

# Contributions on Computer Networks Architecture Dedicated to Large Data Flow Applications

Adrian Mihai GĂITAN, Valentin POPA, Vasile Gheorghîță GĂITAN

**Abstract**—Radio Frequency Identification (RFID) is a relatively new technology that, during the past years, made its way through our lives, offering an alternative to old identification methods such as bar codes. It uses wireless radio communication to transmit identification information stored on mobile media named “transponders” or “tags” and allows the creation of very flexible and scalable systems.

Nowadays it’s being used in different applications that range from supply chain management, tracking wild or domestic animals and a large variety of situations where there is a need to keep track of an item without physical contact with it.

The current paper presents a revolutionary system that, by linking RFID devices in a high complexity network, will provide a flexible and scalable system able to manage a large amount of data flow.

**Index Terms**—Complex networks, Distributed Networks, RFID

## I. INTRODUCERE

CITITOARELE RFID au fost inițial concepute și utilizate ca simple periferice conectate pe portul serial al unui PC, oferind suport unei aplicații dedicate. O astfel de configurație este numită „*orientată pe aplicație*” și oferă o funcționalitate adecvată pentru dezvoltări care implică un număr modest de cititoare realizând o funcție specifică.

Odată cu evoluția necesităților pentru producție pe scară largă, s-a dezvoltat o nouă generație de cititoare. Aceste dispozitive de rețea conțin implementarea software și hardware pentru stiva TCP/ IP și conexiuni Ethernet cu fir sau cu conexiuni LAN fără fir (802.11).

O rețea de cititoare RFID care aprovizionează cu date o varietate de aplicații RFID client folosind RFID middleware situat între cititoare și aplicații, este denumită *rețea RFID*. Aceasta configurație de cititoare o vom numi „*orientată pe rețea*”.

Evoluția către o astfel de interconectare complexă a componentelor utilizate de RFID va pune diferite probleme (de scalabilitate, extensibilitate, etc) care trebuie luate în considerare la proiectarea unei rețele RFID.

Problema se pune cel mai acut în special atunci când

numărul de cititoare ajunge la un anumit nivel cu scopul îndeplinirii cerințelor de interogare, sau când resursele de calcul ale întreprinderii vor fi partajate de clienții RFID și de alte aplicații ale întreprinderii.

Această situație este reală în aplicații cum ar fi producția automată unde sute de cititoare interoghează zeci și sute de componente ale containerelor de pe liniile de asamblare și furnizează informații în timp real pentru aplicații sistem cu scopul de a realiza atribuirea în procese și rutarea fluxului de producție. Așa cum am menționat, situația este asemănătoare la comercianți unde toate tag-urile din depozit sunt constant monitorizate de sute de cititoare de la nivelul vânzării și din depozitul de stocare cu scopul de a aduce beneficii cum ar fi numărarea rapidă a stocului și auditarea, reducerea nivelului de inventariere, o gamă largă de facilități de urmărire a traseului unui produs, gestiunea îmbătrânirii produselor, prevenirea furtişagurilor, plata rapidă la case.

Volumul de date RFID generate de aceste aplicații pot duce la blocarea rețelei întreprinderii sau a intranetului dacă sunt preluate direct de către aceste rețele. Pentru a evita aceste neplăceri este inevitabilă folosirea unui middleware între cititoare și aplicația RFID de la nivelul organizației.

Se vor propune soluții de optimizare a comunicației pentru a permite transferul unor cantități mari de date, oferind totodată posibilitatea de funcționare în parametri normali pentru restul aplicațiilor și stațiilor din rețea.

## II. ARHITECTURA CURENTĂ

### A. Arhitectura unei rețele tipice de întreprindere

În Fig. 1 se prezintă o rețea tipică de întreprindere care constă din următoarele componente:

- Switch-uri principale și switch-uri de margine (switch localizat la punctul de întâlnire a două rețele) care realizează înlănțuirea rețelei de bază (backbone);
- Rutere care segmentează subrețelele și furnizează servicii de comutare între rețele sau LAN-uri virtuale (VLAN);
- Rutere cu firewalls pentru crearea de zone demilitarizate (Demilitarized Zone - DMZ) pentru securizarea rețelelor locale permițând totuși LAN-urilor să acceseze sigur rețelele publice;
- Rețele de memorare a datelor (Storage Area Network/Network-Attached Storage - SAN/NAS) pentru stocarea pe rețea de mare viteză, sigură și

Adrian Mihai GĂITAN – Universitatea Ștefan Cel Mare Suceava, str.Universitatii nr.13, RO-720229 Suceava (e-mail: agaitan@stud.usv.ro)

Valentin POPA – Universitatea Ștefan Cel Mare Suceava, str.Universitatii nr.13, RO-720229 Suceava (e-mail: valentin@eed.usv.ro)

Vasile Gheorghîță GĂITAN– Universitatea Ștefan Cel Mare Suceava, str.Universitatii nr.13, RO-720229 Suceava (e-mail: gaitan@eed.usv.ro)

elastică în folosul unor rețele mari de utilizatori;

- Mecanisme de acces de tip rețele virtuale private (Virtual Private Network (VPN) pentru conducerea internă și/sau parteneri pentru a accesa rețeaua întreprinderii.

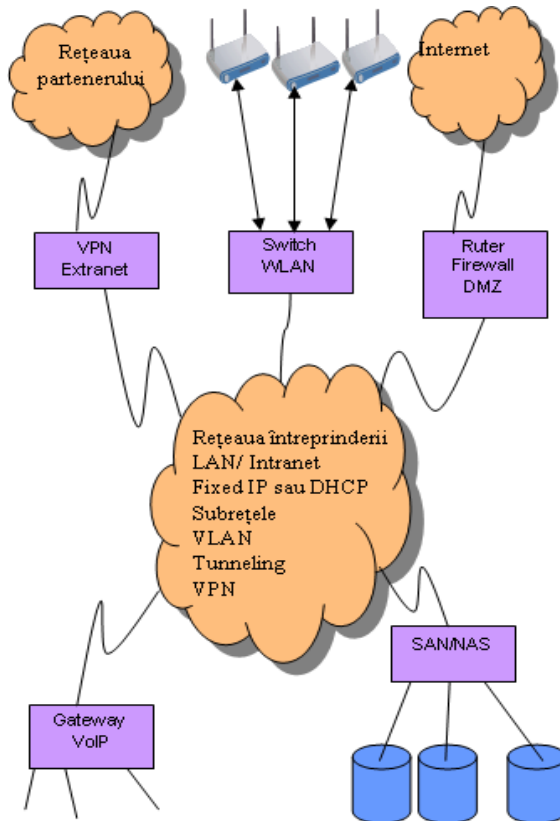


Fig. 1. Un exemplu tipic de rețea a unei întreprinderi.

Rețeaua întreprinderii poate fi gestionată utilizând IP-uri fixe sau un server DHCP sau o combinație a acestora, în funcție de natura cerințelor date de afacerile întreprinderii.

Performanța rețelei este determinată și măsurată de capacitatea rețelei (valoarea maximă a benzii de trecere) și de lărgimea de bandă disponibilă (valoarea maximă de bandă neutilizată). Capacitatea rețelei de 100Mbps sau de 1Gbps este un parametru static determinat de posibilitățile de comutare și de tipul de cablu utilizat în rețea. Lărgimea de bandă disponibilă este un factor dinamic determinat de diverși factori, după cum se arată în [1].

### B. Evoluția interconectării în rețea a aplicațiilor RFID

Cititoarele operau inițial ca periferice conectate în mod tipic la un calculator gazdă prin portul serial și ofereau suport unei aplicații dedicate.

O astfel de configurație este denumită *orientată pe aplicație* (conform [1]) și este ilustrată în Fig. 2:

Deoarece această abordare este puternic orientată pe conectarea cititoarelor la un sistem, aceasta oferă o funcționalitate adecvată pentru dezvoltări care implică un număr modest de cititoare realizând o funcție specifică.

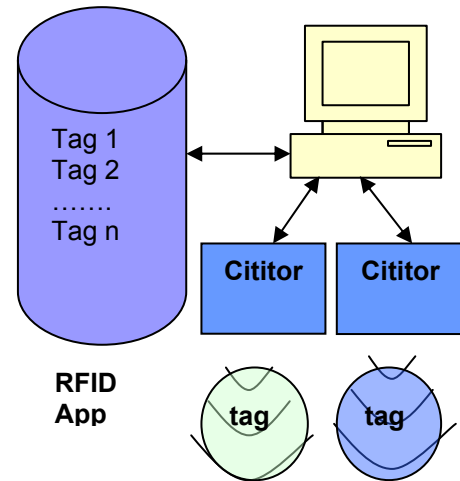


Fig. 2. Implementare orientată pe aplicație.

Pentru acomodarea la implementări pentru producție pe scară largă s-a dezvoltat o nouă generație de cititoare. Aceste dispozitive de rețea suportă stiva TCP/IP și conexiuni Ethernet cu fir sau cu conexiuni LAN fără fir (802.11).

O rețea de cititoare RFID care aprovizionează cu date o varietate de aplicații RFID client (App A, App b, etc.), via RFID middleware situat între cititoare și aplicații, este denumită rețea RFID. Vom denumi această configurație de cititoare, ilustrată în Fig. 3, ca fiind *orientată pe rețea*.

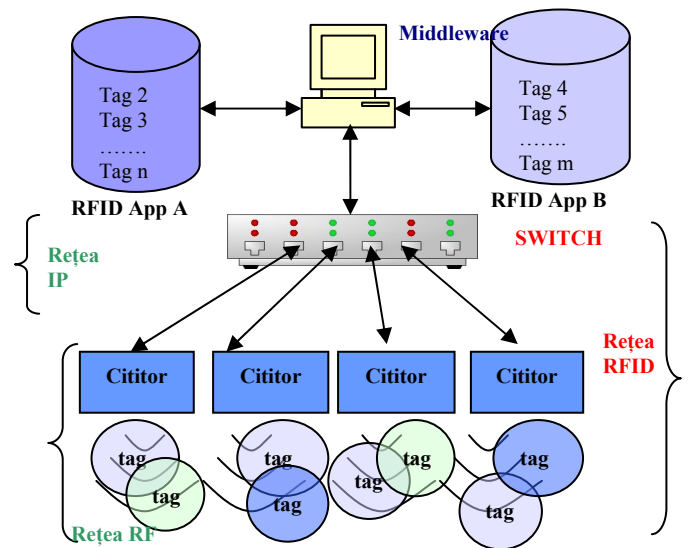


Fig. 3. Implementare orientată pe rețea.

Evoluția către o astfel de interconectare a componentelor utilizate de RFID va pune diferite probleme care trebuie luate în considerare la proiectarea unei rețele RFID, în special atunci când numărul de cititoare ajunge la un anumit nivel cu scopul îndeplinirii cerințelor de interogare, sau când resursele de calcul ale întreprinderii vor fi partajate de clienții RFID și de alte aplicații ale întreprinderii.

### III. PROIECTAREA DISTRIBUITĂ A REȚELEI RFID

Toate obiectele cu excepția aplicațiilor RFID App A, App B (Fig. 4) și a componentei middleware reprezintă componentele majore ale rețelei unei întreprinderi care cuprinde servere și clienți care rulează diferite aplicații cum ar fi cele de tipul ERP, de gestiune a inventarului (Inventory Management System -IMS), sisteme legate de finanțe, etc.

Lărgimea de bandă cerută de aplicații depinde de natura aplicațiilor, după cum se arată în [1]. Acestea compun nucleul traficului pe rețea. Se obișnuiește ca unele porturi din switch-urile de margine și/sau switch-urile de bază ale rețelei existente a întreprinderii să fie reținute pentru extindere.

Există două opțiuni atunci când dorim să adăugăm o rețea RFID: piggybacked sau dedicată.

#### A. Rețea de tip piggybacked

Dacă utilizăm proiectarea de tipul piggybacked, Fig. 4, adăugarea unei rețele RFID (cititoarele principale, middleware și aplicațiile RFID) se va realiza prin adăugarea acesteia la structura de bază a rețelei existente, de exemplu utilizând porturile libere ale switch-urilor de bază și de margine. O astfel de proiectare a rețelei RFID va duce la mixarea ei cu rețeaua întreprinderii, fapt care va conduce la limitarea scalabilității ei, după cum este demonstrat în [1] și [4].

Proiectare de tipul piggybacked are restricții date de segmentare. Dacă switch-urile de margine 1 și 2 din rețeaua întreprinderii au fost asignate aceleași rețele, atunci conectarea cititoarelor la switch-uri va moșteni această segmentare, chiar dacă aplicațiile RFID pot avea nevoie de cititoare în diferite subrețele sau VLAN-uri.

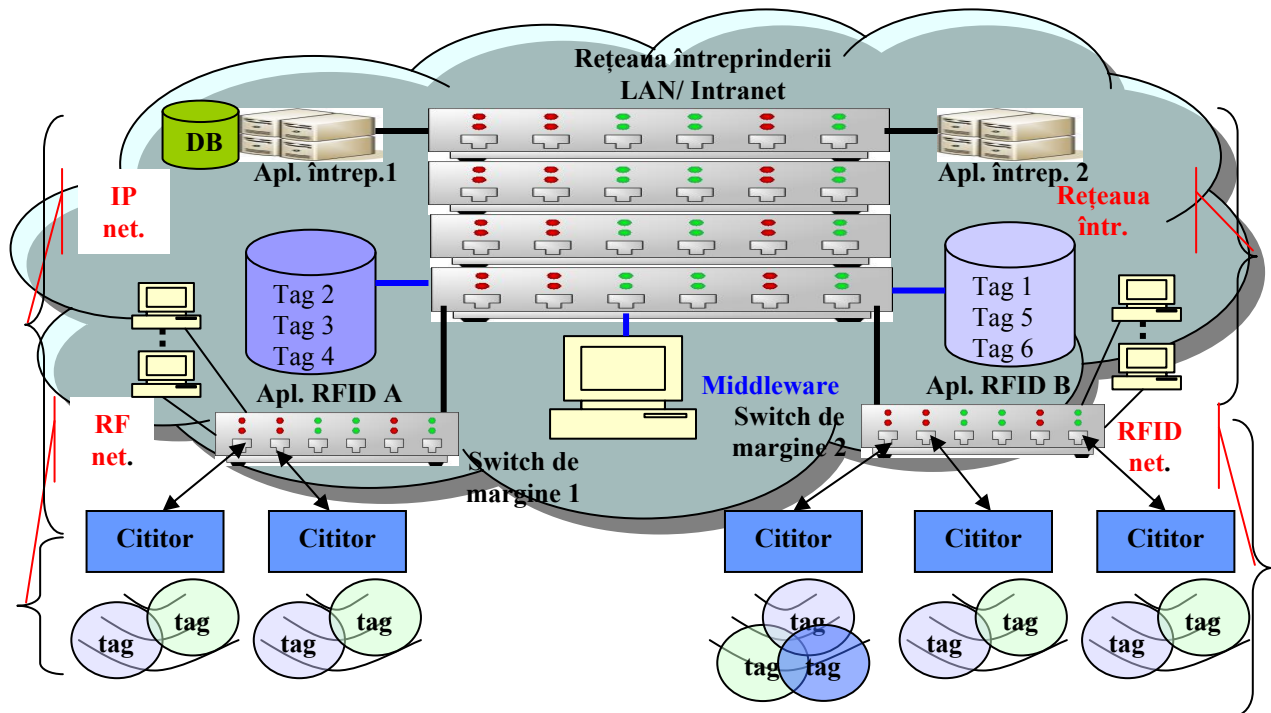


Fig. 4. Rețea RFID – proiectare piggybacked.

#### B. Rețea dedicată

Dacă se utilizează proiectarea dedicată, ca în exemplul din Fig. 5, cititoarele RFID sunt conectate la switch-uri dedicate care se vor conecta la switch-urile de pe nivelul cel mai înalt (switch-urile de bază în rețeaua RFID). Middleware-ul RFID, conectat la acest switch va filtra datele RFID și le va converti în informații pentru a fi

utilizate de aplicațiile RFID. Aplicațiile RFID ca un tip de aplicație la nivelul întreprinderii, comunică cu middleware-ul prin ruterul cu funcție de firewall care va ascunde rețeaua RFID din motive de securitate. O astfel de proiectare furnizează rețelei RFID mai multă scalabilitate și elasticitate în gestiunea rețelei.

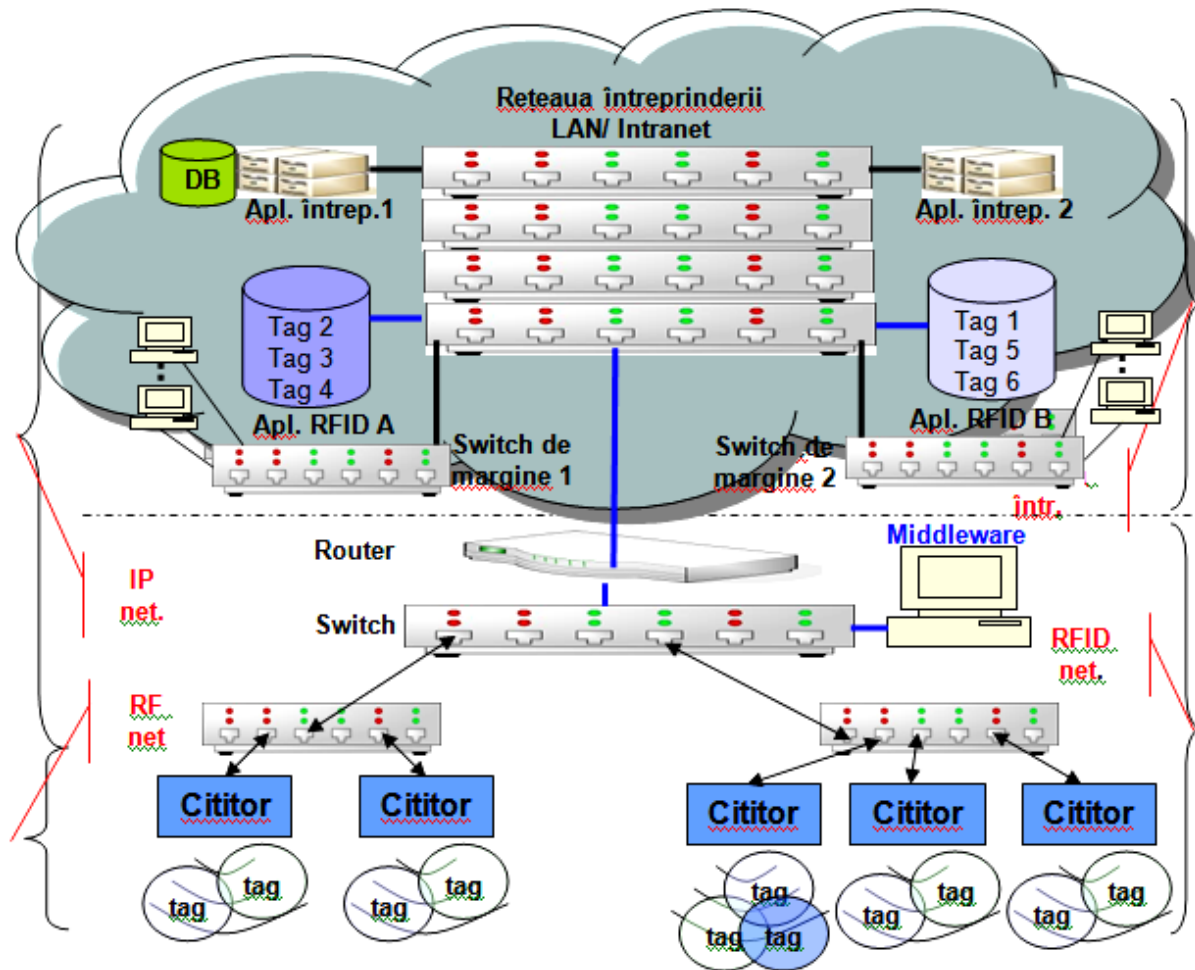


Fig. 5. Rețea dedicată.

#### IV. ARHITECTURA SISTEMULUI PROPUȘ

##### A. Arhitectura Hardware

În cadrul acestui capitol se propune o arhitectură originală pentru managementul unei infrastructuri cu un număr foarte mare de etichete RFID.

Arhitectura propusă este din categoria arhitecturilor dedicate deoarece aceste arhitecturi fac față mai bine la un trafic intens pe rețea specific infrastructurilor cu un număr foarte mare de etichete RFID. Prezența unui ruter cu facilități de tip firewall, izolează rețeaua din punctul de vedere al securității datelor și se câștigă astfel, pe de o parte lățime de bandă care altfel ar fi fost ocupată cu diferite parole, autentificări și alte informații de securitate și timp de calcul care s-ar consuma cu diferite metode de criptare/decryptare, generare de chei, etc.

Distribuirea profundă a puterii de calcul și a bazelor de date locale este un alt aspect important al noii arhitecturi. Sistemele de tip embedded și calitățile de lucru în timp real

al sistemului de operare WINDOWS CE au fost atributele de bază care au stat la baza acestei decizii. Facem observația că noile variante de Windows CE implementează și middleware-ul DCOM de la Microsoft ceea ce permite portarea serverelor OPC de date, alarme și evenimente, și istorice pe aceste sisteme, fapt care ar asigura un middleware pentru aplicația RFID.

Din analiza unui număr important de sisteme embedded cu Windows CE, raportul performanță/ cost cel mai bun găsit a fost dat de sistemele eBox 2300. Datorită ieșirii video VGA acestea pot implementa și aplicații client locale de tip HMI (Human Machine Interface), de exemplu pentru configurări locale sau vizualizări locale de tag-uri la nivelul porților atașate docurilor din depozite.

În cazul aplicațiilor foarte complexe se mai poate adăuga un nivel intermediar reprezentat de PC-uri sau stații de lucru cu putere mare de calcul și cu capacitate mare de stocare care să implementeze servere conectate ca și clienți la serverele de pe primul nivel care rulează pe eBox-uri.

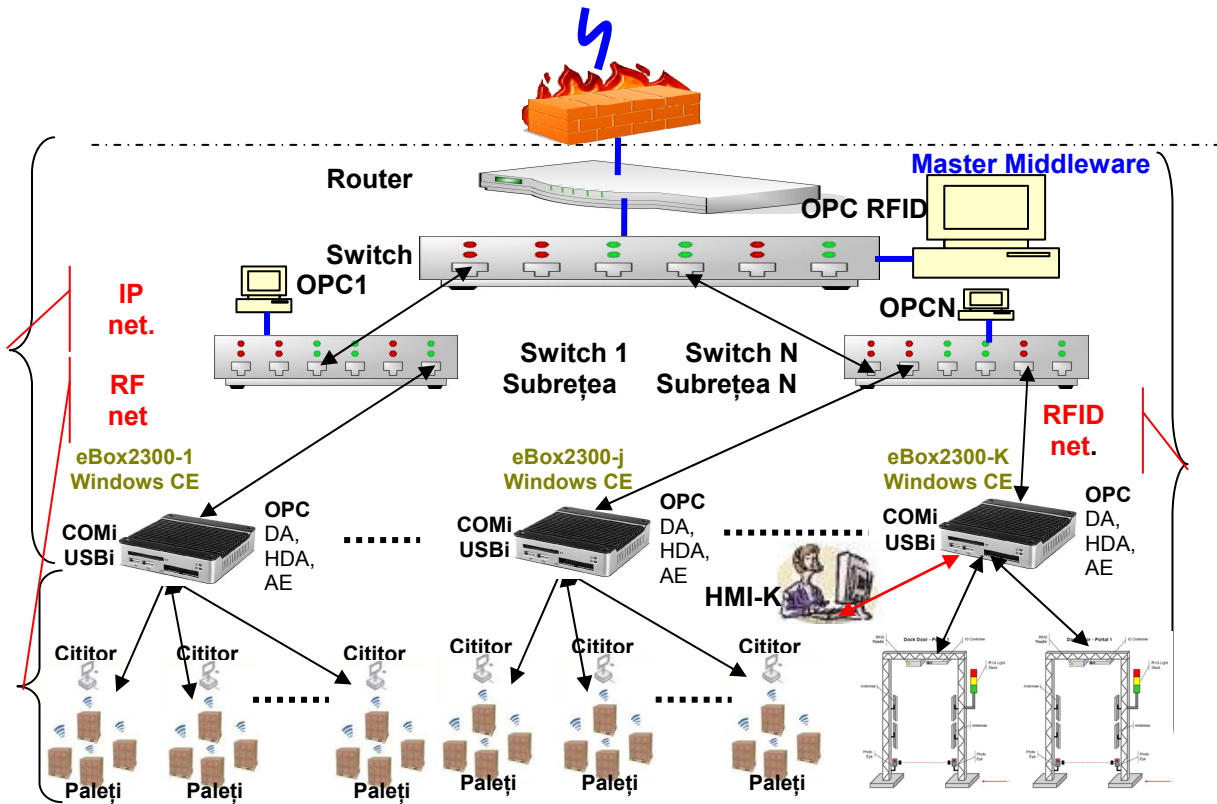


Fig. 6. Arhitectura hardware a sistemului propus pentru managementul unei infrastructuri cu un număr foarte mare de etichete RFID.

### B. Arhitectura Software

Serverele OPC permit conectarea oricărui server cu oricare client. Mai mulți clienți pot fi conectați la același server. Un client se poate conecta la mai multe servere. Un server poate să fie clientul altui server sau serverele pot să se conecteze direct între ele. Mai mult clienții pot crea grupuri la nivelul serverelor. Se obține o versatilitate deosebită pentru configurarea aplicației. Se pot crea clienți și la nivelul eBox-urilor cu scopul de configurare și urmărire locală, de exemplu la formarea cutiilor, paletilor sau la docurile de încărcare/ descărcare. Arhitectura serverelor OPC propusă precum și conexiunea cu nivelurile superioare este prezentată în Fig. 7.

Middleware-ul DCOM are probleme cu firewall-ul și nu trece de acesta. Ca urmare serverul pe care este așa numitul MASTER Middleware trebuie să implementeze serverul de date OPC DA XML, descris în specificațiile OPC ([5]). Utilizând WEB services și SOAP de aici se pot implementa alte niveluri de securitate.

Dacă serverele de pe alte niveluri sunt clienții altor servere, serverele de pe ultimul nivel sunt clienții cititoarelor. Diversitatea și complexitatea cititoarelor trebuie ascunsă de aceste servere. Ca urmare ele vor implementa un nivel software numit adesea (mai ales în sistemele de operare) HAL (Hardware Abstraction Level) adică un nivel de abstractizare a hardware-ului.

Arhitectura HAL cuprinde:

- interfață, cu metode bine definite, care ascunde particularitățile cititoarelor din punctul de vedere al serverelor OPC;
- interfață care uniformizează accesul la driverele furnizate de producătorii de cititoare. Adăugarea unui nou driver va necesita doar scrierea unui wrapper pentru adaptarea la metodele din interfața standard.
- Un dicționar de tag-uri organizat ierarhic care va fi o memorie cache pentru server și în același timp o memorie virtuală pentru tag-uri.
- Structura dicționarului de tag-uri este definită pentru fiecare cititor și tag de fișiere de tip XML sau EDS (Electronic Data Sheet).
- Un software care să permită gestiunea locală a tag-urilor pentru testele inițiale sau pentru întreținere.
- Un software, de cele mai multe ori furnizat de producătorul cititorului pentru a configura și întreține cititorul.
- Driverele furnizate de producătorul cititorului.

Operațiile de filtrare, agregare, grupare se pot realiza pentru primul nivel de servere OPC la subnivelul HAL iar pentru celelalte la nivelul clienților OPC.

Clienții OPC pot implementa modelul de comunicație producător/ consumator prin subscrierea de servere OPC DA, XML sau AE. Aceste servere pot produce evenimente atunci când are loc o tranzacție RFID, adică o citire sau o scriere din/ în tag. Evenimentul se propagă ușor de jos în sus prin ierarhia client/ server OPC.

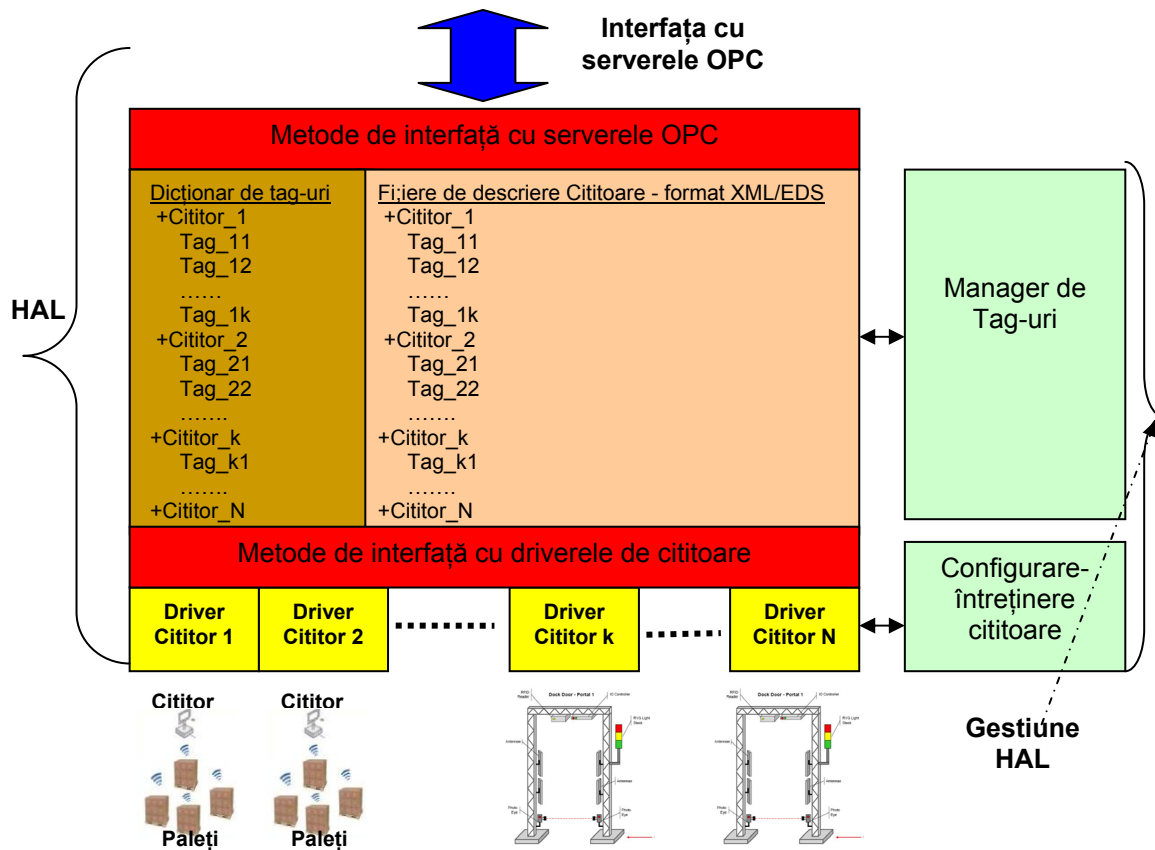


Fig. 7. Arhitectura propusă pentru nivelul HAL la serverele OPC conectate direct la cititoare.

Pentru a proiecta o rețea RFID ieftină și sigură este necesar să realizăm o analiză cantitativă a necesarului de lățime de bandă pentru traficul RFID. EPC ([2],[3]) este o standardizare a numărului de identificare a obiectelor pentru rețelele EPCglobal. Rețeaua EPCglobal oferă un cadru flexibil pentru structurile de date EPC care suportă numeroase scheme de numerotare (cum ar fi GTIN, SSCC, GLN, GRAI, GIAI, GID, EAN.UCC, VIN, CAGE, etc.)

## V. CONCLUZII

Modul în care este organizată rețeaua ce susține un lanț de aplicații RFID are un rol covârșitor în buna funcționare a acestora, precum și a restului de aplicații din întreprindere.

Este important a se folosi o proiectare pe mai multe niveluri care să ofere o partajare corectă și echitabilă a resurselor, aspect care va permite un trafic de date la parametri optimi.

- ✓ Odată cu creșterea complexității aplicației care folosește RFID aceasta devine orientată pe rețea;
- ✓ Proiectarea rețelei RFID joacă un rol cheie în performanțele unei aplicații RFID;
- ✓ Este importantă metoda utilizată de alocare și grupare a cititoarelor;
- ✓ Pentru o proiectare corectă trebuie realizată analiza pe trei niveluri;
- ✓ Proiectarea middleware-ului poate fi de asemenea un factor important în succesul unei aplicații RFID.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Yi Zhi Zhao, Oon Peen Gan, Distributed Design of RFID Network for Large-Scale RFID Deployment Industrial Informatics, 2006 IEEE International Conference on Date: 16-18 Aug. 2006, Pages: 44 – 49.
- [2] EPCglobal, "RFID & EPC Essential", version 01.
- [3] EPCglobal, "EPCglobal Network™", 008186.
- [4] Intermec WP, "What Retailers Need to Know about RFID & Gen 2". Cisco Systems, Inc, White Paper (WP), "CISCO Systems and RFID Technology", 2004.
- [5] [http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01\\_about/UA.asp?MID=AboutOPC](http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01_about/UA.asp?MID=AboutOPC)