

УДК 623.407

**М.Паламар, канд.техн.наук; А.Паламар**

*Тернопільський державний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА КЕРУВАННЯ І МОНІТОРИНГУ ПРИСТРОЇВ ГАРАНТОВАНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ**

*В статті розглядається структура і алгоритм роботи системи керування і моніторингу пристроїв гарантованого живлення, яка забезпечує діагностику роботи системи, попереджує відкази і в загальному підвищує ефективність керування процесом подачі і розподілу електроенергії споживачам.*

Розвиток інформаційних технологій, систем зв'язку, впровадження енергозберігаючих технологій вимагає нових підходів до принципів побудови і використання систем забезпечення та розподілу енергії особливо в таких областях як телекомунікація, системи керування складними процесами, освітлення важливих об'єктів і ін. Одним з основних напрямків впровадження енергозберігаючих технологій є впровадження електронних рішень по стабілізації живлення для складних умов промислової експлуатації (перепади навантажень, завади, реактивні навантаження).

Основні вимоги для таких систем живлення – це забезпечення надійності і стабільності (гарантованості) живлення, для чого вводиться резервування з акумуляторних батарей (АБ) а також відповідні вузли контролю стану, автономного та дистанційного керування процесом подачі і розподілу енергії. Структурна схема типової системи гарантованого живлення приведена на рис.1.

Необхідною частиною сучасних систем гарантованого живлення є дистанційний моніторинг як вхідних параметрів мережі, так і вихідних параметрів блока електроживлення, дистанційне керування комутацією навантаження, ведення електронного протоколу подій.

Для реалізації всіх приведених функцій необхідний достатньо "інтелектуальний" програмно-апаратний модуль, що стає обов'язковою складовою частиною системи гарантованого живлення.

Для подібних систем живлення за замовленням фірми-виробника розроблено спеціалізований контролер керування і моніторингу, структурна схема якого приведена на рис.2. Контролер призначений для вимірювання та індикації напруг і струмів пристрою електроживлення, вироблення додаткової напруги керування розрядом/зарядом акумуляторної батареї, архівування подій та

## II міжнародна науково-технічна конференція

забезпечення обміну інформацією із ПЕОМ через послідовний інтерфейс RS232 із гальванічною розв'язкою, або через модем.

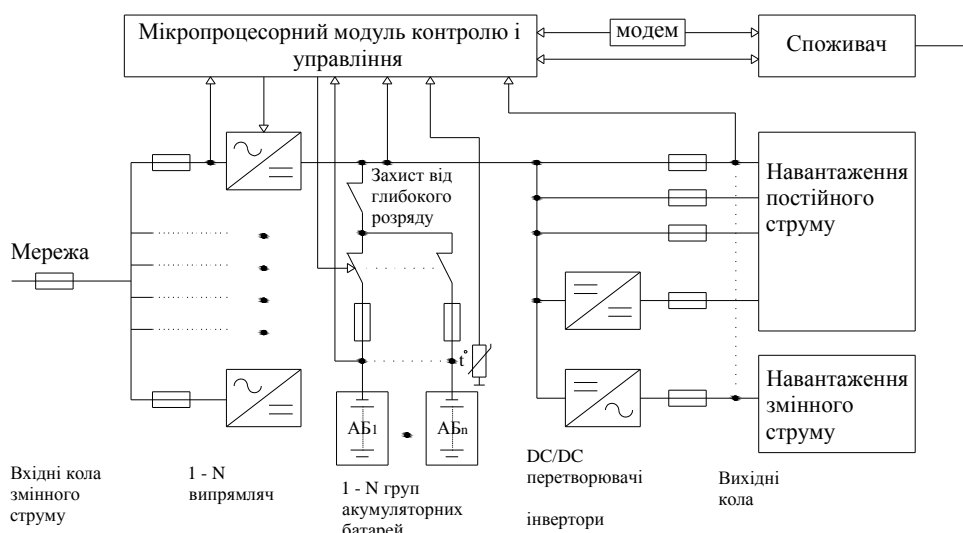


Рисунок 1 - Структурна схема системи гарантованого живлення

Однією з основних функцій модуля керування і моніторингу є програмне регулювання вихідної напруги і струму окремих інверторів у поєднанні з керуванням процесом заряду/розряду АБ у відповідності з ТУ на використовувані акумулятори. Тому контролер є елементом замкненої керуючої системи із зворотнім зв'язком по струму.

Для захисту вихідних кіл інверторів та АБ від значних скачків струму при комутаційних процесах, застосовується алгоритм адаптивного пропорційно-інтегрально-диференціального (ПІД) регулятора для керування вихідною напругою інверторів.

$$u(t) = K_p \left[ i(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^T i(t) dt + T_D \frac{di(t)}{dt} \right] \quad (1)$$

де  $u(t)$ -вихідна напруга інвертора;  $K_p$  – коефіцієнт підсилення в ланці зворотнього зв'язку;  $i(t)$  – відхилення струму АБ від заданого в  $t$  момент часу;  $T_I, T_D$  – сталі часу інтегрування і диференціювання.

Для дискретної системи керування, закон цифрового ПІД регулятора приводиться до вигляду, зручного для програмної реалізації на мікроконтролері:

$$u_t = u_{t-1} + A_0 i_t + A_1 i_{t-1} + A_2 i_{t-2} \quad (2)$$

де  $A_0, A_1, A_2$  – коефіцієнти пропорційної, інтегральної і диференціальної частин відповідно

$$A_0 = k_p \left( 1 + \frac{T_0}{2T_I} + \frac{T_D}{T_0} \right) \quad (3)$$

$$A_1 = -k_p \left( 1 - \frac{T_0}{2T_I} + \frac{2T_D}{T_0} \right) \quad (4)$$

$$A_2 = \frac{k_p T_D}{T_0} \quad (5)$$

$T_0$  – період квантування, який може програмно змінюватись. Змінюються також  $T_I$ ,  $T_D$  – відповідно до параметрів інвертора і типу АБ.

Дискретна передаточна функція керування контролера приводиться до виразу:

$$W_p(z) = k_p \left[ 1 + \frac{T_0(1+z^{-1})}{2T_I(1-z^{-1})} + \frac{T_D}{T_0}(1-z^{-1}) \right] \quad (6)$$

Контролер передбачає захист АБ від глибокого розряду за допомогою дистанційно керованих розмикаючих ключів. Для реалізації температурної компенсації режиму заряду АБ в системі введено вимірювальний канал температури. В процесі роботи є можливість періодично проводити тест справності АБ і оцінювати її залишкову ємність шляхом часткового розряду з контролем залишкової напруги батареї і програмного обмеження струму.

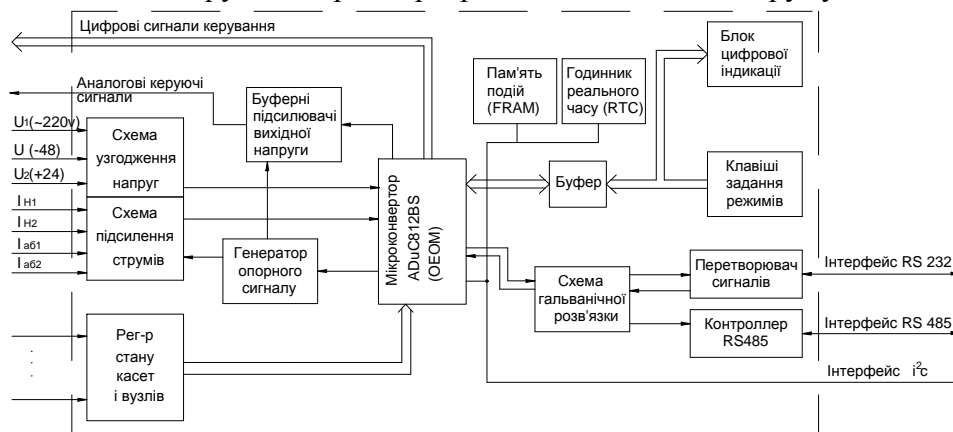


Рисунок 2 Структурна схема блоку керування і моніторингу

Схема узгодження напруг контролера служить для приведення вимірювальних напруг джерел живлення (~220В, -48В, +24В) та напруги асиметрії АБ до нормованих значень 0..+2,5 В. Вона реалізована на ділянках напруги та інверторах на ОП із елементами фільтрації завад.

## II міжнародна науково-технічна конференція

Схеми підсилення вихідних сигналів датчиків струмів (шунтів) виконані на інструментальних операційних підсилювачах, що підсилюють стандартний вихід шунта 0..75мВ до нормованого входу АЦП (0..2,5В), з фільтрацією завад. Діапазон вимірювання струмів навантаження і АБ по кожному каналу може програмно змінюватись залежно від програмних коефіцієнтів у Flash-пам'яті контролера. Відносна приведена похибка вимірювання становить 0,3 %. Оцифровування сигналів виконується за допомогою внутрішнього 12-розрядного АЦП, що входить до складу мікроконвертора ADuC812 (Analog Devices) і який є центральним вузлом обробки та керування обміном інформацією. В процесі опитування даних використовуються програмні алгоритми накопичення і усереднення вимірювальних сигналів, що значно підвищує співвідношення сигнал/шум і відфільтровує імпульсні завади. Особливістю вимірювальної схеми є програмна настройка зміщення нуля та коефіцієнтів підсилення кожного каналу без використання змінних потенціометрів, а також самоконтроль і діагностика за опорними сигналами.

Мікроконвертор за допомогою ЦАП, що входить до його складу, та вихідного підсилювача виробляє напругу керування силовими касетами, які в свою чергу забезпечують рівень струму і напруги заряду/розряду АБ згідно заданого алгоритму.

Дискретні сигнали стану роботи касет та інших вузлів періодично зчитуються контролером через буферний регістр. Виміряні значення напруг і струмів індикуються на цифровому рідкокристалічному табло (4 строки по 10 символів). Зміни робочих параметрів блоку та задання режимів прогляду та індикації вибирається за допомогою кнопок на передній панелі касети.

Всі відхилення параметрів живлення від норми, а також час виникнення події заносяться в енергонезалежну пам'ять. При необхідності, можливе відключення певних каналів навантаження, або включення звукової чи світлової сигналізації.

Через послідовний інтерфейс стандарту RS232 (V24), або через модем, система моніторингу під'єднується до ПЕОМ для передачі накопиченої архівної інформації, або дистанційного контролю чи установки параметрів блоку в On-Line режимі.

Схема гальванічної розв'язки та перетворювач сигналів служать для забезпечення надійного зв'язку з ПЕОМ через послідовний інтерфейс стандарту V24 (RS232). Передбачена можливість зв'язку через інтерфейс стандарту RS485.

Програмне забезпечення моніторингу та дистанційного керування установкою електроживлення складається з двох частин: одна частина – програма контролера, записана у Flash-пам'ять, яка здійснює автономне керування, архівування подій, зв'язок з віддаленим оператором. Інша частина працює на ПЕОМ на

### "СВІТЛОТЕХНІКА Й ЕЛЕКТРОТЕХНІКА: ІСТОРІЯ, ПРОБЛЕМИ Й ПЕРСПЕКТИВИ"

платформах Windows95/98 чи Windows 2000 і служить для перегляду інформації, що поступає через канал зв'язку з контролером у зручному форматі у вигляді графіків зміни параметрів у часі, або табличних даних, ведення бази даних подій, видачі звукових повідомлень при порушеннях в системі живлення (рис.3).

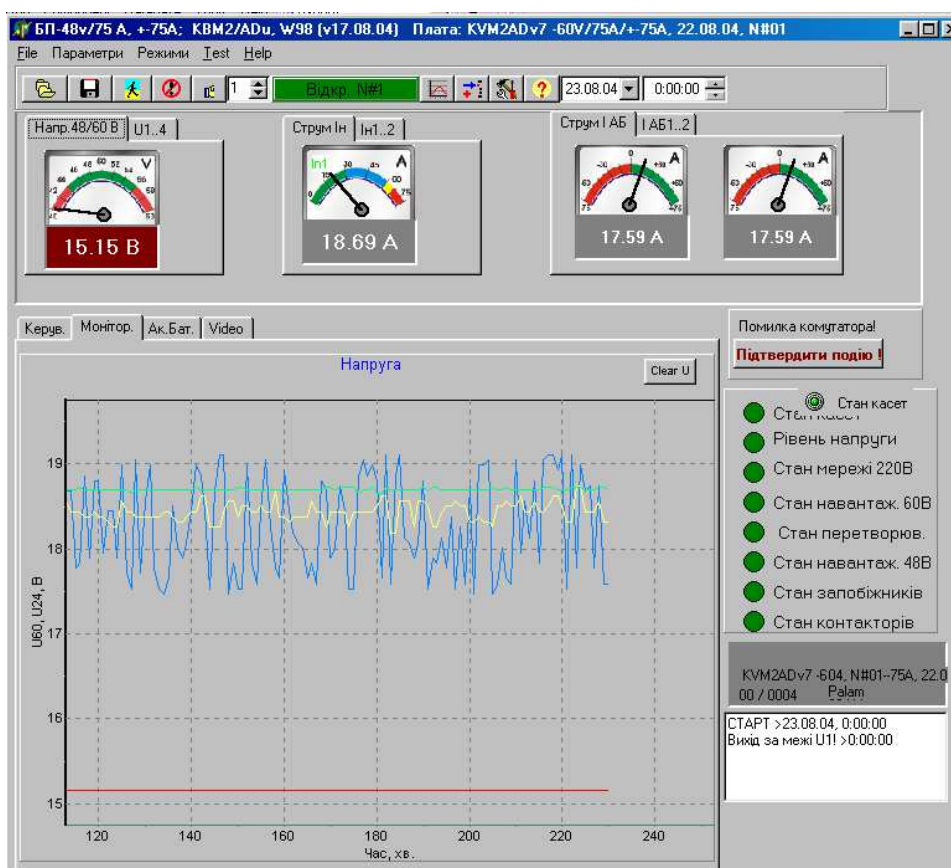


Рисунок 3 – Інтерфейс програми моніторингу джерела гарантованого живлення

Впровадження таких систем гарантованого живлення підвищує надійність і ефективність функціонування та енергозбереження у різних важливих технологічних процесах.

*The article considers a method and algorithm of control system work and monitoring of device ensure power supply, which diagnostics breach in system work, warning refuses and in general raise efficiency of control processing presenting electric power consumer.*

### Література

1. Федорейко В.С., Паламар М.І. Оптимізоване керування роботою асинхронних двигунів у потокових лініях // Матеріали сьомої наукової конференції ТДТУ "Прогресивні матеріали, технології та обладнання в машино- і приладобудуванні". - Тернопіль: 2003. - с.103-104