

UTILIZAREA TEHNOLOGIEI RFID ÎN IDENTIFICAREA, URMĂRIREA TRASABILITĂȚII ȘI VERIFICAREA AUTENTICITĂȚII PRODUSELOR

Eleonora Tudora

gilda@ici.ro

Adriana Alexandru

adriana@ici.ro

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică, ICI București

Rezumat: Lucrarea este o imagine de ansamblu a structurii sistemelor RFID (Radio Frequency Identification) și a benzilor de frecvență radio folosite de tehnologia RFID. Se prezintă, de asemenea, o soluție bazată pe tehnologia RFID pentru identificarea, trasabilitatea și autentificarea produselor, prin implementarea unui sistem de management de producție și extinderea utilizării acestuia pentru comercianți.

Cuvinte cheie: RFID, Eticheta RFID, Cititor RFID, Trasabilitate.

Abstract: This paper is an overview of the structure of Radio Frequency Identification (RFID) systems and radio frequency bands used by RFID technology. It also presents a solution based on the application of RFID for brand authentication, traceability and tracking, by implementing a production management system and extending its use to traders.

Keywords: RFID, Tag, Tag reader, Traceability.

1. Introducere

RFID este o metodă de identificare automată, de viitor, considerată de unii ca una dintre tehnologiile de calcul cele mai răspândite din istorie [1].

RFID se bazează pe stocarea și regăsirea datelor la distanță, folosind dispozitive numite etichete (tag-uri) sau transpondere RFID [2]. Sistemul auto-ID, bazat pe tehnologia RFID, este un atu important pentru sistemele de inventariere din două motive. În primul rând, vizibilitatea oferită de această tehnologie permite cunoașterea exactă la nivel de inventar prin eliminarea discrepanței dintre înregistrarea de inventar și inventarul fizic. În al doilea rând, tehnologia RFID poate preveni sau reduce sursele de erori. Beneficiile folosirii RFID includ reducerea costurilor forței de muncă, simplificarea proceselor de afaceri și reducerea inexactității inventarului.

RFID este o tehnologie cu mare valoare în afaceri și cu un potențial uriaș, ce promite să înlocuiască vechiul cod de bare și să contribuie la vizibilitatea mărfurilor în timp real, indiferent de punctul lanțului logistic în care se află. Putem găsi aplicații RFID în cele mai diverse domenii, însă principala lor utilizare este în urmărirea obiectelor [3].

În cea mai simplă formă, RFID este un concept similar tehnologiei cu cod de bare, fără a fi necesară însă o vizibilitate directă a entităților monitorizate. Așa cum sistemele cu cod de bare necesită un cititor optic corespunzător și etichete speciale lipite pe obiecte, RFID necesită un echipament cititor și etichete speciale atașate articolelor de urmărit sau chiar integrate în acestea.

La nivel european, Comitetul European pentru Standardizare promovează dezvoltarea de standarde internaționale pentru tehnologiile de identificare și colectare automată a datelor. Institutul European de Standarde în Telecomunicații a elaborat standarde specifice pentru RFID, care operează la frecvențe foarte înalte, precum și standarde generice pentru dispozitivele cu rază scurtă (SRD), aplicabile echipamentelor care funcționează în domeniile de frecvențe joase și înalte și cu microunde, care pot fi utilizate pentru RFID [4]. Comisia face apel la organismele europene de standardizare ca, în colaborare cu forumurile și consorțiile industriei de profil, să se asigure că standardele europene și internaționale corespund cerințelor europene, în special în ceea ce privește problemele de confidențialitate, securitate, drepturi de proprietate (intelectuală și autorizare), să identifice lacunele de standardizare și să ofere un cadru adecvat pentru elaborarea viitoarelor standarde pentru RFID.

Lipsa de standardizare și lipsa de armonizare a alocării frecvențelor sunt un obstacol în calea dezvoltării acestei industrii. ANSI și ISO au lucrat împreună pentru a dezvolta standardele RFID, iar unii chiar au adoptat aceste standarde pentru aplicații cum ar fi cel de urmărire a animalelor (ISO 11784 și 11785), precum și cel de urmărire mărfuri în lanțul de aprovizionare (ISO 18000-3 și ISO 18000-6).

2. Structura unui sistem RFID

Sistemele RFID sunt compuse, în general, din trei componente - un cititor, o etichetă (transponder de radiofrecvență) și un sistem de procesare a datelor ce poate fi bazat pe un PC sau pe diferite microcontrolere [5]. Sistemele RFID utilizează transmisia prin radiofrecvență pentru a identifica, cataloga sau localiza "articole" care pot fi în principal obiecte, dar și persoane sau animale. Cititorul conține componente electronice care emit și recepționează un semnal spre și de la eticheta de proximitate, un microprocesor care verifică și decodifică datele recepționate și o memorie care înregistrează datele rezultate care ulterior vor fi transmise mai departe, dacă este necesar (figura 1) [6]. Pentru a face posibilă recepția și transmisia datelor de la etichetă, cititorul are conectată o antenă. Antena poate fi integrată în carcasa cititorului sau poate fi separată, situată la distanță de restul electronicii. Ca la majoritatea aplicațiilor de radiofrecvență, pentru a se obține performanțe bune, diametrul antenei trebuie să fie relativ mare.

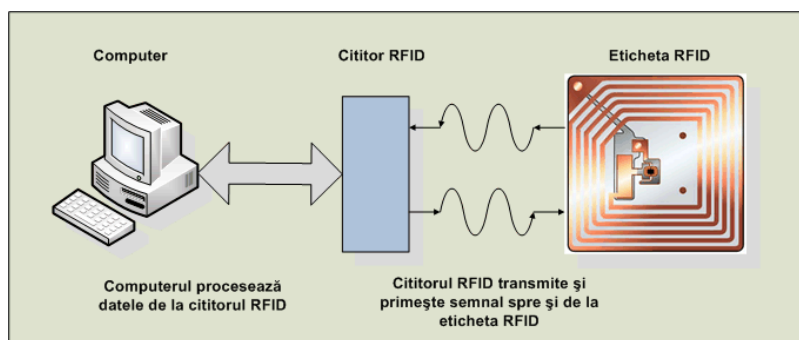


Figura 1. Transmiterea datelor spre și de la eticheta RFID

O etichetă RFID conține circuitele ce controlează comunicația cu cititorul, în general integrate pe un circuit monolitic. Acesta conține cel puțin două secțiuni [7]:

- una care asigură comunicația cu cititorul;
- alta de memorie, cu rol de stocare a codurilor de identificare sau al altor date și care este activată odată cu comunicația.

Când un obiect echipat cu etichetă trece prin zona de acțiune, eticheta detectează semnalul generat de cititor și începe să comunice informațiile stocate în memorie. La sistemele pasive, semnalul generat de cititor oferă etichetei atât informații temporale, cât și suficientă energie pentru a-i asigura funcționarea. Semnalul de tact (informațiile de timp) sincronizează comunicația dintre etichetă și cititor, simplificând proiectarea constructivă a acestora [8], [9].

3. Gamele de frecvență utilizate de tehnologia RFID

Datorită spectrului radio diferit în care operează, echipamentele (și implicit aplicațiile) RFID se împart în mai multe categorii [10]. Alegerea benzii de frecvență optime pentru o aplicație RFID este dictată în primul rând de condițiile de mediu în care sistemul trebuie să funcționeze precum și de cerințele aplicației.

Astfel, pentru Europa și Africa benzile de operare sunt:

- **Joasă frecvență** (*LF – Low Frequency*) $F = 125/134 \text{ KHz}$ – dispozitive cuplate inductiv pentru care majoritatea țărilor nu solicită autorizarea sistemelor ce operează în această bandă. Caracteristici pentru acest domeniu:
 - aplicații uzuale: identificarea animalelor, controlul accesului, managementul recipientelor;
 - distanțe de citire: 0,1 până la 1 m;
 - funcționare excelentă în apropierea metalelor sau în lichide.
- **Înaltă frecvență** (*HF - High Frequency*), $F = 13,56 \text{ MHz}$ – elemente electronice de supraveghere. Caracteristici pentru acest domeniu:
 - aplicații uzuale: inventariere-arhivare documente, control bagaje, transport auto;
 - distanțe de citire : 1 până la 3 m;
 - această bandă de frecvențe are cele mai multe aplicații posibile.
- **Foarte înaltă frecvență** (*Ultra High Frequency – UHF/MW*), $F = 850 \text{ MHz} - 2,46 \text{ GHz}$. Cuprinde două domenii:
 - cel al frecvențelor cuprinse între 430 și 460 MHz – aplicații industriale, științifice și medicale;
 - cel al hiperfrecvențelor cuprinse între 2,35 și 2,45 GHz – aplicații cu spectru distribuit.

Caracteristici pentru aceste domenii:

- aplicații uzuale: transport auto, parcare, managementul containerelor;
- distanțe de citire: 1 până la 12 m;
- permit identificarea vehiculelor în mișcare cu viteze de peste 100 km/h.

4. Utilizarea tehnologiei RFID în identificarea, urmărirea trasabilității și verificarea autenticității produselor

Asigurarea autenticității produselor și stabilirea traseului urmat de un produs se pot face prin implementarea unui sistem de management al producției folosind tehnologia RFID și extinderea utilizării acestuia până la locul de comercializare. Există în acest moment sisteme de management implementate pe fluxul de fabricație și pe timpul transportului, dar lanțul nu este complet, lipsind astfel de sisteme la punctele de desfacere și o bază de date care să conțină toate informațiile, în mod unitar.

Lucrarea prezintă o soluție sigură și de cost redus bazată pe aplicarea tehnologiei RFID, atât pentru autentificarea mărcii produselor, cât și pentru urmărirea trasabilității lor, asigurând totodată și un suport informatic pentru controlul distribuției (figura 2). Mai mult, pentru eliminarea suspiciunilor legate de transportul sau stocarea unor produse în condiții improprii, în cadrul proiectului se efectuează cercetări pentru găsirea de soluții de monitorizare a parametrilor ambientali prin stocarea în memoria unui transponder activ (cuplat cu senzori specifici) a informațiilor obținute pe întreaga durată a transportului sau pe durata stocării. Informațiile corespunzătoare trasabilității produsului sunt citite și înscrise la fiecare punct/nod de distribuție sau magazin de desfacere. În acest fel, la consumatorul final ajunge un produs cu un transponder / etichetă atașat(ă), în care sunt memorate toate informațiile esențiale ale produsului și traseul urmat de acesta, inclusiv cele legate de magazinul de desfacere final în care se află. Clientul poate verifica toate aceste informații cu ajutorul unui cititor portabil sau fix, înglobat, de exemplu, într-un PDA sau telefon mobil. Dacă clientul dorește, după achiziționarea produsului, se va putea înregistra ca proprietar al respectivului produs.

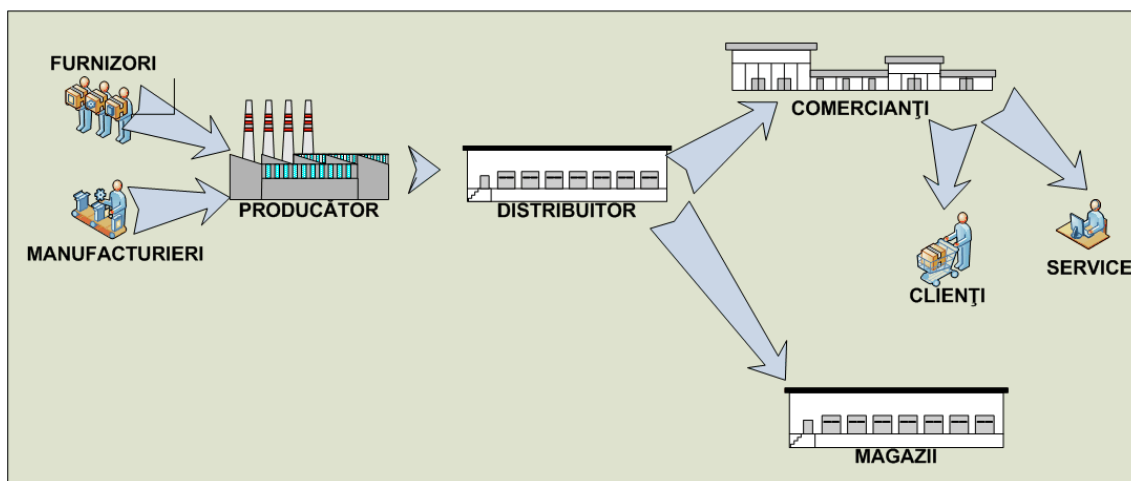


Figura 2. Arhitectura unui lanț de distribuție

Astfel, un produs va fi autentificat prin trei mijloace accesibile rapid oricărui cetățean:

- autentificare la *nivelul etichetei produsului* (holograma, alte elemente de autentificare tradiționale);
- autentificare la *nivelul cipului electronic* al etichetei RFID ce însoțește produsul și care conține informații referitoare la trasabilitatea și originea produsului;
- autentificare la *nivelul site-ului web*, pe baza codului ID unic de produs, pentru compararea informației din baza de date oficială a producătorului cu cea din cipul electronic.

În acest fel se asigură o maximă siguranță în sistem, scăderea drastică a posibilităților de piratare a produselor, o creștere a siguranței cumpărătorului asupra produselor achiziționate și un sistem de management și urmărire modern și eficient al produselor proprii.

Fluxul informațional bidirecțional pe traseul producător, distribuitor și comercianți este prezentat în figura 3 și conține următorii pași în asigurarea trasabilității:

- etichetarea produsului la producător cu eticheta RFID și înscrierea informațiilor inițiale în memoria transponderului. Produsele se introduc în colete care se etichetează cu etichete RFID și se înscriu informațiile inițiale legate de colet în baza de date a producătorului. Codul coletului se asociază cu codurile produselor din colet. Actualizarea bazelor de date ale producătorului se face în continuare pe baza codului de colet până la vânzarea cu amănuntul a produselor. Produsul se stochează împreună cu aceste informații în memoria transponderului, în magazia de produse finite a producătorului, iar informațiile se transmit în serverul producătorului, ce conține și baza de date a produselor finite. La livrarea din magazia de produse finite a producătorului, în memoria etichetelor coletelor se înscrie data și codul magaziei. Informația este transmisă serverului producătorului via Internet;
- la intrarea în magazia distribuitorului, se citește informația din eticheta coletului și informația se transmite serverului producătorului. Se vor înscrie în etichetele coletului și ale produselor din colet informații legate de intrarea în magazia distribuitorului. La ieșirea din magazia distribuitorului se citește informația din eticheta coletului și informația se transmite serverului producătorului. Opțional, se va putea efectua operația de autentificare a produsului. Se vor înscrie în etichetele coletului și a produselor din colet informații legate de ieșirea din magazia distribuitorului;
- dacă mai există distribuitori în lanțul de distribuție, se va repeta pasul anterior;
- la intrarea în magazia comerciantului cu amănuntul, se citește informația din eticheta coletului și se transmite serverului producătorului. Se vor înscrie în etichetele coletului

și ale produselor din colet informații legate de intrarea în magazia comerciantului. Se despachetează și se pun produsele pe raft. Eticheta coletului va fi distrusă și va fi informat serverul producătorului;

- la vânzarea produsului, se va efectua operația de autentificare cu ajutorul unei aplicații ce poate rula fie pe un PC, fie pe un PDA, conectate la un cititor RFID. Autentificarea se va realiza pe baza informațiilor stocate în memoria etichetei RFID a produsului (informații stocate succesiv în magazia de produse finite a producătorului și apoi pe lanțul de distribuție) și a informațiilor aduse de pe serverul producătorului via Internet;
- dacă produsul se vinde, comerciantul are obligația de a înregistra acest lucru în serverul producătorului. Astfel se va înregistra că produsul cu respectivul cod și respectivele informații legate de trasabilitatea sa a fost vândut. O încercare de vânzare a unui eventual produs falsificat cu o etichetă clonată va găsi la autentificarea sa pe serverul producătorului informația că acel produs a fost deja vândut. Mai mult, această autentificare eșuată va informa producătorul că s-a încercat autentificarea unui produs falsificat;
- pe anumite segmente din lanțul de distribuție trebuie să existe posibilitatea de a atașa suplimentar o etichetă RFID care înregistrează temperatura într-un anumit interval de timp și cu o anumită frecvență, ambele programabile prin intermediul aplicației ce rulează la magaziile producătorului și distribuitorilor. Înregistrarea temperaturii poate fi făcută și în cazul stocării. Informațiile stocate în eticheta RFID cu senzor se vor descărca cu ajutorul unui cititor RFID și vor fi transmise serverului producătorului. În momentul în care eticheta va fi detașată de produsul monitorizat se va informa serverul producătorului. Eticheta va putea fi refolosită.

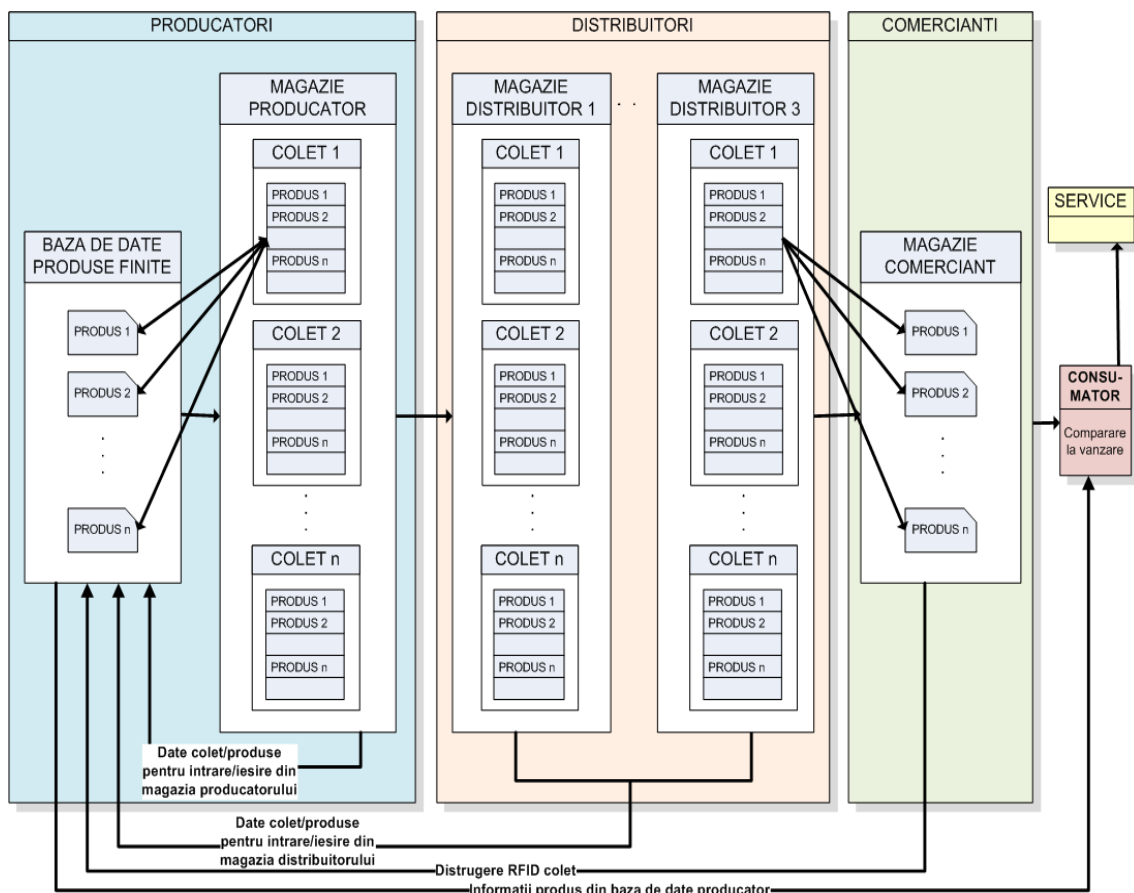


Figura 3. Fluxul informațional pe traseul producător, distribuitor și comercianți

Eticheta electronică va putea însoți sau nu produsul după vânzare (eventual pentru service). Etichetele nu se refolosesc, cu excepția etichetelor care înregistrează temperatura (și care se aplică coletelor / produselor).

Arhitectura sistemului pentru controlul și verificarea autenticității produselor este prezentată în figura 4. La nivelul unei magazii, se va considera arhitectura sistemului organizată pe mai multe nivele.

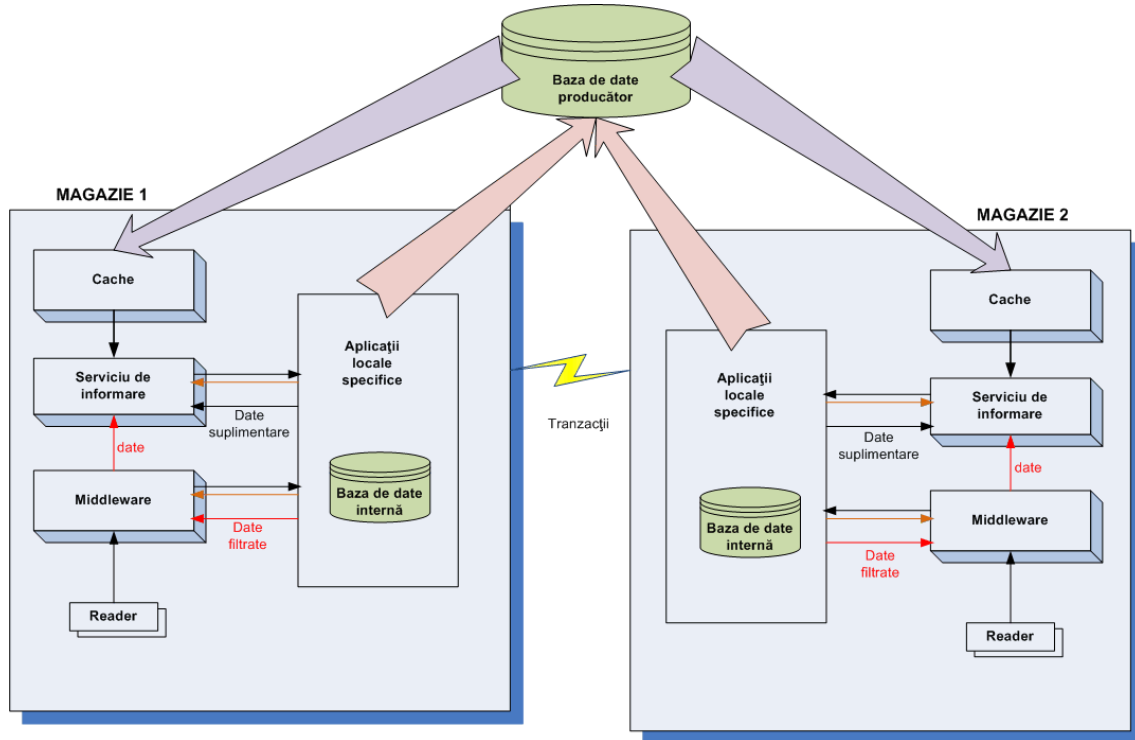


Figura 4. Arhitectura sistemului

În cadrul sistemului se dezvoltă un middleware RFID, cu următoarele caracteristici:

- coordonarea și integrarea cititoarelor;
- supravegherea și înregistrarea informației din tag;
- posibilitatea de a executa simple filtrări.

Ținând cont de specificul, precum și de complexitatea sistemului și de multiplele funcționalități pe care trebuie să le îndeplinească, se adoptă o arhitectură pe mai multe nivele, care să asigure filtrare și direcționare pe bază de context. În acest mod se asigură scalabilitatea arhitecturii și o integrare facilă.

Trebuie specificat faptul că în cadrul sistemului se permite crearea etichetelor, oferind facilități pentru completarea datelor corespunzătoare etichetei atașate unui produs, modificarea valorilor, ștergerea (eliminarea) unei etichete din baza de date, ștergerea fizică a unei etichete (cu prelucrările corespunzătoare în baza de date) etc.

În cadrul sistemului pentru controlul și verificarea autenticității produselor sunt instalate mai multe baze de date, astfel amintim: baza de date la producător (în care se stochează toate informațiile referitoare la mișcarea produsului de la producător la consumator), baza de date la nivelul magaziei distribuitorului sau comerciantului cu amănuntul și o bază de date instalată la nivelul controler-elor RFID de poartă.

5. Avantajele utilizării RFID în lanțurile de aprovizionare

Dintre avantajele utilizării RFID în lanțurile de aprovizionare pot fi menționate:

- RFID permite automatizarea managementului lanțurilor de aprovizionare, permițând întreprinderilor să realizeze economii importante;
- RFID aduce o contribuție importantă în păstrarea acurateții înregistrărilor referitoare la recepțiile și expedițiile de produse;
- RFID previne furtul de produse, prin înregistrarea acestora la nivelul unor puncte multiple, creând o înregistrare relativă la traseul parcurs de fiecare produs;
- RFID are capacitatea de a identifica locația în care se află un produs, mai ales în cazul pierderilor acestuia, lucru ce permite ca producătorul sau distribuitorul să ia o serie de măsuri corective.

Ca rezultat, RFID are o contribuție majoră în ceea ce privește găsirea rapidă a unui produs, precum și în eliminarea posibilităților de falsificare a acestuia.

Managementul lanțurilor de aprovizionare bazat pe tehnologia RFID se confruntă cu o serie de provocări, mai ales în ceea ce privește securitatea operațiilor. Este de la sine înțeles că ansamblul atributelor electronice ale unui produs joacă un rol vital în obținerea avantajelor sistemelor de management al lanțurilor de aprovizionare (menționate mai sus), dar securizarea acestui ansamblu, eliminarea accesării neautorizate a acestuia, precum și prevenirea modificării și fabricării ilegale a produselor, constituie în continuare provocări în domeniul RFID. La momentul actual, există un interes major referitor la clonarea etichetelor RFID, operație care ar permite introducerea unor produse falsificate în lanțurile de aprovizionare.

6. Concluzii

Utilizarea largă a tehnologiei RFID poate aduce beneficii precum:

- mărirea eficienței și productivității prin: identificare complet automatizată posibilă prin contorizare, urmărire, sortarea și rutare; eficientizarea colectării datelor și identificării; diminuarea erorilor și pierderilor; realizarea unei mai bune inventarieri; eficientizarea monitorizării mobilității obiectelor și persoanelor; automatizarea controlului accesului;
- creșterea profitabilității prin: diminuarea costurilor de utilizare; reducerea costurilor referitoare la resursa umană; reducerea duratei proceselor; eficientizarea controlului calității; reducerea costurilor de întreținere în comparație cu alte sisteme de identificare;
- mărirea satisfacției clienților prin: furnizarea de informații mai exacte; reducerea subiectivismul și sprijinirea responsabilității; creșterea calității produselor și serviciilor; oferirea de prețuri competitive; adaptarea rapidă la dinamica pieței.

Tehnologia de identificare RFID accelerează colectarea datelor și elimină intervenția umană.

Tehnologia RFID este cea mai ieftină soluție de identificare, dacă este evaluată pe termen lung.

Etichetele RFID practic nu pot fi copiate. Tehnologia RFID oferă o viteză rapidă de citire a unei etichete de ordinul zecilor de milisecunde. Etichetele utilizate sunt rezistente, fiind posibilă operarea într-un mediu a cărei temperatură variază de la -40°C la $+100^{\circ}\text{C}$.

BIBLIOGRAFIE

1. RFID Journal Frequently Asked Questions, <http://www.rfidjournal.com>.
2. Examples of AIDC, <http://www.rfidgazette.org>, 2005.

3. What is Radio Frequency Identification (RFID)?, <http://www.peacocks.com.au/about-rfid.htm>.
4. ISO RFID Standards: A Complete List, http://rfidwizards.com/index.php?option=com_content&view=article&id=242.
5. **LIXĂNDROIU, R.:** A Model of Traceability for Equipments Using RFID Technologies within an Integrated System, în Revista Informatica Economică, no. 2(38)/2006, pp. 124–128.
6. **PESCARU, G.; DRAGOMIR, R.; PUȘCOCI, S.:** Activities optimization using RFID technologies, în AGIR Bulletin – Telecommunications, no. 2/2008, pp. 66–78.
7. RFID – Radio Frequency Identification, <http://ro.wikipedia.org/wiki/RFID>.
8. **BHATT, H.; GLOVER, B.:** RFID Essentials, O’Reilly, 2006.
9. **LAHIRI, S.:** RFID Sourcebook, Prentice Hall PTR, 2005.
10. Frequency for RFID Systems, <http://www.rfid-handbook.de/rfid/frequencies.html>.