

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗІ ДВОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проведено аналіз сучасних тенденцій застосування частотного електропривода на базі двофазного асинхронного двигуна та визначено, що найбільш простим способом керування електроприводом є скалярне керування з розімкненим контуром, воно не забезпечує високої точності відпрацювання завдання і більш тривало в порівнянні з векторним керуванням, проте для машин малої потужності, що застосовуються в пристроях, де не важлива висока точність, скалярне керування може бути бажаним.

Ключові слова: частотний електропривод, двофазний асинхронний двигун, система управління, скалярне керування.

Abstract

An analysis of current trends in the use of a frequency electric drive based on a two-phase asynchronous motor was conducted and it was determined that the simplest way to control an electric drive is scalar control with an open loop; it does not provide high accuracy of task execution and is more time-consuming compared to vector control; however, for low-power machines used in devices where high accuracy is not important, scalar control may be desirable.

Keywords: frequency electric drive, two-phase asynchronous motor, control system, scalar control.

Вступ

Майже у всіх великих промислових установках вже завершена заміна на регульовані електроприводи, у багатьох випадках ведеться їх постійна модернізація з метою застосування найбільш сучасних систем управління, що все більше знижують втрати, що виникають. Однак, ще існують галузі, де застосування регульованих приводів охопило лише недостатньо малу частину пристроїв, що вимагають подібної заміни. Це область тягових механізмів, де ще панують двигуни постійного струму, а також сфера малопотужних промислових та побутових електроприладів, де застосовуються нерегульовані однофазні двигуни [1].

Важливою відмінністю двофазних двигунів по відношенню до найбільш поширених трифазних двигунів є те, що оскільки при тих же геометричних розмірах, що й у трифазного двигуна, на кожен фазу двофазного двигуна припадатиме в півтора рази більше полюсів. Тобто при зберіганні потужності швидкість обертання поля у двофазного асинхронного двигуна буде менше, а пусковий момент більший, ніж у аналогічного трифазного двигуна [2].

Існує кілька типів перетворювачів частоти для електроприводу на базі двофазного асинхронного двигуна. Для перетворювачів частоти (ПЧ) з ланкою постійного струму існують три конструкції інвертора напруги: двох-, трьох- та чотирьох стійковий. Найбільш переважним вважається тристійковий інвертор, оскільки конструктивно він нічим не відрізняється від поширених інверторів трифазного двигуна і поєднує в собі переваги двох- і чотирістійкових варіантів [2].

Метою роботи є проведення дослідження регульованих частотних електроприводів на базі двофазних асинхронних двигунів, що застосовуються в малопотужних побутових та промислових механізмах, з векторним та скалярним керуванням, що дозволяє здійснювати регулювання швидкості двигуна в широкому діапазоні значень.

Результати дослідження

В даній роботі ми розглянемо тільки ПЧ зі ланкою постійного струму, як більш популярний і зручний для управління порівняно з нерегульованим ПЧ. Він являє собою двоступеневий перетворювач потужності: спочатку через некерований випрямляч змінний струм мережі перетворюється на постійний, а потім постійний струм надходить на керований інвертор і перетворюється на змінний. Для двофазного асинхронного двигуна (ДАД) існують 3 варіанти конструкції інвертора напруги у складі ПЧ зі ланкою постійного струму, кожен з яких має переваги. Двохстійковий інвертор вимагає найменшу кількість напівпровідникових елементів, а чотиристійковий інвертор забезпечує повністю роздільне керування обмотками двигуна. Але за сукупністю всіх факторів найкращим варіантом визнається тристійковий інвертор, який містить 6 основних напівпровідникових елементів у ключовому режимі та не вимагає виведення середньої точки у ланці постійного струму. Конструктивно трифазний інвертор для ДАД нічим не відрізняється від звичайного інвертора напруги з IGBT-транзисторами для трифазного асинхронного двигуна (ТАД), тому для двофазного приводу може використовувати ПЧ з такою конструкцією інвертора від трифазного приводу без заміни найбільш дорогої силової частини перетворювача [2-3].

На рисунку 1 приведена модель ДАД із двостійковим інвертором та скалярною системою управління.

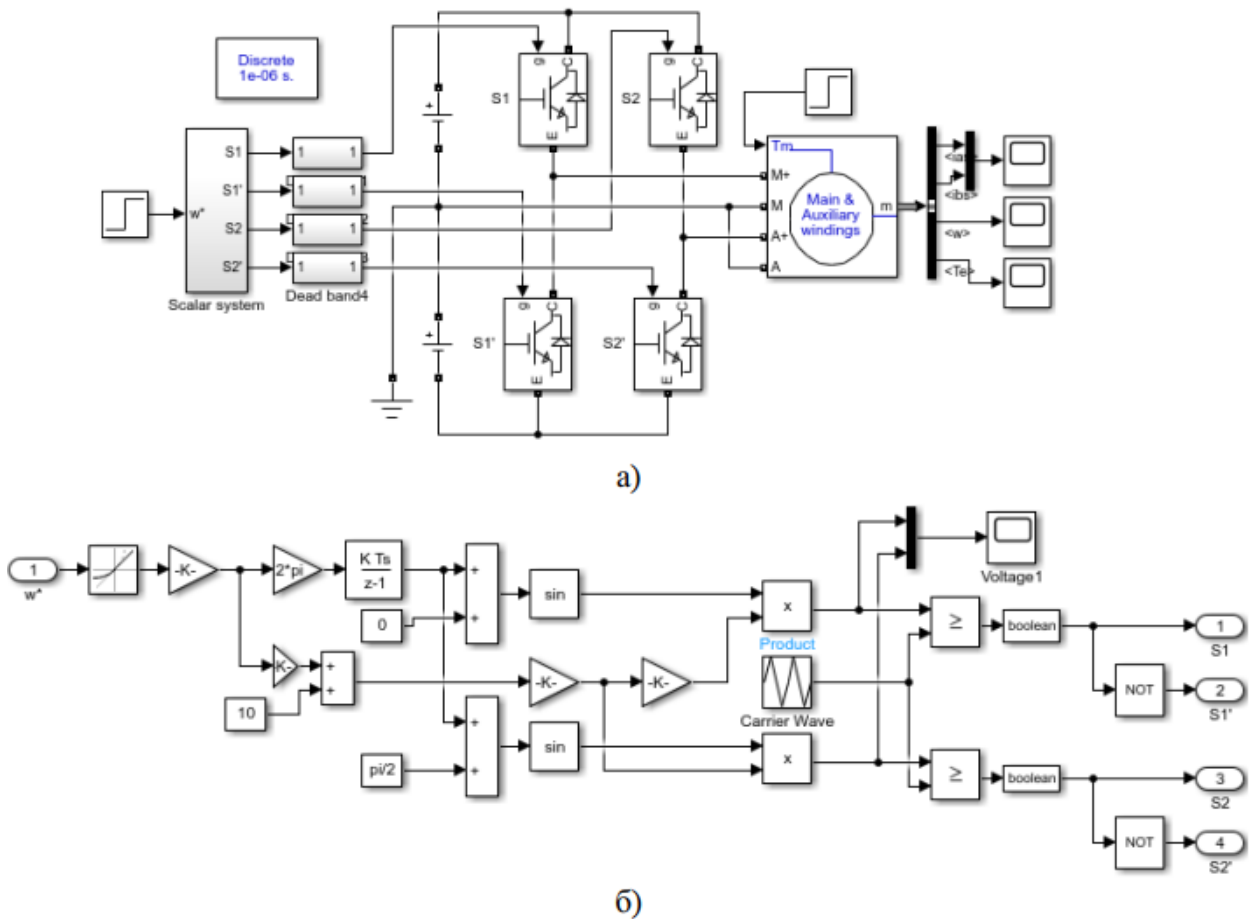


Рис. 1. Модель двофазного ЕП з двостійковим інвертором та скалярною СУ: а) модель приводу; б) модель СУ

Для комутації ключів інвертора та отримання струму та напруги заданої частоти в ПЧ застосовується ШІМ (PWM в іноземній літературі). Її основний принцип полягає в тому, щоб модулювати тривалість імпульсів, тобто час замикавання ключів для досягнення необхідної напруги, струму, потужності та частоти. Розробки та дослідження нових алгоритмів ШІМ активно проводяться останні три десятиліття, їх впровадження стало простіше завдяки появі швидких сигнальних процесорів та програмованих матричних перетворювачів. Більшість алгоритмів ШІМ можна

розділити на дві групи: синусоїдальні ШІМ з опорним сигналом (СШІМ, SPWM) та просторово-векторні ШІМ (ПВШІМ або SVPWM). При цьому всі ШІМ можна класифікувати на безперервні ШІМ (Continuous PWM) і переривчасті ШІМ (Discontinuous PWM).

Принцип СШІМ полягає в тому, що опорний високочастотний сигнал порівнюють з синусоїдальними модулюючими сигналами для модуляції відповідних сигналів стробу, на основі яких генеруються керуючі сигнали для ключів інвертора.

Варто також зазначити, що у всіх системах електроприводу можливий пуск двигуна з нульовою швидкістю під номінальним навантаженням. Ця властивість є загальною для всіх ДАД. Якщо розглядати однакові за масогабаритними і потужними параметрами ТАД і ДАД, то в ДАД виявиться в півтора рази більше пар полюсів, що припадають на одну фазу. В результаті збільшення числа пар полюсів тягне за собою зниження швидкості та підвищення моменту за збереження рівності потужностей. По графіках механічних характеристик ДАД видно, що їхній пусковий момент наближений до максимального та перевищує номінальний. Без сильних пускових коливань моменту, характерних для прямого пуску ДАД здатний почати працювати з номінальним навантаженням при пуску з нульової швидкості, що створює передумови для його застосування в тягових механізмах.

Висновки

В результаті проведеного аналізу та дослідження визначено, що найбільш простим способом керування електроприводом є скалярне керування з розімкненим контуром. Воно не забезпечує високої точності відпрацювання завдання і більш тривало в порівнянні з векторним керуванням, проте для машин малої потужності, що застосовуються в пристроях, де не важлива висока точність, скалярне керування може бути бажаним. Комутація ключів інвертора при цьому виконуватиметься на основі СШІМ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Beshta O.S. Electric drives adjustment for improvement of energy efficiency of technological processes, Scientific Bulletin NSU, 2012, Vol. 4, pp. 98-107. The original source of material: <http://nv.nmu.org.ua/index.php/ru/component/jdownloads/finish/34-04/530-2012-4-beshta/0>.
2. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник / М. В. Загірняк, Т. В. Коренькова, А. П. Калінов, А. І. Гладир, В. Г. Ковальчук. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – Харків: Видавництво «Точка», 2017. – 206 с.
3. . Popescu M., Navrapescu V. Modelling in stationary frame reference of single and two-phase induction machines including the effect of iron loss and magnetising flux saturation // Proc. ICEM 2000, 2000. P. 407-411.

Бакума Владислав Олегович — ст. гр. ЕПА-23м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Богачук Володимир Васильович — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bogachukvv64@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: **Богачук Володимир Васильович** — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bogachukvv64@gmail.com

Bakuma Vladyslav O. — student of the group EPA-23m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Bogachuk Volodymyr V — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogachukvv64@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: **Bogachuk Volodymyr V** — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogachukvv64@gmail.com.