



ЛАБОРАТОРНА ПОСТАНОВКА ЗА ПРОВЕРКА НА ЕЛЕКТРОМЕРИ

Васил Димитров
vdimitroff@abv.bg

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

Ключови думи: електромер, коректно отчитане на потребената енергия

Резюме: В доклада е разработена лабораторна система за проверка на електронни електромери. Монтирани са два електромера – единият е за директно измерване, а вторият е свързан към мрежата чрез токови трансформатори. В таблото са монтирани още модем и съответната защитна апаратура. Създадена е възможност за едновременна работа на двата електромера и сравнение на показанията. Предложени са методики за провеждане на лабораторни упражнения със съвременна измервателна апаратура в следните аспекти: проверка коректността на отчитане на потребената електроенергия; измерване моментната консумация и проверка на точността при измерване на параметрите на електрическата енергия. Лабораторната постановка за работа с електромери и проверка на точността им е много полезна в процеса на обучение и за провеждане на изследователски и изпитателни дейности.

ВЪВЕДЕНИЕ

Определянето на разхода на електрическа енергия е от съществено значение в промишлеността, в бита и особено при електрическите транспортни средства. Електрическата енергия се определя от интеграла на мощността във времето:

$$(1) W = \int_0^t P \cdot dt$$

За измерването на изразходваната електрическа енергия се използват електромери. Индукционните електромери (еднофазни и трифазни, едно- и двутарифни, за активна или реактивна енергия) в последно време масово се заменят с електронни (еднофазни, трифазни) електромери. Това са мултифункционални уреди, които предоставят възможност за измерване на активна, реактивна (индуктивна, капацитивна) и пълна енергия в три тарифи (дневна, нощна, пикова), както и за дистанционно отчитане. Разполагат с вграден часовник за смяна на тарифите, който може да се използва и от други електромери, но могат да работят и с външен часовник. Освен консумираната енергия, тези уреди измерват и нейните параметри – напрежение, ток, активна мощност, фактор на мощността $\cos\varphi$, ъгъл на дефазирание φ между тока и напрежението на всяка фаза, както и честотата, ъглите между напреженията и др. Характеризират се с висока точност и с възможност за предаване на данни към

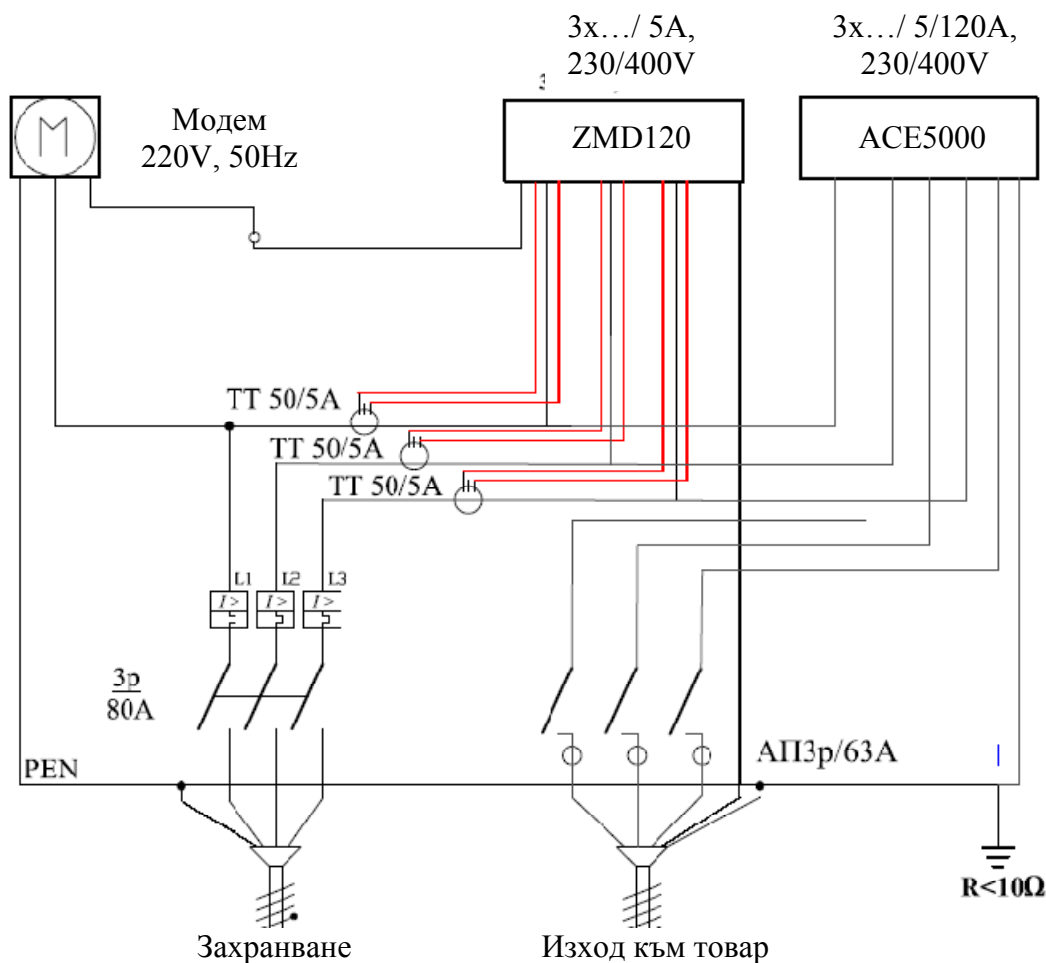
диспечерски център. Предлагат се вече и двупосочни електромери, чрез които може да се измерва и върнатата в мрежата енергия. Трифазните електромери могат да бъдат използвани и за измерване разхода на енергия в еднофазни мрежи.

Широкото приложение на тези съвременни мултифункционални измервателни уреди налага въвеждането им в процеса на обучение на студенти. Цел на доклада е разработване на табло за проверка на електронни електромери и методика за провеждане на лабораторни упражнения за проверка коректността на отчитане на потребената електроенергия и за измерване моментната консумация и проверка на точността при измерване на параметрите на електрическата енергия.

ЛАБОРАТОРНОТАБЛО ЗА ПРОВЕРКА НА ЕЛЕКТРОННИ ЕЛЕКТРОМЕРИ

Основните елементи на разработената лабораторна система са два електромера (фиг. 1) – директен ACE5000 (на фирмата Actaris) и индиректен L+G_ZMD120AR44 (на фирмата Landis&Gir), свързан чрез три токови трансформатора 50/5 А. Електромерите са свързани паралелно и за всеки от тях са предвидени подходящи автоматични прекъсвачи.

И двата електромера са двупосочни – измерват енергията и в обратна посока, което е особено важно за приложението им в електрически транспортни средства с възможност за рекуперация или в обекти с хибридно захранване (от мрежата или от ВЕИ). Осигурена е индикация на моментната посока на енергията (export/importна активна енергия, export/import на индуктивна/капацитивна енергия), както и на обратна последователност на фазите на захранващото напрежение [1, 2].



Фиг. 1 Схема на табло за проверка на електронни електромери

МЕТОДИКИ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ИЗПИТАНИЯ

Проверката на правилното отчитане на потребената електрическа енергия може да бъде извършена по два начина, съгласно формула (1):

- 1) Сравняване на показанията за потребената електрическа енергия на контролирания електромер с тези на еталонен за определено време.
- 2) Едновременно отчитане на моментното потребление (мощността) от двата уреда.

Разработеното лабораторно табло създава възможности за провеждане на изпитания в различни аспекти или без допълнителна измервателна апаратура:

- проверка коректността на отчитане на потребената електроенергия;
- проверка на точността при измерване на параметрите на електрическата енергия;
- проверка на точността при измерване моментната консумация чрез контролен преносим мултифункционален уред с висок клас на точност.

Директният електромер ACE5000 е с клас на точност Cl. A (MID) и се използва като еталонен, докато индиректният L+G_ZMD120AR44 е с клас на точност Cl. 2 при измерване на активна енергия.

Методика за проверка коректността на отчитане на потребената електроенергия:

- запознаване на студентите с различните видове измервателна апаратура и с начина за отчитане на потребената електрическа енергия (определяне на активната тарифа, възможностите за циклично визуализиране на данните с помощта на бутон и т.н.);
- свързване на товарно устройство към изхода на таблото с възможност за регулиране на товарния ток и включване на таблото към захранването;
- следене с хронометър за определено време и едновременно засичане на показанията на двата електромера;
- определяне на грешките на измерване:

$$(2) \varepsilon_a = E_{изм.} - E_{\sigma}, kWh - \text{абсолютна грешка};$$

$$(3) \varepsilon_o = \frac{E_{изм.} - E_{\sigma}}{E_{\sigma}} \cdot 100, \% - \text{относителна грешка},$$

където $E_{изм.}$ и E_{σ} са показанията съответно на проверявания и еталонния електромер (по аналогични формули може да се определят и грешките при измерване на реактивна енергия);

- промяна на товара и провеждане на същите измервания, като всички резултати се попълват в таблици;
- построяване на графичните зависимости на грешките от товара и определяне на диапазона, в който електромерът отчита най-точно. Преценява се необходимостта от настройка или калибриране.

Методика за проверка на точността при измерване на параметрите на електрическата енергия:

- в този случай се използват бутоните на двата електромера за циклично визуализиране на данните за напрежение, ток, активна мощност, фактор на мощността $\cos\phi$, ъгъл на дефазирание ϕ между тока и напрежението на всяка фаза, както и честотата, фазовите ъгли между напреженията и др.
- свързва се товарното устройство към изхода и таблото се включва към захранването;
- следят се параметрите на консумираната енергия едновременно от показанията на двата електромера и се записват в таблици;

- определят се грешките на измерване за всяка от величините по формули, аналогични на (2) и (3);
- променя се товарът и се провеждат същите измервания и изчисления;
- строят се графичните зависимости на грешките за всяка от величините от товара и се определя диапазонът, в който електромерът отчита най-точно. Преценява се необходимостта от настройка или калибриране.

Методика за проверка на точността при измерване моментната консумация:

Методиката е аналогична на предишния случай, но се използва контролен преносим мултифункционален уред с висок клас на точност (напр. NET VISION 2010, с какъвто разполага лабораторията)[3]. Проверката на електромерите може да се направи поотделно за всеки от тях или едновременно, като чрез бутоните циклично се визуализират данните за величините и се сравняват с показанията на контролния уред.

При всички изпитания за товарно устройство могат да бъдат използвани три реостата, като предварително се осигури симетрична схема на свързване (звезда или триъгълник). За проверка на точността при измерване на реактивна енергия, като товарно устройство трябва да се използва стенд за изпитания на електродвигател.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия доклад е разработена лабораторна система за изпитания на електромери, както и методики за проверка на точността им. По този начин е създадена възможност за запознаване на студентите със съвременна измервателна апаратура за определяне разхода на енергия и с начините за преценка на коректността на отчитането им. Това е особено необходимо за всички специалисти в сферата на промишлеността, транспорта и енергетиката предвид актуалността на проблемите за енергийна ефективност.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Техническа спецификация на електромер ACE5000, Actaris, 2009
- [2] Техническа спецификация на електромер L+G_ZMD120AR44, Landis&Gir, 2006
- [3] Петров И., В. Димитров, Системи за автоматично управление – ръководство за упражнения, ВТУ, София, 2012

LABORATORY SYSTEM FOR ENERGY METERS EXAMINATIONS

Vasil Dimitrov
vdimitroff@abv.bg

**Todor Kableshkov University of Transport – Sofia, 158 Geo Milev Str., Sofia 1574
 BULGARIA**

Key words: Energy Meter, Correct Reporting of Energy Consumption

Abstract: In this paper a laboratory system for electronic energy meters testing has been developed. Two energy meters have been mounted – a direct one and one connected via current transformers. A modem and appropriate protective equipment have also been mounted in the dashboard. An opportunity of simultaneous operation of two meters and the comparison of readings has been ensured. Methods for laboratory examinations and tests by instrumentation with high accuracy are also developed: study of correct reporting of Energy consumption and measurement of the current consumption and verification of accuracy in the electricity parameters measuring. Laboratory system for work with energy meters and verification of their accuracy is very useful in research, in the learning process and testing activities.