

ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано структуру автономного інвертора сонячної фотоелектричної станції (СФЕС) з метою подальшого впровадження принципів керування зі змінною структурою, застосування якої підвищує якісні характеристики перехідних процесів автономного інвертора та приводить до зменшення чутливості системи управління до зміни її параметрів і забезпечує високу швидкість у процесі керування.

Ключові слова: автономний інвертор, сонячна станція, оптимізація, система управління, режими роботи.

Abstract

The structure of the solar photovoltaic plant (SPES) autonomous inverter is proposed in order to further implement the principles of control with a variable structure, the application of which increases the qualitative autonomous inverter characteristics of transient processes and leads to a decrease in the sensitivity of the control system to changes in its parameters and ensures high speed in the control process.

Keywords: autonomous inverter, solar station, optimization, control system, operating modes.

Вступ

Коефіцієнт перетворення падаючої сонячної енергії сучасних автономних фотоелектричних енергетичних установок (АФЕУ) не перевищує 5 -10%. У ясну, сонячну погоду на кожен квадратний метр площі, перпендикулярної до сонячного вектору, падає до 1 кВт сонячної енергії, але з виходу автономних фотоелектричних енергетичних установок до споживача надходить значно менша кількість енергії. Факторами, що зменшують кількість перетвореної енергії, є невисокий ККД широко використовуваних в наземних енергетичних установках кремнієвих сонячних батарей (СБ) (монокристалічні 17-23%, полікристалічні 12-15%, аморфні 6-8%), і недовикористання генеруючих можливостей сонячної батареї [1].

Вкрай відповідальним вузлом будь-якої СФЕС є автономний інвертор. Джерелом електроенергії автономного інвертора напруги є сонячна панель (батарея) з номінальною напругою постійного струму 48 В. В якості резервного джерела електроенергії застосовується акумуляторна батарея. Сонячна панель та акумуляторна панель підключаються до інвертора через контролер заряду, що дозволяє розподіляти їхній ресурс залежно від поточного режиму роботи [2-3].

Метою проведеного дослідження є підвищення енергетичної ефективності автономної фотоелектричної енергетичної установки шляхом застосування схеми електричної та алгоритму функціонування сонячної фотоелектричної станції (СФЕС), який дозволяє підвищити якісні характеристики перехідних процесів автономного інвертора та приводить до зменшення чутливості системи управління до зміни її параметрів і забезпечує високу швидкість у процесі керування.

Результати дослідження

Центральним керуючим елементом принципової електричної схеми управління автономного інвертора є 8-розрядний мікроконтролер DD1 типу PIC16F1827. Мікроконтролер здійснює керування польовими силовими транзисторами VT2-VT9 двох інверторів за допомогою високочастотних ШІМ-сигналів.

Керуючі виводи мікроконтролера підключені до силових транзисторів через спеціалізовані мікросхеми-драйвери DA3-DA6, що забезпечує високі регульовальні характеристики і якість управління. Діоди VD14-VD21 служать для обмеження стрибків ЕРС трансформатора з обертовим

магнітним полем і захищають відповідно силові транзистори від пробую [3].

Для підвищення ефективності роботи автономних інверторів з різними видами навантажень у схемі передбачено перемикач режимів SA1. Наприклад, якщо у разі живлення трифазного навантаження (асинхронних електродвигунів з постійним моментом навантаження $M_c = \text{const}$) напруга на виході може регулюватися пропорційно до частоти (режим 1). При живленні електроприводу вентиляторів на виході інвертора може регулюватися пропорційно квадрату частоти (режим 2). У разі, коли момент навантаження обернено пропорційний швидкості, напруга на виході інвертора може регулюватися пропорційно до кореня квадратного з частоти (режим 3).

При кожному перемиканні режиму роботи схеми змінюється алгоритм роботи керуючого контролера і, відповідно, вихідні сигнали ШІМ драйверами DA3-DA6.

Алгоритм роботи системи управління автономним інвертором наведений на рис. 1.

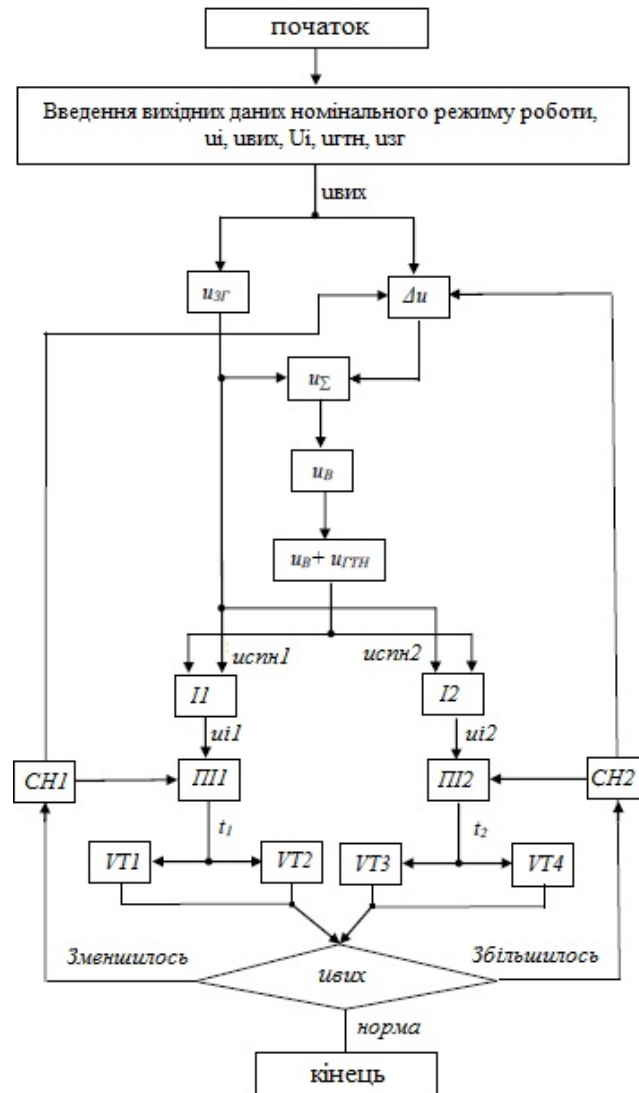


Рис. 1. Алгоритм роботи системи керування автономним інвертором

Для розробки програми роботи мікропроцесора, який здійснює управління роботою силових електронних приладів сонячного інвертора, розроблено алгоритм, приведений на рис. 1. Оскільки силові електронні транзистори інвертора працюють у ключовому режимі та мають дуже малий опір у відкритому стані, втрати на них невеликі, тому інвертор має високий ККД у будь-яких режимах експлуатації. Застосування мікроконтролера дозволяє гнучко керувати характеристиками інвертора, а також мати високі експлуатаційні характеристики.

Зворотний зв'язок у принциповій електричній схемі інвертора реалізований з виходу трансформатора з обертовим магнітним полем (ТОМП) та за допомогою дільників напруги на

резисторах R11-R13, R15, R14 та R18, сигнал подається на аналого-цифрові входи мікроконтролера DD1. При цьому мікроконтролер постійно контролює величину вихідної напруги інвертора та змінює шпаруватість керуючих імпульсів ШІМ таким чином, щоб коливання напруги не виходили за встановлені межі. У випадку, коли напруга на виході інвертора виявляється недостатньою через обмежену потужність, що видається сонячною батареєю (похмурий день або ніч), контролер має додатковий вивід управління (8), що дозволяє перевести контролер заряду в форсований режим і перевести живлення навантаження через акумуляторний інвертор.

Для зміни величини частоти струму на виході АІ необхідно змінити частоту напруги генератора, що задає u3Г. При цьому, розрахунки показали, що зі збільшенням частоти рівня 200 Гц, ККД автономного інвертора зменшиться на 5–8 % [4].

У схемі автономного інвертора напруги передбачена звукова сигналізація, виконана на основі звукового випромінювача Z1, яка спрацьовує у разі аварійного режиму роботи статичного перетворювача напруги або сигналізації при перемиканні різних режимів роботи інвертора.

Висновки

Запропоновано принципову електричну схему автономного інвертора (АІ) на однофазно-трифазному ТОМП, виконану з використанням мікропроцесорної техніки, та алгоритм роботи системи управління з перетворення та стабілізації напруги для розробки програми керування мікропроцесорним пристроєм. Дослідження показали, що при проектуванні АІ на однофазно-трифазному ТОМП необхідно враховувати тривалість перехідних процесів на виході інвертора, які залежать від параметрів вихідного фільтра, з урахуванням забезпечення необхідної якості напруги та мінімальної тривалості перехідних процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ginley D. S. Fundamentals of materials for energy and environmental sustainability / D. S. Ginley, D. Cahen (ed.). – Cambridge university press, 2011. – 754 p.
2. Green M. A. Third generation photovoltaics: advanced solar electricity generation / M. A. Green. – Springer-Verlag, Berlin. – 2003. – 160 p.
3. Лежнюк П.Д. Вплив інверторів СЕС на показники якості електричної енергії в ЕС. / П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко, І.О. Гунько - УДК 621.316.
4. 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. Технічні науки. - 2015. - № 2. - С. 134-145. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_tekh_2015_2_28.

Жук Владислав Сергійович — ст. гр. ЕПА-22м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Василь Михайлович Кутін — д.т.н., професор кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vmkytin@gmail.com

Олександр Анатолійович Паянок — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Науковий керівник: **Василь Михайлович Кутін** — д.т.н., професор кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vmkytin@gmail.com.

Zhuk Vladyslav S — student of the group EPA-22m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Kutin Vasyly M — Doct. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vmkytin@gmail.com.

Payanok Oleksandr A — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Supervisor: **Kutin Vasyly M** — Doct. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vmkytin@gmail.com.