

ECHIPAMENT PENTRU MONITORIZAREA RADIO A VAGOANELOR PE CALEA FERATĂ

Asistent dr.ing. Ionel PETRESCU, Șef lucrări dr.ing. Maria Claudia SURUGIU

Universitatea „Politehnica“ din București

REZUMAT. Sistemele de identificare prin radio frecvență (RFID) sunt des folosite în ultimii ani în robotică, transport sau industrie, administrare de personal, sisteme de securitate sau în orice zonă în care oamenii sau obiectele trebuie să fie identificate. Această particularitate a transportului feroviar face posibilă stabilirea unor puncte fixe, cu pozițiile bine determinată și cunoscută, în rețeaua de căi ferate, în care se montează echipamente automate de identificare a vagoanelor și locomotivelor. Absența surselor de alimentare cu energie electrică pe vagoanele de cale ferată restrânge drastic paleta soluțiilor tehnice utilizabile. Practic, se pot utiliza două sisteme de identificare automată a vagoanelor de cale: citirea optică a informației înscrise în clar sau în cod de bare, pe pereții vagonului, sau identificarea prin radiofrecvență (RFID). Lucrarea de față prezintă un echipament pentru monitorizarea vagoanelor pe calea ferată realizat pentru transmiterea și memorarea unor informații minime necesare managementului vagoanelor și garniturilor de tren. Echipamentul realizează salvarea datelor în memoria ambelor module.

Cuvinte cheie: sistem inteligent de transport, identificare prin radio frecvență (RFID), tag, antenă, radio-comunicații, căi ferate.

ABSTRACT. Radio Frequency Identification (RFID) systems are very often used in the last few years in robotics, transportation or suppliers industry, personnel administration, security systems or in any area where people or objects need to be identified. The identification of train carriages and locomotives used in railway networks is a true example of using it and consists in placing fixed equipment in a specific and well known place. In these cases we have to deal with very low energy consumption caused by the absence of a source power mounted on wagons. This is the reason why there are only two ways to identify railway carriages: first one is optical reading of specific information contained in a bar code or clearly written on plates and the second is identification using radio frequency (RFID). In this paper it is presented a radio system which can monitor wagons on railroad and also transmits and memorizes minimum information absolutely useful in railway networks management. The equipment is able to save the data in a register placed inside a central module in railway station and also inside another register located on train carriages.

Keywords: Intelligent Transport System, Radio Frequency Identification (RFID), tag, antenna, radio communications, railway.

1. GENERALITĂȚI

O gamă largă de tehnologii diverse, denumite împreună sisteme inteligente de transport (ITS - Intelligent Transport Systems), oferă răspuns la multe dintre problemele referitoare la transport. Sistemul ITS se bazează pe un ansamblu de tehnologii, precum cele specifice prelucrării informației, comunicațiilor, controlului și electronicii.

Sistemele ITS sunt sisteme de transport care utilizează informația, comunicațiile și tehnologiile de control pentru a îmbunătăți operarea rețelelor de transport. Instrumentele oferite de sistemele ITS, denumite și „Telematici în Transport”, se bazează pe 3 caracteristici de bază – *informația, comunicațiile și integrarea* – care ajută operatorii și călătorii să ia

decizii mai bune și mai coordonate. Aceste instrumente sunt utilizate pentru a economisi timp, bani și vieți omenești, pentru îmbunătățirea calității vieții și mediului și pentru a crește productivitatea activităților comerciale. Obiectivele amintite sunt comune tuturor regiunilor lumii, prioritatea lor putând varia de la o regiune la alta.

Sistemele și serviciile ITS se referă la orice sistem sau serviciu care face mai eficientă și mai economică mișcarea persoanelor și bunurilor, deci „mai inteligentă”.

Acestea conțin o gamă largă de instrumente noi pentru administrarea rețelelor de transport și serviciilor pentru călători. Culegerea, prelucrarea, integrarea și furnizarea informațiilor se află în centrul sistemelor ITS, oferind informații în timp real privind condițiile

de trafic curente ale unei rețele, prin informații on-line pentru planificarea

călătoriei. Instrumentele oferite de sistemele ITS permit autorităților, operatorilor și călătorilor să fie mai bine informați și să ia decizii mai coordonate și mai „inteligente”.

2. BENEFICIILE SISTEMELOR ITS

Principalele beneficii ale tehnologiei ITS sunt următoarele:

- reducerea accidentelor;
- sprijinirea deblocării congestiei;
- salvarea vieții umane;
- siguranța;
- productivitatea;
- diminuarea duratei călătoriei și a planificării călătoriei;
- reducerea unora din efectele transportului asupra mediului;
- economisirea de timp și bani.

Sistemul ITS a demonstrat că este calea spre îmbunătățirea facilităților de transport și funcțiilor pentru viitor. Unele din principalele beneficii ale sistemelor ITS pot fi grupate în conformitate cu următoarele subiecte:

- reducerea accidentelor;
- deblocarea congestiei;
- monitorizarea și protecția mediului;
- productivitatea și eficiența operațională;
- factorii de confort;
- siguranța;
- eficiența.

3. TEHNOLOGII UTILIZATE ÎN CADRUL SISTEMELOR ITS

Elementele care sunt noi pentru dezvoltarea sistemelor ITS sunt tehnologiile și conceptele de sistem referitoare la:

- schimbul de date și coordonarea deciziei implicând multiple centre precum centrele de management al traficului și tranzitului pentru servicii de transport multimodal;
- achiziția datelor și integrarea dintre vehicul și infrastructura drumului (de exemplu, pentru funcții de ghidare dinamică a rutei);
- schimbul de date cu organizații din sectorul privat (de exemplu, pentru furnizorii de servicii de informare pentru distribuirea informației de trafic).

Unele din aceste tehnologii, precum stațiile radio de informare pentru autostrăzi (HAR) și controlul

traficului urban (UTC), sunt deja familiare multor experți din domeniul transporturilor. Altele sunt relativ noi, de exemplu sistemele de poziționare globală (GPS) și Internet.

4. ACHIZIȚIA DATELOR

O acțiune importantă care trebuie efectuată de multe servicii ITS este culegerea de informații referitoare la trafic și condițiile căii ferate, la timp și precis, legătura cu alte trenuri.

✓ **Senzori de trafic.** Timp de mai mulți ani supravegherea traficului a fost efectuată prin detectori cu circuit inductiv, care pot sesiza prezența unui vehicul – circuite de cale.

✓ **Localizarea trenurilor.** Informația referitoare la poziția geografică a trenului, furnizată de sistemele ITS, pentru dispecerii care urmăresc trenurile în scopul realizării managementului feroviar.

Tehnologia de localizare a vehiculului este utilă și celor care doresc să găsească poziția geografică a unui tren care are probleme în scopul de a-l ajuta să găsească și să urmărească mărfuri furate, perisabile sau trenuri care transportă materiale periculoase.

✓ **Identificarea automată a vagoanelor.** O tehnologie care este utilizată pentru urmărirea vagoanelor este identificarea prin radio – frecvență (RFID).

Fiecare vagon are o etichetă ce emite un semnal radio codificat ce este preluat de un cititor aflat în stație sau într-un loc cunoscut și poate indica poziția geografică a vehiculului la un moment de timp. O altă variantă o reprezintă comunicarea telefonică la trecerea vagonului prin gară.

5. PRELUCRAREA DATELOR

✓ **Fuzionarea datelor.** În centrul de management a traficului, informația de trafic este obținută simultan în multe moduri. Verificarea acurateții, rezolvarea informațiilor conflictuale, interconectarea lor într-un mod consistent, crearea și prelucrarea unui set sigur de date de trafic sunt câteva operații efectuate înainte de distribuirea datelor.

6. COMUNICAȚII

✓ **Tipuri de comunicații de date.** Comunicațiile de date sunt necesare pentru colectarea datelor și pentru distribuirea informațiilor. În ceea ce privește infrastructura, sunt utilizate comunicațiile staționare.

Datele obținute de la sursele fixe, cum sunt detectorii în buclă și televiziunile cu circuit închis, pot fi transmise la centrele de management și apoi distribuite de acestea prin intermediul comunicațiilor staționare sau mobile. În ceea ce privește vehiculul, sunt necesare comunicațiile mobile. Datele obținute de la sursele mobile, precum patrulele din elicopter și ieșirile din procesoarele de date amplasate la bordul vehiculului, precum coordonatele GPS, trebuie să fie transmise la centrul de management prin intermediul comunicațiilor fără fir sau mobile.

✓ **Costurile comunicațiilor de date.** În general, costurile comunicațiilor de date cresc odată cu lățimea benzii (precum banda de frecvență, biți pe secundă, care indică cantitatea de informații care poate fi transmisă în unitatea de timp). Parametrii de trafic obținuți de la senzorii de trafic sunt transmiși prin intermediul comunicațiilor prin fir, de lățime de bandă relativ mică (de exemplu, linie telefonică) sau prin comunicații fără fir, de lățime de bandă mică (de exemplu, pachet radio) deoarece parametrii de trafic conțin relativ puțini biți pe unitatea de timp. Imaginile video în mișcare care includ mulți biți de informație pe unitatea de timp ce necesită, pentru transmisie, medii de comunicare pentru bandă largă (de exemplu, cabluri coaxiale și fibre optice).

7. EVOLUȚIA SISTEMELOR INTELIGENTE DE TRANSPORT

Firma „Wilbur Smith Associates“ (WSA) consideră că o abordare sistemică pentru planificarea și proiectarea transportului este fundamentală pentru dezvoltarea de servicii eficiente de transport și de livrare. Un sistem integrat este important pentru utilizatorul final, permițându-i acestuia să cunoască costul fiecărui serviciu în contextul unei funcționări fiabile. Sistemele integrate, dedicate transportului de mărfuri, sunt importante pentru economie, iar cele dedicate transportului de persoane pentru siguranța persoanelor care se deplasează cu vehicule.

Multe studii elaborate de WSA, referitoare la transportul pe calea ferată, s-au focalizat pe tipul și volumul serviciilor disponibile pentru adaptarea necesităților existente și proiectate privind transportul mărfurilor pe calea ferată, pe impactul potențial al consolidării transportatorilor și pe valoarea și impactul serviciului de transport pe linii cu densitate mică. Scopul multora din aceste lucrări este de a confirma rolul acțiunilor de operare pe calea ferată privind transportul de mărfuri și importanța serviciilor de transport pe calea ferată pentru alte elemente ale întregului lanț de transport al mărfurilor.

Practicile privind transportul mărfurilor pe calea ferată promovate de WSA sunt materializate prin:

- planuri la nivel de stat privind transportul pe cale ferată;
- studii privind transportul mărfurilor pe calea ferată la nivel regional;
- studii privind politica de transport pe calea ferată;
- inginerie geotehnică;
- analize referitoare la coridoarele de cale ferată / liniile de cale ferată;
- studii privind intersecțiile de nivel ale liniilor de cale ferată;
- studii privind impactul fuzionării organismelor de transport feroviar;
- evaluări referitoare la traseu;
- evaluări ale parcurilor de vagoane;
- evaluări ale rețelelor de cale ferată;
- modelări ale capacităților căilor ferate;
- analize ale prețurilor și costurilor;
- solicitări de finanțare.
- evaluări ale liniilor cu densitate redusă;
- estimări privind impactul asupra mediului;
- planuri de deplasare a mărfurilor;
- examinări ale performanțelor.

8. STRUCTURA SISTEMULUI DE MONITORIZARE RADIO A VAGOANELOR PE CALEA FERATĂ

Generalități RFID. În general, RFID (Radio Frequency Identification) reprezintă modalitățile de identificare a unei persoane sau a unui obiect utilizând transmisiunea pe canale radio. Tehnologia poate fi utilizată pentru a identifica o varietate largă de obiecte. Sistemul de comunicație intervine între antenă (interogator) și obiectul de identificat (transponder), de obicei denumit etichetă.

Identificarea prin radiofrecvență este utilizată în foarte multe aplicații, printre care sistematizarea campusurilor și aeroporturilor prin identificarea obiectelor, managementul traficului și controlul accesului vehiculelor în zonele private etc.

Sistemul de identificare prin radiofrecvență (RFID) cunoaște o mare dezvoltare în jurul anului 1940 când era necesară identificarea avioanelor inamice de cele aliate. Etichete RFID, sau transpondere, de mare putere au fost montate pe avioanele aliate astfel încât în momentul interogării acestor transpondere de către un semnal radar, se primea răspunsul de identificare. Aceste sisteme „aliat sau dușman” (Identify: Friend or Foe - IFF) au fost primele utilizări evidente ale

RFID pe scară largă, aplicațiile respective fiind utilizate și în prezent în controlul traficului aerian.

Dezvoltarea tehnologiei și invenția microcipurilor a condus către proiectarea și utilizarea etichetelor RFID pasive (etichete ce pot fi citite fără a fi necesar surse de energie), reducând astfel costurile.

Principiile de funcționare ale sistemului de identificare prin radiofrecvență. Un sistem RFID este alcătuit așa cum se exemplifică și în figura de mai jos cu componentele:

- cititor (reader) care include și antena - acest dispozitiv este utilizat pentru a citi și a scrie date;
- etichete – utilizate pentru a transmite datele;
- sistemul de comunicare dintre ele.

Etichetele RFID sunt alcătuite dintr-un circuit integrat atașat la o antenă buclă inductivă sau dipol, în funcție de domeniul de aplicație. Datele sunt salvate și transmise prin intermediul antenei la un cititor. Etichetele RFID pot fi pasive (fără baterie) sau active (alimentate de la o baterie). Din punct de vedere al tipului de memorie, etichetele pot fi doar citite (datele salvate nu pot fi distruse sau modificate), citite/scrise (datele pot fi distruse sau rescrise), combinație de citire/scriere (un segment de memorie poate fi doar citit în timp ce restul memoriei poate fi modificată).

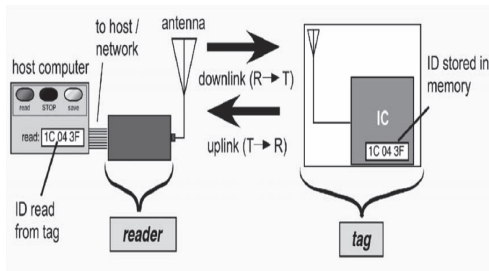


Fig. 1. Privire de ansamblu asupra unui sistem RFID.

Echipamentul de monitorizare a traficului feroviar prezentat în lucrarea de față își propune să elimine dezavantajele monitorizării cu RFID și să îmbunătățească managementul feroviar și controlul circulației mărfurilor.

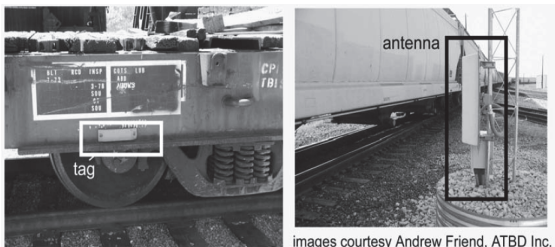


Fig. 2. Sistem RFID implementat pe vehicule și calea ferată.

Identificarea la calea ferată Se întâlnesc două configurații de bază:

- etichete montate pe obiective în mișcare
- cititoare montate pe obiective în mișcare

✓ **Etichete montate pe obiective în mișcare.**

Etichetele sunt montate pe locomotivă sau vagon iar cititorul este montat de o parte și de alta a șinei. Această aplicație s-a dovedit a fi de mare succes într-o diversitate de aplicații:

- informarea pasagerilor asupra traficului – sunt oferite informații în timp real asupra locației trenului;
- funcționare și întreținere - sunt furnizate informații precise asupra configurației vagoanelor unui tren.

Etichetele pot avea diferite poziții:

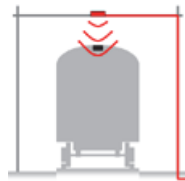
– etichete de o parte și de alta a vagonului și un cititor fix.



– etichetă montată într-o singură parte și două cititoare de o parte și de alta.



– etichetă montată deasupra și un cititor.



– etichetă montată dedesubt și un cititor.



✓ **Cititoare montate pe obiective în mișcare.**

Cititoarele sunt montate pe locomotive iar etichetele sunt montate pe traversa de cale ferată. Acest sistem este utilizat cu succes în determinarea poziției unui tren pe parcursul unei rute.

Poziționare pentru managementul la bord. Se obțin informații asupra pasagerilor, asupra schimbării automate a posturilor de radio și asupra nivelului puterii.

Cititoarele pot avea diferite poziții:

- cititor montat dedesubt și o etichetă.



- cititor montat în lateral și o etichetă.



9. ECHIPAMENT DE MONITORIZARE PRIN RADIO A VAGOANELOR DE CALE FERATĂ

Acest echipament este format din 2 module: un modul ce se află amplasat pe vagon și un modul ce se află amplasat în stație. Cele 2 module comunică, transmițându-și date, prin radio. Comunicația este de tip semiduplex, la un moment dat numai un singur modul emite. Partea de comunicație radio este independentă de partea de prelucrare a datelor astfel că poate fi folosită orice tip de modulație digitală.

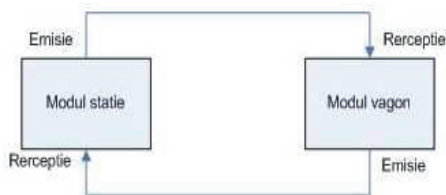


Fig. 3. Schema bloc a echipamentului.

Funcțiile sistemului. Sistemul îndeplinește 2 funcții, dar este flexibil pentru dezvoltări ulterioare prin implementarea altor funcții.

- funcția de comunicație – se realizează prin radio cu celelalte module, iar cu PC-ul prin cablu sau prin infraroșu;

- funcția de memorare – salvarea informațiilor.

Mesajele transmise de stație sunt:

- identificatorul de stație împreună cu data și ora
- mesaj de confirmare de primire corectă a mesajelor de la vagon

Mesajul transmis de vagon este:

- identificatorul de vagon.

Modulul de stație conține:

- bloc de alimentare – din care se alimentează cu tensiunea toate blocurile componente;
- bloc de emisie radio;
- bloc de recepție radio;
- bloc de prelucrare a datelor – format dintr-un microcontroler ce prelucrează toate datele;
- bloc de memorie – format dintr-o memorie EEPROM ce memorează datele;
- bloc de comunicație cu PC – asigură comunicația cu PC pentru preluarea datelor din blocul de memorie;
- bloc timer – furnizează data și ora.

Dispozitivul realizează 3 tipuri de comunicații:

- transmiterea și recepționarea radio a datelor în mod semiduplex între 2 echipamente;
- comunicație serială cu PC;
- comunicație I2C cu memoria EEPROM și cu ceasul PCF8583 în cazul modului de stație.

Comunicația radio. Între module comunicația este radio. Fiind o comunicație de date este necesar ca modulația să fie digitală tip ASK, FSK sau oricare alta.

Comunicația cu PC-ul se realizează prin interfața USART folosind protocolul RS232. Comunicația folosind acest protocol este asincronă și este nevoie de 1 bit de sincronizare numit bit de start de valoare logică 0 (0V). Inițial pe linie se transmite 1 logic (5V) în mod continuu. Aceasta înseamnă că linia este liberă.

După transmisia bitului de start se transmit 8 biți de date 5V pentru 1 logic și 0V pentru 0 logic. După transmisia pachetului de 8 biți se transmite 1 bit de paritate care poate fi opțional. După bitul de paritate se transmit 1 sau 2 biți de stop.

Cele mai utilizate formate sunt 8N1 (8 biți de date, fără paritate, 1 bit de stop) și 7N2 (7 biți de date, fără paritate, 1 bit de stop).

Bitul de paritate este 1 logic dacă s-a transmis un cuvânt par și 0 logic dacă s-a transmis un cuvânt impar.

Viteza de transmisie reprezintă numărul de biți transmiși într-o secundă și se măsoară în bps (bit per second) sau baud (simboluri pe secundă). Pentru comunicația cu PC-ul există rate standard de transmisie dar pentru comunicația între microcontrolere aceasta este nestandardizată putând fi stabilită atât soft cât și hard.

Protocolul RS232 poate fi implementat soft sau hard.

Comunicația I2C. Comunicația cu memoria EEPROM și ceasul se realizează prin interfața SSP folosind protocolul I2C. Magistrala I2C (Inter Integrated Circuits) este o magistrală de cost redus, ușor de implementat și de viteză moderată: până la 100 kilobiți pe secundă pentru bus standard și până

la 400 kilobiți pe secundă pentru specificații extinse. Folosește doar două linii:

- SDL - serial data line, linia serială de date
- SCL - serial clock line, linia serială de ceas / tact, care indică date valide pe bus.

Echipamentul poate fi îmbunătățit putând vehicula o cantitate mai mare de informații, fără modificări majore de hard ci numai de soft. Aceasta face sistemul mult mai dinamic fără creșterea prețului.

Îmbunătățiri ce pot fi aduse sistemului:

- montarea unor senzori pentru uși – deschiderea ușilor pe parcurs generează un eveniment ce poate fi înregistrat în memorie și eventual transmis stației prin care trece sau personalului de pe locomotivă. De asemenea se poate determina momentul când s-a deschis ușa.

- se pot monta senzori de temperatură ce generează o alarmă în cazul depășirii unor limite. Alarma poate fi memorată, transmisă stației sau personalului locomotivei;

- la plecarea în cursă se poate memora tipul mărfii, cantitatea, stația de destinație și în cât trebuie să ajungă, aceasta fiind util în cazul mărfurilor perisabile. De exemplu în apropierea expirării perioadei stabilite se pot genera avertizări;

- se pot monta detectoare de fum ce generează alarme transmise către stație sau către personalul locomotivei;

- la vagoanele cisternă se pot monta senzori de presiune și de nivel, de exemplu dacă se detectează o scădere de nivel înseamnă că există fisură în vagonul cisternă.

În funcție de necesități, modulele, pot fi adaptate pentru a îndeplini și alte funcții.

10. CONCLUZII

Echipamentul realizează salvarea datelor în memoria ambelor module. Din memoria modulului de stație se poate extrage un istoric al trecerii vagoanelor prin acea stație. Informațiile din toate stațiile pot fi centralizate în timp real folosind rețeaua de calcula-

toare. În felul acesta se poate cunoaște poziția unui vagon în timp real, timpul parcurgerii distanței de la o stație la alta. Orice vagon poate fi urmărit pe traseu chiar dacă se schimbă garnitura de tren din care face parte. Astfel în cazul în care se rătăcește un vagon sau este pus, din greșeală, într-o altă garnitură de tren decât trebuie, acest lucru poate fi sesizat mult mai repede. De asemenea urmărirea vagoanelor este foarte utilă în cazul vagoanelor ce transportă mărfuri perisabile. Aplicația ce rulează pe server este responsabilă de aceste sesizări, putând realiza diferite statistici și alte prelucrări în funcție de necesități.

În ceea ce privește modulul de vagon acesta trebuie să aibă memoria ștersă la începutul cursei. Când ajunge la destinație memoria va conține un istoric al traseului parcurs. Se vor cunoaște stațiile tranzitate cu data și ora, timpul de parcurgere a distanței între 2 stații. În acest fel poate fi refăcut traseul parcurs în mod exact. Aceste calcule, statistici și alte prelucrări cad în sarcina calculatorului care colectează aceste date.

În acest stadiu de proiectare, aplicația vehiculează cea mai redusă cantitate de informație posibilă, respectiv identificatorul de vagon, identificatorul de stație, data și ora. Cu toate acestea, așa cum s-a văzut, se pot reface trasee, se poate urmări în timp real orice vagon și se pot face diferite statistici ce privesc distanțele parcurse, întârzieri, viteza, rute folosite, număr de vagoane, de garnituri etc.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Doina Banciu, C.M. Alexandrescu, *Sisteme Inteligente de Transport - ghid pentru utilizatori și dezvoltatori*, Editura Tehnică, București, 2003.
- [2] Marius Minea, Florin Domnel Grafu, Maria Claudia Surugiu – *Sisteme inteligente de transport – aplicații*, editura MATRIXROM, 2007.
- [3] Sorin Popescu – *Transmisia datelor*, Editura Matrix Rom – București 2003.
- [4] Monica Anca Chita, Paul Șchiopu, Brândușa Pantelimon, Constantin Iliescu, *Senzori și traductoare*, Editura Universității din Pitești 2001.
- [5] www.mikroelektronika.co.yu