

РОЗРОБКА СИСТЕМИ БЕЗПЕЧНОГО ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО СИЛОВИХ ЛІНІЙ ЗАДЛЯ МОНІТОРИНГУ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

*Івашкевич В.Ф., студ. (гр. ДП-31с, ФЕЛ КПІ ім. Ігоря Сікорського);
Козлов С.С., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

В сонячних електростанціях виникає необхідність організації зв'язку між модулями та блоком збору даних для забезпечення їх синхронної роботи у складі, увімкнення або вимкнення окремих модулів залежно від режимів освітлення, характеристик зовнішньої мережі, омичного навантаження тощо. Використання провідних інтерфейсів зв'язку вимагає прокладення додаткових комунікаційних ліній, що є економічно недоцільним і ускладнює забезпечення герметичності модулів. Використання ж безпроводних інтерфейсів обмежене потужністю передавачів та необхідністю реєстрації радіочастот. Тому найдоцільнішим для обміну інформацією між модулями сонячної електростанції є використання Power Line Communication (PLC) – передачі даних безпосередньо по енергомережі. Лінії електропередачі здавна використовуються для обміну диспетчерською інформацією між енерговузлами. В наші дні PLC– технологія знаходить застосування в системах віддаленого збору даних лічильників, охоронних системах, системах автоматизації будівель. Ця технологія також може успішно використовуватися в системах моніторингу енергоблоків альтернативних джерел енергії, таких як сонячні або вітрові електростанції.

Основною перевагою PLC технології є відсутність потреби в прокладанні додаткових ліній комунікації між модулями електростанції завдяки використанню наявних ліній енергомережі. Це суттєво зменшує вартість системи, спрощує її розгортання, підвищує надійність в порівнянні з безпроводними технологіями зв'язку (ZigBee, Wi-Fi).

Багато виробників напівпровідникової техніки (Philips, STMicroelectronics, Maxim, TI) пропонують свої рішення для реалізації PLC, які базуються на використанні спеціалізованих мікросхем модемів. Принцип їх роботи полягає у високочастотній модуляції інформативного сигналу. Залежно від типу модуляції (S-FSK, DBPSK, OFDM) швидкість передачі варіюється від 1,2 до 500 Кбіт/с. Дальність передачі залежить від швидкості і досягає 1 км. Типова структурна схема PLC-модему (рис. 1) складається з трьох основних частин:

- вхідна частина, забезпечує розв'язку з енергомережею та виділення високочастотної складової;
- апаратний драйвер (analog front-end), забезпечує фільтрацію і підсилення сигналів, що передаються та приймаються;
- мікросхема модему або DSP процесор, організує протокол передачі даних, а також відповідає за фізичну реалізацію передачі (формування несучої частоти, модуляція, демодуляція, цифрова фільтрація і т. д.).

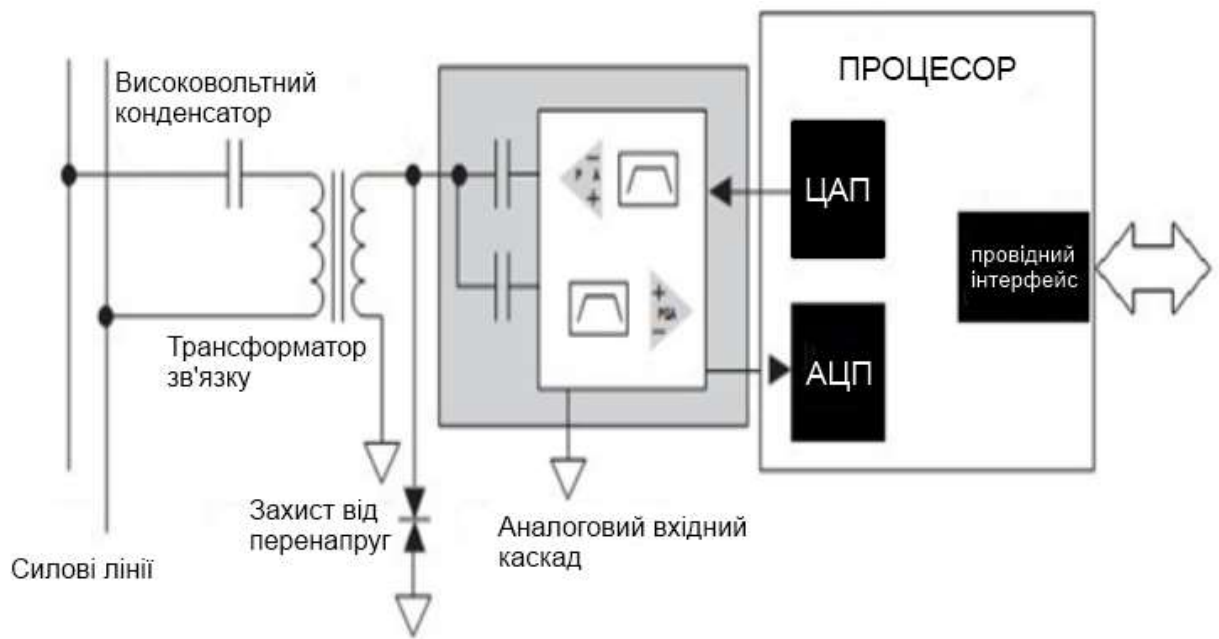


Рис. 1. Типова структурна схема PLC-модему

Було вирішено використовувати продукт фірми Cypress, бо він дозволяє безпечний і надійний зв'язок через силові лінії. Особливості Cypress PLC включають в себе:

- 1) Комплексний Powerline PNY модем з оптимізованих фільтрів і підсилювачів для роботи з втратами високої напруги і низької напруги на ЛЕП.
- 2) Оптимізований мережевий протокол для силових ліній, який підтримує двонаправлений зв'язок з підтвердженням отримання на базі. У випадку втрати даних пакетів через гучний шум на лінії живлення, передавач має можливість повторної передачі даних.
- 3) Мережевий протокол підтримує 8-бітну CRC для виявлення помилок і повторної передачі пакету даних.
- 4) Схема несучого множинного доступу (CSMA) вбудована в мережевий протокол, це зводить до мінімуму зіткнення передач пакетів на лінії живлення і забезпечує надійний зв'язок у великій мережі.

Мікропроцесор PLC програмуємо в системі PSoC Designer. Архітектура масивів цифрових й аналогових блоків усередині кристала PSoC була реалізована таким чином, щоб забезпечити розробнику максимальну гнучкість у конфігурації своїх модулів. Блок пам'яті програм може використовуватися або як пам'ять програм, або як додаткова пам'ять даних, залежно від призначення й бажання розроблювача. Регістри конфігурації завантажуються при включенні живлення. Ще однією особливістю архітектури є те, що PSoC може безпосередньо під час роботи в реальному часі реконфігурувати модулі користувача на кристалі за програмою, внесеною в пам'ять.

Головні особливості PSoC, отримані в результаті розміщення мікропроцесорного ядра й масивів аналогових і цифрових блоків на одному кристалі:

Перша — підвищений ступінь інтеграції, новий якісний рівень кінцевого виробу. Енергоспоживання, у порівнянні з варіантом системи, реалізованому на дискретних компонентах, знизилася значно. Низьке енергоспоживання PSoC припускає їхнє використання в різноманітних портативних приладах.

Друга — значне скорочення часу виходу на ринок нових проектів і розробок. Комбінуючи апаратний і програмний підходи до створення складних універсальних мікросхем у межах площі одного кремнієвого кристала за допомогою набору інструментальних засобів підтримки розробок, розробник має змогу проектувати й верифікувати як апаратну, так і програмну частини проекту одночасно. Об'єднання стандартних вузлів на одному кристалі дозволяє безпосередньо використати у власних проектах коди проектів, які вже були реалізовані на базі PSoC й оформлені у вигляді бібліотеки модулів користувача.

Розроблений пристрій згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 відноситься до II класу щодо електрозахисту, оскільки має пластмасовий корпус.

Все інше електрообладнання, яке використовується в цеху, згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 відноситься до 01 та I класу щодо електрозахисту.

Згідно з ОНТП 24 – 86 та ПБЕ робоче приміщення по ступеню небезпечності ураження людей електричним струмом можна віднести до приміщень без підвищеної небезпеки, так як:

- відносна вологість повітря не перевищує 75% ;
- матеріал полу - паркет (діелектрик) ;
- температура повітря не перевищує 35⁰ С;
- застосовані заходи по техніці безпеки, що виключають можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій будівлі, апаратам, механізмам, металічним корпусам, які мають з'єднання з землею та до електропровідних елементів електрообладнання.

Як засоби захисту в робочому приміщенні використовуються автомати максимального струмового захисту, із часом спрацювання $t_{спр}=0.2$ сек і номінальним струмом $I_{ном}=5$ А .

Максимальна напруга на корпусах U_k електрообладнання відносно землі при аварійному режимі його роботи, у разі однофазного короткого замикання, знаходиться за формулою:

$$U_k=U_\phi *R_0/(R_0+R_\phi), \quad (1)$$

де : U_ϕ - напруга фази, R_ϕ –опір фазового проводу, R_0 - опір нульового проводу.

Приймаємо : $U_\phi=220$ В, $R_\phi = R_0=1$ Ом .

Підставивши ці значення у формулу, отримаємо $U_k=110$ В.

Таким чином, максимальна напруга на корпусах електрообладнання при аварійному режимі його роботи не перевищує гранично допустимої напруги дотику $U_{кас}=250$ В при тривалості дії $t_d=0.2$ сек (ГОСТ 12.1.038-88).

Величина струму короткого замикання дорівнює:

$$I_{кз}=220/(1+1)=110 \text{ A.} \quad (2)$$

Провіримо виконання умови, яка характеризує надійність роботи автоматів максимального струмового захисту:

$$I_{кз} \geq 1.25I_{ном} = 1.25 \cdot 5 = 6.25 \text{ (} 110 \text{ A} > 6.25 \text{A)}. \quad (3)$$

Умова виконується.

Технологія PLC має свої мінуси, а саме:

1) Лінії електропередач не були призначені для передачі даних і моделювання каналу PL проходить важко - це дуже жорсткі і шумні середовища передачі. Таким чином, підтримка цілісності сигналу по лініях електроживлення вимагає надійних методів і апаратних засобів.

2) Структура сітки відрізняється між країнами і всередині країн, і те ж саме стосується для внутрішньої проводки. Не існує універсального стандарту, тож для PLC повинні бути прийняті заходи для забезпечення сумісності пристроїв.

3) Нарешті, PLC стикається з конкуренцією з іншими засобами зв'язку - дротової і бездротової, і в кінцевому підсумку вибір технології буде визначатися поєднанням вартості, складності і доцільності. Сьогодні основні конкуруючі технології PLC це: Zigbee, Wi-Fi, GPRS і RS-232.

Але подивимося на плюси цієї технології. Основною перевагою PLC технології є відсутність потреби в прокладанні додаткових ліній комунікації між модулями електростанції завдяки використанню наявних ліній енергомережі. Це суттєво зменшує вартість системи, спрощує її розгортання, підвищує надійність в порівнянні з безпроводними технологіями зв'язку (ZigBee, Wi-Fi). Легкість монтажу та простота використання на високому рівні, самостійне програмування мікроконтролера для правильної роботи не являється важкою задачею. Є можливість швидкого і відносно простого розширення і модернізації системи, розподіленого керування. З точки зору виробника устаткування, проектування PLC з Cypress дуже просте, так як Cypress мають сертифіковані і випробувані еталонні конструкції.

Література

1. Рыжавский Г.Я. Присоединение высокочастотных каналов к линиям высокого напряжения-1978 (С. 75-79);
2. T J Sheppard 'Mains Communications- a practical metering system' 7th International Conference on Metering Applications and Tariffs for Electricity Supply pp 223-227 17-19 November 1992 (London UK: IEE 1992);
3. W. Xiao, J. Lind, W. Dunford, and A Capel, "Real-Time Identification of Optimal Operating Points in Photovoltaic Power Systems", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.. 53, no. 4, August 2006;

4. T. Esram, P.L.Chapman, Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques IEEE Transactions on Energy Conversion, vol.. 22, no. 2, June 2007;

5. Кузминский А. Программируемые системы на кристалле компании Cypress Semiconductor. //Компоненты и технологии. 2003. № 2;

6. Емец С. Микроконтроллеры с реконфигурируе-мой периферией PSoC производства Cypress MicroSystems — восьмиразрядники нового тысячелетия. Компоненты и технологии. // 2004. № 4;

7. Using CY8CPLC20 in Powerline Communication (PLC) Applications, December 16, 2009, Document No. 001-54416 Rev. AN54416 Author: Jeff Hushley.