

УДК 004.9

О.В. Смолій; А.Г. Микитишин к.т.н.; І.В. Булич

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

Оптимізація включення навантаження при резервному живленні на малому виробничому підприємстві та його інтеграція з технологічним процесом

O.V. Smolii, A.G. Mykytyshyn Ph. D., I.V. Bulych

Optimization of load switching during backup power supply at a small manufacturing enterprise and its integration with the technological process

Реалізація резервного живлення на малому підприємстві [1] вимагає не тільки розрахунку та вибору резервних джерел живлення, але й глибокого аналізу споживачів електричного струму та створення інтелектуальної системи контролю та управління споживанням електричної енергії. Адже одночасне включення споживачів чи неправильна послідовність включення приведе до перевантаження системи. Більше того, контроль за включенням споживачів дозволяє використати резервний генератор, потужність якого значно менша, ніж максимальна потужність необхідна для одночасного пуску виробничих ліній підприємства. Це особливо актуально при обмежених фінансових можливостях виробничих компаній в умовах воєнного стану.

Розглянуто систему керування споживачами електричного струму реалізовану на програмованих логічних контролерах. Зауважимо, що мова йде про мале підприємство, де основне завдання контролерів - керувати технологічним процесом. Всі зміни та доповнення до програмного забезпечення підпорядковуються технологічному процесу.

При розробці системи, припускалось, що підприємство має декілька виробничих ліній, які є основними споживачами електроенергії, та додаткове обладнання, потужність якого значно менша ніж потужність виробничих ліній.

Для реалізації проекту значну роль відіграє вибір базового устаткування. Воно повинно бути оптимальним по співвідношенню функціональних можливостей і вартості. При виборі контролерів враховувались наступні фактори:

- контролери що керують обладнанням, в тому числі його включенням чи виключенням в різні режимах роботи енергосистеми, повинні бути зручні для керування технологічним процесом;
- лінійка контролерів повинна бути достатньо широкою, щоб керувати як найпростішим обладнанням, так і нескладними лініями;
- наявність додаткових модулів, необхідних для керування обладнанням;
- можливість керування виконавчими механізмами як по незалежних шинах RS-485 по протоколу MODBUS, CAN так і за допомогою релейних виходів;
- можливість інтегруватись в системи вищого рівня по незалежних шинах RS-485 по протоколу MODBUS, CAN;
- роздільні шини для контролерів верхнього і нижчого рівня;
- можливість записати дані (стан) на випадок відключення електроенергії;
- функціональне програмне забезпечення;
- просте і інтуїтивно зрозуміле програмне забезпечення;
- низька вартість самого обладнання;
- безкоштовне або дешеве програмне забезпечення;

- походження контролерів та програмного забезпечення не повинно бути пов'язано з країною — агресором.

Авторами не проводилось повне і детальне дослідження ринку контролерів, а було вибрано з представлених на ринку України лінійки контролерів Delta Electronics, які відповідають перерахованим вище критеріям.

Серед вище наведених критеріїв вибору нема, ніби, очевидного: можливість обліку споживаної потужності кожного навантаження в реальному часі. Проте, ми маємо справу з малим підприємством, де включення споживачів може бути централізованим, розрахованим та запланованим наперед. Облік електроенергії в реальному часі необхідний, але це не повинно ускладнювати програмне забезпечення технологічних ліній. Достатньо мати тільки робочі та пускові характеристики основних споживачів та можливість централізованого управління ними, щоб задати простий і ефективний алгоритм включення навантаження при резервному живленні і подальшої роботи підприємства.

В даному рішенні моніторинг реалізується за допомогою окремого лічильника на центральному вході та передається на сервер. Записуємо пускові та робочі характеристики встановленого обладнання в розрізі ліній та в розрізі окремих елементів кожної лінії (головний двигун, нагрівні елементи, додаткові механізми). В першому наближенні, припускаємо, що все обладнання працює в номінальних режимах.

В найпростішому вигляді програма старту одної виробничої лінії має декілька режимів запуску. Для однозначності позначимо їх: *Режим 1*, *Режим 2*, *Режим 3*... Де *Режим 1* — від мережі, *Режим 2* - від резервного живлення коли запускається тільки одна лінія, та *Режим 3* - від резервного живлення коли запускається певна комбінація ліній. Для кожної комбінації ми повинні прописати наперед заданий алгоритм пуску та часову діаграму. Для ліній, в яких ми не можемо керувати окремими елементами, буде тільки *Режим 1*, до якого потрібно пристосуватись. Але, навіть в цьому випадку, можна змістити часову діаграму включення лінії в цілому. Зауважимо, що система впроваджується на малому підприємстві, де кількість виробничих ліній невелика, отже не потрібно передбачати велику кількість комбінацій. Такий підхід дозволяє оптимізувати введення резервного живлення без суттєвого впливу системи включення резервного живлення на технологічний процес, і, навіть розімкнута система управління, може бути достатньо ефективною.

Висновок. Розроблена система контролю за послідовністю включення навантаження від резервного живлення на PLC контролерах. Розроблено алгоритм включення навантаження при резервному живленні і його реалізація з врахуванням інтеграції з системою управління технологічним процесом.

Література

1. Смолій, О.В.; Корольок Р.І.; Микитишин, А.А, "Врахування особливостей споживачів потужності при розробці систем керування резервним живленням малих підприємств, "Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції „Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи “, ст. 77-78, 2024, ТНТУ
2. Gnana Swathika O.V., Aayush Karthikeyan, K. Karthikeyan, P. Sanjeevikumar, Sajju Karapparambil Thomas, Amin Babu, Critical review Of SCADA And PLC in smart buildings and energy sector, Energy Reports, Volume 12, 2024, Pages 1518-1530, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.07.041>.
3. Ephrem Ryan Alphonsus, Mohammad Omar Abdullah, A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs), Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 60, 2016, Pages 1185-1205, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.025>.