



УДК 621.314.26

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ТРИФАЗНИЙ МЕРЕЖЕВИЙ ІНВЕРТОР ДЛЯ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

Студ. Б.В. Солонуха, гр. МГМЕ-18
Науковий керівник проф. О.О. Шавьолкін
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи є удосконалення трифазного мережевого автономного інвертору напруги (АІН) для комбінованих систем електроживлення (КСЕ) шляхом забезпечення якості струму в точці підключення до розподільчої мережі (РМ) практично у всьому діапазоні його змінювання без погіршення ККД.

Для досягнення мети вирішені наступні завдання:

- Розроблена структура системи керування для реалізації запропонованих рішень;
- Розроблена математична модель з блоком визначення втрат потужності в ключах АІН.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є електромагнітні процеси у схемі трифазного мережевого інвертора. Предметом дослідження є принципи реалізації системи керування.

Методи та засоби дослідження. Методи теорії електричних кіл, розкладання в ряд Фур'є, елементи теорії автоматичного регулювання, методи математичного та комп'ютерного моделювання.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Встановлено залежність відхилення струму АІН від заданого значення відповідно напруги на вході АІН, частоти модуляції, індуктивності реактору, що дозволяє у разі використання релейного регулятора струму (РРС) з регульованим відхиленням виключити похибку формування струму АІН за практично постійної частоти перемикачів ключів. Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці математичної моделі для зіставлення показників інвертора за різного типу навантаження.

Результати дослідження. Робота АІН в режимі джерела струму паралельно з РМ, напруга якої U_1 , передбачає, що напруга на вході АІН $U = aU_{1m}$ ($a > 1$) [2]. Швидкість змінювання вихідного струму АІН (i_C) di_C/dt повинна перевищувати максимальне значення швидкості змінювання завдання струму $di_{CЗад}/dt$. У разі формування синусоїдального струму максимальне значення $(di_{CЗад}/dt)_{MAX} = \omega I_{CmMAX}$. Структура силових кіл мережевого АІН на базі трифазної мостової схеми (рис.1) містить фотоелектричні сонячні батареї (СБ) з перетворювачами напруги (ПН) на вході АІН. АІН підключається до мережі G з фазною напругою $u_1 = U_{1\phi m} \sin \omega t$ і навантаження (Н) через реактори L і ємнісний фільтр C_ϕ з незначними резисторами R_ϕ (знижує добротність фільтру і має антирезонансну дію). Типовим нелінійним навантаженням для локальних об'єктів є некеровані випрямлячі, які споживають струм i_B імпульсної форми. За цього на інтервалах часу провідності діодів у завданні струму АІН, що визначається з урахуванням струму навантаження маємо відповідне i_B спотворення форми (коли похідна завдання струму i^*_C змінюється стрибком), яке не може бути відпрацьовано АІН без похибки. Таким чином, маємо збурення за сигналом керування. Наявність цієї похибки в струмі АІН призводить до погіршення гармонійного складу струму мережі, що унеможливорює забезпечення його відповідності стандартам за значень $I_{1m} \leq 0.25 I_{CmMAX}$. Виключення похибки у разі ШІМ можливо використанням компенсуючих зв'язків або складних регуляторів [1]. Ефективним засобом виключення похибки відпрацьовування струму КРС є використання релейного регулятора струму [3]. Недоліком за цього є змінна частота модуляції, що ускладнює вихідний фільтр і призводить до

виникнення «брижі» у струмі після фільтру. Якщо змінювати задане значення відхилення δ для РРС згідно залежності $\delta(t) = \frac{aU_{1\phi m} (a^2 - \sin^2 \omega t)}{4Lf_M a^2}$ можна підтримувати значення частоти

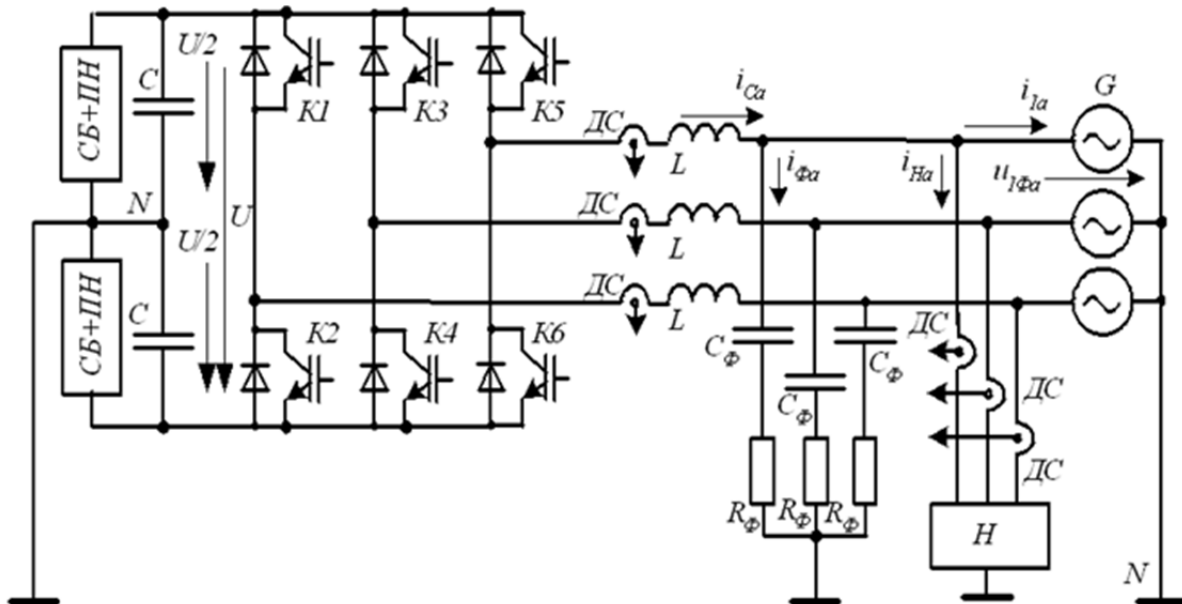


Рисунок 1 – Структура силових кіл перетворювального агрегату

перемикання ключів АІН постійним. IGBT мають значні втрати потужності на перемикання, особливо, це стосується приладів на напругу 1700 В. Виходячи з цього для забезпечення придатного ККД АІН частоту модуляції слід обмежувати достатнім значенням, яке забезпечить гармонійний склад струму мережі на рівні стандартів у максимально можливому діапазоні його значень.

Висновки. Запропоноване рішення з використанням трифазного мостового інвертора з ємнісним дільником напруги у вхідному колі та з'єднанням середнього виводу дільника з нейтраллю мережі незалежно від характеру навантаження дозволяє забезпечити THD струму в точці підключення до РМ не гірше 4% у діапазоні змінювання струму від 1.0 до 0.07 від його максимального значення без суттєвого зниження ККД інвертора. За цього у разі незбалансованого і нелінійного навантаження забезпечується симетрія завантаження фаз мережі за струмом при відсутності струму у нейтралі мережі. Показано, що за частоти модуляції від 15.1 кГц до 8 кГц у разі змінювання її згідно амплітуді струму мережі значення $THDi \leq 4\%$. За цього у разі постійного навантаження ККД змінюється від 0.977 до 0.963

Ключові слова. Мережевий інвертор, силовий активний фільтр, коефіцієнт гармонік, релейний регулятор струму, математична модель, моделювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zheng Zeng, Huan Yang, Rongxiang Zhao, Chong Cheng. Topologies and control strategies of multi-functional grid-connected inverters for power quality enhancement: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 24 (2013), Pp.223–270. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.033>.
2. О.О. Шавьолкін, Б.В. Солонуха. Трифазний перетворювальний агрегат для комбінованих систем електроживлення локальних об'єктів з фотоелектричною сонячною батареєю // Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Електротехніка і енергетика» №1(18), 2017, с.45 - 53.
3. Шавьолкін О.О. Енергетична електроніка: навч. посібник.- К.: КНУТД, 2017. – 396 с.