federative a brevetului supus aprobării, avantajul și noutatea constau în faptul că orice structură de tip SCADA care necesită date furnizate de echipamentele unui membru al federației poate avea acces la ele, fără însă a afecta autoorganizarea individuală a membrilor prin generarea de semnale de control.

În patentul US7127328B2 se face referire la o metodă pentru securizarea transferului de date într-un sistem de management a energiei, securizarea având caracteristici federate, permițând unei entități afiliate să aibă acces restricționat la datele unei alte entități similare, pe baza unor acorduri contractuale prestabilite, cu scopul de a pune în comun doar anumite informații. Avantajul metodei constă în controlul datelor distribuite către anumiți solicitanți și utilizarea de servicii web securizate pentru autentificare și transfer securizat de date. O altă caracteristică a sistemului este accesul direct la senzorii și echipamentele aparținând unei alte entități de management, pentru operații de citire și control a acestora, aspect ce poate fi privit ca un detaliu de breșă de securitate, în condițiile în care sistemele SCADA implicate ar necesita izolare completă la expunerea datelor și controlului online. Avantajul și noutatea metodei curente supuse brevetării, față de sistemul US7127328B2, este izolarea completă în expunerea datelor furnizate de SCADA față de Federație, prin separarea și transmiterea unidirecțională (de la entitatea SCADA spre propria bază de date federată) a scrierii datelor. Dezavantajul sistemului US7127328B este că nu poate fi folosit în situații de izolare a datelor, ci doar de expunere în comun cu acces direct la senzorii disponibili în SCADA, chiar dacă extinderea cooperării nu ar presupune acces la echipamente.

În US8595094B1, este prezentat sistemul și metoda pentru participarea unor entități separate într-o rețea de management a energiei electrice. Avantajul metodei constă în distribuția automată a sarcinilor de producție de energie și în implementarea unui sistem de reglementare financiară a politicilor aferente prețului și nu numai. Sistemul presupune o procedură de

inregistrare inițială, în urma căreia elemente inactice ale rețelei pot deveni elemente active. Spre deosebire de acesta, sistemul curent, obiect al prezentei cereri de brevet de invenție, prezintă avantajul de a permite diferitelor entități SCADA aflate sub autorități diferite, care au poziționate echipamente de măsurare în același areal geografic să poată interschimba informație vitală în situații critice sau de defect, fără a intra în incidența ierarhică și fără a interveni în deciziile de control ale unui SCADA individual, cu avantaj major în păstrarea autonomiei acestora.

Patentul US2007/0228156A1 prezintă un mediu de introducere date care permite identificarea unor funcții disponibile ale sistemului și solicitarea unor sau mai multor operații pe baza acestora. Interoperabilitatea este asigurată și prin intermediul unui sistem de verificare încorporat care validează, pe baza unor reguli prestabilite, dacă utilizatorul are dreptul la anumite funcționalități solicitate; ulterior, un generator de interconectare va asocia un modul de operații cu funcțiile selectate; interoperabilitatea este posibilă și între funcții, pe baza unor reguli prestabilite.

În US2010/0145728A1 este prezentat un sistem pentru procesarea înregistrărilor medicale personalizate prin implementarea unei platforme de interoperabilizare care să asigure standardizarea informației medicale și transmiterea ei eficientă între diferite institutii medicale. Avantajul metodei consta în asigurarea unui mod standard de procesare a informației și de interpretare a acesteia. Avantajul metodei curente supusă brevetării constă în implementarea aplicației Descriptor care face posibilă integrarea, de fapt, a oricărui SCADA în Federație și în definirea unei baze de date corespunzătoare mărimilor procesate de SCADA, date care pot fi procesate similar de E-Service, indiferent de unde sau de la care SCADA provin.

Problema pe care o rezolvă invenția propusă este federalizarea datelor furnizate de entități SCADA fără generare de semnale de control invazive, cu păstrarea autonomiei fiecărui participant al federației.

Metoda conform invenției constă în parcurgerea următoarelor etape:

- instalarea componentelor software pentru expunerea informației (Modulul IS - Integrated Supervisor, SCADA Descriptor),
- stabilirea datelor expuse în structura federativă (baza de date locala) și drepturile de acces asupra datelor externalizate
- stabilirea drepturilor de acces ale unui utilizator la informația federativă (general, federative, public).
- utilizarea datelor în mod federativ (component de E-Service) în vederea suportului decizional.

Se prezintă un exemplu de aplicare a invenției în legătură cu figurile 1 – 4, care reprezintă:

- Figura 1, Diagrama Federației de sisteme SCADA și non-SCADA;
- Figura 2, Soluția E-SERVICE
- Figura 3, Lanțul de transmitere, separare și validare a datelor
- Figura 4, Autentificarea clientului, prin certificat, nume de utilizator și parolă.

Succintă prezentare a metodei de interoperabilizare prin federalizare

Avantajele metodei care face obiectul prezentei cereri de brevet de invenție sunt că, din punctul de vedere al interoperabilizării datelor, deși se înscrie în direcția brevetelor anterioare, include funcțiile de anvelopă (vezi subcapitolul 1.4.1 și 1.4.2) și componenta SCADA Descriptor (vezi subcapitolul 1.4.3) care asigură definirea unor modele pentru descrierea entităților componente ale structurii federative, astfel încât aderarea în federație să fie posibilă indiferent de tipul de sistem SCADA. De asemenea, structura datelor accesibile în federație, furnizate de către fiecare membru SCADA este aceeași și permite expunerea unui număr mare de mărimi măsurate extrase din bazele de date locale ale SCADA. Fluxul de date este unidirecțional, dinspre SCADA spre federație și nu invers (vezi subcapitolele 1.4.4 și 1.4.5). Avantajul și noutatea metodei curente constă în definirea unor instrumente de interoperabilizare care permit integrarea datelor oricărui tip de SCADA în federație prin integrarea a trei categorii de instrumente: IS – Integrated Supervisor cu cele trei componente ale sale, E-Service și SCADA -Descriptor (vezi subcapitolele 1.4.1, 1.4.2 și 1.4.3).

1 Prezentarea componentelor metodei supuse brevetării

1.1 Descrierea participanților la federație de tip SCADA

Între participanții în cadrul structurii federative ce face obiectul prezentei cereri de brevet de invenție se află reprezentanții entităților tip SCADA adică a sistemelor de monitorizare, control și achiziție de date (Supervisory Control and Data Acquisition). Acestea sunt sisteme care asigură monitorizarea la distanță și controlul unor procese și resurse aflate în diferite poziții geografice, funcții realizate prin achiziție de date, transmisie de date, stocare, procesare și furnizare de date online și offline cu scopul de a permite generarea și execuția de comenzi de control.

Solicitările la accesul de date federate sunt realizate cu ajutorul operatorilor umani din zonele de dispecerizare, prin intermediul serviciului web E-Service care expune o serie de opțiuni privind datele disponibile furnizate de toate celelalte entități federate, inclusiv cu expunere geografică în cadrul hărților geografice online, a poziției echipamentelor de măsurare. Scopul principal este acela al utilizării măsurătorilor similare ale altor SCADA, ce dețin senzori și traductori în același areal geografic, în situațiile limită. Situațiile limită pot fi defecțiuni ale propriilor echipamente,

inadvertențe în măsurători și necesitatea unei măsurători redundante de confirmare, imposibilitate de acces pentru reparații, la echipamente defecte, datorită unor condiții meteo extreme. Operatorii umani și entitățile SCADA nu vor avea posibilitatea de a genera comenzi spre echipamentele unor membrii federați, așa cum va fi prezentat în continuare.

1.2 Descrierea participanților la federație cu rol de observatori pasivi

Intre participanții admiși în structura federativă se află și entitățile utilizatoare de date, cu rol de observatori pasivi, entități cu prezență online și dispunând de stație PC/dispozitive mobile conectate la Internet care aderă la federație respectând regulile de aderare. Exemple pot fi instituțiile statului sau simplii cetățeni ce doresc acces la date publice. Aceste ultime entități nu vor putea furniza date, dar vor putea solicita acces la datele federate prin intermediul serviciului web E-Service și a aplicațiilor mobile disponibile și amintite în descrierea prezentului brevet.

1.3 Descrierea structurii federative de entități SCADA și non-SCADA

Arhitectura federativă aplicată sistemelor SCADA și non-SCADA, obiect al prezentei invenții, a fost realizată pe principiul unei organizații virtuale, operată de instrumente colaborative, este bazată pe proiectarea, realizarea și execuția integrării datelor generate de sisteme SCADA eterogene care se referă la o resursă comună (de exemplu: resursa de apă dintr-un bazin hidrografic, mijloacele de transport în comun acționate electric dintr-un oraș, etc.). Structura federativă oferă mecanisme de colaborare destinate optimizării controlului distribuit, creșterii funcționalității, scalabilității, preciziei, fiabilității și a disponibilității unei soluții de monitorizare în timp real a unui ansamblu de sisteme SCADA. Soluția oferită în cadrul metodei include realizarea unui spațiu comun de informații – CIS (Common Information Space) și a unui instrument colaborativ – IS (Integrated Supervisor), care gestionează toate operațiile în cadrul abordării federative. CIS interfațează date și cunoștințe istorice, date achiziționate în timp real, modele conceptuale pentru aplicație și utilizatori, modele de control și procesarea evenimentelor complexe.

Metoda se bazează pe definirea unor *șabloane pentru sistemele SCADA*, oferind utilizatorilor un model, *în scopul de a le federaliza și a le interopera*. Conceptul de sistem SCADA operat de un furnizor de servicii sau de o întreprindere interacționând cu sisteme SCADA operate de alți furnizori este concentrat pe cazuri de utilizare, în care sarcinile care rulează pe un sistem SCADA, în mod explicit referă un serviciu de pe un alt sistem SCADA.

Metoda supusă brevetării presupune definirea: *topologiei, protocolelor, funcționalității și nevoilor de guvernare*, pentru a sprijini interoperabilitatea între sisteme SCADA în federație. Elementele *topologice* constau în: sisteme SCADA, noduri, schimburi (mediind guvernarea între sistemele SCADA), și porți (gateway) de acces securizat (mediind schimbul de date între sistemele SCADA). Elementele *funcționale* cuprind: spații de nume, prezență, mesaje, resurse și infrastructura

de încredere. Elementele de *governare* includ: înregistrarea, independența geografică, potențialul de conformitate, procedurile de admitere în federație, definirea drepturilor și obligațiilor, autentificarea și interschimbul de date. Provocările legate de interoperabilitate au fost rezolvate printr-un set stratificat de protocoale, bazat pe proiectarea unei topologii federate descentralizată, scalabilă și auto-organizabilă.

Structura de tip federativ, prezentată în figura 1, are următoarele proprietăți:

- structura de tip federativ este o structură organizată ne-ierarhic destinată schimbului de date între entități;
- fiecare membru al federației funcționează prioritar independent, realizând funcțiile sale proprii;
- fiecărui membru la intrare în federație i se definesc drepturile (de a solicita și obține date de la alți membri) și obligațiile (de a furniza date la cerere);
- interoperabilitatea în cadrul federației se realizează ad-hoc, la solicitarea unui membru răspunzând unul sau mai mulți membri conform procedurilor din federație;
- sunt implementate funcții de tip anvelopă, care manipulează date provenite de la mai mulți membri ai federației;
- permite accesul la date federate a unor observatori.

Sucesiunea de pași pentru funcționarea Federației

- instalarea componentelor software pentru expunerea informației (Modulul IS - Integrated Supervisor, SCADA Descriptor)
- stabilirea datelor expuse în structura federative (baza de date locală) și drepturile de acces asupra datelor externalizate
- stabilirea drepturilor de acces ale unui utilizator la informația federativă (general, federative, public).
- utilizarea datelor în mod federative (componente de E-Service) în vederea suportului decizional.

a. Structura federativă include:

1. baze de date locale rezidente pe PC-uri – servere de proces/servere de baze de date SCADA
2. servere SFTP (Secure FTP) rezidente pe PC-uri SCADA pentru extragerea de fișiere în format JSON, CSV, de către structura federativă

3. IS Integrated Supervisor cu componentele IS Com și IS Engine (prezentate în subcapitolul 1.4.1),
 4. serviciul web E-Service (descriș în subcapitolul 1.4.2),
 5. portile de acces (gateways) care conțin procedurile de securizare a schimbului de date,
 6. spatiul comun de informații prin bazele de date stocate local și baza de date la nivelul serverul federatiei (F2S Database).
- b. Metoda de interoperabilizare a datelor provenite din sisteme SCADA** prin constituirea unei structuri federative integrează următoarele categorii:
- *Interoperabilitatea seturilor de date* – abilitatea a doua sau mai multe seturi de date de a fi combinate, legate și procesate;
 - *Interoperabilitate la nivel tehnic (infrastructura)* - se referă la capabilitatea de conectare a sistemelor prin conexiuni P2P sau în rețele prin adoptarea unor tehnologii tip Web services;
 - *Interoperabilitate la nivel sintactic* - se referă la capabilitatea de a schimba prin intermediul infrastructurilor, date structurate (format standardizat);
 - *Interoperabilitate la nivel semantic* - este proprietatea de a interpreta în același mod informațiile, proprietate realizată prin creerea de ontologii utilizând tehnologii semantice. Este necesară creerea de metadate care descriu cunoștințe despre date (ce conțin datele, unde sunt, cine le deține, calitatea lor și modalitatea de procesare);
 - *Interoperabilitatea contextuală* - se referă la toate aspectele organizaționale și colaborative, calitate și siguranță (trust), senzitivitatea contextului la cooperare (context sensitivity), existent cadrului juridic de cooperare între detinatorii de sisteme SCADA.
- c. Metoda de implementare a unei componente locale a structurii federative**, la nivelul fiecărui membru presupune adăugarea unor module specifice de interfață cu federația:
1. instalarea componentei software SCADA Descriptor pe un dispozitiv de calcul aparținând autorității asociate entității SCADA și calificarea datelor locale ce vor deveni accesibile în federație (date publice-accesibile tuturor, date federate-accesibile membrilor federației în funcție de drepturi, date proprii)
 2. instalarea supervisorului integrat IS care gestionează răspunsurile la cererile de date ale diverșilor membri ai federației, pe un dispozitiv de calcul aparținând autorității asociate entității SCADA
 3. instalarea serverului FTP pentru gestiunea schimburilor de date cu serviciul web
 4. executia de proceduri de guvernare, proceduri de securizare a schimbului de date, proceduri de schimb de date

Aceste componente permit expunerea uniformă de date în interiorul federației și asigură interoperabilitatea la nivelul datelor. Metoda supusă brevetării este bazată pe utilizarea a trei categorii de instrumente: IS – Integrated Supervisor, E–Service și SCADA-Descriptor care vor fi descrise în continuare.

Instrumentul IS este asociat fiecărui sistem SCADA inclus în federație și implementează accesul la datele și informațiile federative între aceste sisteme.

Accesul la datele și informațiile federative poate fi asigurat pentru toți proprietarii de sisteme SCADA, dar și pentru alți membri admiși în federație (care nu furnizează date federate) și prin instrumentul de tip *E–Service* (vezi figura 2).

Toate resursele disponibile de la fiecare entitate SCADA sunt descrise într-un mod unitar, prin instrumentul specific de tip descriptor, *SCADA-Descriptor*.

1.4 Descrierea instrumentelor asociate metodei de realizare a organizației federative a sistemelor SCADA

1.4.1 Modulul IS - Integrated Supervisor

Elementelor topologice, funcționale și de guvernare le sunt asociate instrumentele specifice ce sunt integrate în modulul supervisor **IS** și sunt implementate în arhitecturile sistemelor SCADA existente, în faza de configurare a federației. Ele înglobează și exploatează într-un *spațiu comun de informații*, CIS, resursele fiecărui sistem: datele furnizate de rețele de senzori și actuatori, baze de date, resurse locale pentru suport decizional. Avantajul utilizării spațiului comun de informații CIS este dat de disponibilitatea, în timp scurt, a datelor de interes, acces restricționat sau extins de tipul de colaborare și drepturile de acces asociate fiecărui sistem SCADA din federație.

Pe baza drepturilor alocate fiecărui membru al federației sunt gestionate schimbul de date on-line, accesul la bazele de date istorice, împrumutul de informații furnizate de resurse fizice (senzori), accesul la parametrii monitorizați în timp real. Integrarea federativă impune *cerințe critice* instrumentelor colaborative și anume: mecanisme de corelare, analize semantice și de plauzabilitate pentru interpretarea datelor din bazele de date și cunoștințe ale entităților SCADA participante, în scopul asigurării interoperabilității și creșterii sinergiei ansamblului.

Datele sunt furnizate prin mecanisme de acces și securizare a datelor și gestionarea utilizatorilor. Această cerință se realizează prin tehnici de agregare a datelor, abordări colaborative, tehnici de sincronizare și de comunicare care pot rezolva inconsecvențele din date. O soluție de interschimb de date tip JSON orientată spre servicii web asigură distribuția

obiectelor specifice aparținând unui sistem SCADA furnizor spre clienții cu care există legături instantanee.

Avantajul modelului conceptual al sistemelor integrate constă în asigurarea unei referințe de bază privind descrierea tuturor parametrilor expusi de fiecare SCADA, pentru o integrare facilă a oricărei entități de același tip în structura federativă. Dezavantajul constă în posibilitatea de a utiliza această metodă doar pentru tipuri de sisteme care prezintă aspecte comune de descriere cu sistemele SCADA.

Supervizorul Integrat IS asigură funcțiile de interoperabilitate și colaborare din cadrul Federației și este compus din:

- ISM - Integrated Supervisor Manager care: gestionează serviciile și procedurile federative și controlează celelalte module din IS; operează cu: i) Catalogul Resurselor Federate, metadatele date declarate federate, metadatele despre serviciile din cadrul federației; ii) pagina cu resursele proprii federate.
- IS COM – Integrated Supervisor Communication conține protocoalele de comunicații;
- IS Engine - Integrated Supervisor Engine conține mecanismele serviciilor federative implementate. Ansamblul ISM și IS COM formează un cadru pentru interoperabilitatea sistemelor SCADA dintr-o structură federativă.

1.4.2 Serviciul web E-Service

Prin acest instrument se oferă suport pentru transferul și publicarea datelor (publice și private) de către federație spre: entitățile SCADA din federație, autorități publice și cetățeni, care s-au înregistrat în federație și au diverse permisiuni de acces. Aceste informații sunt furnizate printr-o arhitectură de tip e-serviciu bazată pe mecanisme client-server. Instrumentul E-Service se bazează pe o arhitectură orientată pe servicii web cu trăsături cloud, care reprezintă metoda cea mai potrivită de a asigura disponibilitate și scalabilitate ridicate la costuri reduse din perspectiva clienților. Caracteristica de tip cloud a sistemului provine din transparența acestuia spre utilizator și din faptul că agregarea, filtrarea și analiza preliminară a datelor se poate face pe partea de server.

E-Service utilizează date din CIS-ul federației, folosește formate de ieșire predefinite (sau scheme), furnizează informații pentru toate locațiile de monitorizare (entitățile federației) într-o anumită zonă geografică și preia măsurătorile de calitate a semnalului de la senzori. În Figura 2 este redată relația dintre federația SCADA și serviciul ei E-Service care include: un serviciu web ce oferă date pentru clienții compatibili, un portal web pentru browser-ele desktop și mobile și aplicații dedicate clientului pentru platforme de tip desktop și mobile.

Tehnologiile pentru accesarea datelor folosite de E-Service sunt: CSV și Json.

De asemenea, serviciul web E-Service permite, prin componenta sa GIS, localizarea pe harta geografică a senzorilor și traductorilor accesibili. De asemenea, permite afișarea informațiilor meteorologice și a eventualelor avertizări hidrologice, în mod distinct - pentru bazin hidrografic din zona de interes.

1.4.3 SCADA Descriptor

Pentru pregătirea cooperării federative, toate caracteristicile sistemelor SCADA sunt investigate și sunt descrise într-un mod unitar. *SCADA - Descriptor* este instrumentul pentru descrierea prin identificatori a resurselor SCADA care sunt incluse în federație precum și a nivelului de accesibilitate care este permis de proprietarul furnizor al datelor. Acest instrument include: descriptor de funcții și de arhitectură; descriptor de topologie; descriptori pentru identificarea cerințelor, protocoalelor, constrângerilor și regulilor de securitate a sistemelor.

Nu se instalează în cazul entităților non SCADA.

1.4.4 Standardizarea datelor pentru asigurarea interoperabilității

Datele expuse de fiecare entitate SCADA parteneră în Federație sunt păstrate local într-o structură de bază de date predefinită. Această structură de bază de date asigură definirea unor reguli unitare de structurare a informației expuse de fiecare participant și astfel asigurându-se interoperabilitatea între entitățile SCADA ce au aderat la structura federativă.

Structura de baza de date include urmatoarele tabele: configurări intrări analogice, configurări intrări numerice, F2S_resursa, F2S_cfg_resursa, F2S_date_istorice, F2S_cfg_functionare, F2S_cfg_online, F2S_cfg_conexiune, F2S_date_online, F2S_functionare, F2S_entitate_functionala, F2S_istoric, Tip_marime, Unit_masura.

Dezavantajul prezentei structurii este ca nu permite adaugarea de noi tabele. Avantajul il reprezintă posibilitatea de adăugare necondiționată a tipurilor de mărimi expuse și a unităților de măsură folosite, definirea tipurilor de date privind structura funcțională a unui sistem SCADA.

Nu se instalează în cazul entităților non SCADA.

1.4.5 Datele transferate între entități federate în cadrul E-Service

Transferul de informații între membri se realizează prin intermediul E-Service federat, serviciu web ce comunică informația federată standardizat, urmărind formatul JSON și standarde de securizare a datelor. Este formatul de date utilizat pentru comunicarea asincronă browser/server, așa cum se poate observa și din figura 3.

Informațiile schimbate între diversele sisteme SCADA și componenta E-Service sunt de următoarele categorii:

1. registrul resurselor federate - datele comune (elemente de configurare, denumiri în clar ale mărimilor, unități de măsură) se transferă E-Service-ului la aderarea în federație respectiv la reconfigurări;
2. comenzi de cerere de date;
3. valori online ale mărimilor transferate – Datele care se transferă către E-Service periodic;
4. valori istorice preluate din baza de date - Se transferă la cerere ca răspuns la comenzi de cerere de date. Datele dispun de modalități de identificare și de amprentate de timp. Din bazele de date istorice se extrag valori memorate la esantioane de timp precizate de solicitant;
5. mesaje de eroare pentru cereri neacceptate sau de la componente nefuncționale ale echipamentelor.

Se prezintă diagramele de intershimb de date asociate invenției, care reprezintă:

- în Figura 3 este redată diagrama de transmitere, separare și validare a datelor.
- în Figura 4 este redat procesul de autentificare a clientului prin certificat, nume utilizator și parolă.

Securizarea datelor se realizează prin cifrarea comunicației, impunerea de niveluri de permisiuni asupra datelor, emiterea de certificate client și diferențierea rolurilor utilizatorilor.

1.4.6 Definirea rolurilor de *utilizatori* și securizarea transferului de date

Roluri utilizatori

Data fiind necesitatea controlării accesului la date, serviciul asociază roluri fiecărui cont de utilizator, pe lângă nume și parolă. Această facilitate asigură flexibilitate în controlul accesului, pe orizontală - se face diferențiere între utilizatorii aparținând diversilor membri ai federației, diferențiere necesară pentru corespondența cu permisiunile de acces privat, federativ sau extern, și pe verticală – separând utilizatorii obișnuiți de administratorii de sistem sau de cei cu alte roluri.

Cea mai importantă componentă a sistemului este E-Service care permite și controlează expunerea de date între membrii Federației.

Expunerea de date se realizează prin salvarea informației extrase de la fiecare membru în baza de date tampon a server-ului serviciului web, avantajând astfel o mai rapidă expunere a informației în Federație.

Cifrarea comunicației

Deși autentificarea clienților este importantă, la fel de critică este protejarea accesului la date în timpul transmisiei și asigurarea autenticității acestora la destinație. Sistemul cifrează



comunicațiile cu protocolalele TLS/SSL (în relația client-serviciu web) și SSH (pentru transferul datelor și cererilor JSON/CSV, între sistemele SCADA și serviciul web).

Permisuni asupra datelor

Datele furnizate de sistemele SCADA conțin un indicator de permisiuni, cu una dintre valori: private, federative (accesibile membrilor federației) sau externe (accesibile și spre exterior, pe bază de autentificare). În funcție de rolul asociat contului în care s-a autentificat clientul, aplicația server trimite sau nu datele cerute, aplicației client, spre afișare.

Certificate client

Pentru securitate crescută, soluția realizată implementează autentificare multifactorială, prin metoda “what you have and what you know” (“ce deții și ce știi”). Clienții sunt autentificați pe bază de nume de utilizator și parolă și la fiecare conectare, este nevoie să dețină și să furnizeze un certificat digital, unic, acordat fiecărui client, în momentul intrării în federație. Această soluție a fost implementată prin generarea de certificate client web/sistem de operare, instalarea lor la clienți și înregistrarea/propagarea lor pe serverele serviciului. O aplicație client care dorește să acceseze serviciul, întâi trebuie să prezinte certificatul său digital, doar după aceea primește posibilitatea să se autentifice cu nume de utilizator și parolă.

2 Concluzii

În concluzie, relevanța tehnico-științifică a metodei rezultă din definirea **arhitecturii federative** și **mecanismului de integrare a sistemelor SCADA**, bazat pe interoperabilitatea reconfigurabilă, exploatarea resurselor comune, împrumut de resurse, extensia gamei de măsuratori, creșterea preciziei prin utilizarea senzorilor altor proprietari și a senzorilor virtuali, creșterea redundanței și robusteții fiecărui sistem în parte, extinderea capacităților de decizie asistată prin date obținute de la terți.

Avantajul principal al invenției este utilizarea de date în format interoperabil transmise serviciilor web pentru gestionarea cererilor de acces la date cu caracter specific, în contextul unei federații de SCADA. Problema tehnică rezolvată de invenție este accesul on-line la informații indiferent de forma clientului software: navigator web, smart device sau desktop. Protecția datelor cu caracter restrictiv este asigurată printr-un schimb de chei private între aplicația client și aplicația server și acces restrictiv de conectare la baza de date.

Instrumentul colaborativ de gestiune a resurselor pentru sistemele SCADA partenere în federație presupune accesul la datele generate și expuse prin intermediul intervenției tuturor partenerilor federativi agreeți.

Metoda include:



- asigurarea posibilităților de aderare la federație prin solicitarea drepturilor de acces și securizarea transferului de date;
- structurarea datelor tip entitate federativă în formatul interoperabil impus de structura de vizualizare la client;
- salvarea acestor informații pe unitatea/unitățile de calcul expuse în federație;
- utilizarea unui server de tip SFTP (Secure FTP) pentru transferul datelor spre E-Service;
- transferarea efectivă a datelor prin intermediul E-Service federat și salvarea datelor în baza de date tampon a serviciile E-Service;
- expunerea informației prin interfața grafică la orice solicitare a entităților partenere.

REVENDICĂRI

1. Structura federativă de sisteme SCADA eterogene care se referă la o resursă comună, alcătuită din mai multe sisteme SCADA, cu elemente topologice și funcționale, **caracterizată prin aceea că**, își păstrează autonomia prin menținerea funcțiilor de control implementate la nivel local, dar furnizează informații agregate de către toate entitățile și accesează resurse comune prin datele federalizate, fiecare membru al federației funcționează prioritar independent, realizând funcțiile sale proprii, fiecărui membru la intrare în federație i se definesc drepturile și obligațiile, iar interoperabilitatea în cadrul federației se realizează ad-hoc, la solicitarea unui membru răspund unul sau mai mulți membri conform procedurilor din federație, structura având implementate funcții de tip anvelopă, care manipulează date provenite de la mai mulți membri ai federației, interoperabilitatea fiind asigurată de un set de protocoale „inter SCADA” dispuse pe nivele, oferind în ansamblu proiectarea unei topologii federative F2S descentralizate, scalabile și capabilă să se auto-organizeze, topologia „inter SCADA”, include porturile de acces (inter SCADA Gateway), care implementează protocoalele ce contribuie la interoperabilitatea sistemelor SCADA.
2. Structura federativă de sisteme SCADA, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, optimizarea controlului distribuit tuturor entităților din structură se realizează printr-un mecanism de colaborare specific care furnizează: (a) un spațiu comun de informații – CIS (Common Information Space), care interfațează date și cunoștințe istorice, date achiziționate în timp real, modele conceptuale pentru aplicație și utilizatori, modele de control și procesarea evenimentelor complexe; (b) un instrument colaborativ – IS (Integrated Supervisor), care gestionează toate operațiile în cadrul abordării federative; (c) un serviciu web „e-Service” pentru emiterea cererilor/răspunsurilor de informații în federație de către utilizatori, protejate prin intermediul: criptării comunicației, definerii permisiunilor asupra datelor, emiterii de certificate client, impunerii rolurilor de utilizatori; (d) un ansamblu descriptor care permite descrierea într-un mod unitar a resurselor disponibile pentru federație de la fiecare entitate SCADA.

3. Structura federativă de sisteme SCADA, conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că**, mecanismul de interoperabilizare specific - IS (Integrated Supervisor) care asigură funcții de interoperabilitate și colaborare, gestionează toate operațiile în cadrul abordării federative neierarhice, este alcătuit din trei componente:
 - a. ISM - Integrated Supervisor Manager care gestionează serviciile și procedurile federative și controlează celelalte module din IS; aceasta operează cu: i) Catalogul Resurselor Federate, metadatele date declarate federate, metadatele despre serviciile din cadrul federației; ii) pagina cu resursele proprii federate.
 - b. IS COM – Integrated Supervisor Communication conține protocoalele de comunicații;
 - c. IS Engine - Integrated Supervisor Engine conține mecanismele serviciilor federative implementate.
4. Metodă de interoperabilizarea datelor provenite din sisteme tip SCADA prin constituirea unei structuri federative, **caracterizată prin aceea că**, presupune parcurgerea următoarelor etape:
 - instalarea componentelor software pentru expunerea informației (Modulul IS - Integrated Supervisor, SCADA Descriptor),
 - stabilirea datelor expuse în structura federativă (baza de date locală) și drepturile de acces asupra datelor externalizate
 - stabilirea drepturilor de acces ale unui utilizator la informația federativă (generale, federative, publice).
 - utilizarea datelor în mod federativ (componenta de E-Service) în vederea suportului decizional.
5. Metodă de interoperabilizarea datelor provenite din sisteme tip SCADA prin constituirea unei structuri federative, conform revendicării 4, **caracterizată prin faptul că** definește o structură de tip federativ ce realizează: împrumut de resurse, extensia gamei de măsurători, creșterea preciziei prin utilizarea senzorilor de la alți proprietari și a senzorilor virtuali, redundanța și robustețea fiecărui sistem în parte, extinderea capacităților de decizie asistată prin date obținute de la terți, definirea unor funcții de tip anvelopă.

6. Metodă de interoperabilizarea datelor provenite din sisteme tip SCADA prin constituirea unei structuri federative, conform revendicării 4, **caracterizata prin faptul că** utilizează șabloane care constau în modele funcționale pentru a federaliza și pentru a asigura interoperabilitatea sistemelor SCADA partenere în federație, șabloanele fiind generate cu instrumentul SCADA – Descriptor, care include: descriptor de funcții și de arhitectură; descriptor de topologie; descriptori pentru identificarea cerințelor, protocoalelor, constrângerilor și regulilor de securitate a sistemelor.

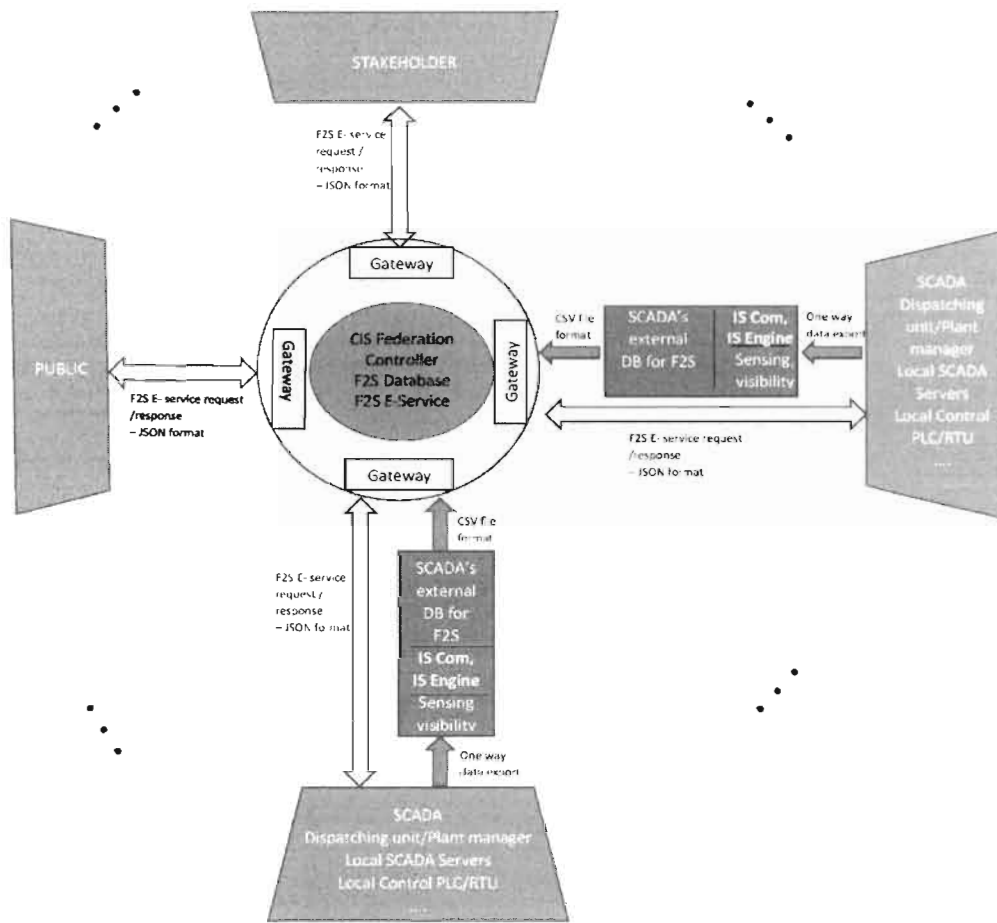


Figura 1

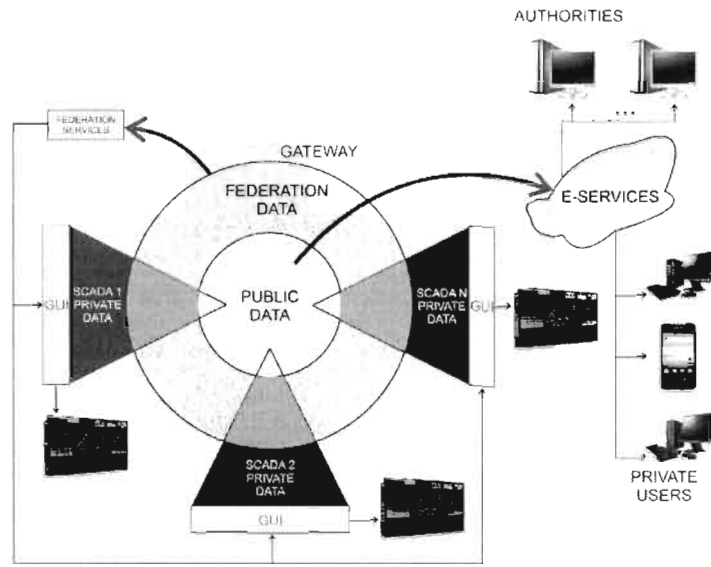


Figura 2

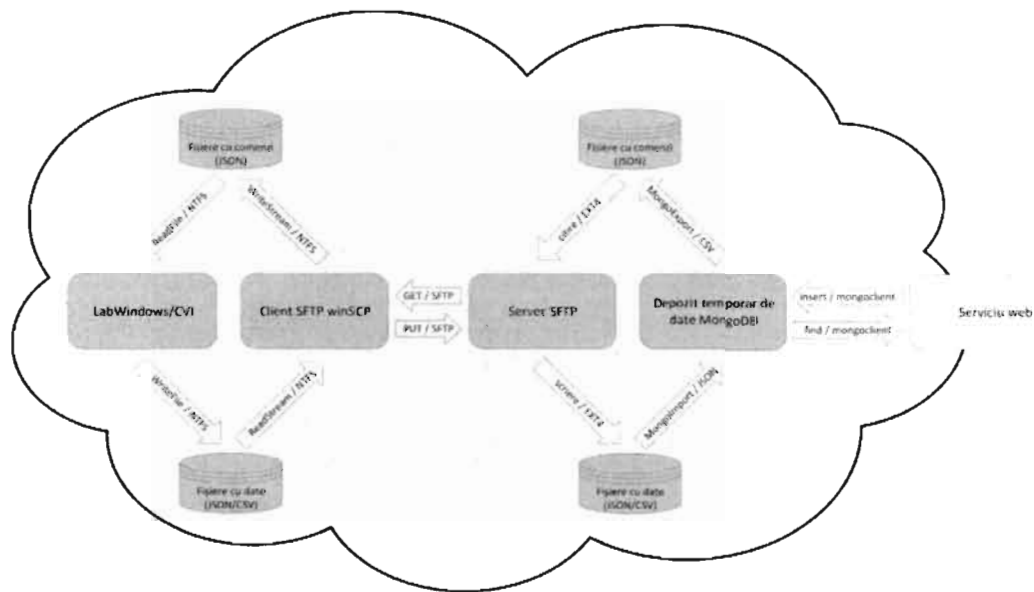


Figura 3

44



Figura 4