

The Implementation of the Communication Component for Heterogeneous Wide-area Distributed Systems

Nicoleta-Cristina Găitan, Ștefan Gheorghe Pentiuc, Vasile Gheorghită Găitan, and Ioan Saramet

Abstract— In this paper there will be a discussion about the implementation of the communication component for heterogeneous wide-area distributed systems. The integration of information system has become a common means to increase the overall efficiency of production and quality of products. The evolving need for integration is answered by OPC Foundation specification. Both the architecture of the communications system, which was structured on three hierarchical levels, and the architectural patterns of communications are defined.

Index Terms—OPC, DCOM, VPN, middleware, SCADA

I. INTRODUCERE

ÎN această lucrare ne propunem să prezentăm aspecte specifice sistemului de achiziție de date pentru consumul de utilități caracterizat prin răspândire geografică:

- este răspândit geografic la nivelul orașelor (arie metropolitană) sau pe suprafețe mai mari (arie larg răspândită) [1].
- Punctele de distribuție sunt organizate ierarhic și pot fi de complexitate [1]: mică (un contor la scara unui bloc sau apartament); medie (pe lângă contorizare se pot măsura și alți parametri cum ar fi presiunea, temperatura și se mai pot da și comenzi simple de tip închis/ deschis pentru vane) sau mare (cum ar fi punctele termice unde pot exista inclusiv sisteme de achiziție de date locale și bucle de reglare locale realizate cu regulatoare numerice sau automate programabile de uz general sau dedicate).
- Rețelele interconectate sunt eterogene, de la subrețelele Internetului până la rețele industriale locale, rețele wireless și rețele dedicate.
- Folosirea infrastructurii metropolitane (uzual un furnizor local de ISP – Internet Service Provider),

pentru reducerea costurilor de comunicație și a facilităților Internet.

- există două tipuri de comunicații și anume comunicațiile între aplicații bazate pe middleware-ul DCOM și comunicațiile între sisteme bazate pe rețeaua Internet, rețelele industriale locale, rețele wireless, rețele dedicate.
- Proiectarea unui sistem de tip Master Inteligent orientat pe aplicații SCADA-SMEDU.
- Accesul la un mediu de comunicație poate fi continuu, intermitent sau să nu existe.

În cadrul acestei lucrări s-a realizat elaborarea arhitecturii sistemului de comunicație prin definirea celor trei modele de comunicație corespunzătoare celor trei tipuri de puncte de distribuție, dispecerului central și punctelor de plată locale. Au fost definite caracteristicile Master-ului Inteligent și metodele de evitare a problemelor create de DCOM.

Structura arhitecturii modelului de comunicație se va defini plecând de la modelul sistemului de achiziție de date specific consumului de utilități caracterizat prin răspândirea geografică prezentat în figura 1.

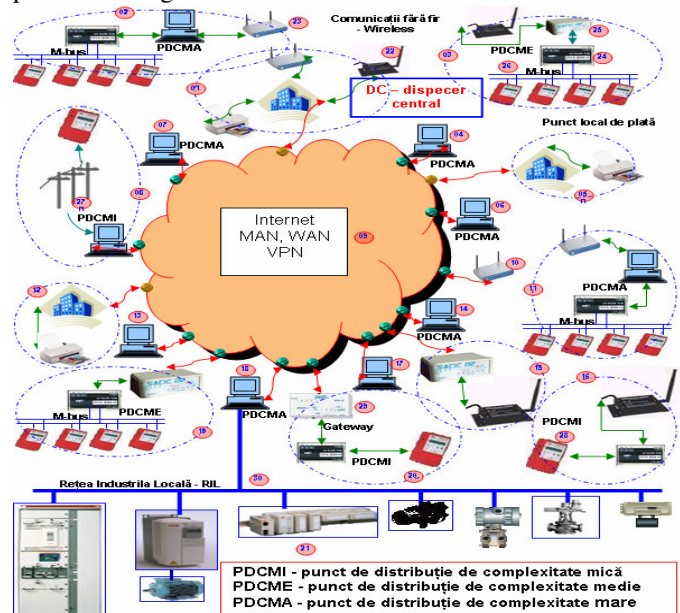


Fig. 1. Schema bloc de principiu a modelului sistemului de achiziție de date – SMEDU.

Nicoleta-Cristina Găitan – Universitatea Ștefan Cel Mare Suceava, str. Universității nr.13, RO-720229, Suceava (e-mail: cristinag@eed.usv.ro)
 Ștefan-Gheorghe Pentiuc – Universitatea Ștefan Cel Mare Suceava, str. Universității nr.13, RO-720229, Suceava (e-mail: peniuc@eed.usv.ro)
 Vasile-Gheorghită Găitan – Universitatea Ștefan Cel Mare Suceava, str. Universității nr.13, RO-720229, Suceava (e-mail: gaitan@eed.usv.ro)
 Ioan Saramet – S.C. ELSACO S.A, Str. Pacea Ocolitor FN, 710 137, Botosani (e-mail: ioan.saramet@elsaco.com)

II. ARHITECTURA SISTEMULUI DE COMUNICAȚIE

Sistemul de comunicație trebuie să deservească:

- un sistem distribuit pe o arie geografică mare,
- Cu cerințe de timp real de tip:
 - Soft real time (cerințe slabe) pentru punctele de achiziție de date și plăți,
 - Hard real time (cu deadline, cerințe tari) pentru punctele de distribuție cu conducere directă.

Sistemul de comunicație trebuie să asigure comunicația de date între:

- dispecerul central și
- punctele de plată,
- punctele de distribuție de complexitate mare,
- punctele de distribuție de complexitate medie,
- punctele de distribuție de complexitate mică,
- precum și între punctele de distribuție și
- dispozitivele din câmp (cum ar fi contorii),
- senzorii și elementele de execuție inteligente.

După cum se vede din figura 2 dispozitivele care comunică între ele au fost grupate pe trei niveluri ierarhice (punctele de plată au fost plasate pe primul nivel ierarhic).

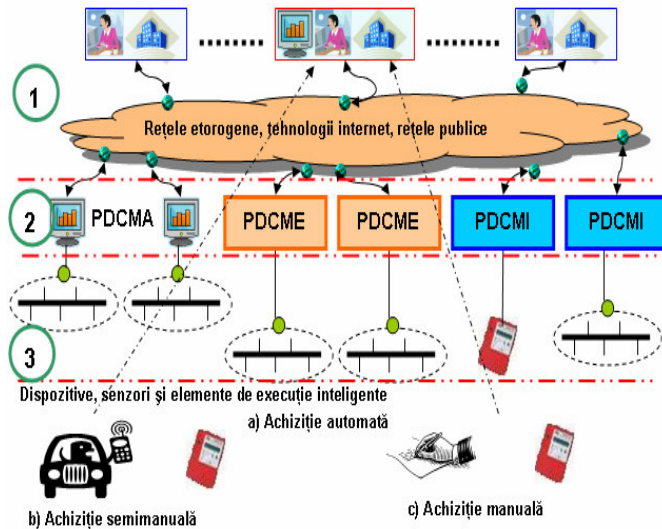


Fig. 2. Arhitectura sistemului de achiziție.

Arhitectura sistemului de comunicație trebuie să permită achiziția și transferul de date în sistem pentru trei situații:

- Achiziție automată (folosește structura de rețele eterogene interconectate),
- Achiziție semimanuală (se folosește un PDA sau un LAPTOP cu comunicație wireless pentru achiziție pe distanțe scurte și descărcarea acestora la dispecerul central),
- Achiziția manuală (se citesc și se scriu datele citite care mai apoi sunt introduse manual la dispecerul central).

Arhitectura sistemului de comunicație trebuie să asigure:

- Comunicația între aplicații, utilizând un middleware și o specificație standard,

- Comunicația între sisteme gazdă utilizând rețele de comunicație:
 - Rețele eterogene conectate în Internet care pot fi rețele publice (important din punctul de vedere al asigurării securității sistemului).
 - Rețele dedicate pentru conectarea punctelor de distribuție izolate bazate pe modem-uri radio sau telefonice.
 - Rețele industriale locale pentru conectarea dispozitivelor, senzorilor și a elementelor de execuție inteligente.
 - Rețele wireless pentru distanțe mici pentru achiziția semimanuală.

III. MODELE ARHITECTURALE ALE SISTEMULUI DE COMUNICATIE

În figura 3 este prezentat modelul pentru aplicația SMEDU-SCADA.

În figură se poate identifica comunicația între aplicații care este asigurată de middleware-ul DCOM de la Microsoft. Serverele utilizate se bazează pe specificația OPC normală (la ora actuală se lucrează la specificația OPC UA care va conduce la independența de platformă). Serverele aplicației care pot fi de date, de istorice și de alarme și evenimente, prin DCOM pot fi apelate local și de la distanță.

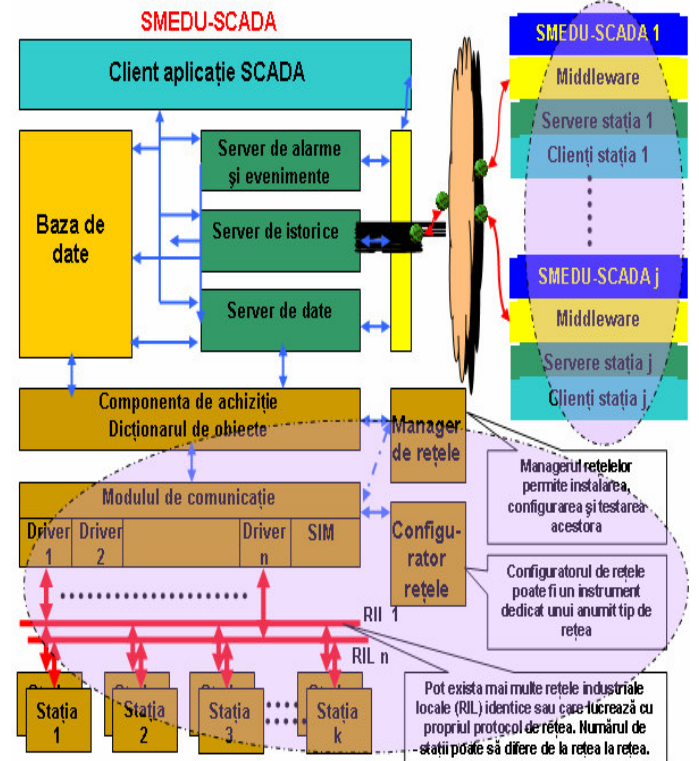


Fig. 3. Modelul de comunicație pentru aplicația SMEDU-SCADA.

Comunicația între sistemele gazdă este asigurată prin intermediul Internet-ului și prin intermediul rețelilor industriale locale. Pentru acestea din urmă se propune o componentă de comunicație structurată pe două niveluri ierarhice

- Componenta de achiziție care definește dicționarul de obiecte (o colecție de obiecte și date membre pe care le expune fiecare aparat și care sunt definite de un fișier Electronic Data Sheet atașat), include un program utilitar denumit managerul de rețele, și
- Modulul de comunicație, care conține driverele specifice fiecărui protocol de comunicație cu dispozitivele din câmp de la care se face achiziția de date și, în unele cazuri, un configurator de rețea specific unui anumit protocol. Driverele permit la nevoie și conectarea rețelelor dedicate și a celor wireless pe distanțe mici pentru achiziția semimanuală.

Acest model se poate aplica sistemelor gazdă din:

- Dispecerului central,
- Punctelor locale de plată,
- Stațiilor de distribuție de complexitate mare.

IV. MODELUL PENTRU PUNCTELE DE DISTRIBUȚIE DE COMPLEXITATE MEDIE

Acest model este prezentat în figura 4. În cadrul acestui model, structura componentei de comunicație poate fi ca și la modelul din figura 3, dar cu simplificări determinate de arhitectura de tip embedded a sistemelor gazdă pentru punctele de distribuție de complexitate medie.

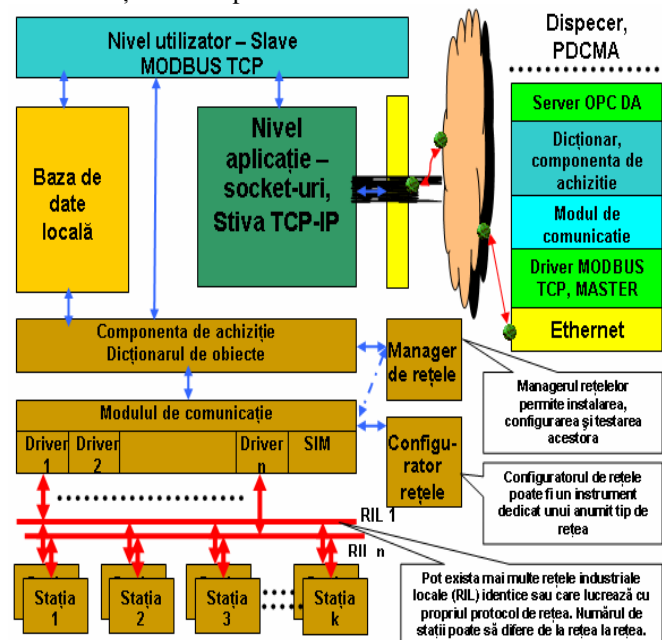


Fig. 4. Modelul de comunicație pentru sistemele gazdă din punctele de distribuție de complexitate medie.

Comunicația între aplicații se va realiza utilizând protocolul MODBUS TCP. Acesta a fost ales pentru simplitatea lui. Aplicația de la capătul celălalt este driverul MASTER MODBUS TCP-IP care va transmite informația în sus pentru server așa cum se arată în figurile 3 și 4.

Ca și la modelul precedent comunicația între sistemele gazdă este asigurată prin intermediul Internet-ului și prin intermediul rețelelor industriale locale.

Acest model se aplică doar sistemelor gazdă din punctele de distribuție de complexitate medie.

V. MODELUL PENTRU PUNCTELE DE DISTRIBUȚIE DE COMPLEXITATE MICĂ

Pentru aceste puncte se pot utiliza convertoare Ethernet – RS232 sau RS485 sau Ethernet USB [3][6], care fac transparentă plasarea la distanță a dispozitivelor de monitorizat din punctele de distribuție de complexitate mică. În figura 4 sunt prezentate două soluții posibile.

În cazul primei soluții, figura 5 a, se folosește o metodă asemănătoare tunelling-ului din cazul rețelelor locale de calculatoare. Sursa și destinația nu știu că au o conexiune Internet. La nivelul stației, care are serverul OPC de date, conexiunea este văzută ca o conexiune serială normală și se utilizează driverul pentru comunicația serială.

În cazul celei de a doua soluții se crează un port serial virtual astfel încât comunicația serială este deviată direct către un port Ethernet. Nu mai este nevoie de convertorul serial- Ethernet.

Se pot utiliza și altfel de convertoare care fac invizibilă conexiunea Internet folosită.

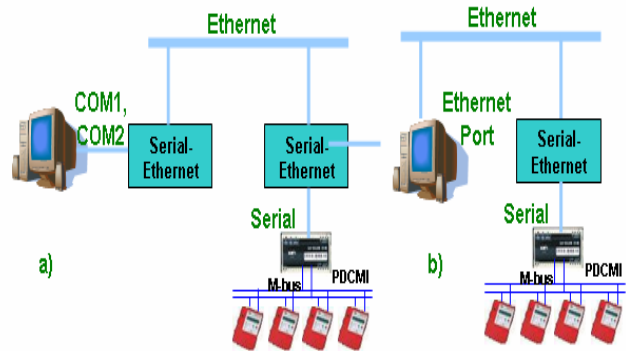


Fig. 5. Modelul de comunicație pentru punctele de distribuție de complexitate mică.

VI. COMUNICAȚIA ÎNTRE APLICAȚII – MIDDLEWARE DCOM

DCOM este o tehnologie bazată pe obiecte distribuite dezvoltată de Microsoft. În termeni simpli DCOM oferă un mecanism pentru execuția transparentă a apelurilor de funcții dintre sisteme. DCOM are o structură software complexă care încorporează tehnologii cum ar fi: programarea obiectelor distribuite, gestiunea ciclului de viață a unui obiect, protocoale de comunicație, securitate, interoperabilitate între platforme, etc. Este total implementat pe Windows NT și aproape total implementat pe Windows 95 și 98. Este de asemenea implementat pe WinCE 4.2, 5 și 6. În figura 6 [2] se prezintă succint modul de funcționare a middleware-ului COM/DCOM pentru cele trei situații posibile pentru aplicații și anume:

- Pe același calculator în același proces,
- Pe același calculator în procese diferite,
- Pe calculatoare diferite.

În cazul unor rețele răspândite geografic [7] configurarea DCOM poate crea probleme serioase la instalare deoarece DCOM-ul intră în conflict cu securitatea oferită de firewalls. Utilizarea DCOM-ului ridică cel puțin 6 probleme majore:

Traversarea domeniilor și a grupurilor de lucru. Dificultățile de autentificare fac conexiunile DCOM între diferitele domenii și grupuri de lucru extern de dificile sau imposibile.

DCOM și OPC prin firewalls. DCOM utilizează o gamă mare de porturi de la nivelul transport, făcând aproape imposibilă configurarea firewall-ului. DCOM este prima țintă pentru viruși și furtuni cum ar fi LASTER.

DCOM are nevoie de o lărgime de bandă mare. DCOM-ul lucrează cel mai bine în medii cu întârzieri mici și lărgime de bandă mare; tipic într-un LAN de birou. Aceste cerințe creează probleme atunci când se utilizează comunicația prin satelit, modem-uri, radio și alte canale de bandă îngustă.

- Timeout-urile și deconectările. Recuperarea trebuie să fie mai rapidă decât cele 6 minute care nu pot fi reconfigurate pentru DCOM.
- Proprietatea asupra datelor. DCOM nu beneficiază de criptare.
- Configurarea ușoară. DCOM este complicat de configurat.

În aceste condiții comunicația OPC cu DCOM pentru accesul la distanță va înceta să funcționeze. Pentru noul DCOM s-au adăugat setări suplimentare, iar firewall-ul software a fost îmbunătățit considerabil și este pornit în mod implicit. Deoarece mecanismul callback utilizat de OPC comută un client OPC într-un server DCOM și un server DCOM într-un client DCOM, trebuie urmate instrucțiunile din [2] pentru toate nodurile care conțin servere și clienți OPC.

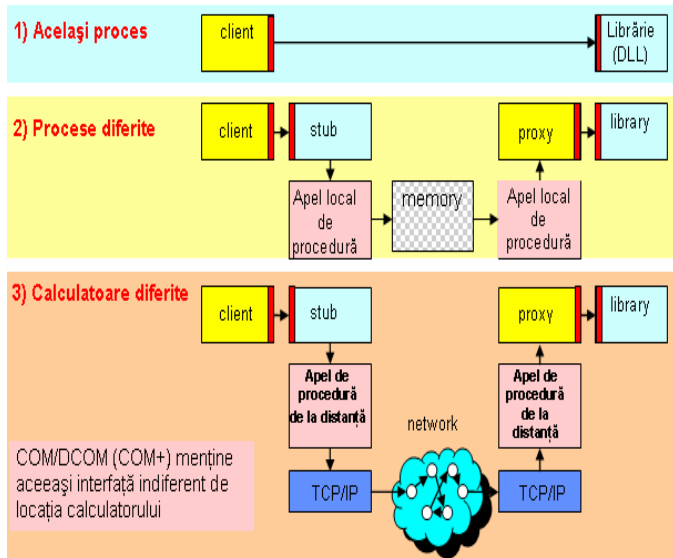


Fig. 6. Exemplu pentru COM/DCOM.

A. Utilizarea pachetului OpenVPN

Rețelele de tip VPN sunt cunoscute adesea ca tuneluri sau tuneluri VPN, iar tehnologia este adesea denumită tunelling (tunelare). Software-ul VPN din locațiile A și B (figura 7) criptează și decriptează datele și le trimite prin tunel. Prin tunel, datele nu pot merge oriunde ci doar spre capătul celălalt al tunelului. Informația adăugată care mai apoi este încapsulată într-un nou pachet (figura 8) conține: Informația de tunelare (cum ar fi adresa capătului final); Datele criptate și modelele de criptare; Pachetul IP original.

Noul pachet este trimis la celălalt capăt al tunelului. Sarcina

utilă al acestui pachet conține acum pachetul IP complet dar într-o formă criptată care nu poate fi citită de cineva care nu posedă cheia corectă. Noul header al pachetului conține adresele sursă și destinație și alte metadate necesare software-ului VPN.

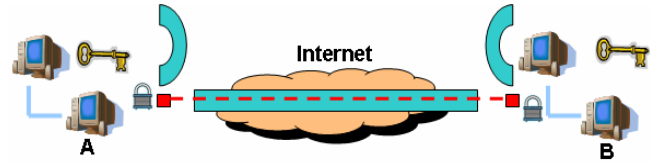


Fig. 7. Tunelare realizată de VPN.

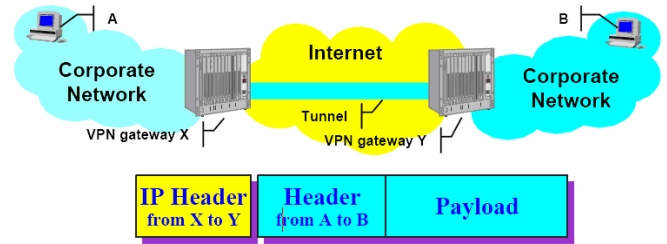


Fig. 8. Încapsularea VPN.

B. Utilizarea unui soft de tunelare pentru OPC

Se utilizează un soft specializat pentru tunelarea aplicațiilor OPC [9] care să treacă de firewall-uri. Tunelul OPC prezentat în figura 9 se plasează pe fiecare din cele două PC-uri.

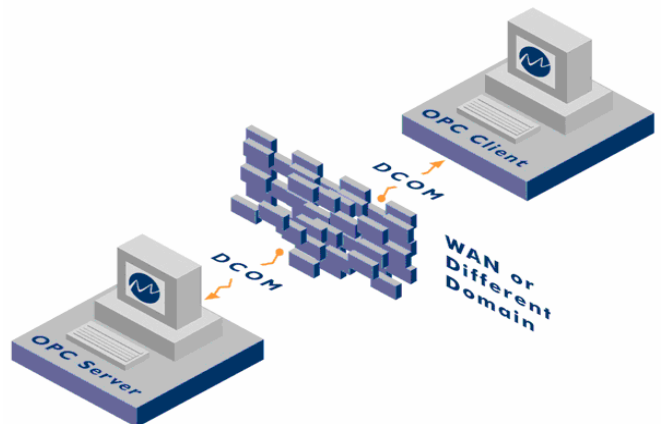


Fig. 9. OPC cu DCOM.

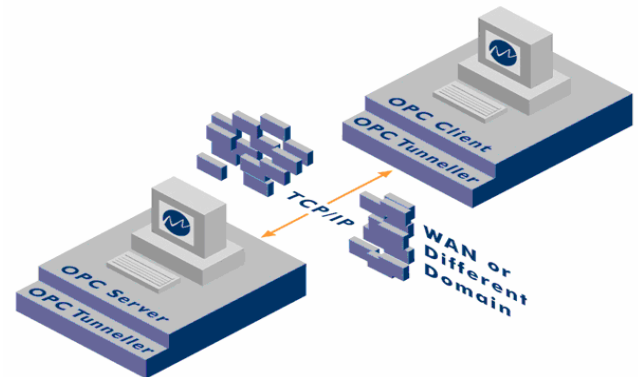


Fig. 10. OPC fără DCOM, cu tunelare.

Fiecare obiect de tunelare OPC comunică cu aplicația locală OPC utilizând COM-ul fiabil. Cele două obiecte de tunelare OPC sunt apoi libere să comunice și să schimbe date utilizând o tehnologie corespunzătoare cum ar fi TCP/IP, http, HTTPS, XML, etc. Tehnologia de transport a datelor poate fi selectată fie de utilizator fie de programator pentru a satisface necesitățile speciale ale proiectării. Parola celui de-al treilea partener este imediat anulat. Domeniul devine irelevant și performanțele rețelei (lărgimea de bandă și fiabilitatea) nu mai reprezintă un subiect. Astfel fiecare obiect OPC de tunelare are două obiective: să transfere date în modul cel mai fiabil către celălalt obiect OPC de tunelare și să translateze toate datele înapoi în formatul bazat pe standardul OPC, astfel ca să avem o comunicație persistentă și consistentă. Rezultatul? Toate necazurile pricinuite de DCOM dispar. Specificarea unei adrese IP sau a unui nume de calculator OPC este tot ce se cere.

C. Utilizarea noii specificații OPC UA

O altă soluție ar fi utilizarea noilor specificații OPC UA care sunt independente de platformă și nu mai utilizează DCOM.

Fundația OPC a anunțat viziunea asupra arhitecturii UA în 2003 [8] și a format grupul de lucru în ianuarie 2004. Prima parte a specificațiilor a fost lansată în iunie 2006. Specificația UA curentă constă din 11 părți dintre care 4 sunt încă în starea draft.

OPC UA este mult mai complex decât specificația OPC precedentă și a fost proiectată pentru:

- Să utilizeze platforme diferite capabile să interpreteze servicii Web în locul DCOM-ului;
- Să combine funcționalitatea serverelor OPC DA, A&E, HDA într-un singur set de servicii;
- Să modeleze structuri complexe pentru colaborarea cu alte organizații de standardizare;
- Să poată fi implementat pe platforme diferite de la sisteme embedded până la sisteme la nivel de întreprindere.

VII. COMUNICAȚIA ÎNTRE SISTEME GAZDĂ

Comunicația între sistemele gazdă în cadrul aplicației SMEDU-SCADA se realizează, așa cum s-a precizat în capitolul 3, utilizând rețele eterogene conectate în Internet, intranet sau extranet, rețele dedicate implementate pe modem-uri radio și telefonice, rețele industriale locale [3],[6] și rețele wireless pentru distanțe scurte.

Ne-am propus ca în cadrul aplicației SMEDU-SCADA să folosim:

- M-bus care este un standard european specializat pentru contori.
- Protocolul ASCII, ușor de implementat și este aplicat pe dispozitive simple de achiziție de date care pot însoți aplicațiile de contorizare.
- MODBUS ASCII/RTU și TCP-IP, de asemenea un protocol ușor de implementat.
- CANOpen ca un protocol mai sofisticat acolo unde

este nevoie de un timp de răspuns mai bun și mai determinist.

- realizarea de conexiuni wireless pe arii extinse (rețele dedicate) utilizând tehnologii GSM/GPRS sau modem-uri radio pe frecvențe libere cum ar fi modem-urile Xstream PKG sau modem-uri telefonice.

În figura 11 se prezintă modelul pentru comunicația între dispozitivele din câmp și sistemul gazdă ca parte componentă a modelului de comunicație între sisteme.

Conexiunile între sistemele gazdă și dispozitivele din câmp [3], după cum se vede din figura 11, pot fi:

- Directe,
- Utilizând adaptoare care pot fi:
 - fără inteligență locală (cum ar fi adaptorul RS232 <-> RS485),
 - cu inteligență locală cum ar fi adaptoarele USB <-> CAN sau USB <-> RS232.
- utilizând mastere inteligente sau porți de acces (gateway) care pot fi:
 - interne (sub forma unei plăci conectată pe PCI, PC104, etc).
 - externe conectate pe RS232, USB, Ethernet, Firewire.

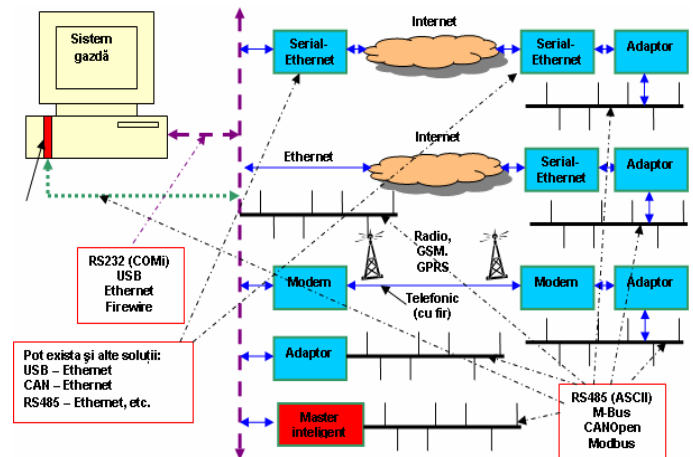


Fig. 11. Conexiunile sistemelor gazdă cu rețelele industriale locale pentru comunicația cu dispozitivele, senzorii și elementele de execuție inteligente.

Masterele inteligente sau porțile de acces (gateway) pot fi:

- locale, aproape de calculatorul gazdă, sau
- plasate la distanță (dacă implementează stiva TCP-IP și alte protocoale de la nivelul aplicație (HTTP, servere WEB, Modbus TCP_IP, FTP, protocoale de e-mail, etc.)).

În cadrul proiectului SCADA-SMEDU se va proiecta un dispozitiv de tip Master Inteligent care va oferi, în funcție de variantă, un subset sau întreg setul de facilități:

- Va fi extern calculatorului gazdă;
- Va permite conectarea la calculatorul gazdă utilizând interfețele RS232, USB și Ethernet;
- Va implementa următoarele protocoale de rețea:
 - MODBUS TSP/IP Master și SLAVE,

- MODBUS RTU și ASCII MASTER,
 - CANOpen MASTER,
 - M-Bus MASTER,
 - ASCII MASTER.
- Va permite cuplarea modem-urilor radio:
 - XTREAM pe 2,4 GHz,
 - GSM, modemul Sony – Ericson.
- Va implementa funcția de data logger (va crea și memora istorice);
- Va implementa:
 - stiva TCP/IP și socket-uri,
 - protocoalele SLIP și PPP,
 - protocoalele pentru pagini WEB (HTTP)
 - protocoalele pentru e-mail-uri,
 - protocoalele pentru transfer de fișiere,
 - protocoalele pentru modem-urile radio.
- va implementa serverul OPC DA 2.05 sau OPC XML-DA.

VIII. CONCLUZII

În cadrul acestui articol s-au propus un model de comunicație pentru sistemele distribuite eterogene larg răspândite. Modelul ia în considerare atât comunicația între aplicații, bazată pe un suport software middleware cât și între sistemele gazdă plasate în cadrul diferitelor rețele de comunicație conectate în Internet sau prin intermediul unor rețele industriale locale. Arhitectura sistemului de comunicație a fost conturată prin definirea celor trei modele de comunicație corespunzătoare celor trei tipuri de puncte de distribuție, dispecerului central și punctelor de plată locale. Au fost definite caracteristicile Master-ului Inteligent și metodele de evitare a problemelor create de DCOM. La nivelul serverelor OPC s-a definit o componentă de comunicație originală, structurată pe două niveluri, care permite adăugarea facilă de

noi aparate de contorizare și achiziție precum și adăugarea de noi protocoale de rețea industrială.

Modelul poate fi îmbunătățit, de exemplu, prin includerea specificațiilor de descriere a dispozitivelor EDDL și FDT la nivelul componentei de achiziție (subnivel al componentei de comunicație), utilizarea standardului IEEE 1588, standard pentru definirea unui protocol de sincronizare precisă a ceasurilor pentru sistemele de control și monitorizare bazate pe rețele industriale locale, implementarea specificațiilor OPC XML-DA pentru a scăpa de complicațiile middleware-ului DCOM.

REFERENCES

- [1] SMEDU - MODEL SISTEM DE ACHIZIȚIE / RAPORT DE CERCETARE - ETAPA a I-a - Elaborare model sistem achiziție date, Activitatea I.2. Elaborarea modelului de achiziție de date. Elaborarea modelului sistemului de achiziție de date specific consumului de utilități caracterizat prin răspândire geografică
- [2] Karl-Heinz Deiretsbacher, Siemens AG, Jim Luth, ICONICS, Inc. OPC Foundation Technical Director, Rashesh Mody, Invensys/Wonderware OPC Foundation Chief Architect - Using OPC via DCOM with Microsoft Windows XP Service Pack 2
- [3] Vasile Gheorghiță Găitan, Rețele industriale locale – Nivelul fizic. Matrix ROM București.
- [4] Vasile GĂITAN – Wide-Area Data Acquisition System Using Wireless Networks – New Trends in Computer Science and Engineering, Anniversary Volume, Polirom Press, Iași 2003, pag. 259-264.
- [5] Vasile GĂITAN – Using OPC Technologies with the highly functional distributed system - ADVANCES IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING, Nr.2 (2003).
- [6] Vasile GĂITAN, Valentin POPA, Andy Tănase - ARHITECTURA REȚELELOR INDUSTRIALE LOCALE, MATRIX ROM BUCUREȘTI 2004
- [7] Frank Iwanitz and Jürgen Lange / Hüthig OPC-Fundamentals, Implementation, and Application 251 pages, 1 CD.
- [8] The OPC Foundation – Dedicated to Interoperability in Automation, www.opcfoundation.org
- [9] MatrikomOPC, www.matrikomopc.com
- [10] Markus Feilner, OpenVPN Building and Integrating Virtual Private Networks, ISBN 1-904811-85-X, Published by Packt Publishing Ltd. 32 Lincoln Road Olton Birmingham, B27 6PA, UK.