

ДОСЛІДЖЕННЯ НА МОДЕЛІ В МАТЛАВ СКЛАДУ ВИЩИХ ГАРМОНІК ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ТА СТРУМУ ТРИФАЗНОГО РЕГУЛЯТОРА З ШІП ПРИ РОБОТІ НА АКТИВНО-ІНДУКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Голодний І. М.¹, Санченко О. В.²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,

²Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України
"Немішайський агротехнічний коледж"

Наведена комп'ютерна модель напівпровідникового перетворювача напруги на базі широтно-імпульсного перетворювача для трифазного асинхронного електропривода з різною частотою комутації транзисторного ключа перетворювача, показана її працездатність та наведено аналіз спектрального складу вихідної напруги та струму регулятора.

Постановка проблеми. Електропривод з асинхронним двигуном є наймасовішим приводом. Основна перевага асинхронного двигуна в тім, що він нескладний за будовою і має невисоку вартість. Однак його швидкість не можна регулювати без додаткових пристроїв перетворення енергії живлення. Сучасні перетворювачі енергії будуються на основі напівпровідникових силових елементів, таких як тиристорні (симісторні) перетворювачі напруги, транзисторні перетворювачі частоти струму. Вказані перетворювачі створюють імпульси напруги та вищі гармоніки в мережі, що негативно впливає на роботу як самого електропривода, так і на інші споживачі електроенергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В попередніх роботах [1] показано, що для регульованого малопотужного асинхронного електропривода за собівартістю перевагу мають напівпровідникові перетворювачі напруги. Недолік таких пристроїв в тім, що вони генерують в мережу живлення імпульси напруги та вищі гармоніки. Якість електроенергії залежить від способу керування перетворювачами. Для підтвердження цього положення в MatLab були створені мо-

делі однофазного регульованого асинхронного електропривода [2] з перетворювачами напруги з різними алгоритмами керування і проведено порівняльний аналіз спектрального складу вихідної напруги (напруги на навантаженні). В даній роботі розглянута можливість побудови комп'ютерної моделі трифазного електропривода з регулювання вихідної напруги за принципом широтно-імпульсного перетворювача [3, 4].

Мета статті – покращення якості гармонічного складу вихідної напруги напівпровідникових перетворювачів.

Основні матеріали дослідження. Дослідження трифазного напівпровідникового перетворювача напруги з широтно-імпульсним керування проводився з використанням положень теорії електричних кіл синусоїдального і несинусоїдального періодичного струму та комп'ютерного моделювання в системі MatLab.

Для аналізу форми кривої вихідної напруги створено комп'ютерна модель трифазного перетворювача напруги з широтно-імпульсним керуванням (рис. 1).

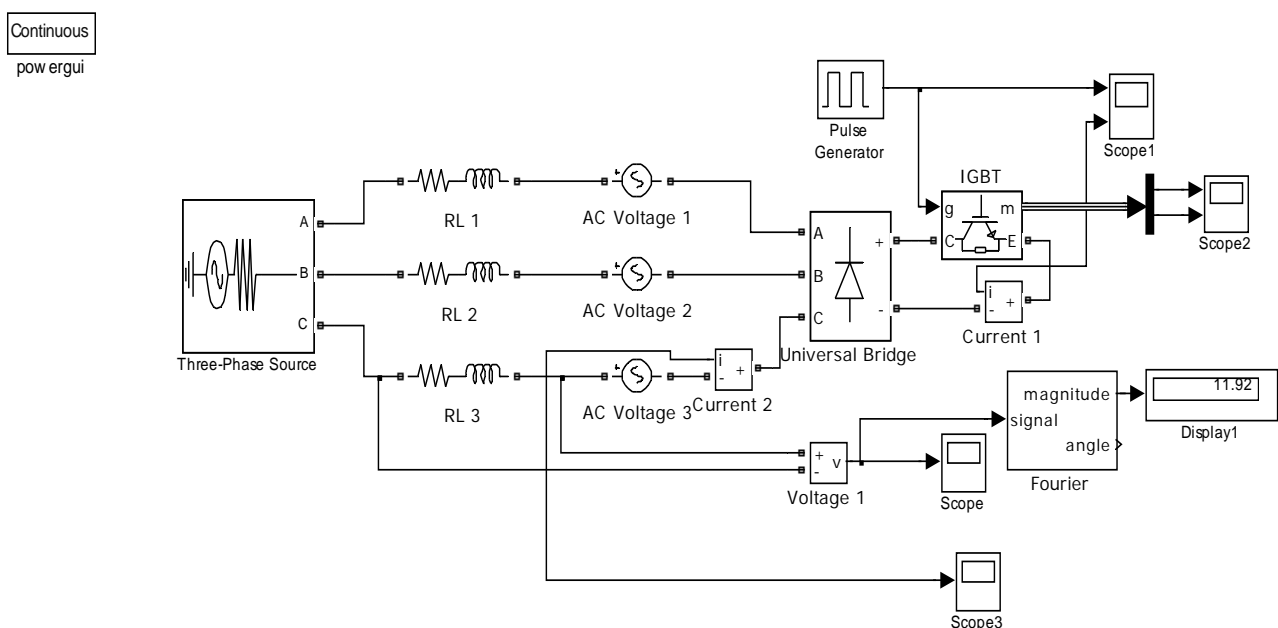


Рисунок 1 – Модель трифазного перетворювача напруги з широтно-імпульсним перетворювачем

В складі силового блоку перетворювача є трифазне джерело живлення Three-Phase Source, в кожній фазі якого увімкнено активно-індуктивне навантаження RL та джерело змінної напруги AC Voltage, трифазний діодний міст UniversalBridge. Блоками RL та AC Voltage імітується активний опір, індуктивність та ЕРС обмотки статора електродвигуна. В коло постійної напруги діодного моста увімкнено силовий транзистор IGBT, який виконує роль ключа для вмикання і вимикання силового кола.

Керування роботою транзистора здійснюється блоком Pulse Generator, в якому задається частота комутації та час ввімкненого стану транзистора.

Решта блоків моделі є допоміжними і використовуються для визначення миттєвих значень напруги та струму в навантаженні. Результати роботи трифазного перетворювача напруги наведено на рис. 2. Значення напруги в блоці AC Voltage задано нульове.

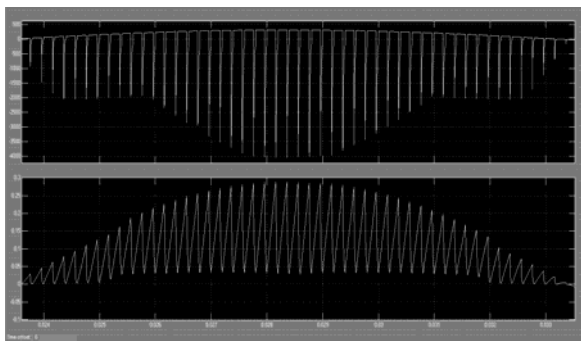


Рисунок 2 – Осцилограми миттєвих значень напруги (верхня) і струму (нижня) в навантаженні

Як видно з осцилограми синусоїда вихідної напруги перетворювача з широтно-імпульсним керуванням порізана з періодом, який складається з часу ввімкненого і вимкненого стану силового транзистора. Таким чином, створена модель трифазного перетворювача напруги працездатна і відтворює задані параметри вихідної напруги живлення електродвигуна. Для дослідження спектрального складу в поле моделі введено блок Powergui.

Вікно блока наведено на рис. 3.



Рисунок 3 – Вікно блока Powergui

При натисканні на вкладку FFT Analysis відкривається вікно для проведення спектрального аналізу (рис. 4 та 5).

У верхньому вікні розміщена форма кривої, в нижньому – спектральний склад.

Дослідження проводились при навантаженні $R_H = 47,9 \text{ Ом}$; $L_H = 197 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$ та тривалості ввімкненого стану транзисторного ключа 80%.

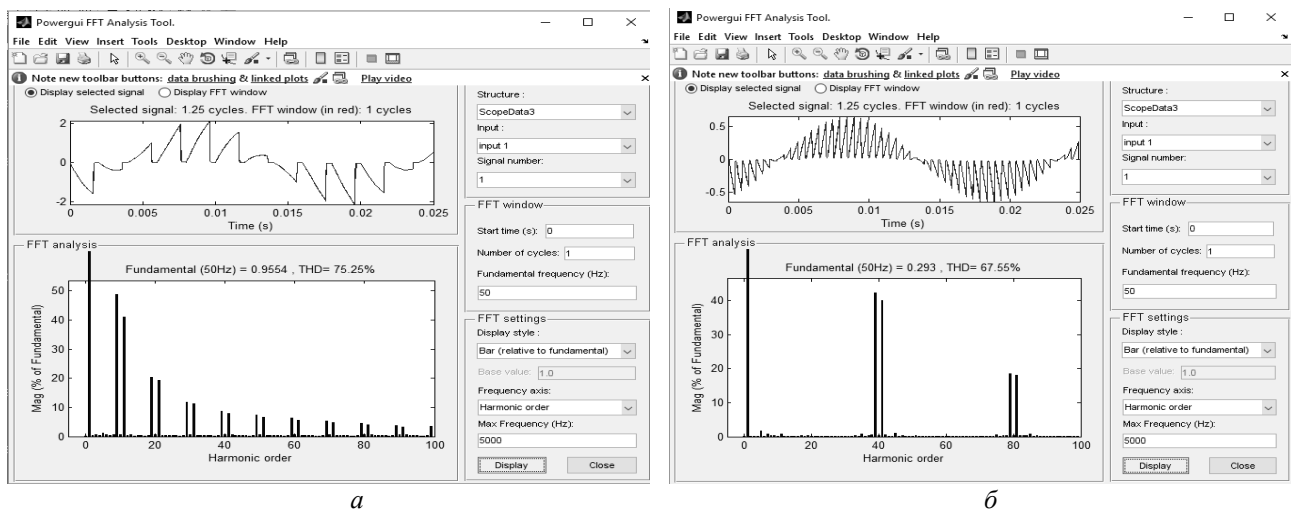


Рисунок 4 – Результати аналізу спектрального складу струму:
 $a - f_k = 500 \text{ Гц}$; $b - f_k = 2000 \text{ Гц}$

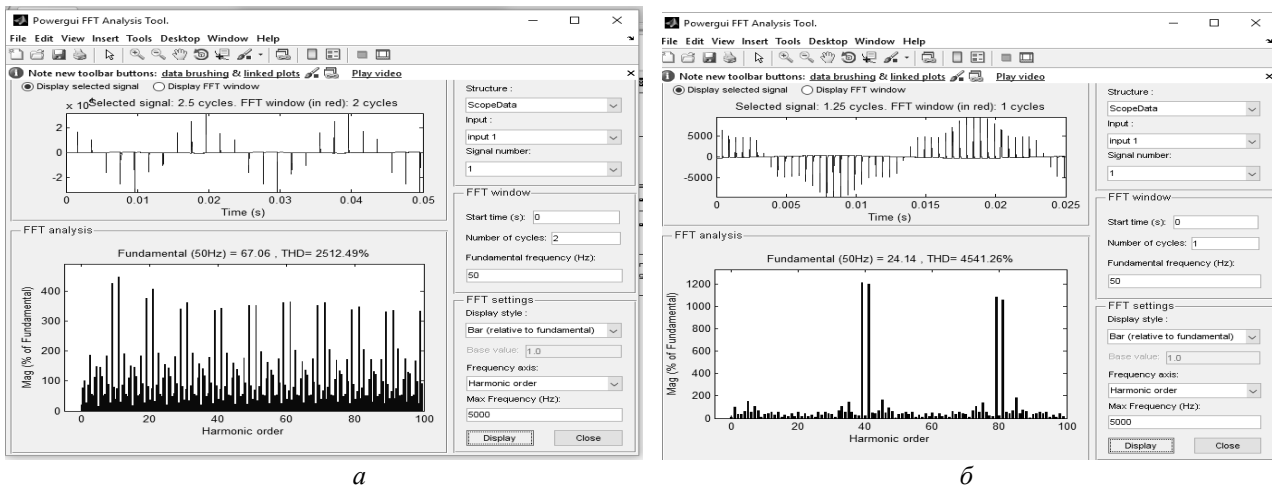


Рисунок 5 – Результати аналізу спектрального складу напруги:
 $a - f_K = 500$ Гц; $b - f_K = 2000$ Гц

Як видно з результатів дослідження вищі гармоніки як струму, так і напруги формуються кратними частоті комутації: при $f_K = 500$ Гц частота вищих гармонік має значення $f_K/f_M = 10, 20, 30$ і т.д., при $f_K = 2000$ Гц $f_K/f_M = 40, 80$ і т.д., де f_M – частота мережі.

При комутації (вмиканні/вимиканні) транзисторного ключа виникають імпульси зворотної напруги, які в залежності від частоти комутації, наприклад при $f_K = 2000$ Гц, досягають 9000 В.

Висновки. Дослідженнями на моделі підтверджено, що вихідна напруга перетворювача з вихідна напруга і струм перетворювача з широтно-імпульсним керуванням мають вищі гармоніки кратні частоті комутації транзисторного ключа.

При дослідженні даного перетворювача необхідно проводити не тільки аналіз спектрального складу вихідної напруги та струму, а й враховувати зворотні імпульси напруги при комутації транзисторного ключа.

Список використаних джерел

1. Голодний І. М. До питання регулювання швидкості малопотужного асинхронного електропривода / І. М. Голодний, О.В. Санченко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія "Техніка та енергетика АПК". – К., 2011. – Вип. 166, Ч.4 – С. 64-70.

2. Голодний І. М. Порівняльний аналіз на моделі в MatLab гармонічного складу вихідної напруги електронних перетворювачів з різними способами керування при роботі на активне навантаження/ І. М. Голодний, О. В. Санченко // Вісник Харківського технічного університету ім. П. Василенка. Технічні науки. Випуск 129 "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". – Харків, ХНТУСГ, 2012. – С. 74-78.

3. Регульований електропривод. Теорія. Моделювання: [підручник для студ. вищ. навч. закладів] / І. М. Голодний, Ю. М. Лавріненко, М. В. Синявський та ін.; за ред. І.М. Голодного. – К.: Аграр Медіа Груп, 2011.– 513 с.

4. Герман-Галкин С. Г. Силовая электроника: Лабораторные работы на ПК: [учебное пособие для студ. вузов] / С. Г. Герман-Галкин. – Санкт-Петербург: КОРОНА принт, 2002. – 304 с.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ НА МОДЕЛИ В МАТЛАВ СОСТАВА ВЫСШИХ ГАРМОНИК ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА ТРЕХФАЗНОГО РЕГУЛЯТОРА С ШИП РАБОТАЮЩЕГО НА АКТИВНО-ИНДУКТИВНУЮ НАГРУЗКУ

Голодний И. М., Санченко А. В.

Приведена компьютерная модель полупроводникового преобразователя напряжения на основе широтно-импульсного преобразователя для трехфазного асинхронного электропривода с разной частотой коммутации транзисторного ключа преобразователя, показана ее работоспособность и предоставлен анализ спектрального состава выходного напряжения и тока регулятора.

Abstract

STUDY ON MODELS OF MATLAB HIGHER HARMONICS OF OUTPUT VOLTAGE AND CURRENT PHASE CONTROLLER WITH SHIP WORKING ON A RESISTIVE-INDUCTIVE LOAD

I. Golodnyi, A. Sanchenko

Shows the computer model of the semiconductor voltage converter based on PWM inverter for three-phase induction motor with varying frequency transistor inverter switching key, shows its performance and provided an analysis of the spectral composition of the output voltage and current regulator.