

# PROBLEME ACTUALE ALE TRACȚIUNII UNITĂȚILOR DE TRANSPORT ELECTRIC URBAN ÎN REPUBLICA MOLDOVA

**Iurie RÂMBU**

Regia de Transport Electric,  
Chișinău, R. Moldova

În anul 1988 a absolvit Institutul Politehnic din Odesa, specialitatea Electronică industrială. În perioada 1986-2008 a activat la Regia Transport Electric Chișinău. Din iunie 2008 este director tehnic al ITS INFORMBUSINESS, Chișinău. Domenii de interes: transport electric urban de pasageri, electronică de putere, sisteme de comandă microprocesorale.

**Vitalie EȘANU**

Întreprinderea Tehnico-Științifică  
„Informbusiness”, Chișinău,  
R. Moldova

În anul 1983 a absolvit Institutul Politehnic din Chișinău (Universitatea Tehnică a Moldovei), specialitatea Radioelectronică. În perioada 1983-1990 s-a ocupat cu elaborarea sistemelor de tehnologii informaționale. Din anul 1990 este director general al I.T.S “Informbusiness”, Chișinău. Domenii de interes: transport electric urban de pasageri, microelectronică, tehnologii informaționale.



**Ilie NUCĂ**

Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, R. Moldova

În anul 1979 a absolvit Institutul Politehnic din Chișinău (Universitatea Tehnică a Moldovei), specialitatea Mașini electrice. În perioada 1984-1988 a făcut urmat doctoratul și a susținut teză de doctor la Institutul de Energetică din Moscova. Actualmente deține postul de șef al catedrei Electromecanică și metrologie a Universității Tehnice a Moldovei. Domenii de interes: mașini electrice speciale, sisteme de tracțiune electrică, modelare matematică, tehnologii informaționale.



**REZUMAT.** În lucrare sunt descrise unele aspecte tehnice și economice ale sistemelor electronice de comandă tip SDMC-103 ale unităților de transport electric urban. Aceste sisteme sunt elaborate și confecționate în Republica Moldova, reprezintă baza actuală de modernizare a tracțiunii troleibuzelor în municipiile Chișinău și Bălți. Echipamentul electronic tip SDMC-103 este destinat pentru comanda motoarelor de curent continuu ale troleibuzelor. Constructiv este realizat într-un singur monobloc format din variator de tensiune continuă (chopper) cu tranzistoare IGBT, unitate de comandă cu microprocesor, ventilator și alte elemente auxiliare. Date tehnice principale: tensiunea de intrare maximă 900 V, tensiunea de ieșire 5-900 V, curentul maxim de ieșire 500 A, frecvența de lucru 8 kHz, dimensiuni de gabarit 730\*330\*320 mm, masa 45,2 kg. Echipamentul SDMC-103 majorează prețul unui troleibuz nu mai mult de 20% față de cel cu comandă reostatică, însă permite reducerea consumului de energie electrică cu cca 30% sau cu cca 60 mil kWh anual. În municipiul Chișinău circulă deja 68 troleibuze echipate cu sisteme de comandă tip SDMC-103. În municipiul Bălți este planificată procurarea a 15 troleibuze cu aceste sisteme de comandă în anul curent. Experiența de utilizare locală, cât și în Ucraina și Rusia demonstrează fiabilitatea înaltă și exploatarea eficientă a echipamentelor electronice tip SDMC-103 de tracțiune a troleibuzelor.

**Cuvinte cheie:** sistem electronic de comandă, transport electric, exploatare eficientă.

**ABSTRACT.** In this work are described some economical and technical aspects of the urban electric transport units' SDMC-103 type of electronic control system. These systems are made and projected in Republic of Moldova, and they also represent the modernization base of the trolleybus's traction in Chisinau and Bălți municipalities. The SDMC-103 equipment are destined for the direct current motor's command of the trolleybus. Constructively it is confectioned in a single monobloc formed of DC/DC Converter (chopper) on IGBT transistors, control unit with microprocessor, cooler and other auxiliary elements. The main technical data: maximum input tension of 900 V, output tension 5+900 V, maximum output current 500 A, act frequency 8 kHz, gabarit dimensions 730\*330\*320 mm, weight 45,2 kg. The SDMC-103 equipment increases the trolleybus's price by 20% comparing to the one with variable resistance control, but it allows electric energy consumption's reduction by 30% or 60 thousands kWh per year. In the Chisinau municipality operate already 68 trolleybuses equipped with SDMC-103 equipment. In Bălți municipality is planned the supply of 15 trolleybuses with the SDMC-103 equipment in the current year. Local experience as well as the one from Ukraine and Russia is proving the high reliability and easy exploitation of the SDMC-103 electronic command system for trolleybus's traction.

**Keywords:** electronic control system, electric transport, efficient exploitation.

## 1. INTRODUCERE

Problemele actuale ale transportului electric urban de pasageri sunt bine cunoscute [1]. În Republica Moldova, transportului electric urban de pasageri are particularitățile sale. În primul rând, în cele patru orașe unde există (Chișinău, Bălți, Tiraspol, Tighina) se utilizează numai troleibuze. În al doilea rând, până în anul 1990 se utilizau în exclusivitate numai troleibuze de producere sovietică. Evident, odată cu destrămarea URSS au apărut probleme extrem de complicate în deservirea și exploatarea acestor mașini. La începutul anilor 2000 Regia de Transport Electric Chișinău dispunea de cca 250 de troleibuze de tip ZIU-9, antrenate de motoare de curent continuu cu excitație mixtă tip DK-210, 110 kW, 550 V,  $2p=4$  cu reglaj reostatic. Marea majoritate a acestor troleibuze (cu vârsta mai mare de 10-15 ani) erau într-o stare foarte deplorabilă, permanent ieșeau din funcțiune, persista insuficiența pieselor de schimb. Existau perioade de timp când din cauza lipsei pieselor de rezerva o treime (au fost cazuri și de o doime) din numărul total de troleibuze staționau în parcuri sau pe drumuri. Plus la aceste probleme s-a alăturat și majorarea excesivă a prețurilor la energia electrică. În aceste condiții conducerea Regiei de Transport Electric Chișinău a întreprins o serie de măsuri pentru soluționarea unor dintre aceste probleme. Au fost identificate cerințele tehnice pentru modernizarea tracțiunii electrice a troleibuzelor prin elaborarea cu forțe locale a unor echipamente electronice de comandă cu indici tehnico-economici ridicați și fiabilitate sporită. Ca rezultat, firma autohtonă ITS „Informbusiness” în anul 2002 a inițiat elaborarea echipamentelor electronice de comandă pentru tracțiunea troleibuzelor cu motoare de curent continuu cu excitație mixtă. După o serie lungă de cercetări, modificări și încercări în anul 2004 la Chișinău a fost încercat primul troleibuz cu echipamente electronice de tracțiune – variator de tensiune continuă cu tranzistoare IGBT și sistem de comandă cu microcontroler. Rezultatele pozitive ale încercărilor a permis lansarea în producere a unei partide de echipamente electronice SDMC-103 pentru tracțiunea troleibuzelor cu motoare de curent continuu.

Scopul lucrării constă în prezentarea generală și familiarizarea inginerilor români de pretutindeni cu echipamente electronice moderne de tracțiune a troleibuzelor elaborate în Republica Moldova.

## 2. CONSTRUCȚIA ECHIPAMENTULUI ELECTRONIC SDMC-103

Echipamentul electronic SDMC-103 destinat tracțiunii troleibuzelor cu motoare de curent continuu cu excitație

mixtă constructiv este realizat în forma unui monobloc (fig. 1), care conține două module principale: modulul de forță și sistemul de comandă. Dimensiunile de gabarit compacte permite amplasarea echipamentului fie în cabina șoferului fie în secțiunile laterale jos ale troleibuzului (fig. 1). Aceasta amplasare facilitează conectarea echipamentului atât la linia de alimentare, cât și la motorul electric. Panoul de informare digital al sistemului oferă șoferului toată informația necesară pentru conducerea efectivă a troleibuzului, testarea completă atât a echipamentului electronic cât și a motorului electric.



Fig. 1. Vederea generală a echipamentului SDMC-103.



Fig. 2. Amplasarea echipamentului pe troleibuz.

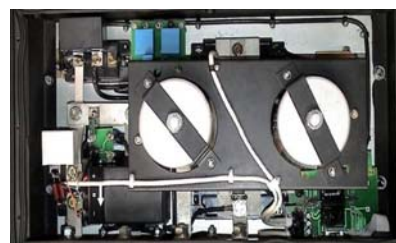


Fig. 3. Modulul de putere.



Fig. 4. Sistemul de comandă.

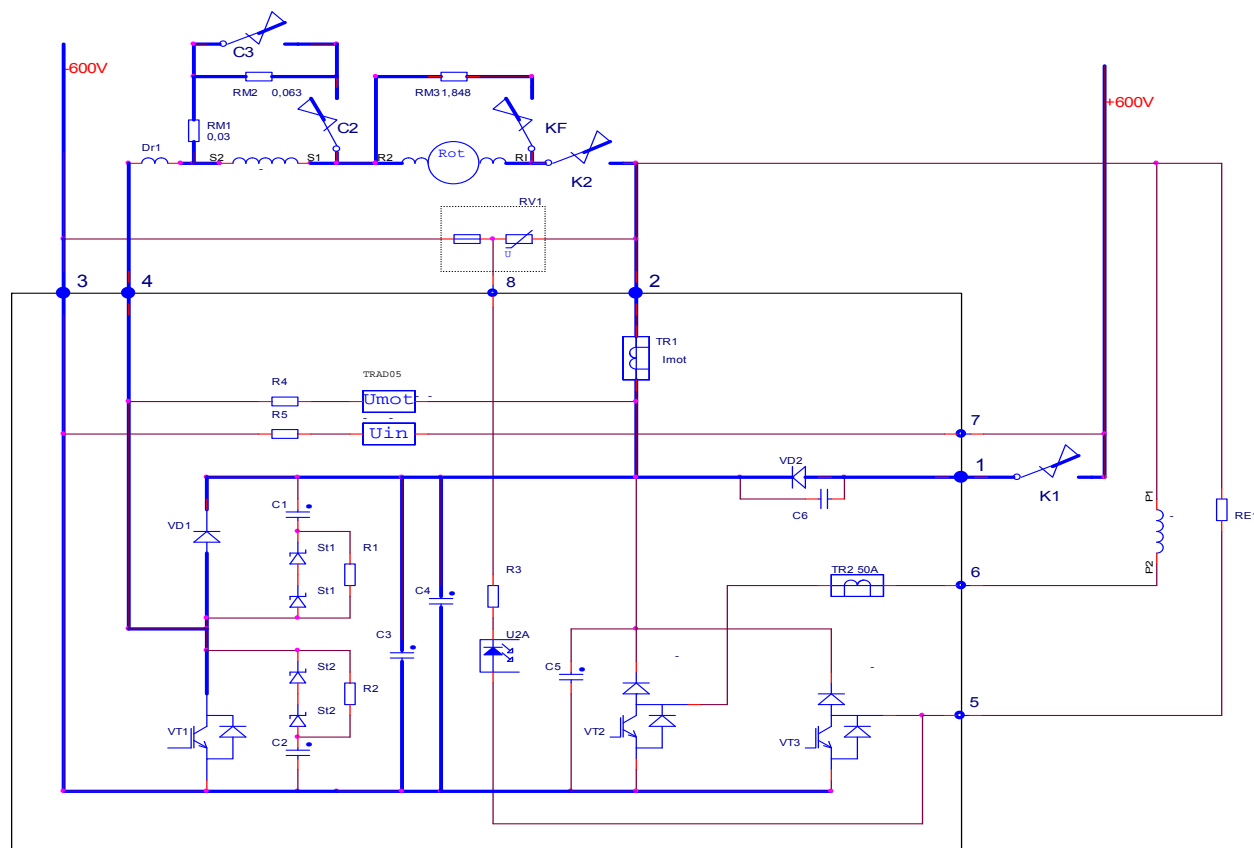


Fig. 5. Schema electrică a modului de putere.

Modulul de forță al echipamentului (fig. 3) reprezintă un variator de tensiune continuă (chopper), iar sistemul de comandă (fig. 4) – o plachetă cu cablaj imprimat.

Schema electrică (fig. 5) a modului de forță conține chopperul principal al circuitului rotoric realizat pe tranzistorul IGBT VT1, chopperul înfășurării de excitație paralele P1-P2 realizat pe tranzistorul IGBT VT2, filtru de intrare, contactoare electrice, traductoare și elemente de protecție. Pentru tranzistoarele VT1 și VT2 se utilizează, respectiv, modulele inteligente de putere PM600HSA-120 și PM75DSA-120 produse de Mitsubishi Electric [3].

Protecția elementelor ale chopperului principal este asigurată: pentru tranzistorul VT1 – de două stabilizoare ST2, capacitatea C2, rezistența R2; dioda VD1 – de două stabilizoare ST1, capacitatea C1, rezistența R1. Protecția echipamentului de supratensiuni sau de dispariția tensiunii liniei de alimentare este asigurată de tranzistorul VT3, dioda VD2, optronul U2A și varistorul RV1. Cu traductoare tip LEM permanent sunt controlate tensiunile Uin a liniei de contact și a motorului Umot, curenții circuitului rotoric și a înfășurării paralele de excitație.

Partea de jos a troleibuzului cu comandă reostatică (fig.3) și troleibuzului cu sistemul electronic de comandă SDMC-103 (fi.4) .

Contactoarele K1 și K2 servesc pentru conectare/deconectarea circuitelor electrice ale motorului la linia de alimentare de 600VDC. Contactoarele C2 și C3 împreună cu rezistențele Rm1 și Rm2 servesc pentru slăbirea fluxului înfășurării serie de excitație. Cu contactoarele K2 și KF și rezistența Rm3 se realizează regimul de frânare electrică a motorului.

Modulul de comandă (fig.4) SDMC-103 este format din microprocesor de comandă cu generatoare incorporate de semnale PWM, drivere ale tranzistoarelor VT1 și VT2, memorie eeprom, detector analogic de erori, porturi de intrare/ieșire etc. Algoritmul de comandă al procesorului permite controlul chopperelor pentru asigurarea regimului necesar de funcționare a motorului, calcularea puterii și evidența energiei consumate, afișarea pe panoul informativ a parametrilor de mișcare, curenților și tensiunilor, diagnostica părților componente și tratarea erorilor.

La etapa inițială de elaborare în calitate de CPU se utilizează un microprocesor de comandă Atmega128 [4],

iar curent echipamentele SDMC-103 se produc pe baza microcontrolerului tip MB91F647 al firmei Fujitsu [5]. Aceasta se datorează faptului, că între ITS „Inform-business”, Republica Moldova și Fujitsu Electronic Europe, Germania a fost încheiat un contract industrial de țară, care cuprinde și alte activități comune.

### 3. INDICIILOR TEHNICO-ECONOMICI AI SISTEMULUI SDMC-103

Indicii tehnici de bază ai echipamentului electronic SDMC-103 sunt aduși în tabelul de mai jos. Datorită concepției reușite produsul se caracterizează prin construcție foarte compactă, funcționalitatea extinsă, fiabilitate extrem de înaltă, adaptarea numai prin soft la diferite tipuri de troleibuz. Esențial a crescut confortul pasagerilor și a șoferului, s-a redus nivelul de zgomot, accelerarea și frânarea lină a contribuit la reducerea considerabilă a numărului de defecțiuni ai transmisiei mecanice.

Denumire indice	u.m.	Valoare
Puterea dezvoltată	kW	300
Tensiunea de intrare maximă	V	900
Tensiunea de ieșire	V	5÷900
Frecvența de comutație	kHz	8
Curentul maxim de ieșire	A	500
Randament	%	97,3 ÷ 99
Dimensiuni de gabarit	mm	730*330*320
Masa	kg	45,2

Prețul de cost al troleibuzului dotat cu echipament SDMC-103 nu depășește 20% față de cel al troleibuzului cu comandă reostatică și aceste investiții se recuperează în decurs de 10-14 luni.

În funcție de trafic sistemul SDMC-103 permite reducerea consumului de energie cu 30÷40% sau economisirea a cca 60 mii kWh anual de la fiecare unitate. În Chișinău deja 68 de troleibuzuri sunt dotate cu aceste echipamente și a permis reducerea consumului de energie electrică anual cu cca 4 MWh. În acest an și în municipiul Bălți au fost lansate primele troleibuzuri cu echipament electronic SDMC-103.

Sistemul SDMC-103 se folosește atât pentru reutilizarea troleibuzurilor date în exploatare, cât și pentru echiparea troleibuzurilor noi de către producători din Rusia (TRANS-ALFA, Uzina de construcție de mașini de transport din Volgograd, LiAZ, TROLZA) și Ucraina (LAZ AUTO SERVICE di Kiev și IUJMAȘ din Dnepropetrovsc).

Guvernul Republicii Moldova preconizează utilizarea potențialului de producere local pentru asamblarea troleibuzurilor în Chișinău. În anul 2007 în comun cu RTE Chișinău pentru probă au fost asamblate un troleibuz model TROLZA și două – model TRANS-ALFA.

Experiența de utilizare locală, cât și în Ucraina și Rusia, demonstrează fiabilitatea înaltă și exploatarea eficientă a echipamentelor electronice SDMC-103 de tracțiune a troleibuzurilor.

### BIBLIOGRAFIE

1. Cantemir L., G. Chiriac G. *Problematika transportului urban în România*. Prima Conferință Internațională de Sisteme Electromecanice. Vol.1. - Chișinău, 1997.
2. Nuca I, Sobor I, Nastasenco V, Rimbu I, Eșanu V. *Energetical aspects of trolleybus traction with chopper and compound DC motor*. The 6-th International Conference on Electromechanical and Power Systems. Vol. 2., Chisinau, 2007.
3. [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)
4. [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
5. [www.fujitsu.com/eu](http://www.fujitsu.com/eu)