

МЕТОД КОМПЕНСАЦІЇ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ В СИСТЕМАХ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Автор Міщенко К. С.

(науковий керівник — к.т.н., доцент Дмитрук В. О.)

На даний момент в Україні активно заохочується використання населенням відновлювальних джерел електроенергії. Серед існуючих альтернативних джерел найбільшу долю, без сумніву, займає сонячна енергетика [1]. Сонячні електростанції будуються з використанням спеціалізованих сонячних інверторів. Такі пристрої є повністю автоматичними; при наявності освітлення і здатності поля сонячних панелей генерувати потужність, вони синхронізуються з побутовою мережею і виступають в якості джерела електроенергії в лінії. Існують як однофазні, так і трифазні моделі. Проте є певні складності та проблеми у використанні інверторів у вітчизняних мережах енергопостачання. По-перше — це наявність реактивної складової потужності у мережі. По-друге — значні відхилення фазних напруг від номінальних значень.

Обидва фактори можуть стати причиною нездатності інвертора синхронізуватися з мережею і безперебійно працювати у сталому режимі. І якщо наявність реактивної складової зазвичай притаманна потужним підприємствам із специфічними навантаженнями, тобто це не поширене явище серед побутових користувачів електроенергією, то значні відхилення фазної напруги від номінального значення можуть мати місце у будь-якій мережі та точці підключення. З точки зору користувача однофазною мережею це виглядає просто як вихід значення напруги за межі допустимі стандартом (на даний час в Україні діє стандарт ДСТУ EN 50160:2014, 400/230В $\pm 10\%$ [2]). Для користувача трифазної мережі найчастіше це буде виглядати як зміщення нейтралі — тобто значення лінійних напруг зберігаються однакові і часто в межах норми, проте фазні напруги значно відхиляються від номінального значення, а також з'являється напруга між заземленням та нейтральним провідником.

Основні причини виникнення вищеописаних проблем:

- низька якість лінії між підстанцією та споживачем (старіння струмоведучих частин та ізоляції; невідповідність поперечного перерізу дротів лінії до потужності, що передається; монтаж лінії не відповідає ПУЕ);
- нерівномірній розподіл навантажень за фазами (неможливість передбачити залежність потужності устаткування кожного окремого споживача від часу);
- низька якість нейтрального провідника (внаслідок попереднього пункту — значні зрівнюючі струми, що при підвищеному опорі нейтрального провідника призводять до зростання напруги між ним та землею, а у найгірших випадках — відгорання нейтрального провідника);

Алгоритм роботи трифазних мережевих інверторів передбачає генерацію струмів однакової величини у всі фази незалежно від фазних напруг.

Відповідно через вищевказані причини часто виникає ситуація, коли значення напруги тільки однієї з фаз виходить за межі допустимого стандартом діапазону, зазвичай, верхню, але це є достатньою умовою для зупинки генерації інвертором. При тому, як можна побачити зі списку, не завжди проблема вирішується профілактичними роботами по відновленню лінії. На практиці часто трапляється ситуація коли на одній із фаз немає навантаження, проте є генерація, тоді безсумнівно напруга цієї фази значно зростає і інвертор відключиться, хоча усі складові системи (і підстанція, і лінія, і інвертор) працюють справно. При тому зрозуміло, що зростання напруги непередбачуване і у великій мірі залежить від стану самої лінії, її навантаження та потужності інвертора. Відповідно за час, коли інвертор не працює втрачається генерація, при тому, зазвичай, у піках сонячної активності, тобто у режимі максимальної потужності, що не бажано.

Для вирішення описаної проблеми запропоновано створення пристрою інверторного типу, що встановлюється у розрив штатного підключення сонячного інвертора, та що здатний слідкувати за фазними напругами мережі, і у разі підвищення напруги однієї з фаз вище заданого рівня перерозподіляє струм інвертора з даної фази до фази з найнижчою напругою.

Кількість потужності, що перенаправляється з однієї фази в іншу залежить від миттєвого стану мережі та найбільша коли увесь струм однієї з фаз інвертора перенаправляється у іншу. Тобто максимальна потужність інвертора, що розроблюється складатиме $1/3$ від потужності інвертора до якого підключений пристрій. Вхідна силова частина інвертора повинна представляти собою випрямляч з активною корекцією коефіцієнту потужності. Вихідна силова частина може бути виготовлена як у вигляді звичного Н-мосту, так і за NPC топологією будь-якого з поколінь. На сьогодні багатьма виробниками представлений широкий вибір елементної бази для різних топологій [3,4]. На вході та виході перетворювача встановлюються по 3 реле, що здатні підмикати вхід та вихід інвертора до будь-якої з фаз. Керування силовою частиною може здійснюватися як широкоживаними мікроконтроллерами з високою продуктивністю, так і за допомогою спеціалізованих DSP процесорів (TMS320LF/LC, dsPIC) що спроектовані для керування інверторами, частотними перетворювачами, блоками живлення та т.п.[5,6]

Таким чином пристрій що розроблюється допоможе вирішити існуючі проблеми у підключенні мережевих інверторів до нестабільної мережі, де сильно змінюються фазні напруги у часі. Звісно, такий пристрій може бути встановлений і з іншим генеруючим устаткуванням у інших системах альтернативної енергетики — як гідро, так і вітрові електростанції, але через значні коливання миттєвої вихідної потужності сонячної електростанції саме їм більш за все притаманні указані проблеми та потребується їх вирішення.

Перелік посилань

1. Статистика по возобновляемой энергетике в Украине на 1 кв. 2018 года [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://alteco.in.ua/about/news/korporativnye-novosti/226-statistika-po-vozobnovlyajemoj-energetike-v-ukraine-na-1-kv-2018-goda>.
2. ДСТУ EN 50160:2014; ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРУГИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЗАГАЛЬНОЇ ПРИЗНАЧЕНОСТІ – Київ: МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, 2014. – 32 с.
3. Product Catalogue 2018/2019 [Електронний ресурс] // SEMIKRON INTERNATIONAL GmbH. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.semikron.com/dl/service-support/downloads/download/semikron-product-catalogue-2018-05-25-en.pdf>.
4. Short form catalog 2018 [Електронний ресурс] // Infineon Technologies AG. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-Shortform+Catalog-PC-v03_00-EN.pdf?fileId=db3a30431a47d73d011a529661267822.
5. Perform Under Pressure Using dsPIC® DSCs [Електронний ресурс] // Microchip Technology Incorporated. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70005194B.pdf>.
6. TMS320LF/LC240xA DSP Controllers Reference Guide, System and Peripherals; SPRU357C [Електронний ресурс] // Texas Instruments Incorporated. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ti.com/lit/ug/spru357c/spru357c.pdf>.

Анотація

Описано проблеми, що виникають при під'єднанні генеруючого устаткування альтернативних джерел енергопостачання, зокрема сонячних, до існуючих електричних мереж. Запропоновано технічне рішення для боротьби з небажаними явищами. Представлено варіант реалізації та розглянуто елементну базу, що може бути використана для створення пристрою.

Ключові слова: Сонячна енергетика, інвертор, силова мережа, енергопостачання.

Abstract

The problems that arise when connecting the generating equipment of alternative energy sources, in particular solar, to existing electrical networks are described. A technical solution is proposed to combat undesired phenomena. The implementation version is presented and the elemental database that can be used to create the device is considered.

Keywords: Solar power, inverter, power grid, power supply.