

УДК 631.362-546

МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ БЕЗПЕРЕРВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Кучеренко Д.В., 42-ЕН група

Ковальов О.В., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

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

В умовах виробництва періодично виникає необхідність технологічного обліку за споживанням та генерацією електричної енергії. Це дозволяє виявити об'єкти з підвищеним споживанням та оптимізувати технологічний процес.

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 відсотки.

Схема електрична принципова вимірювального блоку наведена на рисунку 1. До складу блоку входять три трансформатори напруги TV1-TV3, датчики струму ТА1-ТА3, два вхідних формувача з транзисторними ключами, вузол вимірювання реактивної потужності, мікроконтролер DD1 ATmega8 [1], перетворювач рівнів TTL – RS232 DA1 типу MAX232.

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 С1 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.

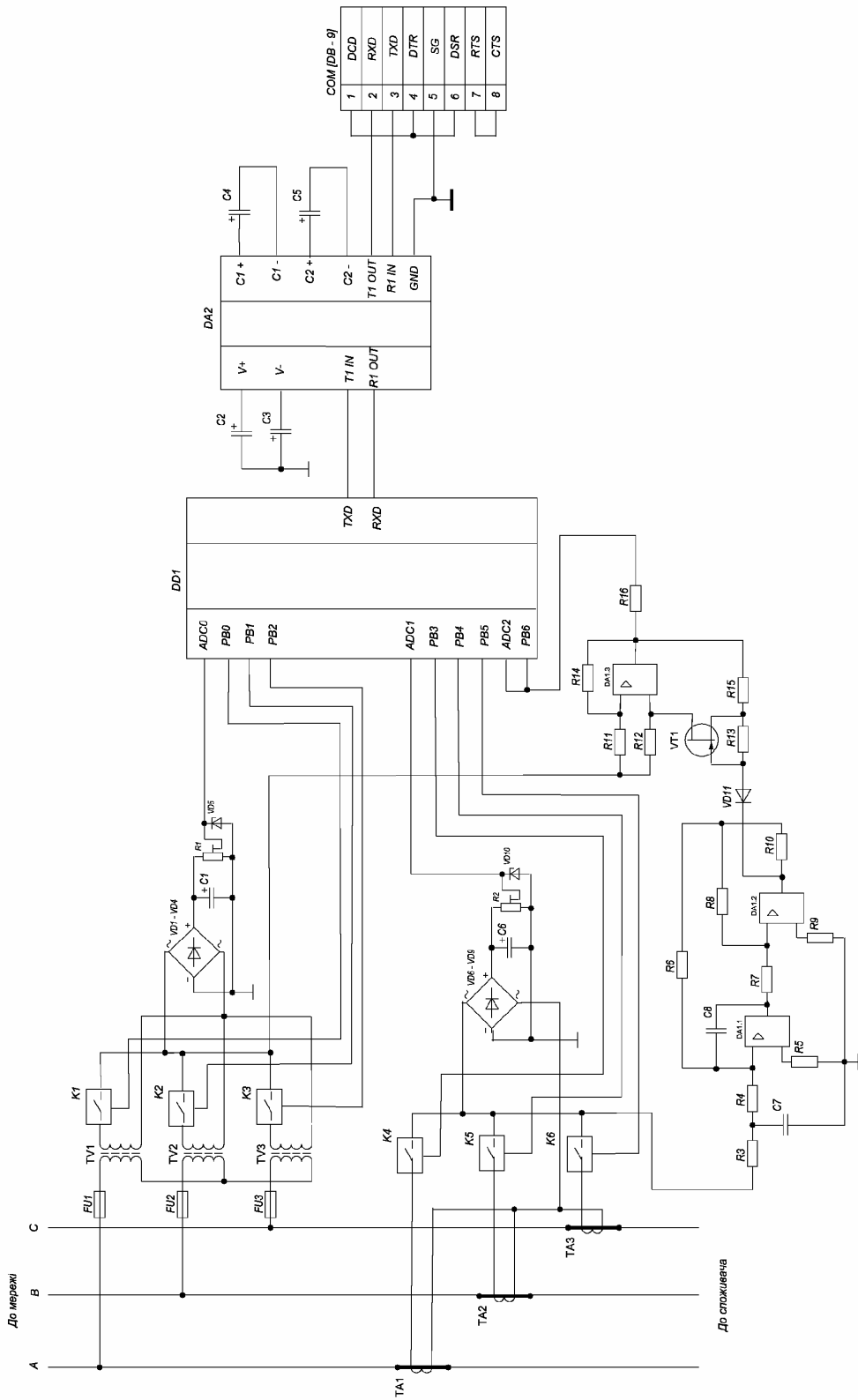


Рисунок 1 – Схема електрична принципова вимірювального блоку

Канал вимірювання струму фази А складається з датчика струми TA1 та вхідного формувача, аналогічного з каналом вимірювання напруги. Процес вимірювань 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 двоїчного 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. По входу RXD мікроконтролер приймає команди від сервера про початок та порядок вимірювань.

Вузол вимірювання значення миттєвої реактивної потужності [2] працює наступним чином. Напруга, пропорційна значенню вимірювального струму подається на вхід широтно-імпульсного перетворювача, що виконано на операційних підсилювачах (ОП) DA1.2 та DA1.3. З виходу ОП DA1.3 через діод VD11 імпульси надходять на вхід комутатора, що 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. По входу ADC2 вимірюється амплітуда імпульсів, а по входу 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 рисунку 2.

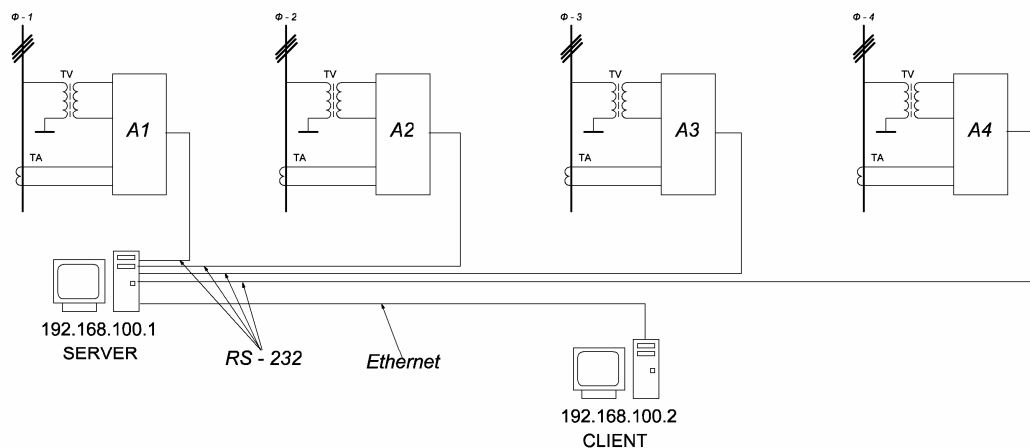


Рисунок 2 – Структурна схема системи технологічного обліку
електричної енергії

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.

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 комплекту 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 виконується побудова графіків для наглядного представлення отриманих результатів. Результати розрахунків по кожній

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

Висновки. 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 відсотків, 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.

Література

1 Застосування вбудованого аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера Atmega8. <http://www.atmel.com/applicationnotes/APN145834>.

2 Блок управління конденсаторними установками К5021. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ИЖТП 675.317 003.

3 Ленк Д. М. 500 практических схем на ИМС./ Д. М. Ленк. - М.: ДоДеКа, 2001 р.

4 Єрмолаев С. О. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК/ С. О. Єрмолаев, В. О. Мунтян, В. Ф. Яковлев – К.: Мета, 2003. – 544 с.