

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

О. В. Ковальов, старший викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

ім. Дмитра Моторного, м. Мелітополь

E- mail: alekstdaty1979@gmail.com

В. П. Герасименко, асистент

E- mail: syavagvp@gmail.com

О. Ю. Синявський, кандидат технічних наук, доцент

E- mail: sinyavsky2008@ukr.net

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Анотація. Електронні лічильники забезпечують більш широкий інтервал вхідної напруги, дозволяють легко організувати багатотарифні системи обліку, дозволяють переглянути кількість спожитої енергії за певний період, вимірюють споживану потужність, легко вписуються в конфігурацію систем АСКОЕ та мають деякі додаткові сервісні функції, які полягають в програмному забезпеченні мікроконтролера, який є неодмінним атрибутом сучасного електронного лічильника електроенергії.

Відомо, що однією з затратних статей влаштування системи АСКУЕ є лічильник. Від його функцій залежить характеристика і можливості всієї системи.

Мета дослідження - обґрунтування та дослідження пристрою безперервного технологічного обліку електричної енергії по кожній фазі кожної лінії з можливістю довготривалого накопичення, збереження та швидкого виведення результатів вимірювання.

Розроблено пристрій для безперервного технологічного обліку електричної енергії по кожній фазі кожної лінії живлення з можливістю довготривалого накопичення, збереження та швидкого виведення результатів вимірювання.

Система складається з окремих вимірювальних блоків (до 256) та сервера збирання даних. Звіти, що формуються на базі даних, отриманих з вимірювальних блоків, дозволяють отримати глибоку деталізацію всіх основних параметрів (напруга, струм, повна потужність, активна потужність, реактивна потужність, коефіцієнт потужності) не тільки для окремої лінії, а і для окремої фази. Загальна похибка обчислення електричної енергії складає 5 %, що можна вважати достатнім для технологічного обліку.

До вимірювальних блоків можна приєднувати контролери керування конденсаторними установками з метою підвищення значення коефіцієнта потужності, а також інтегрувати до системи релейного захисту.

Ключові слова: *електрична енергія, облік споживання, потужність, мікросхема, двійковий код*

Актуальність. Виробництво періодично вимагає необхідність технологічного обліку за споживанням та генерацією електричної енергії. Це дозволяє виявити об'єкти з підвищеним споживанням та оптимізувати технологічний процес.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Електронні лічильники забезпечують більш широкий інтервал вхідної напруги, дозволяють легко організувати багатотарифні системи обліку, дозволяють переглянути кількість спожитої енергії за певний період, вимірюють споживану потужність, легко вписуються в конфігурацію систем АСКОЕ та мають деякі додаткові сервісні функції, які полягають в програмному забезпеченні мікроконтролера, який є неодмінним атрибутом сучасного електронного лічильника електроенергії. Основними компонентами сучасного електронного лічильника є трансформатор струму, дисплей, джерело живлення електронної схеми, мікроконтролер, годинник реального часу, телеметричний вихід, супервізор, органи управління.

Відомо, що однією з затратних статей влаштування системи АСКУЕ є лічильник. Від його функцій залежить характеристика і можливості всієї системи. Тому в цій статті представлено пристрій для безперервного технологічного обліку електричної енергії по кожній фазі кожної лінії живлення з можливістю довготривалого накопичення, збереження та швидкого виведення результатів вимірювання.

Мета дослідження - обґрунтування та дослідження пристрою безперервного технологічного обліку електричної енергії по кожній фазі кожної лінії з можливістю довготривалого накопичення, збереження та швидкого виведення результатів вимірювання.

Матеріали і методи дослідження. Для технологічного обліку можна використовувати елементи АСКОЕ, однак це потребує значних капітальних витрат. Це пов'язано з тим, що електронні лічильники повинні забезпечити високу точність

вимірювань. Відповідно для цього обирається елементна база. Для технологічного обліку допустимою вважається похибка в 2-3 %.

Результати досліджень і їх обговорення. Схема електрична принципова вимірювального блоку наведена на рис. 1. До складу блоку входять три трансформатори напруги TV1–TV3, датчики струму TA1–TA3, два вхідних формувача з транзисторними ключами, вузол вимірювання реактивної потужності, мікроконтролер DD1 ATmega8 [1], перетворювач рівнів TTL – RS232 DA1 типу MAX232.

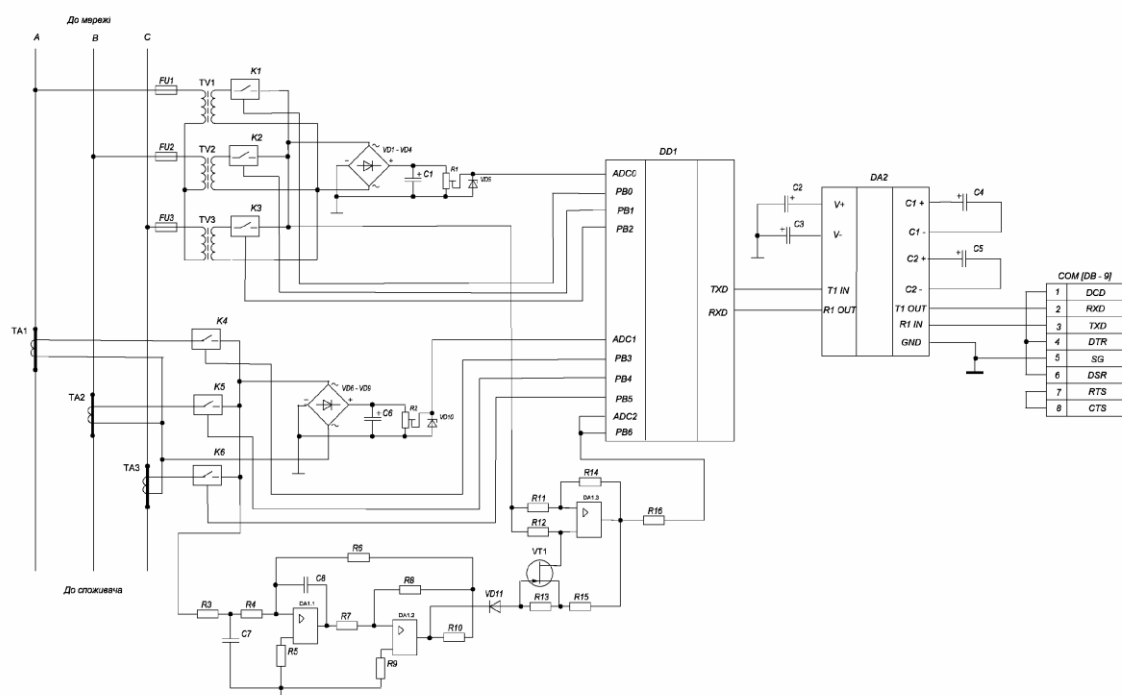


Рис. 1. Схема електрична принципова вимірювального блоку

Розглянемо роботу блоку на прикладі вимірювання напруги, струму та миттєвої реактивної потужності фази А. Фазна напруга подається на первинну обмотку трансформатора TV1 через запобіжник FU1. Діодний міст VD1-VD4 випрямлює напругу з вторинної обмотки та подає її на фільтр-обмежувач. Конденсатор C1 згладжує пульсації вхідної напруги, а резистор R1 дозволяє проводити оперативне калібрування вимірювального вузла, стабілітрон VD5 з напругою стабілізації 4,7 В захищає вхід ADC0 аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера DD1 від перевантажень. Канал вимірювання струму фази А складається з датчика струму TA1 та вхідного формувача, такого ж як і в каналі вимірювання напруги. Процес

вимірювання починається з подачі сигналу логічної одиниці з виходів PB0 та PB3 мікроконтролера на вхід керування транзисторних ключів K1 та K4 відповідно. Напруга з виходу формувача каналу напруги подається на вхід ADC0 аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера DD1. Значення напруги на вході АЦП передається на вихід мікроконтролера TXD у вигляді двійкового коду. Напруга з виходу формувача каналу струму подається на вхід ADC1 аналого-цифрового перетворювача. Значення напруги на вході АЦП також передається на вихід мікроконтролера TXD. Входом RXD мікроконтролер приймає команди від сервера про початок та порядок вимірювань.

Вузол вимірювання значення миттєвої реактивної потужності [2] працює так. Напруга, пропорційна значенню вимірювального струму, подається на вхід широтно – імпульсного перетворювача, який виконано на операційних підсилювачах (ОП) DA1.2 та DA1.3. З виходу ОП DA1.3 через діод VD11 імпульси надходять на вхід комутатора, який виконано на ОП DA1.1 та польовому транзисторі VT1. На інший вхід комутатора подається напруга, пропорційна фазній напрузі фази А. Комутатор виконує функцію широтно-імпульсного модулятора. Імпульси з виходу комутатора надходять на вхід АЦП ADC2 та на вхід PB6. На вході ADC2 вимірюється амплітуда імпульсів, а на вході PB6 – їх тривалість та передається на вихід TXD мікроконтролера. Поточне значення реактивної потужності мережі визначається як значення площі імпульсу. Визначення напруги, струму та реактивної потужності в інших фазах проходить аналогічно. Значення параметрів мережі у двійковому вигляді через перетворювач DA2 передається на сервер.

Мікросхема DA1 типу MAX232 перетворює TTL рівні сигналів, на виході мікроконтролера в рівні, що відповідають вимогам протоколу обміну даними RS-232 [3]. Це дозволяє забезпечити достатній захист від перешкод при роботі в умовах виробництва.

Структурна схема системи для контролю параметрів чотирьох ліній Ф1-Ф4 наведена на рис. 2.

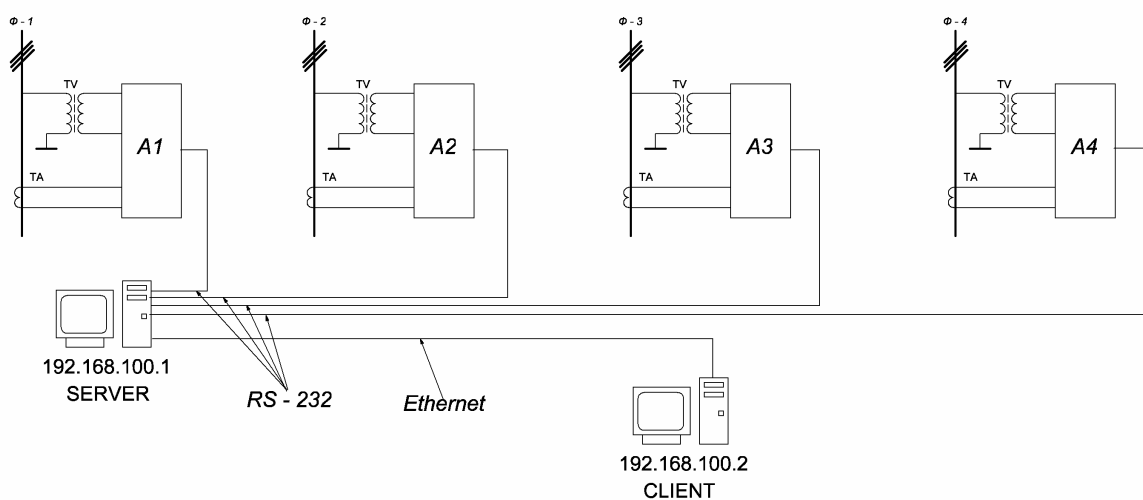


Рис. 2. Структурна схема системи технологічного обліку електричної енергії

Система складається з чотирьох вимірювальних блоків А1-А4, комп'ютера-сервера, який забезпечує опитування вимірювальних блоків та формування звіту, та комп'ютера-клієнта, який виконує остаточну обробку та аналіз інформації про споживання або генерацію електричної енергії. Передача інформації між вимірювальними блоками та сервером виконується з використанням протоколу RS-232, що дозволяє рознести сервер та вимірювальні блоки на відстань до 250 метрів. Зв'язок між комп'ютерами сервером та клієнтом повинна бути не більше 100 метрів. В якості сервера можна застосовувати морально застарілі комп'ютери на базі мікропроцесорів Intel 286, 386, 486DX2, 486DX4, 486SX, Pentium I Програмне забезпечення сервера працює в системі MS QBasic.3

Звіт, який формується сервером для кожної лінії, містить час вимірювання, дані про напругу, струм, та реактивну потужність, що перетікає в лінії. Подальше оброблення звіту зручно виконувати в програмі Excel, яка входить до комплексу Microsoft Office. Оскільки файл-звіт містить не кінцеві значення параметрів, а відносні значення, які можуть знаходитись в діапазоні 0 - 255, спочатку проводиться перерахунок значення параметрів, розрахунок додаткових параметрів (коефіцієнт потужності, активна потужність). Після цього проводиться побудова графіків для наочного представлення отриманих результатів. Результати розрахунків по кожній

фазі знаходяться на різних листах звіту. Попередній перегляд звіту можна виконати у програмі «Блокнот».

Висновки і перспективи. Система складається з окремих вимірювальних блоків та сервера збирання даних. Кількість вимірювальних блоків може досягати 256, що дозволяє отримати достатньо широку мережу та змінювати її, пристосовуючи до нових потреб виробництва. Звіти, що формуються на базі даних, отриманих з вимірювальних блоків, дозволяють отримати глибоку деталізацію всіх основних параметрів (напруга, струм, повна потужність, активна потужність, реактивна потужність, коефіцієнт потужності) не тільки для окремої лінії а і для окремої фази. Загальна похибка обчислення електричної енергії складає 5 %, що можна вважати достатнім для технологічного обліку.

Система є відкритою для необхідних розширень та модернізації з огляду на поточні потреби виробництва. До вимірювальних блоків можна приєднувати контролери керування конденсаторними установками з метою підвищення значення коефіцієнта потужності, а також інтегрувати до системи релейного захисту.

Список літератури

1. Приборы учета электроэнергии. Режим доступа: <http://askue.kiev.ua/schetshik/>
2. Застосування вбудованого аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера Atmega8. Режим доступу: <http://www.atmel.com/applicationnotes/APN145834>
3. Блок управления конденсаторными установками К5021. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ИЖТП 675.317 003.
4. Ленк Д. М. 500 практических схем на ИМС /Д. М. Ленк. - М.: ДоДеКа, 2001. – 447 с.

References

1. Pribory ucheta elektroenergii [Electricity metering devices]. Available at: <http://askue.kiev.ua/schetshik/>
2. Zastosuvannia vbudovanoho analoho-tsyfrovoho peretvoriuvacha mikrokontrolera Atmega8 [Application of built-in analog-to-digital converter of Atmega8 microcontroller]. Available at: <http://www.atmel.com/applicationnotes/APN145834>.
3. Blok upravleniya kondensatornymi ustanovkami K5021. Tekhnicheskoye opisaniye i instruktsiya po ekspluatatsii. ИЖТП 675.317 003. [The control unit of capacitor units K5021. Technical description and instruction manual. ИЖТП 675.317 003].

4. Lenk, D. M. (2001). 500 prakticheskikh skhem na IMS [500 practical circuits on IC]. Moscow: DoDeKa, 447.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

А. В. Ковалев, В. П. Герасименко, А. Ю. Синявский

Аннотация. *Электронные счетчики обеспечивают более широкий интервал входного напряжения, позволяют легко организовать многотарифные системы учета, пересмотреть количество потребленной энергии за определенный период, измеряют потребляемую мощность, легко вписываются в конфигурацию систем АСКУЭ и имеют некоторые дополнительные сервисные функции, которые заключаются в программном обеспечении микроконтроллера, который является неизменным атрибутом современного электронного счетчика электроэнергии.*

Известно, что одной из затратных статей устройства системы АСКУЭ является счетчик. От его функций зависит характеристика и возможности всей системы.

Цель исследования - обоснование и исследование устройства непрерывного технологического учета электрической энергии по каждой фазе каждой линии с возможностью длительного накопления, хранения и быстрого вывода результатов измерения.

Разработано устройство для непрерывного технологического учета электрической энергии по каждой фазе каждой линии питания с возможностью длительного накопления, хранения и быстрого вывода результатов измерения.

Система состоит из отдельных измерительных блоков (до 256) и сервера сбора данных. Отчеты, которые формируются в базе данных, полученных с измерительных блоков, позволяют получить глубокую детализацию всех основных параметров (напряжение, ток, полная мощность, активная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности) не только для отдельной линии, но и для отдельной фазы. Общая погрешность вычисления электрической энергии составляет 5%, что можно считать достаточным для технологического учета.

К измерительным блокам можно присоединять контроллеры управления конденсаторными установками с целью повышения значения коэффициента мощности, а также интегрировать в систему релейной защиты.

Ключевые слова: *электрическая энергия, учет потребления, мощность, микросхема, двоичный код*

RATIONALE OF SYSTEM PARAMETERS ELECTRICITY TECHNOLOGICAL ACCOUNTING

O. Kovalev, V. Gerasimenko, O. Sinyavsky

Abstract. *Electronic meters provide a wider range of input voltages, make it easy to organize multi-tariff metering systems, allow you to review the amount of energy consumed over a period of time, measure power consumption, fit easily into the configuration of ACE systems and have some additional service features that include microcontroller software. is an indispensable attribute of a modern electronic electricity meter.*

It is known that one of the costly articles of the installation of the ACMS system is a meter. Its features depend on the characteristics and capabilities of the entire system.

The purpose of the study is to substantiate and study the device of continuous technological accounting of electric energy on each phase of each line with the possibility of long-term accumulation, storage and quick output of the measurement results.

A device has been developed for continuous technological accounting of electrical energy for each phase of each power line, with the possibility of long-term accumulation, storage and rapid output of the measurement results.

The system consists of separate measuring units (up to 256) and a data collection server. The reports generated from the database obtained from the measurement units allow for a deep detailing of all the main parameters (voltage, current, full power, active power, reactive power, power factor) not only for a single line, but also for a separate phase. The total error in the calculation of electricity is 5 %, which can be considered sufficient for technological accounting.

The control units of the condenser units can be connected to the measuring units in order to increase the value of the power factor and to be integrated into the relay protection system.

Key words: *electric power, metering, power, chip, binary code*