

## АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ АУТОНОМНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

**О.П. Голик**, асистент

**Р.В. Жесан**, кандидат технічних наук, доцент

**І.В. Волков**, викладач

**І.А. Березюк**, кандидат технічних наук, старший викладач

Кіровоградський національний технічний університет

*Розглянуто апаратну реалізацію автоматизованої системи автономного енергопостачання на прикладі фермерського господарства. Запропонована система дозволяє здійснювати електропостачання від сонячних батарей, вітроелектричної установки та електростанції з двигуном внутрішнього згорання, відповідно до енергетичних потреб фермерського господарства.*

**Ключові слова:** автоматизована система, процес керування, автономне енергопостачання, сонячна батарея, вітроустановка, резервна електростанція, принципова схема, мікроконтролер

**Вступ.** Наразі, згідно зі світовими тенденціями, відбувається перехід від централізованого енергопостачання до децентралізованого у різних галузях господарства. Для України такий шлях є насамперед раціональним в галузі електропостачання фермерських господарств, оскільки сільські електричні мережі не можуть забезпечити стабільність електропостачання в часі і якість параметрів електричної енергії по основним характеристикам – коливання напруги по амплітуді і гармонічному складу, що призводить до значних економічних втрат.

**Постановка проблеми.** Для забезпечення фермерських господарств електричною енергією доцільним є створення власних систем енергопостачання від автономних джерел, до яких належать як установки з двигунами внутрішнього згорання, так і відновлювані джерела енергії (ВДЕ), що також відповідає світовим тенденціям та енергетичній стратегії України, яка передбачає випереджаючий ріст обсягів впровадження ВДЕ.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженню процесу енергопостачання автономних споживачів, розробленню науково-технічних передумов використання ВДЕ для енергопостачання

фермерських господарств присвячено роботи Будзка І. О., Васька П. Ф., Головка В. М., Джуми А., Жесана Р. В., Каплуна В. В., Кирпатенка І. М., Козирського В. В., Кудрі С. О., Ліщинської Т. Б., Плешкова С. П., Праховника А. В., Рєзцова В. Ф., Розанова Ю. К., Сенька В. І., Шидловського А. К., Яндутьського О. С. та ін. Однак більшість цих робіт присвячена ефективності та раціональному використанню ВДЕ; методам та способам перетворення ВДЕ в різні види (електрична, тепла); ефективності використання автономних джерел енергії. Лише в деяких роботах запропоновано методи та способи автоматизації процесу керування енергопостачанням фермерського господарства від автономних джерел енергії.

У результаті аналізу відомих засобів автоматизації процесу керування енергопостачанням фермерського господарства від автономних джерел енергії було виявлено, що існуючі наукові розробки не задовольняють всім вимогам, які висувають до процесу. Недоліком є неможливість прогнозувати та узгоджувати процес енергоспоживання з процесом енергопостачання фермерського господарства таким чином, щоб керування процесом енергопостачання було автоматичне, і при цьому енергетичні потреби фермерського господарства були максимально забезпечені за рахунок ВДЕ та мінімальним використанням установки з двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ).

**Постановка завдання.** Таким чином, виникає завдання щодо удосконалення керування процесом енергопостачання фермерського господарства від автономних джерел енергії, щоб при цьому забезпечувалася ефективна робота системи автоматизованого енергопостачання (САЕП).

У загальному вигляді структуру САЕП фермерського господарства від автономних джерел енергії можна представити у вигляді, наведеному на рис. 1 [1]. Зазвичай до складу таких систем входять відповідні перетворюючі установки, система гарантованого живлення, різні периферійні пристрої та власне сам автономний споживач.

Система акумулювання має в своєму складі акумуляторні батареї (АКБ), контролер заряду батарей, зарядний пристрій та ін. Автономний інвертор (АІ), який входить до складу системи

гарантованого живлення, також має у своєму складі стабілізатор напруги, перетворювач струму та інші пристрої, необхідні для надання електроенергії належної якості. В джерелах [2-4] наведено структурну та функціональну схеми САЕП фермерського господарства.

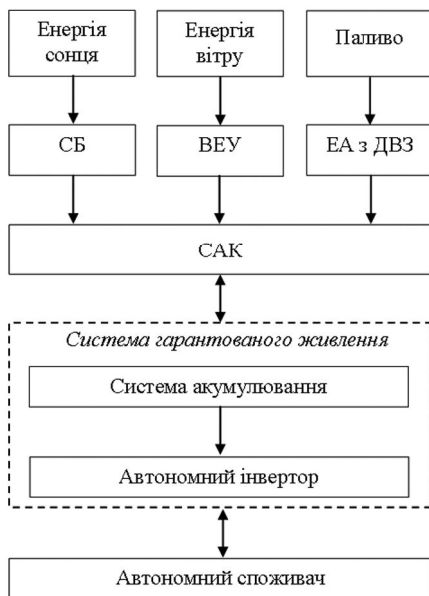


Рис.1. Структура САЕП автономних споживачів: СБ – сонячна батарея; ВЕУ – вітроелектрична установка; ЕА з ДВЗ – електроагрегат з двигуном внутрішнього згорання; САК – система автоматичного керування

**Основні матеріали дослідження.** На рис. 2 наведено схему електричну принципову САЕП автономних споживачів. Реалізація роботи системи, згідно зі схемою (рис. 2), полягає в наступному.

Канали вимірювання струмів та напруг побудовані однаково та являють собою активні фільтри Салмана-Кея, які призначені для усунення індустріальних перешкод та згладження сигналів датчиків при комутаціях. Фільтри побудовані на двох операційних підсилювачах типу **МСР602**. Перший операційний підсилювач мікросхеми працює як фільтр, а другий – нормуючий підсилювач.

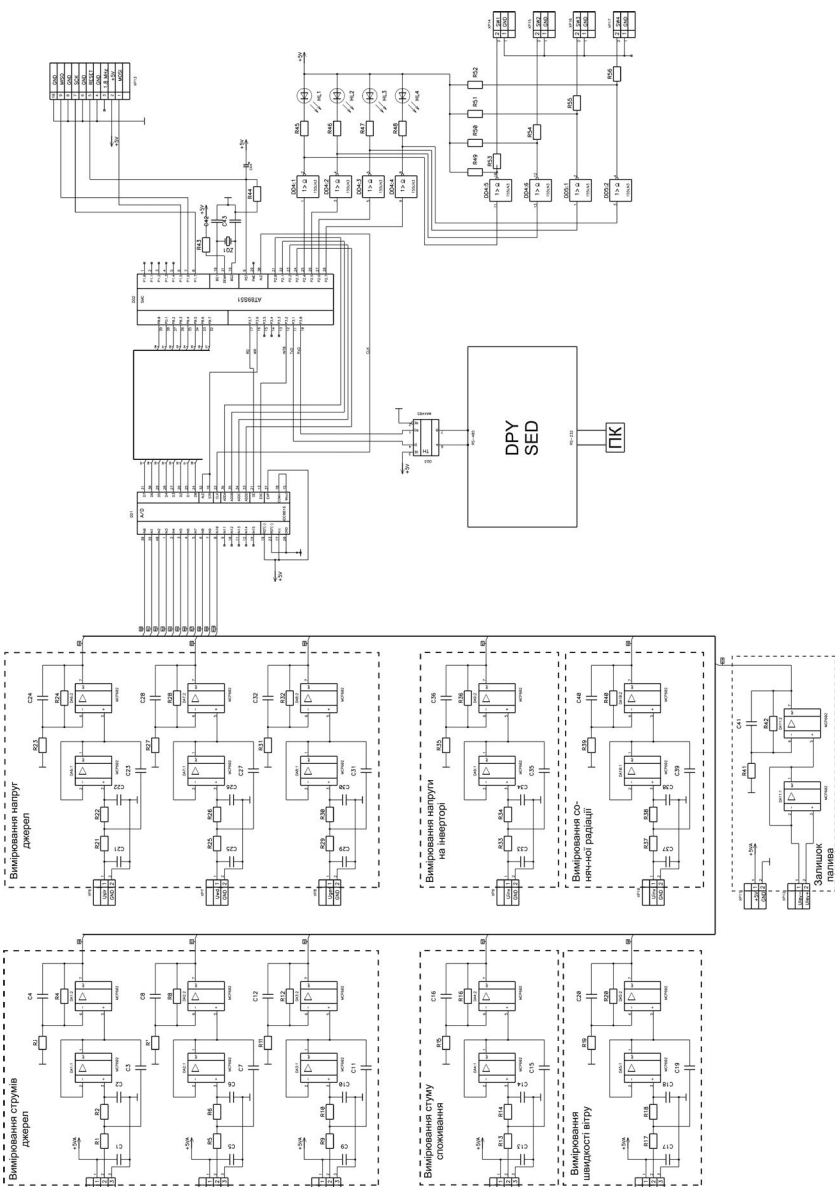


Рис.2. САЕП автономних споживачів. Схема електрична принципова

Датчик сонячної радіації типу **SR9502X** під'єднано через роз'єм **XP10** до активного фільтра на операційному підсилювачі **DA10**. Він визначає інтенсивність сонячного випромінювання в даний час для прийняття рішення про можливість застосування СБ.

Датчик швидкості вітру типу **M-128M1** під'єднано через роз'єм **XP5** до активного фільтра на операційному підсилювачі **DA5**. Він визначає швидкість вітру в даний момент часу для прийняття рішення щодо можливості застосування ВЕУ, а також для захисту ВЕУ від роботи при високих швидкостях вітру.

Датчик струму типу **ASC754SCB-200** визначає рівні навантаження СБ, ВЕУ, ЕА з ДВЗ та струм споживання. Датчик являє собою струмів трансформатор з первинним перетворювачем «струм-напруга» виконаний в одному корпусі. З датчика напруга через роз'єми **XP1** (для СБ), **XP2** (для ВЕУ), **XP3** (для ЕА з ДВЗ), **XP4** (для електроприймачів) надходить на активні фільтри **DA1**, **DA2**, **DA3**, та **DA4** відповідно, після чого фільтрується та підсилюється до необхідного рівня.

Напруга з виходів СБ, ВЕУ, ЕА з ДВЗ та АКБ через роз'єми **XP6**, **XP7**, **XP8** та **XP9**, відповідно, подається на активні фільтри **DA6**, **DA7**, **DA8**, та **DA9**, відповідно, після чого фільтрується та обмежується до необхідного для перетворення рівня.

До роз'єму **XP11** (живлення) та **XP12** (вимірювання) підключено датчик гідростатичного тиску типу **DUXL-20-D**. З виходу датчика сигнал надходить на вхід повторювача напруги на **DA11.1**, а далі на інтегруючий підсилювач на **DA11.2**, який визначає коефіцієнт підсилення сигналу з датчика.

Інформація з виходів фільтрів надходить на входи (1-11) 16-канального аналого-цифрового перетворювача (АЦП) **DD1** типу **ADC0816CCN**. Вибір каналу вимірювання здійснюється через лінії **P2.0-P2.3** МК **DD2** типу **AT89S51** (виробник **Atmel**), які підключені до адресних входів **ADDA-ADDD** вбудованого в АЦП мультиплексора каналів.

Керування перетворювачем здійснюється сигналами **STR** – запуск перетворювача та **ALE** – запис номеру каналу для вимірювання. Сигнали формуються мікроконтролером (МК) на виводі **WR** (P3.6) після встановлення номеру каналу

вимірювання на лініях P2.0-P2.3. Після закінчення перетворення АЦП формує сигнал ЕОС (**End of Convert** – закінчення перетворення), який подається на вхід зовнішнього переривання INTO МК та викликає переривання. Процедура обслуговування переривань зчитує отримані з АЦП дані через порт P0. При цьому формується сигнал ОЕ (**Output Enable** – дозвіл виходу) P3.7, який дозволяє зчитування даних з АЦП.

Отримані дані через інтерфейс **RS-485** передаються на панель оператора типу СП207 (виробник ВО «Овен», Україна). Інтерфейс організовано на мікросхемі типу MAX485, яка підключена до вбудованого в МК послідовного порту. Панель оператора СП207 виконує функції людино-машинного інтерфейсу. Для конфігурування та архівації даних панель оператора за допомогою інтерфейсу **RS-232** з'єднана з персональним комп'ютером.

Для підключення енергетичних установок та АІ до АКБ застосовано силові електронні ключі типу **IRF2903**, які через підсилювачі **DD4.1-DD4.4** підключені до ліній P2.4-P2.7 МК. Лінії P2.4-P2.7 через **DD4.5-DD5.2** також підключені до світлодіодних індикаторів **HL1-HL4** для сигналізації про підключення того чи іншого джерела енергії та АІ.

Електрична принципова схеми системи не має силової частини, оскільки для кожного окремого випадку вона буде відрізнятися. Залежно від енергетичних потреб споживача можна застосовувати безконтактні електронні ключі, наприклад польові транзистори або оптопари.

**Висновки.** Автоматичне керування елементами системи створює передумови для їх більш широкого впровадження. Оскільки поточна експлуатація не передбачає залучення оперативного персоналу, програмування і налаштування здійснюється на стадії інсталяції обладнання.

Запропоновані в роботі підходи до розв'язання задачі автоматичного керування процесом електропостачання фермерського господарства від автономних джерел енергії, можуть бути використані для автоматизації процесу керування електропостачанням будь-яких об'єктів, які використовують для електропостачання різноманітні автономні джерела енергії.

Література:

1. Голик О. П. Структура автоматизованої системи керування автономним енергопостачанням на основі відновлюваних джерел енергії [Електронний ресурс] / О. П. Голик, Р. В. Жесан, І. В. Волков // Енергетика і автоматика : науковий електронний журнал. — 2010. — № 1 (3). — Режим доступу до журналу : [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2010\\_1/index.htm](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2010_1/index.htm).
2. Голик О. П. Автоматизована система керування автономним енергопостачанням на основі комбінованих вітро-сонячних установок / О. П. Голик, Р. В. Жесан // Відновлювана енергетика. — 2010. — № 4 (23). — С. 20—22.
3. Голик О. П. Автоматизоване керування процесом автономного енергопостачання на основі вітро-сонячних установок та резервної електростанції / О. П. Голик, Р. В. Жесан, І. А. Березюк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки. Вип. 117 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». — Харків : ХНТУСГ, 2011. — С. 54—57.
4. Голик О. П. Розробка системи автоматичного керування системою електроживлення автономного енергопостачання на основі нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії / О. П. Голик // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : програма і матеріали 77-ї наукової конф. молодих учених, аспірантів і студентів 11-12 квітня 2011 року, м. Київ. — К. : НУХТ, 2011. — Ч. 2. — С. 141.