

# TENDINȚE ACTUALE ÎN TRACȚIUNEA DE CURENT CONTINUU A UNITĂȚII DE TRANSPORT ELECTRIC URBAN DE PASAGERI

PETRU VÎRLAN, VITALIE EȘANU, ILIE NUCĂ

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Abstract:** *Lucrarea abordează tendințele actuale ale tracțiunii de curent continuu pentru unitățile de transport electric de pasageri (troleibuze, tramvaie) în scopul asigurării confortului călătorilor și reducerea consumului de energie electrică. Pentru asigurarea confortului călătorilor, nemijlocit posibilitatea organizării raționale a timpului, implimentarea sistemului de dispecerizare prin utilizarea sistemului GPS este binevenit. Reducerea consumului de energie poate fi realizată doar cu ajutorul chopper-ului de 4 cadrane ce oferă posibilitate să fie dirijat integral de controlerul principal al acționării.*

**Cuvinte cheie:** *motor de curent continuu, tracțiune, troleibus, convertor DC/DC, protocol CAN, microcontroler, GPS.*

## 1. Introducere

De la prima demonstrație din 1882 a Dr. E.W. von Siemens [5] și până în prezent tracțiunea transportului electric urban de pasageri este bazată pe motoare de curent continuu. Cu toate că astăzi au început să fie implementate și sisteme de curent alternativ, tracțiunea de curent continuu deține supremație absolută. Dacă în unele țări (Rusia, Belarusia) au fost date în exploatare troleibuze antrenate în mișcare de motoare de curent alternativ, atunci în alte țări acest proces încă nici nu a fost pornit. De exemplu, în Chișinău la moment toate cele cca 260 troleibuze sunt dotate cu motoare de curent continuu. Dacă la început reglarea vitezei motorului de tracțiune se realiza prin majorarea sau micșorarea valorii rezistențelor suplimentare incluse în circuitul rotoric, astăzi în baza nivelului extraordinar de dezvoltare a electronicii de putere se realizează cu ajutorul unor convertoare statice performante. Dacă în Chișinău cca 70 unități, iar în Bălți 7 troleibuze sunt dotate cu sisteme moderne electronice de control, atunci toate trolebuzele din Tiraspol-Tighina se bazează pe echipamente vehci cu consum excesiv de energie.

Cu certitudine se poate afirma, că și în următorii 20-30 ani tracțiunea de curent continuu ale unitățile de transport electric urban de pasageri își vor face datoria pe cinste. În primul rând, datorită posibilităților financiare limitate, troleibuzele existente în exploatare pot fi modernizate doar prin reechiparea cu sisteme de control electronice și cu menținerea infrastructurii existente de reparație. În al doilea rând, marea majoritate a generației actuale de exploatare este psihologic legată de încrederea absolută numai în sistemele de curent continuu.

Tendințele actuale în tracțiunea urbană sunt dictate de două motive:

- Minimizarea consumului de energie electrică.
- Îmbunătățirea confortului de călătorie al pasagerilor.

## 2. Tendințe actuale ale elementelor de putere

În scopul reducerii consumului de energie electrică metoda reostatică de reglare a vitezei motorului electric va fi înlocuită cu metoda varierii tensiunii de alimentare prin intermediul unor convertoare electronice tip DC/DC. Aceste convertoare permit reducerea consumului de energie cu cca 30-40%, dar în același timp se reduc și cheltuielile de întreținere datorită eliminării șocurilor mecanice în lanțul cinematic și sporesc confortul de călătorie datorită reglării line a vitezei.

Ca exemplu de asemenea convertor servește echipamentul electronic SDMC-103 destinat tracțiunii troleibuzelor cu motoare de curent continuu cu excitație mixtă elaborat de firma autohtonă ITS "Informbusiness" [1]. Echipamentul este realizat pe tranzistoare IGBT (tensiunea 1200V, curent 600 A) - module iltelectuale de putere PM600HSA120 (producător Mitsubishi Electric) cu pierderi de comutație

minime. Utilizarea acestui echipament permite de elimina reostatele și aparatul de comutație (fig.1) în cantitate de cca 900kg din partea inferioară a troleibuzului. Echipamentului SDMC-103 poate fi amplasat în dependență de marca troleibuzului fie în cabina șoferului, fie în secția jos laterală a mașinii (fig.2).

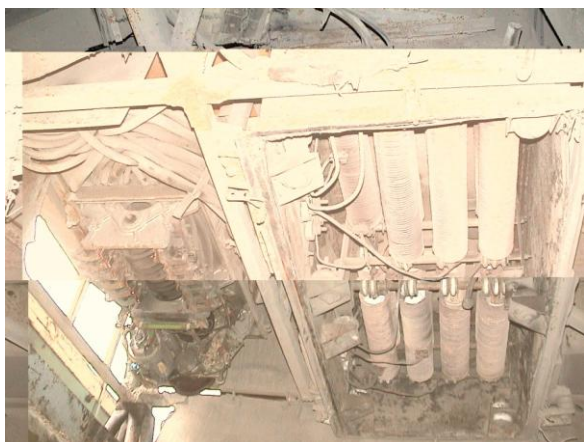


Fig. 1. Reostatul și aparatul de comutație ale troleibuzelor cu control clasic



Fig. 2. Modul de amplasare a echipamentului SDMC-103 pe troleibuze de tip 7111

## 2. Tendințe actuale ale elementelor de control

Sistemele de control ale troleibuzelor moderne [2] sunt bazate pe structuri informaționale realizate pe fibre optice și standardul CAN de comunicare (fig.3). Sistemul este compus din câteva module de bază: motor de CC, modulul SP de deservire a echipamentelor periferice AE, modulul principal de comandă MF, canalele de comunicare CAN1 și CAN2, panoul de bord - un display TFT. Din considerente de fiabilitate se utilizează două canale CAN alimentate separat.

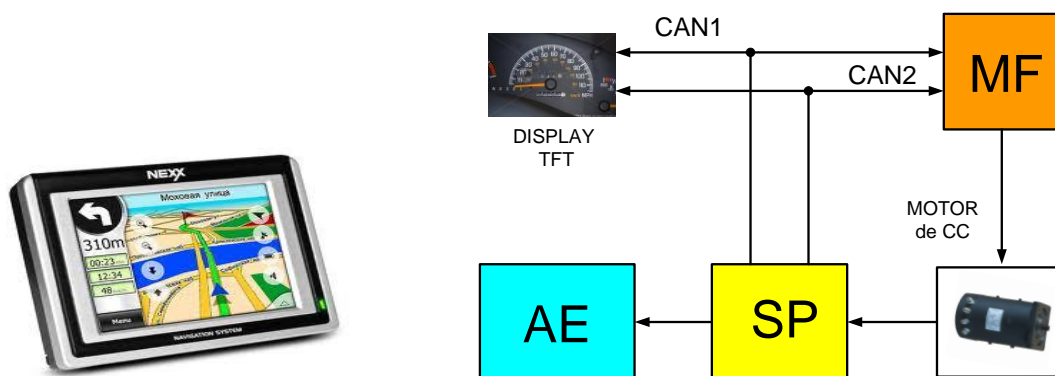


Fig.3. Structura informațională a sistemului de tracțiune al troleibuzului

La acest sistem poate fi anexat un GPS cum este prezentat în figura de mai sus, cu ajutorul căruia la dispecerat și la fiecare stație se urmărește circulația troleibuzului. Modulul SP este plasat în apropierea echipamentelor periferice ale troleibuzului și servește pentru achiziția și procesarea semnalelor analogice și digitale necesare funcționării întregului sistem. De asemenea el asigură depistarea și afișarea celor mai importante erori ale sistemului de comandă. Modulul SP este realizat în baza unui microcontroler CPU MB91F463NBPMC al firmei Fujitsu [4] cu un algoritm corespunzător de procesare al semnalelor de intrare și ieșire. Modulul SP (fig. 3) utilizează două rețele CAN cu alimentare separată pentru mărirea fiabilității. Toate semnalele de intrare analogice (poziția pedalei acceleratorului, poziția pedalei de frinare, tensiunea de bord) și discrete sunt filtrate de zgomot și limitate la nivelul logic al procesorului. Intrările discrete se utilizează pentru setarea parametrilor și configurarea dispozitivelor periferice, setarea unor regimuri de

funcționare etc. Semnale discrete de iesire se utilizează pentru comanda dispozitivelor externe și afișarea pe panoul de bord TFT a stării celor mai importante elemente. Power amplifier&overload protection asigură protecția la suprasarcină și de supratensiunea din exterior. Blocul Led driver&Indicator cu leduri interne și externe indică starea de funcționare a rețelelor CAN, prezența/absența tensiunii de bord și tensiunii de rețea, regimul curent SP și al întregului sistem, prezența/absența permisiilor de lucru. Blocul CAN transiever convertește nivelul fizic al rețelelor CAN1 și CAN2 în nivel necesar pentru procesor și invers.

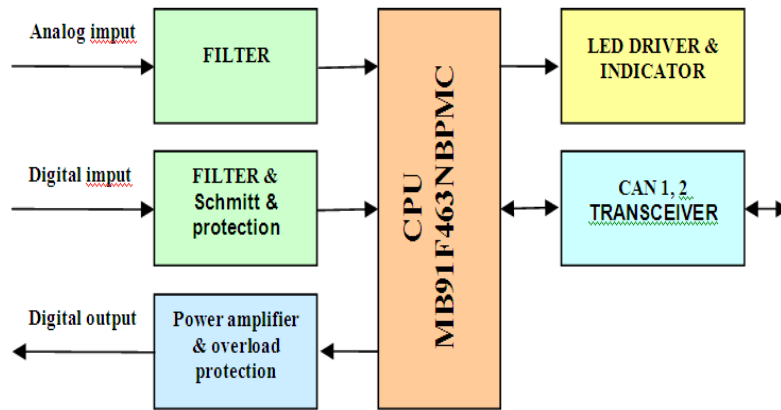


Fig.4. Structura internă a modului SP

Modulul principal MF realizează controlul general al sistemului prin procesorul CPU1 MB91F467CA produs al firmei Fujitsu [4]. Starea contactorului, viteza rotorului, parametrii motorului ș.a. reprezintă semnalele discrete de intrare. Semnale discrete de ieșire sunt destinate pentru comanda contactorului de putere. Power preamplifier asigură protecția la suprasarcină și de supratensiunea din exterior. Memoria FRAM este destinată pentru păstrarea datelor, parametrilor, erorilor și alte informații. Power module este format din Drive-ul tranzistoarelor de putere IGBT ale chopper-ului de alimentare a motorului de CC. Sensorii de curent, tensiune și temperatură sunt analogici. După filtrarea de zgomot și limitarea la nivelul maxim impus aceste semnale sunt transmise procesoarelor CPU1 și CPU2, blocului de prelucrare a erorilor Error module. Blocul Energy meter cu ajutorul unui microcircuit specializat aparte realizează calculul puterii și energiei consumate.

La acest sistem poate fi anexat un GPS cum este prezentat în figura 1 de mai sus, cu ajutorul căruia la dispecerat și la fiecare stație se poate urmări circulația troleibuzului. Conexiunea acestui sistem este prezentată în fig. 4.

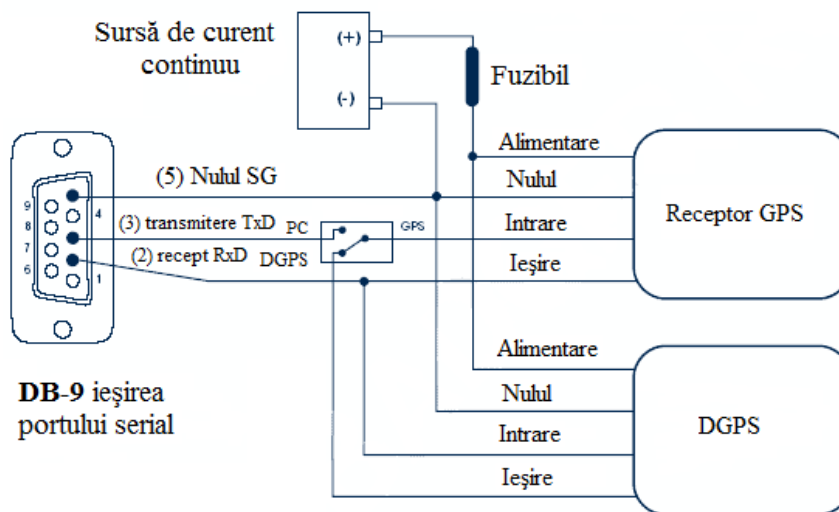


Fig. 4. Schema de conexiune a sistemului GPS.



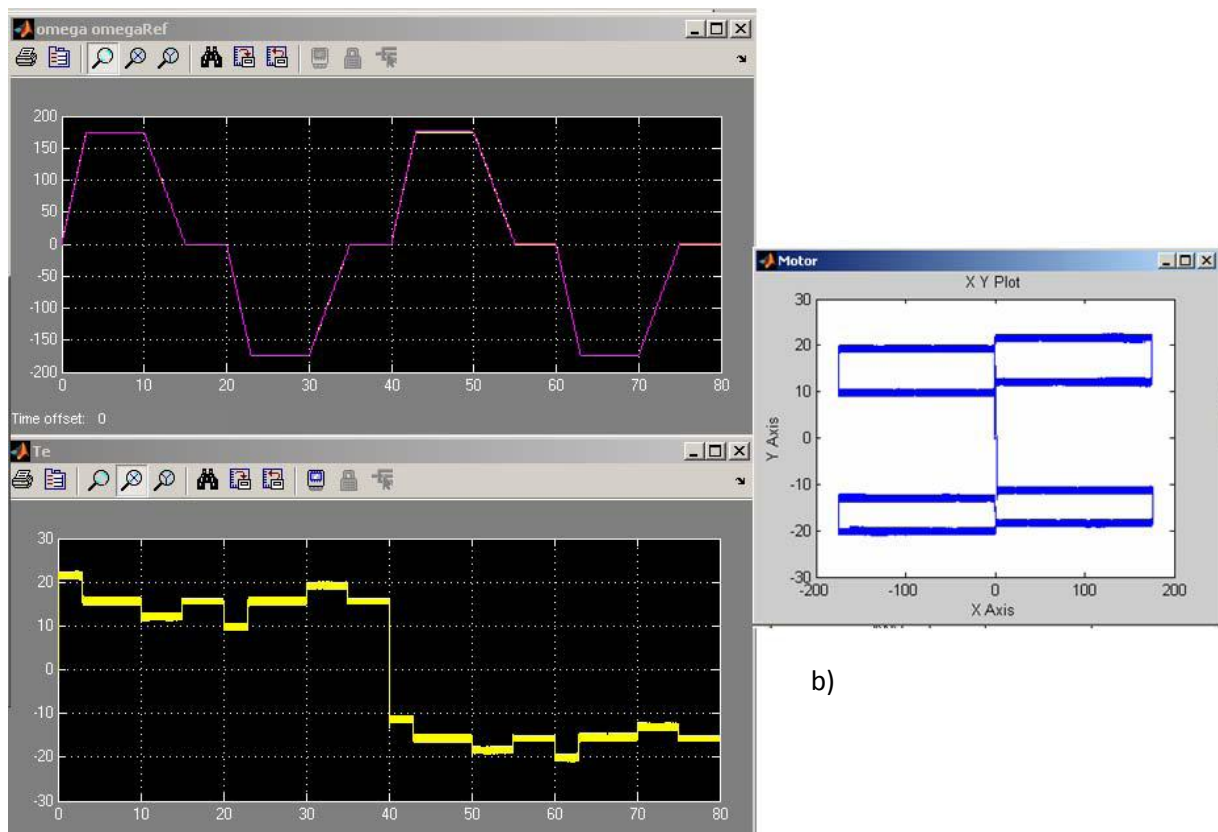


Fig. 5 . Modelul simulink a chopper-ului cu 4 cadrane  
 a) schema Simulink, b) diagramele momentane ale vitezei prescrise și cuplului, și  
 diagrama caracteristicii mecanice dinamice

#### 4. Concluzii

La etapa actuală dezvoltarea sistemelor de tracțiune în curent continuu ale unităților de transport electric urban de pasageri este axată pe elaborarea și implementarea convertoarelor electronice de putere de tipul DC/DC în baza tehnologiilor cu tranzistoare IGBT.

În baza tehnologiilor informaționale moderne pot fi realizate structuri informaționale de control al troleibuzelor cu un grad înalt de monitorizare și informatizare, inclusiv dotarea troleibuzelor cu camere de luat vederi și formarea sistemelor GPS de dispetcher.

#### Bibliografie

1. I.Rîmbu, V. Eșanu, I.Nuca. *Probleme actuale ale unităților de transport electric urban din Republica Moldova*. București: Buletinul AGIR nr4/2009, pp.136-139.
2. I.Rîmbu, V.Mihalache, A.Rîncău, A.Motroi, V. Eșanu, I.Nuca. *Development of vector control system for trolleybus asynchronous motor (TAM)*. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference of Electromechanical and Power Systems. SIELMEN'2009. October 8-9, 2009. România, Iași, Proceedings, V.2, pp.109-112.
3. M.Nizam.Kamarudin, Sahazati Md.Rozali. Simulink Implementation of Digital Cascade Control DC Motor Model.
4. <http://edevise.fujitsu.com/fj/DATASHEET/>
5. [http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus#Use\\_and\\_preservation](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus#Use_and_preservation)