

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ПОЯВУ ВИЩИХ ГАРМОНІК В РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі аналізувалися можливості появи вищих гармонік в розподільних електричних мережах, в яких експлуатуються електричні станції, що працюють на відновлюваних джерелах енергії, зокрема фотовольтаїчні електричні станції. Здійснено аналіз літературних джерел та зроблено комп'ютерне моделювання роботи розподільної електричної мережі з ФЕС з метою дослідження появи вищих гармонік, що виникають під час ввімкнення/вимкнення таких станцій.

Ключові слова: фотоелектрична станція, відновлювальні джерела енергії, розподільна електрична мережа, якість електроенергії.

Abstract

The work analyzed the possibility of the emergence of higher harmonics in distribution electrical networks, in which operate power plants working on renewable energy sources, in particular photovoltaic power plants. An analysis of literary sources was carried out and a computer simulation of the operation of the distribution electrical grid with the PV was performed in order to investigate the appearance of higher harmonics that arise during the switching on / off of such stations

Keywords: photovoltaic station, renewable sources of energy, distribution networks, electricity quality

Вступ

Сонячна енергія сьогодні широко використовується, оскільки вона є екологічно чистою та нескінченною енергією. Фотопанелі генерують постійний електричний струм, тому необхідно використовувати інвертори для перетворення постійного струму в змінний трифазний струм. У той же час, інвертор, як перетворювальний пристрій, може призвести до виникнення гармонік, що можуть викликати спотворення сигналу і впливають на електричні пристрої, що живляться від мережі. Це може призвести до несправності обладнання споживачів. Аналіз літературних джерел свідчить, що більшість мережевих гармонік можуть впливати на обладнання розподільних мереж та споживачів [1, 2,].

Більшість систем генерування електричної енергії на базі сонячних панелей поділяється на дві форми. Перша – це дахові сонячні станції (встановлена потужність яких не перевищує 50 кВА). Ці системи генерують менше енергії, ніж загальна потужність споживання в мережі, але якщо до фідера під'єднано багато таких дахових електростанцій, то вони можуть живити більшу частину навантаження цього фідера. Іншою формою є потужні фотовольтаїчні станції, які можуть генерувати мегавати електроенергії. Оскільки обидві форми генерують електроенергію в електричну мережу, виникає потреба необхідності контролю якості електроенергії та стабільності в системі передачі електроенергії [3]. Що стосується якості електроенергії, то суттєвим фактором є гармоніки, які генеруються сонячною системою в мережу [1]. Якщо така система генерує високі гармоніки, то спотворення синусоїдальності кривої струму та напруги можуть мати вплив на обладнання споживачів та обладнання електропостачальної компанії. Параметр, що контролюється та регламентований ДСТУ ІЕС 61000-4-30:2010 – сумарний коефіцієнт гармонічних спотворень (СКГС) напруги [4]:

$$K_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1} \times 100\%$$

де U_1 – амплітуда основної гармоніки, U_n – амплітуда n -ої гармонійної складової.

В роботі проведено в програмному середовищі PSCAD моделювання режимів роботи таких мереж в яких експлуатуються 2 потужності фотоелектричні станції. В результаті моделювання отримано гармонійний спектр на шинах споживачів, по якому можна зробити висновок про наявність високих гармонік в кривих напруги. Що підтверджує необхідність дослідження цього питання та розробки заходів по покращенню якості електроенергії в розподільчих електричних мережах.

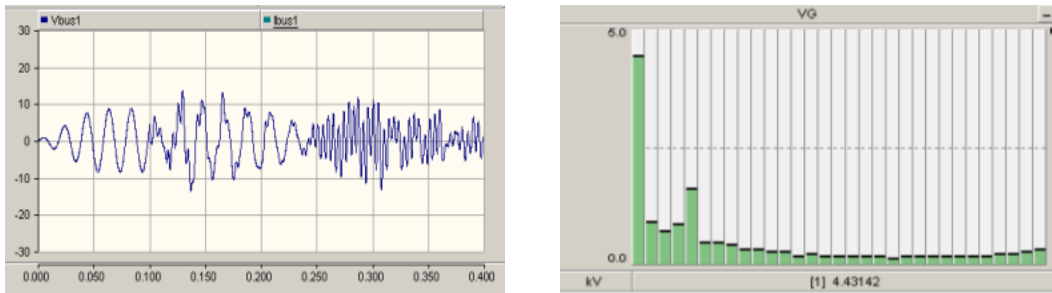


Рис.1. Спектр гармонійних складових напруги на шинах в момент підключення ФЕС1 та ФЕС2 з коротким інтервалом в часі ПС 10кВ

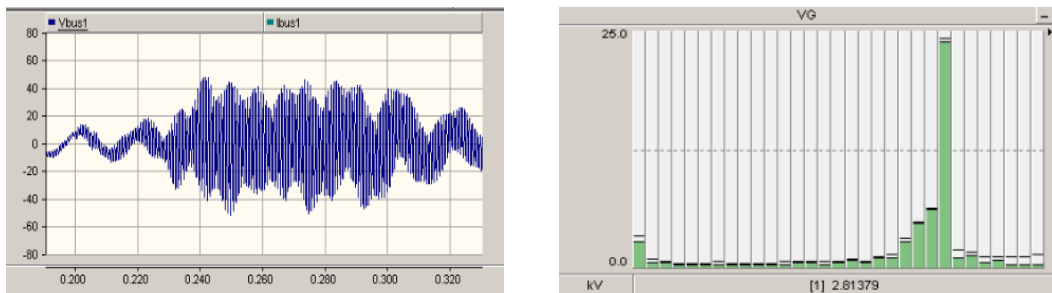


Рис.2. Спектр гармонійних складових напруги на шинах в момент підключення ФЕС1 та ФЕС2 з різною за потужністю навантаження споживачів ПС 10кВ

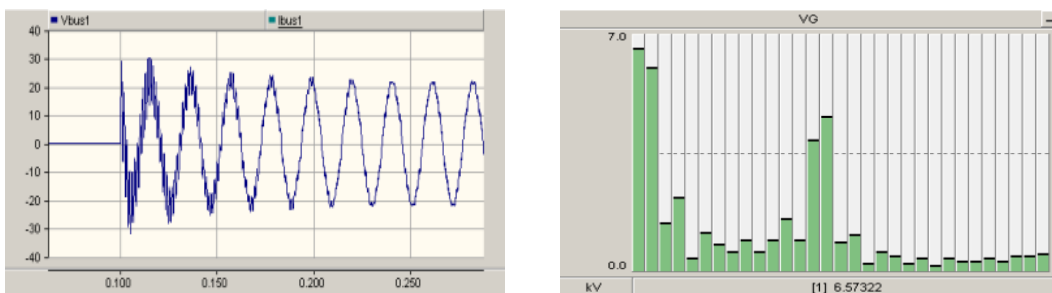


Рис.3. Спектр гармонійних складових напруги на шинах ПС 10кВ ФЕС1 в момент підключення при відключеному живленні та ФЕС2

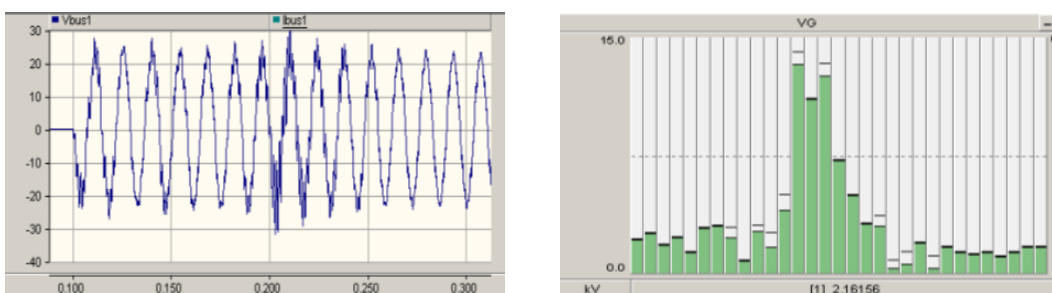


Рис.4. Спектр гармонійних складових напруги на шинах ПС 10кВ в момент підключення ФЕС2 при відключеному живленні та ФЕС1

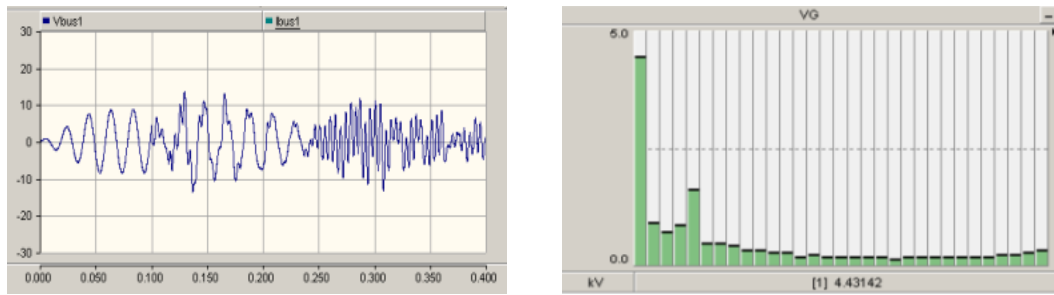


Рис.5. Спектр гармонійних складових напруги на шинах ПС 10кВ при відключеному живленні і працюючих ФЕС1 та ФЕС2

Висновки

Аналіз іноземних та вітчизняних літературних джерел дозволяє зробити висновок, що в мережах з розподіленим генеруванням існує проблема дотримання показників якості електроенергії, серед таких показників є сумарний коефіцієнт гармонічних спотворень напруги. Підключення інверторів фотовольтаїчних станцій та споживачів з нелінійними характеристиками навантаження можуть впливати на несинусоїдність струмів та напруг в мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chaivan, J. Power Quality Analysis of Grid Connected Solar Power Inverter / J. Chaivan, P. Nathanon, N. Atthapol // King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.-2017. –P.1508-1513.
2. Лежнюк П.Д. Вплив інверторів СЕС на показники якості електричної енергії в ЛЕС / П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко, І.О. Гунько // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2015.- №2. – С. 134-145. – ISSN 2307-5732
3. Лежнюк П.Д. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія [Текст] / П. Д. Лежнюк, О. А. Ковальчук, О. В. Нікіторович, В. В. Кулик. Вінниця : ВНТУ, 2014. – 204 с. – ISBN 978-966-641-577-9
4. ДСТУ ІЕС 61000-4-30:2010 Електромагнітна сумісність. Частина 4-30. Методи випробування та вимірювання. Вимірювання показників якості електричної енергії (ІЕС 61000-4-30:2008, ІДТ).

Король А.О. — студента групи ЕСМ- 19м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2e15bkorol@gmail.com.

Науковий керівник Гунько І.О. — кандидат технічних наук, старший викладач кафедри електричних станцій і систем, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця; e-mail: iryna_hunko@ukr.net

Korol Andriy - student group ESM-19m, Vinnitsa National Technical University, searcher of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: 2e15bkorol@gmail.com.

Supervisor: **Hunko I.O.** – PhD, of electric stations and systems department, Vinnitsa National Technical University, professor of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: iryna_hunko@ukr.net