

МОНИТОРИНГОВА СИСТЕМА ЗА ИЗМЕРВАНЕ И АНАЛИЗ НА КОНСУМИРАНАТА ОТ ПРОМИШЛЕНА СИСТЕМА „МЕТРОПОЛИТЕН“ – ЕАД ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ

Тодор Лалев, Иван Миленов
16nakon@gmail.com, milenov55@abv.bg

***Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
1574 София, ул. „Гео Милев № 158,
БЪЛГАРИЯ***

Ключови думи: мониторинг, електропотребление, промишлена система

Резюме: Съгласно Правилата за търговия с електрическа енергия, Правилата по чл. 83, ал. 1 от Закона за Енергетиката и договорите по чл. 9, ал. 1 от Правилата за търговия с електрическа енергия „Метрополитен ЕАД е задължен да закупува електрическата си енергия от балансиращия пазар на свободно договорени цени. Поради факта, че електрозахранването на промишлената система „Метрополитен – ЕАД“ се осъществява от множество въводи от съседни градски подстанции и консумираната от него електрическа енергия се изразходва за различни технологични нужди е необходимо изграждането на мониторингова система за измерване и анализ на енергопотреблението.

1. Въведение

„Метрополитен“ – ЕАД е транспортна промишлена система и за да функционира правилно консумира електрическа енергия за различни технологични нужди. Високите изисквания на свободния пазар за седмично почасово планиране на разходваната от промишлената система електрическа[1][2] енергия наложи визията за изграждане на мониторингова система за измерване и анализ на енергопотреблението на Столичното метро. Така освен контрола в реално време на консумацията на електроенергия и изработването на различни справки, системите трябва да спомагат за планирането и спазването на заявените почасови количества електроенергия към търговеца.

В доклада е описана, разработената от специалистите на „Метрополитен“ - ЕАД, система за измерване и анализ на електропотреблението на транспортната промишлената система. На този етап тя включва един сървър за запиване и съхранение на данните 4 локални компютърни станции, 84 индиректни електромера тип EMPS T412R монтирани на страна 10 kV в тяговопонижителните станции, 47 трифазни директни електромера тип EMPS D412R отчитащи енергопотреблението на наемателите, 100 монофазни директни електромера тип EMPS D210S4 отчитащи енергопотреблението на наемателите, две мерителни групи монтирани на различните тягови подвижни състави производство на фирма LEM и мрежа за отчитане на данните.

2. Структура на мониторинговата система.

Столичното метро включва разнообразни и различни според вида на електрозахранването електрически консуматори.

- за нуждите на електрозахранването на контактна релса (електрическите подвижни състави) е необходимо постоянно токово електрическо захранване 825V.
- за да функционират безпроблемно и безаварийно различните поддържащи системи (осветление, ОВК и АТДВ) в различните тяговопонизителни станции има инсталирани от два до шест броя понижаващи трансформатори 10/0,4kV за собствени нужди.
- в подлезите и вестибюлите има множество магазини отдадени под наем, които получават електрозахранването си от „Метрополитен“ - ЕАД.

Тези многобройни разнообразни по вид консуматори още повече усложняват задачата за направата на система която да следи и записва почасово усреднените данни от електрическата консумация. Затова според консуматорите трябва да се работи в три направления за изграждане на системата.

Първото и основно направление е изграждане на система за дистанционно отчитане на енергопотреблението на ЕПС в метрото.

На този етап са закупени и монтирани две постоянно токови мерителни групи производство на водещата фирма LEM за дистанционно отчитане на консумираната от метро съставите електрическа енергия. Предвид цената на мерителните групи, факта, че в столичното метро се експлоатират само два типа ЕПС и факта, че разписанието на влаковете не се променя (делник, празник) на този етап двете мерителни групи са достатъчни за точно прогнозиране и анализа на консумацията на ЕПС.

Второто направление е изграждане на система за мониторинг, анализ и дистанционно отчитане на електрическата енергия постъпваща и разпределяща се на страна 10kV.

Третото направление е изграждане на система за мониторинг, анализ и дистанционно отчитане на консумираната от наемателите (външните консуматори) електрическа енергия.

Също така данните от трите системи се засичат и записват от общ сървър, това позволява лесно да бъдат анализирани и използвани за нуждите на планирането на енергията, съставянето на справки и анализи.

2.1. Измерване на консумираната от ЕПС електрическа енергия.

Параметри на техническите средства за измерване разхода на електроенергия

Използваният в изследването електромер ЕМ4Т е предназначен за използване във всички съществуващи тягови мрежи (за постоянно напрежение от 600 V до 3000 V, за променливо напрежение 15 kV/16,7 Hz и 25 kV/50 Hz) [3]. Този модел електромер е конструиран да измерва енергията, както в променливотокови така и в постоянно токови електрически вериги, което позволява използването му в електрическите транспортни средства, които могат да бъдат захранвани от няколко системи.

Електромерът е изпитан и одобрен по всички стандарти съответстващи на различните системи за захранване на електрическия подвижен състав и стандарти за измерване на електрическата енергия.

Основните технически характеристики на използваният модел електромери са следните: Измервателен клас на точност: 0,2; Електрическо захранване постоянно напрежение 24 V; 4 входни канала за измерване на енергия в постоянно токови и променливотокови вериги (за постоянно напрежение от 600 V до 3000 V, за

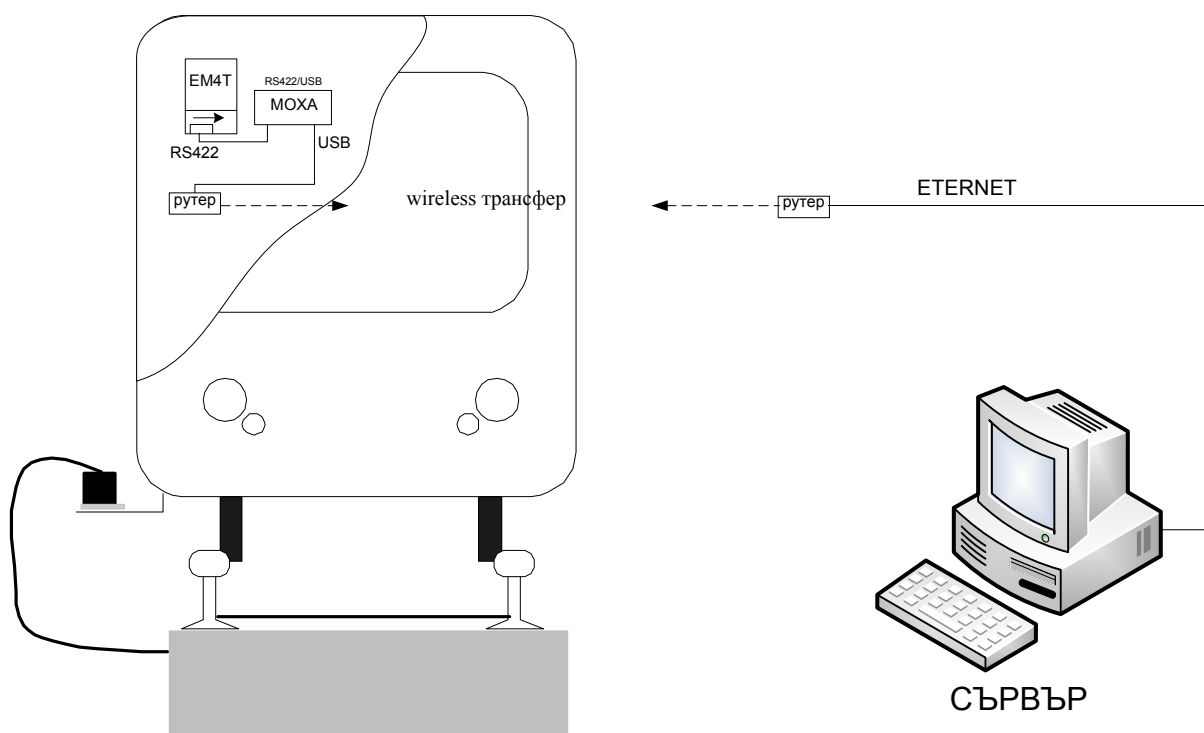
променливо напрежение 15 kV/16 ⅓ Hz и 25 kV/50 Hz); Актуализиране информацията: за време от 1min до 1h; Възможност за свързване към модем и сваляне на файл с информация във всеки един момент, независимо къде се намира електрическият подвижен състав. Протоколите за комуникация са RS 422; RS 232.

Методът, използван за измерване на електрическата енергия е индиректен, като електромерът е присъединен към силовата верига на метросъставите с помощта на първични преобразуватели за ток и напрежение.

В конкретния случай са използвани токов преобразувател тип LTC 500-SF и напреженов – LV 100, като и двата са производство на фирма LEM с клас на точност 0,2.

Първоначалната идея за осъществяване на комуникация с електромерите беше чрез GSM модеми. Но поради факта, че в по-голямата част на метротрасето GSM мрежа не е изградена се наложи да се обмислят други варианти.

На този етап специалистите от „Метрополитен“ ЕАД съвместно с две външни фирми разработват система за дистанционно отчитане на данни от електромерите в метросъставите. Комуникацията се осъществява посредством следните устройства: медия конвертор на фирмата MOXA /от RS422 към USB/; Рутер, който преобразува сигнала за wireless трансфер; на определени места от метротрасето се монтират рутери, които да приемат информацията от метросъставите и да я предават в базата данни на сървъра. Принципно схема е показана на фигура 1. Трябва да се отбележи също, че тази система още е експериментална и е изпробвана само в лабораторни условия.



Фиг. 1

2.2. Измерване на електрическата енергия на страна средно напрежение.

На фигура 2 е показана принципно схема на осъществяване на комуникация с електромерите монтирани в КРУ 10 kV на една от тяговопонижителните станции на метрополитена. Комуникацията на останалите ТПС се осъществява по същия начин.

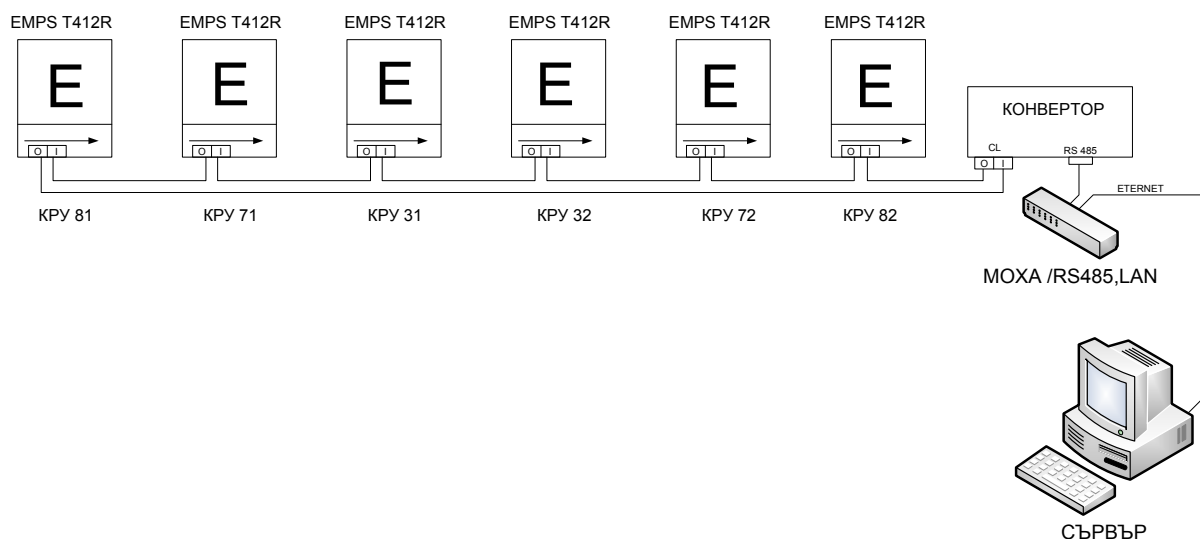
Измерването на енергопотреблението на „Метрополитен“ ЕАД се осъществява чрез електромери на фирмата MPS тип EMPS T412R. Те имат следните технически характеристики: Клас на точност за активна енергия 1, Клас на точност за реактивна енергия 2; номинално напрежение [3] $3 \times 57,7 - 100V$, $3 \times 220 - 380V$; Граници на изменение на напрежението $\pm 10\%$; I_b/I_{max} 1/10A, 5/10A; честота 50 Hz; Актуализиране информацията: за време от 1min до 1h; На фигура 2 се вижда, че комуникацията за отчитане на данни се осъществява чрез следните елементи: 1 конвертор който преобразува сигнала от CL /токов кръг/ към RS 485, също така той разделя електромерите от мрежата за комуникация; Медияконвертор на фирма MOXA, той преобразува сигнала в удобен за пренасяне до сървър чрез оптичен кабел.

2.3. Измерване на електрическата енергия на наемателите.

Както вече знаем от описаното по – горе голям дял от консумацията на електроенергия на промишлената система имат наемателите на обекти в подлезите и на територията на метрополитена. За да може бързо и лесно да се изчисляват задълженията на наемателите и да се предвиждат прогнози и корекции за свободния пазар е изградена мрежа за дистанционно отчитане на електромерите им.

За отчитането на електропотреблението на концесионерите се използват следните типове електромери: EMPS D412R; EMPS D210S4.

Първия тип EMPS D412R е трифазен директен електромер със следните технически характеристики: Клас на точност за активна енергия 1, Клас на точност за реактивна енергия 2; номинално напрежение $3 \times 220 - 380V$; Граници на изменение на напрежението $\pm 10\%$; I_b/I_{max} 5/120A; честота 50 Hz; Актуализиране информацията: за време от 1min до 1h;



Фиг. 2

Втория тип EMPS D210S4 е монофазен [3] директен електромер със следните технически характеристики: Клас на точност за активна енергия 1; номинално напрежение 220V; Граници на изменение на напрежението $\pm 10\%$; I_b/I_{max} 5/60A; честота 50 Hz; Актуализиране информацията: за време от 1min до 1h;

На фигура 3 е показана принципна схема на осъществяване на комуникация с електромерите монтирани в ГРТ захранващи концесионерите.

Тя позволява всички електромери да бъдат структурирани в отделни мрежи според местоположението им, позволява формиране на справки в табличен вид за произволен времеви интервал. Може да се изготвят типови справки за денонощен товаров график, консумирана електрическа енергия, [4][5] дневно извлечение за сетълмент на търговския участник, разходи за консумирана електрическа енергия и извлечение за консумирана електрическа енергия за външни потребители. Възможно е детайлизиране на информацията чрез разделно отразяване на данните за делнични и празнични дни. Системата предоставя възможност на потребителя да конфигурира по свое желание съдържанието на типовите справки. Във всеки момент той може да добави или отстрани от дадена справка електромер или контролна точка.

3.1. Показания на електромерите – във всеки момент потребителят може да получи информация за конкретен електромер, група електромери или за всички електромери, включени в системата. В зависимост от избраната опция той може да види пълната информация за електромер (идентификационни данни, консумираните и върнати активни, индуктивни и капацитивни енергии и[4][5] мощности и моментната стойност на фактора на мощността).

3.2. База данни - Оторизираният потребител има достъп до цялата информация, съхранена в базата данни (сървър). С цел по-лесна обработка тя е организирана по месеци почасово и може да се обработва с MS Excel. На всяка отчетена и съхранена стойност е съпоставен в явен вид момента от време, съответстващ на получаването и.

3.3. Виртуални електромери – С програмата може реалните показанията на няколко електромера да се комбинират в един виртуален. Тази опция многократно улеснява изготвянето на справки и анализи.

3.4. Графична и таблична презентация на данните - Осигурена е възможност за графично представяне на [4] консумацията на електроенергията за избран от потребителя консуматор, обхванат от системата. Потребителят може да задава желаната контролна точка, периода от време, обхванат от графичното представяне, типа и вида на графиката фигура 4.



Фиг. 4

4. Заключение

Като заключение може да се каже че, разработената информационно-измервателна система за контрол в реално време и оперативно управление на електропотреблението на транспортна система като „Метрополитен“ ЕАД се характеризира с голяма гъвкавост и адаптивност. Прилагането и в практиката е задължително и дава възможности за своевременен анализ на информацията за енергопотреблението, провеждане на ефективен енергиен мениджмънт и съответно намаляване на паричните разходи за електроенергия на предприятието.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Братоев Ст., Софийски метрополитен, „Нота бене“ ЕООД, София, 2004 г.
- [2] Официална интернет страница на ОФ „Метрополитен“ ЕАД, София, http://www.metroplitan.bg/index_bg.html
- [3] Официална интернет страница на фирма „Мултипроцесорни системи“ ООД, София, <http://www.mps.bg/>
- [4] Система за дистанционен контрол и отчет - ръководство на потребителя „Мултипроцесорни системи“ ООД
- [5] Иван Стоилов - СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ НА ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕТО – Годишник на ТУ-София, т. 60, кн. 1, 2010
- [6] LEM – “EM4T Energy Meter for Traction usable on each network”, “ENERGY