

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Електротехнічний факультет
Кафедра електричної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

(рівень вищої освіти)

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

На тему: «Дослідження, оцінювання та рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна»

КНУ.МР.141.24.776-16

Виконав студент II курсу, групи ЕПА-23м /Владислав ШКУРАТ/
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

(шифр і назва спеціальності, освітньо-професійної програми)

Керівник:

д.е.н., професор

_____/Тетяна БЕРІДЗЕ/

Нормоконтролер:

д.е.н., професор

_____/Тетяна БЕРІДЗЕ/

Завідувач кафедри,

д.т.н., професор

_____/Олег СІНЧУК/

Гарант ОПП:

к.т.н., доцент

_____/Юрій ОСАДЧУК/

Кривий Ріг
2024 р.

Криворізький національний університет

Факультет: електротехнічний

Освітній рівень: магістр

Спеціальність: 141 - Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

ШКУРАТ Владислав Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Дослідження, оцінювання та рекомендації щодо вибору сучасних
підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного
двигуна

1. Термін подання студентом роботи: 09 грудня 2024 р.
2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою роботи є дослідження,
оцінювання та рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови
систем прямого керування моментом асинхронного двигуна
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) I.
Сучасні підходи розбудови систем прямого керування моментом асинхронного
двигуна; II. Дослідження системи прямого керування моментом асинхронного
двигуна.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень) I. Структура матричних перетворювачів; II. Складові матричних
перетворювачів; III. Схеми матричних перетворювачів; IV. Графіки
швидкості; V. Графіки магнітного потоку. -

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище консультанта	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
I	Тетяна БЕРІДЗЕ		
II	Тетяна БЕРІДЗЕ		
III	Тетяна БЕРІДЗЕ		

6. Календарний план

№	Етапи роботи	Термін
1	Дослідження сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна	10.09.24
2	Оцінювання систем прямого керування моментом	17.09.24
3	Вибір системи прямого керування моментом	24.10.24
4	Структура непрямого типу керування	18.11.24
5	Розбудова системи прямого керування моментом	30.11.24
6	Моделювання системи прямого керування моментом	04.12.24
7	Дослідження системи прямого керування моментом	07.12.24

Дата видання завдання 02.09.2024 р.

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Владислав ШКУРАТ
(Ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Тетяна БЕРІДЗЕ
(Ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускової атестаційної роботи магістра на тему: «Дослідження, оцінювання та рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна»

Мета роботи – дослідження, оцінювання та рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна.

У першому розділі проведено аналіз існуючих схем матричного перетворювача та розглянуто варіанти системи керування. Також було визначено питання стійкості перетворювачів у залежності від топології їх структури.

У другому розділі було досліджено систему прямого керування моментом асинхронного двигуна та проведено оцінювання, а також зроблено рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови структури матричного перетворювача, при використанні різних методів комутації його елементів. Також було виконано розробку математичної моделі та досліджено результати моделювання режимів роботи перетворювача.

**АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, МАТРИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ,
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ПРЯМЕ КЕРУВАННЯ МОМЕНТОМ**

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1. Сучасні підходи розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна	12
1.1. Дослідження сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна	12
1.2. Оцінювання сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна	17
1.3. Рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна	19
1.4. Структура непрямого типу керування матричним перетворювачем....	20
Розділ 2. Дослідження системи прямого керування моментом асинхронного двигуна	22
2.1. Система прямого керування моментом асинхронного двигуна.....	22
2.2. Розбудова системи прямого керування моментом асинхронного двигуна	24
2.3. Рекомендації щодо розбудови системи прямого керування моментом асинхронного двигуна	29
2.4. Моделювання системи прямого керування моментом асинхронного двигуна	30
Висновки	43

Вступ

Системи електроприводу забезпечують необхідними потребами різні виробничі механізми.

Переважає більшість таких систем розбудована на основі асинхронних електричних двигунів.

Новітні розробки у галузі створення сучасних електричних приводів з асинхронними електричними двигунами базується на використанні елементів перетворювальної техніки.

Для здійснення формування каналів керування елементами перетворювальної техніки використовується мікропроцесорне управління подібними системами.

Тому багато в чому виконавчі можливості та робочі параметри систем асинхронного електроприводу залежатимуть від характеристики системи управління перетворювальними приладами.

Мікропроцесорне управління дозволяє здійснювати регулювання параметрів електричного приводу за допомогою керованого частотного перетворювача.

Мікропроцесорне управління дозволяє забезпечити високу точність регулювання частоти обертання асинхронного електричного двигуна у широкому діапазоні.

Розгортання сучасних технологічних ланок промислових підприємств ставить нові завдання щодо можливостей виробничого обладнання, що його наповнює.

Тому важливим є забезпечення необхідних вимог формування технологічних режимів, що постають перед встановленими системами електроприводу.

Забезпечити подібне функціонування систем електроприводу, у тому числі й тими що містять асинхронні електричні двигуни, покликані перетворювачі з мікропроцесорним керуванням.

Новітній підхід щодо розбудови системи керування сучасними електричними приводами передбачає розробку алгоритмів програмного управління його характеристиками.

Програмні алгоритми дозволяють синтезувати системи електроприводу з новим характеристиками.

Такий підхід задовольняє різні виробничі структури.

Останні дослідження у розгляді можливостей програмного управління асинхронними електричними приводами показують, що реалізація подібних алгоритмів управління зручно використовувати при виконанні перетворювального приладу для здійснення керування режимами роботи асинхронного двигуна у вигляді матричної структури.

Формування окремих комірок, що реалізують програмні алгоритми, дозволяє здійснювати почергове керування ними, як окремими об'єктами, а також як сукупними блоками.

Такий підхід дозволяє у більш простому прояві здійснювати завдання щодо формування необхідного значення моменту асинхронного двигуна відповідно до діаграми навантажень.

На практиці зручно такі значення представляти у векторній формі та відображати у вигляді ряду чи функції.

Такий підхід називають прямим методом формування моменту асинхронного двигуна.

При живленні асинхронного двигуна від матричного перетворювача виконання завдання прямого формування вектору моменту реалізуються завдяки здійсненню керування значенням потокозчеплення статорної обмотки.

Таке керування можна здійснити шляхом формування алгоритму послідовностей увімкнення керованих елементів перетворювача на певні значення напруги.

Такі значення формують таблицю станів матричного перетворювача відповідно до режиму роботи.

Табличні значення у просторовій формі представлення формують шість робочих секторів.

Але такий набір комутуючих функцій не забезпечує формування максимального значення динамічної зміни моменту тому потребують доповнення.

Забезпечити формування максимального значення динамічної зміни моменту можна завдяки використанню подвійного набору комутуючих функцій.

Тому слід розглядати структури з можливістю формування дванадцятисекторного простору комутуючих функцій із відповідним занесенням їх значень у спеціальні таблиці.

Таким чином у кожному з секторів буде формуватись найбільше значення моменту асинхронного двигуна що живиться від матричного перетворювача.

Для дослідження перехідних процесів у структурі асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача можна застосовувати моделювання.

Для порівняння результатів моделювання режимів роботи пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про дванадцять секторів комутуючих функцій слід також зробити аналіз режимів роботи при формуванні просторових векторів комутуючих функцій у шести та двадцяти чотирьохсекторному просторі формування функцій перемикачів.

Багатосекторність у структурі управління матричним перетворювачем може бути досягнута завдяки розподілу у середині матричного перетворення функцій інвертування та випрямлення напруги.

Такий підхід найефективніше реалізовується при використанні розподілу комутуючих функцій у вигляді простору з дванадцятьма секторами з формуванням відповідних таблиць.

При використанні простору перемикачів, що формує двадцять чотири сектори комутуючих функцій спостерігається виникнення незначних пульсацій у значеннях та формі моменту асинхронного електричного двигуна у структурі електроприводу.

Тому двадцяти чотирьохсекторний розподіл ефективно використовувати у процесі пуску електричних двигунів, а у нормальних режимах роботи використовувати дванадцятисекторне розподілення комутуючих функцій.

Таким чином пряме керування моментом є доволі ефективним методом управління асинхронним електричним двигуном з матричним

перетворювачем при застосуванні стратегії керування за допомогою програмних алгоритмів.

Пряме управління моментом асинхронного двигуна забезпечується умовним розподілом структури матричного перетворювача на інверторну і випрямну частини.

При такому розподілі зручним є здійснення керування значенням струму в умовно випрямній частині, а значення потокозчеплення статора й формуємий при цьому момент асинхронного двигуна зручно контролювати в умовно інверторній частині.

Таким чином алгоритм програмного керування дозволяє формувати необхідну форму струму з боку мережі живлення, при цьому забезпечуючи необхідне значення моменту асинхронного двигуна.

Вибір необхідного вектору напруги перетворювача формується за допомогою табличних значень, що у векторному просторі представлені відповідними комутуючими функціями.

Вибір необхідного вектору напруги перетворювача може бути здійснений у шести, дванадцяти чи двадцятичотирьохсекторному комутаційному просторі.

Для спрощення процедури вибору необхідного вектору напруги у структурі перетворювача формується спеціальна таблиця комутуючих функцій.

Такий підхід дозволяє скоротити швидкість реакції при зміні параметрів моменту навантаження.

Також слід зазначити що при використанні матричної форми перетворювача можливо забезпечити курсування двонаправленого потоку електричної енергії.

Така особливість може бути використана для поліпшення режимів роботи електроприводу.

Але ефективність зазначених режимів слід все ж таки перевіряти перед їх впровадженням.

Розділ 1. Сучасні підходи розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна

1.1. Дослідження сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна

Останні дослідження у розгляді можливостей програмного управління асинхронними електричними приводами показують, що реалізація подібних алгоритмів управління зручно використовувати при виконанні перетворювального приладу для здійснення керування режимами роботи асинхронного двигуна у вигляді матричної структури.

Такий підхід дозволяє у більш простому прояві здійснювати завдання щодо формування необхідного значення моменту асинхронного двигуна відповідно до діаграми навантажень.

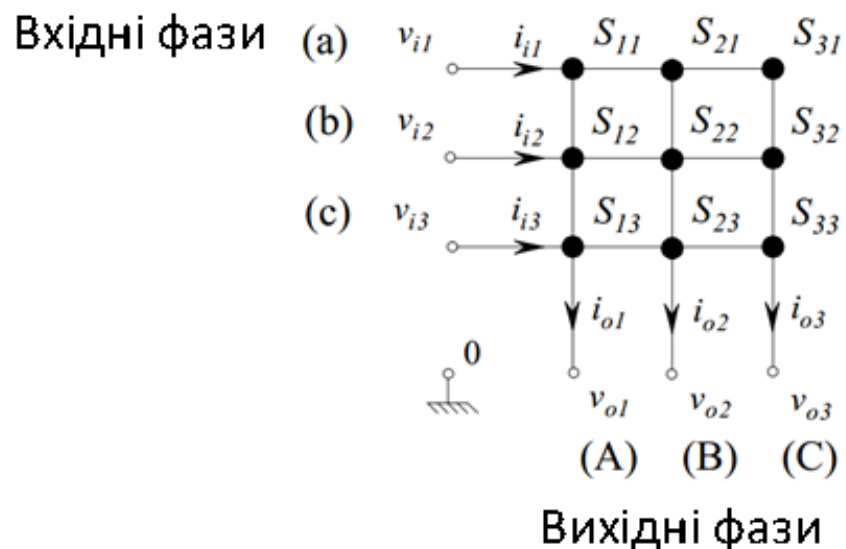


Рисунок 1.1 – Структура матричного перетворювача у функціях стану фазних складових

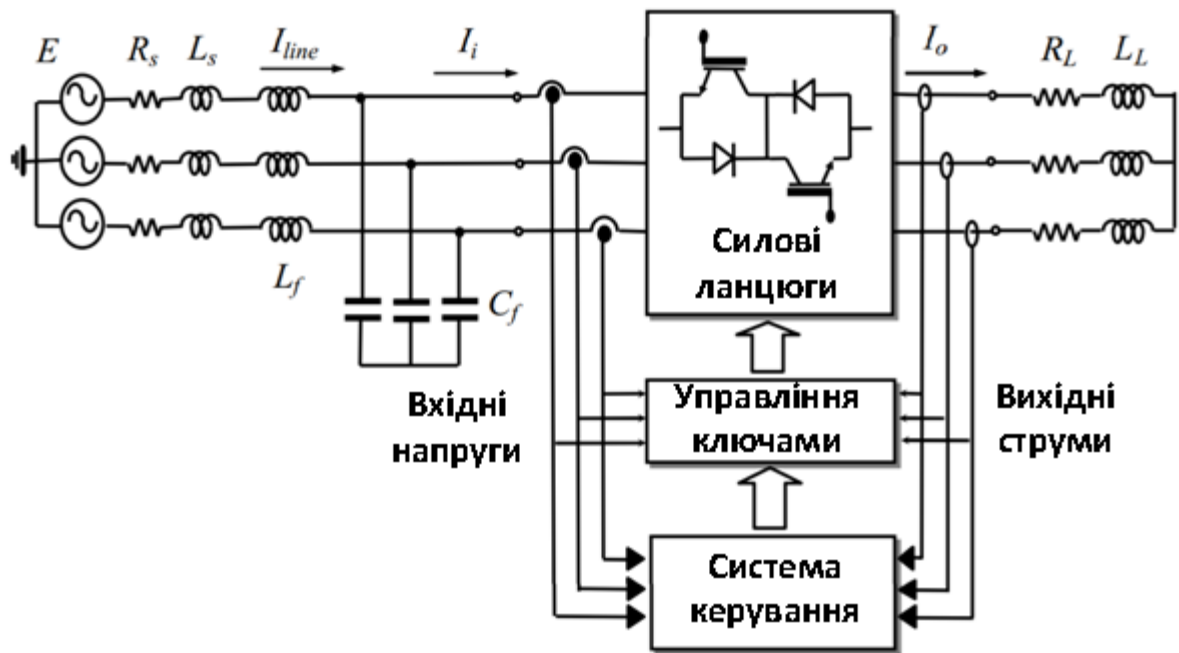


Рисунок 1.2 – Узагальнена структура матричного перетворювача



Рисунок 1.3 – Ключові елементи матричного перетворювача

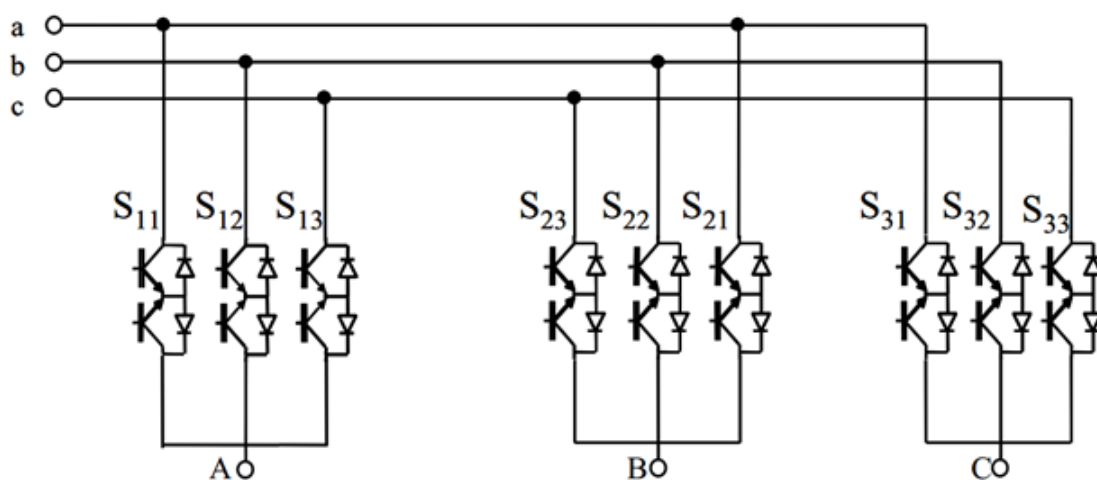


Рисунок 1.4 – Силова структура матричного перетворювача

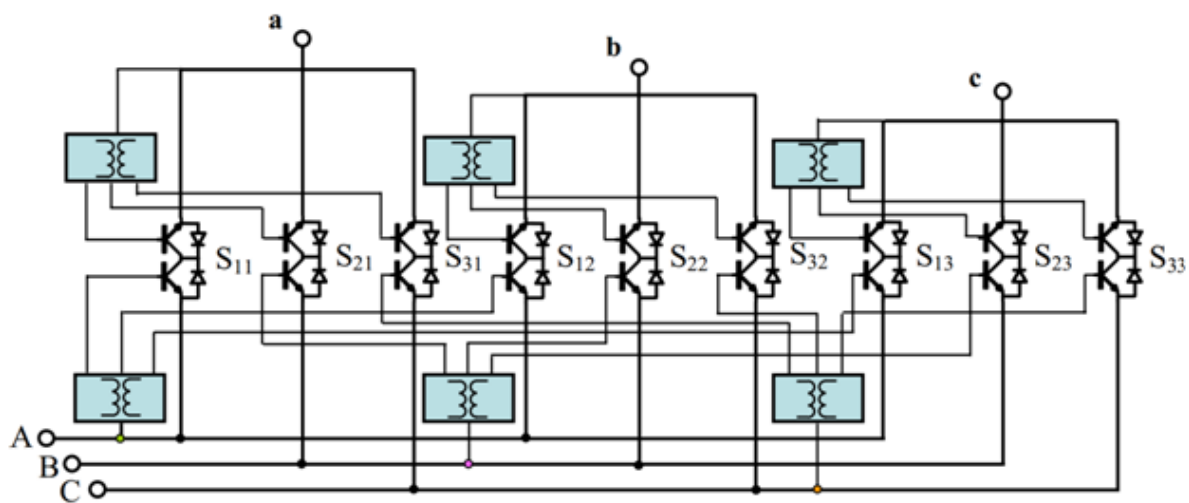


Рисунок 1.5 – Силова структура матричного перетворювача

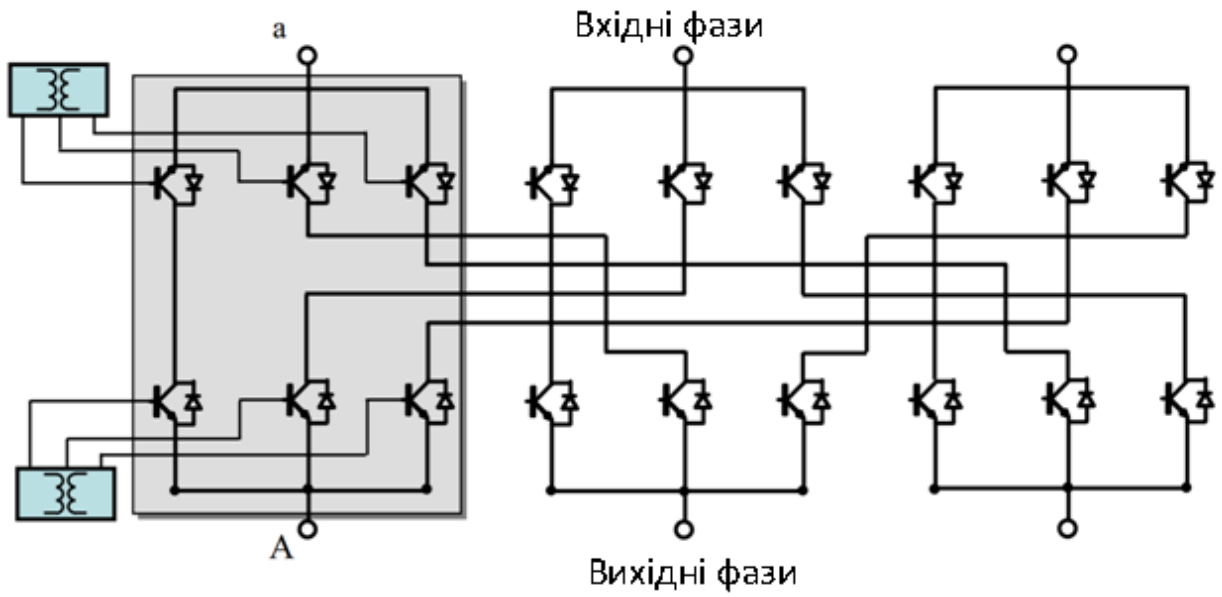


Рисунок 1.6 – Силова структура матричного перетворювача

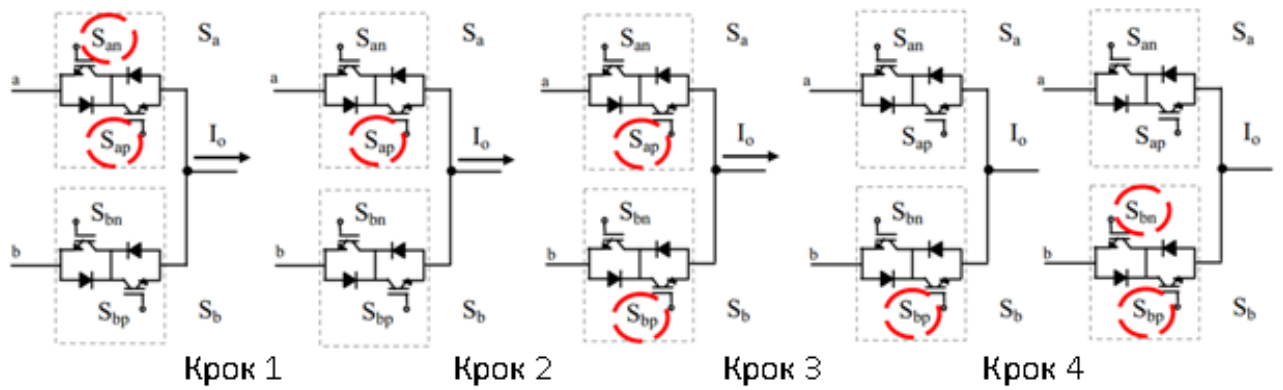


Рисунок 1.7 – Комууючі елементи в структурі матричного перетворювача

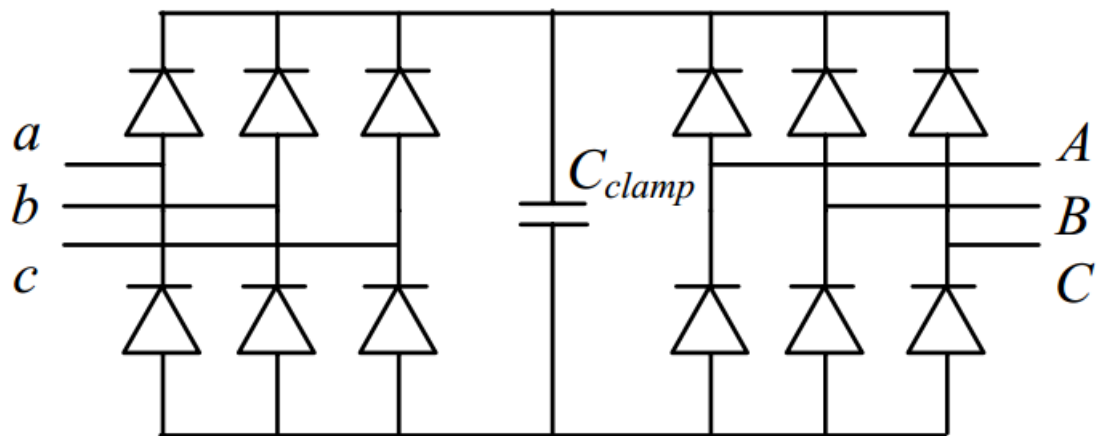


Рисунок 1.8 – Захисна складова в структурі матричного перетворювача

1.2. Оцінювання сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна

Для здійснення регулювання вихідних величин за допомогою матричного перетворювача необхідно скласти та розрахувати систему рівнянь що описує його стан.

Керування у контурі потокозчеплення може бути представлено наступним виразом:

$$\bar{\psi} \cdot j\bar{i}_i = 0,$$

Керування у контурі потужності матричного перетворювача може бути представлено наступним виразом:

$$p_i = \frac{3}{2} \bar{v}_i \cdot \bar{i}_i.$$

Тоді керування у контурі струму матричного перетворювача буде представлено таким виразом:

$$\bar{i}_i = \frac{2}{3} \frac{p_i}{\bar{v}_i \cdot \bar{\psi}}.$$

Тоді керування у контурі струму матричного перетворювача відповідно до навантаження з боку виконавчого механізму буде представлено наступним виразом:

$$\bar{i}_i = \frac{2}{3} \frac{p_o}{\bar{v}_i \cdot \psi} \bar{i}_b.$$

1.3. Рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна

Стійкість режимів роботи матричного перетворювача буде залежати від способу модуляції керуючих сигналів.

Тоді умови стійкості можна визначити виходячи зі значення гранично допустимої потужності.

$$P_{lim} = \frac{3}{2} V_i^2 C_f \sqrt{\frac{R_s^2}{L_r^2} + 4\omega_i^2},$$

Тоді при зміні способу модуляції керуючих сигналів матричного перетворювача можна записати:

$$\frac{d\bar{v}_{if}}{dt} = \frac{\bar{v}_i - (1 - j\omega_i\tau)\bar{v}_{if}}{\tau},$$

1.4. Структура непрямого типу керування матричним перетворювачем

Як альтернативний варіант, для повноти реалізації запропонованих технічних рішень, слід також розглянути структуру непрямого типу керування.

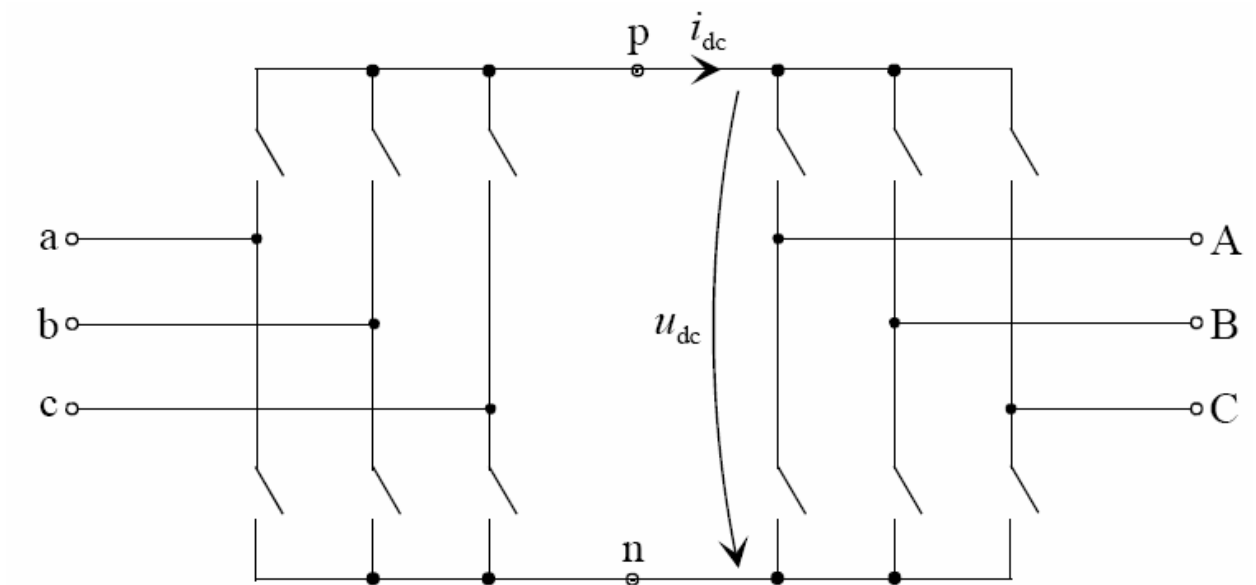


Рисунок 1.9 – Структура непрямого типу керування матричним перетворювачем

Розглянемо принципову схему структури непрямого типу керування матричним перетворювачем.

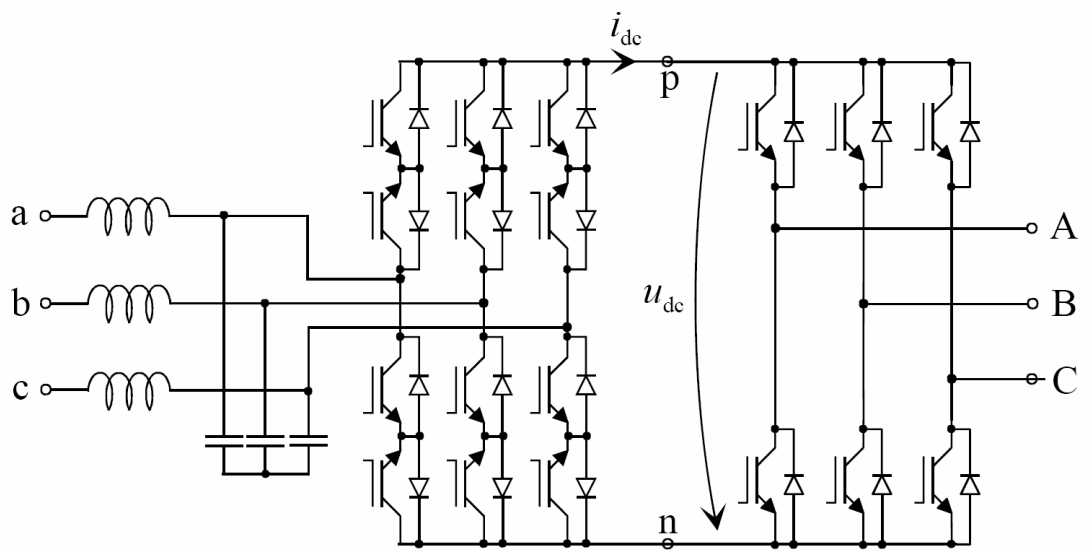


Рисунок 1.10 – Принципова схема структури непрямого типу керування матричним перетворювачем

Розділ 2. Дослідження системи прямого керування моментом асинхронного двигуна

2.1. Система прямого керування моментом асинхронного двигуна

При живленні асинхронного двигуна від матричного перетворювача виконання завдання прямого формування вектору моменту реалізуються завдяки здійсненню керування значенням потокозчеплення статорної обмотки.

Таке керування можна здійснити шляхом формування алгоритму послідовностей увімкнення керованих елементів перетворювача на певні значення напруги.

Такі значення формують таблицю станів матричного перетворювача відповідно до режиму роботи.

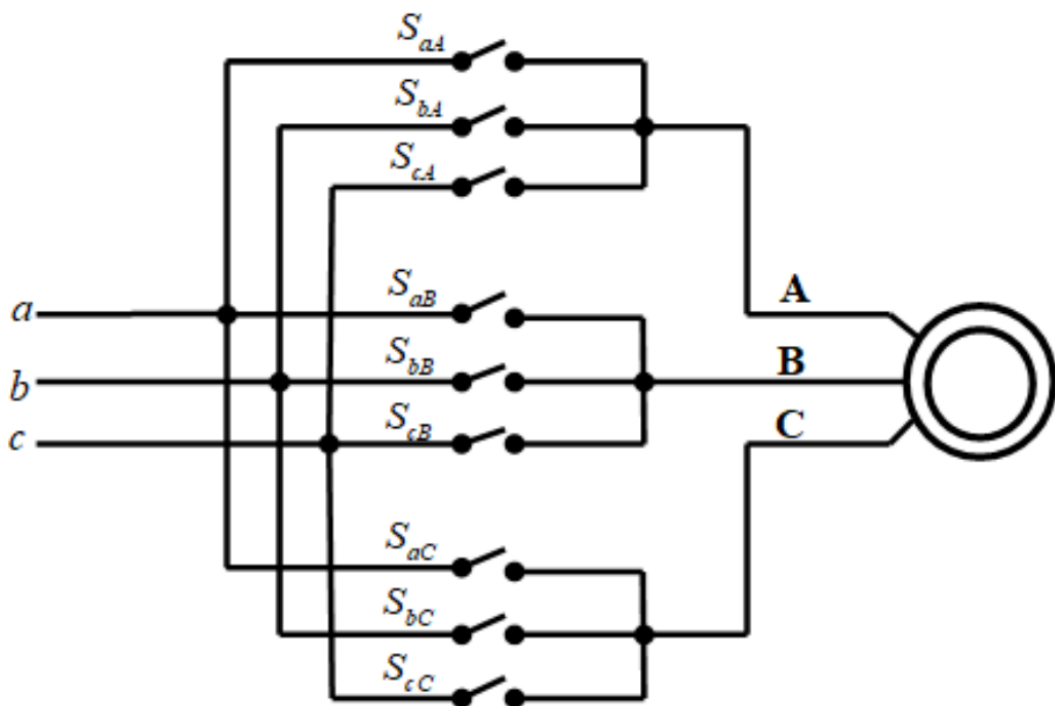


Рисунок 2.1 – Схема перетворювачів

Складемо рівняння перемикаючих функцій для структури матричного перетворювача.

$$S_{xy} = \begin{cases} 1, & \text{при } S_{xy} \text{ замкннутий} \\ 0, & \text{при } S_{xy} \text{ розімкнутий} \end{cases}$$

Тоді виходячи зі значень станів можна отримати наступне характеристичне рівняння.

$$S_{xA} + S_{xB} + S_{xC} = 1.$$

Розрахована за наведеним виразом таблиця станів з врахуванням принципів роботи ключових елементів матричного перетворювача буде наведена у окремому додатку.

2.2. Розбудова системи прямого керування моментом асинхронного двигуна

Керування моментом асинхронного двигуна забезпечується умовним розподілом структури матричного перетворювача на інверторну і випрямну частини.

При такому розподілі зручним є здійснення керування значенням струму в умовно випрямній частині, а значення потокозчеплення статора й формуємий при цьому момент асинхронного двигуна зручно контролювати в умовно інверторній частині.

Таким чином алгоритм програмного керування дозволяє формувати необхідну форму струму з боку мережі живлення, при цьому забезпечуючи необхідне значення моменту асинхронного двигуна.

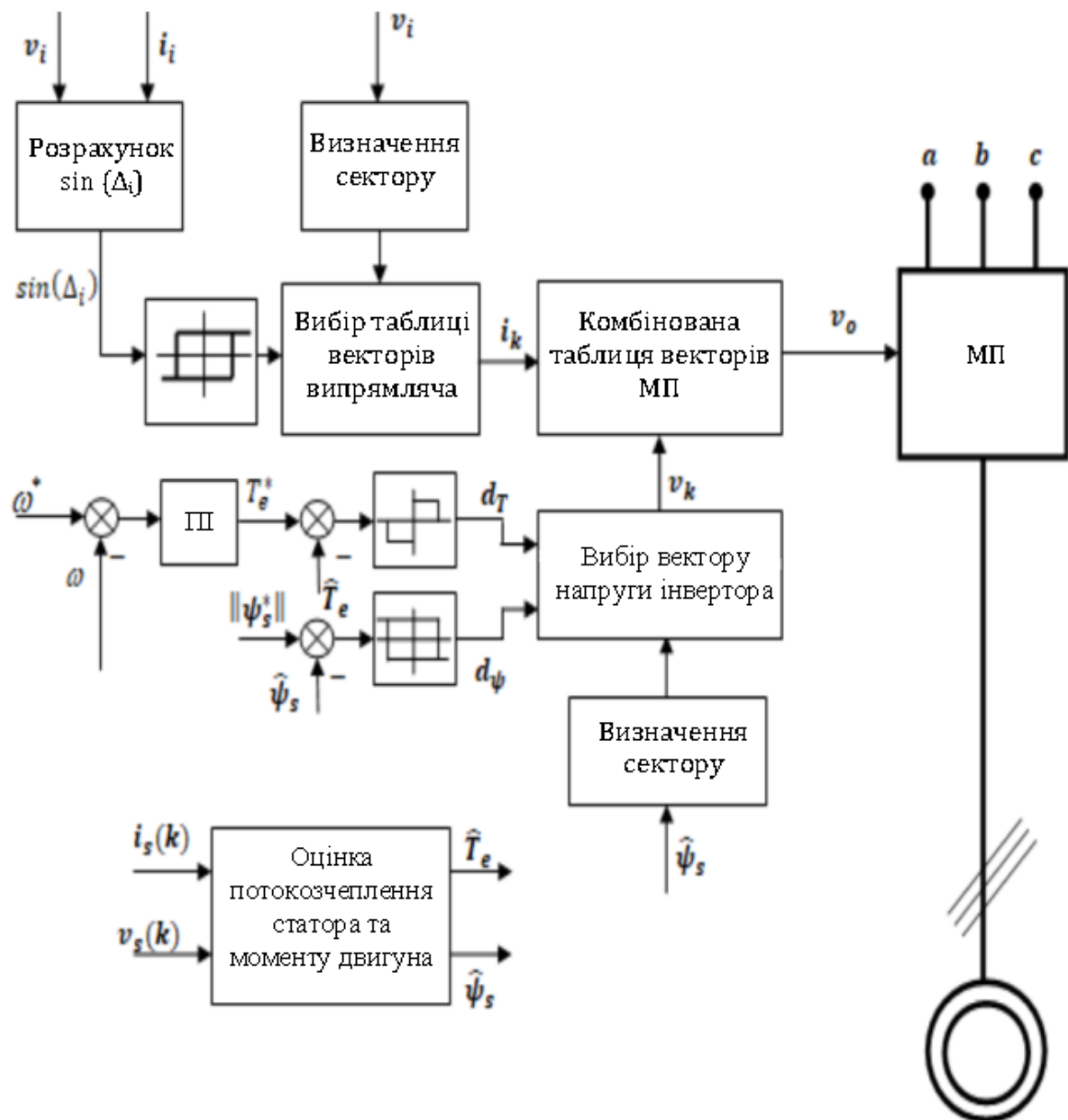


Рисунок 2.1 – Структура контурів керування реалізації системи прямого керування моментом

Багатосекторність у структурі управління матричним перетворювачем може бути досягнута завдяки розподілу у середині матричного перетворення функцій інвертування та випрямлення напруги.

Такий підхід найефективніше реалізовується при використанні розподілу комутуючих функцій у вигляді простору з дванадцяти секторів з формуванням відповідних таблиць.

При використанні простору перемикачів, що формує двадцять чотири сектори комутуючих функцій спостерігається виникнення незначних пульсацій у значеннях та формі моменту асинхронного електричного двигуна у структурі електроприводу.

Тому двадцяти чотирьохсекторний розподіл ефективно використовувати у процесі пуску електричних двигунів, а у нормальних режимах роботи використовувати дванадцятисекторне розподілення комутуючих функцій.

Таким чином пряме керування моментом є доволі ефективним методом управління асинхронним електричним двигуном з матричним перетворювачем при застосуванні стратегії керування за допомогою програмних алгоритмів.

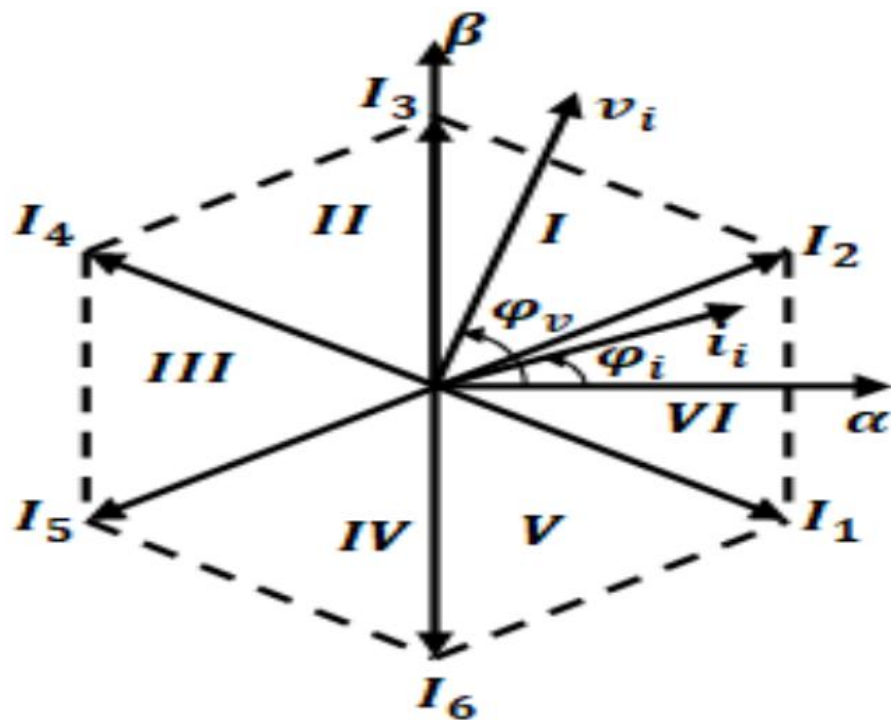


Рисунок 2.3 – Секторальне представлення векторів

Вибір необхідного вектору напруги перетворювача формується за допомогою табличних значень, що у векторному просторі представлені відповідними комутуючими функціями.

Вибір необхідного вектору напруги перетворювача може бути здійснений у шести, дванадцяти чи двадцяти чотирьохсекторному комутаційному просторі.

Для спрощення процедури вибору необхідного вектору напруги у структурі перетворювача формується спеціальна таблиця комутуючих функцій.

Такий підхід дозволяє скоротити швидкість реакції при зміні параметрів моменту навантаження.

$$\Delta_i = \varphi_v - \varphi_i.$$

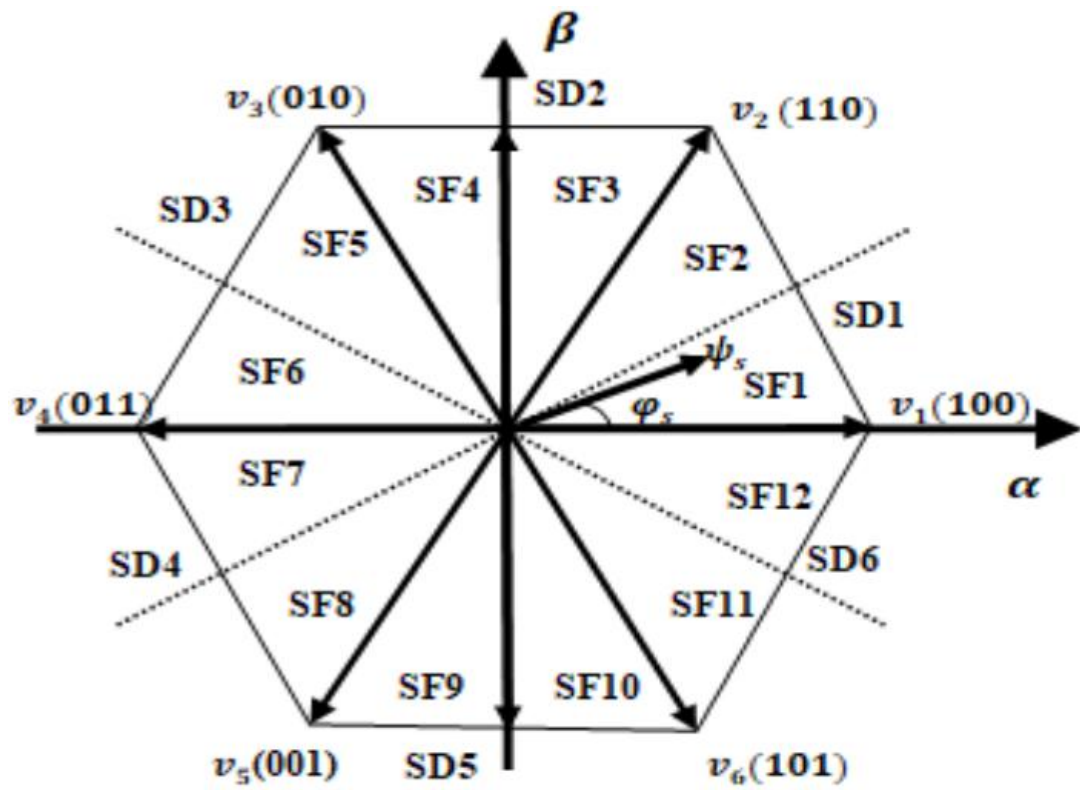


Рисунок 2.4 – Секторальне представлення векторів за принципом подвійного розподілу простору

2.3. Рекомендації щодо розбудови системи прямого керування моментом асинхронного двигуна

Пряме управління моментом асинхронного двигуна забезпечується умовним розподілом структури матричного перетворювача на інверторну і випрямну частини.

При такому розподілі зручним є здійснення керування значенням струму в умовно випрямній частині, а значення потокозчеплення статора й формуємий при цьому момент асинхронного двигуна зручно контролювати в умовно інверторній частині.

Таким чином алгоритм програмного керування дозволяє формувати необхідну форму струму з боку мережі живлення, при цьому забезпечуючи необхідне значення моменту асинхронного двигуна.

Вибір необхідного вектору напруги перетворювача формується за допомогою табличних значень, що у векторному просторі представлені відповідними комутуючими функціями.

Вибір необхідного вектору напруги перетворювача може бути здійснений у шести, дванадцяти чи двадцяти чотирьохсекторному комутаційному просторі.

Для спрощення процедури вибору необхідного вектору напруги у структурі перетворювача формується спеціальна таблиця комутуючих функцій.

Такий підхід дозволяє скоротити швидкість реакції при зміні параметрів моменту навантаження.

2.4. Моделювання системи прямого керування моментом асинхронного двигуна

Для дослідження перехідних процесів у структурі асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача можна застосовувати моделювання.

Для проведення моделювання режимів роботи пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про комутуючі функції слід зробити аналіз режимів роботи при формуванні просторових векторів комутуючих функцій у шестисекторному просторі формування функцій перемикачів.

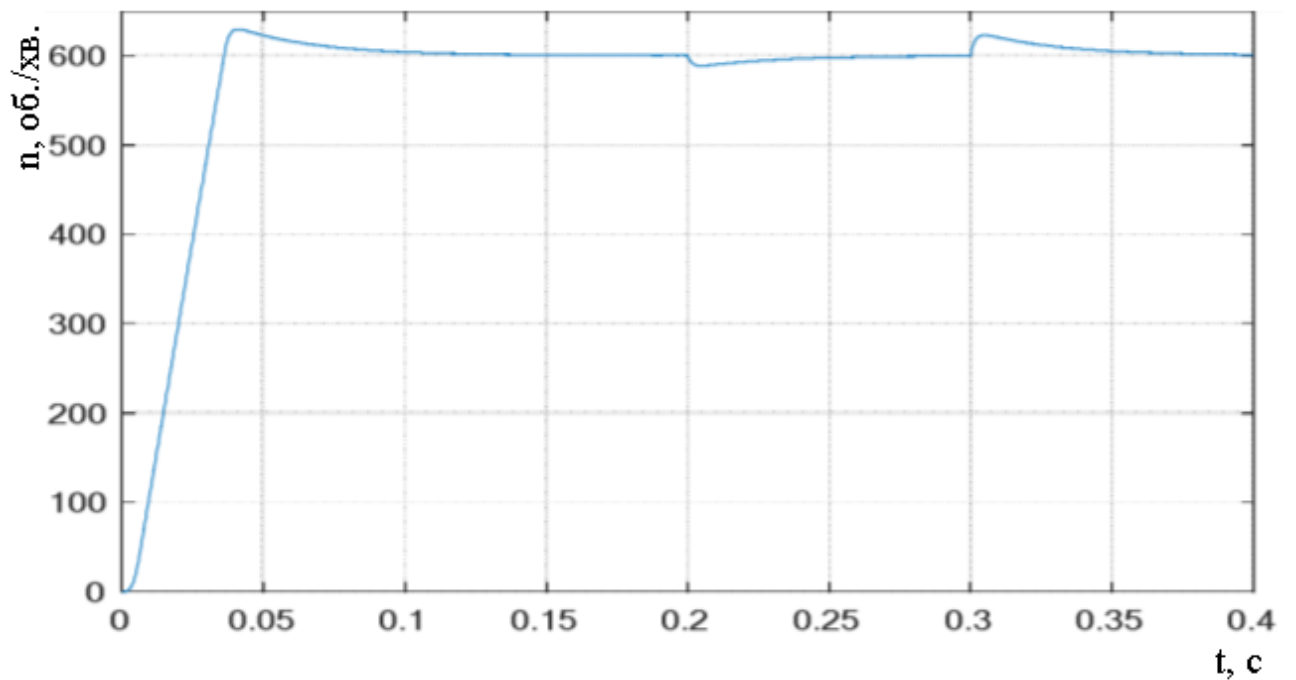


Рисунок 2.5 – Представлення графіків переходних процесів за швидкістю, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість секторів комутуючих функцій

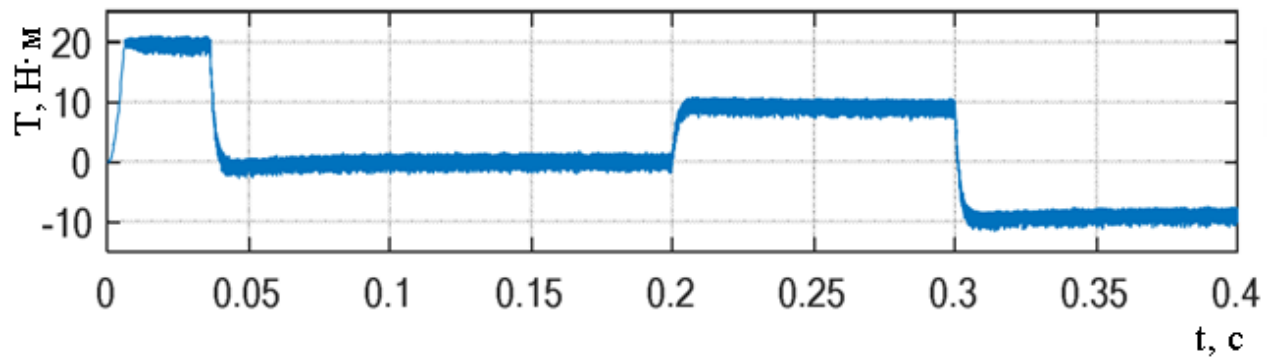


Рисунок 2.6 – Представлення графіків перехідних процесів за моментом, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість секторів комутуючих функцій

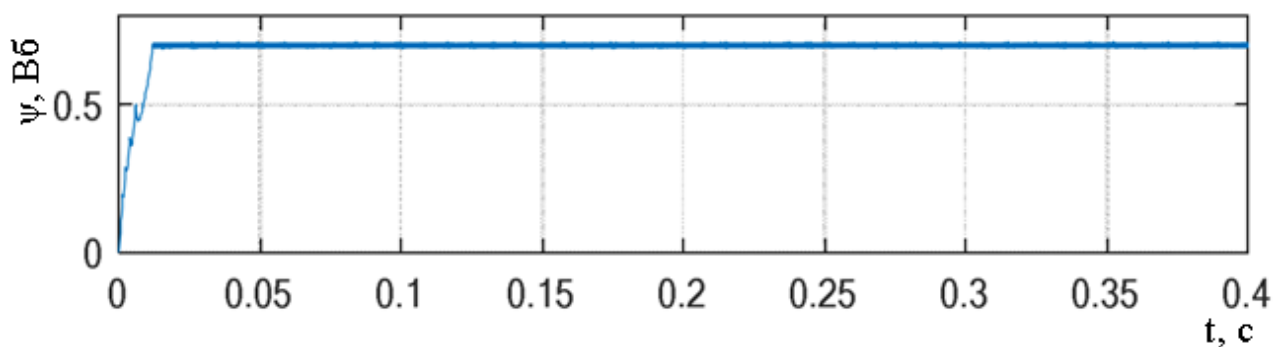


Рисунок 2.7 – Представлення графіків перехідних процесів за потокозчепленням, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість секторів комутуючих функцій

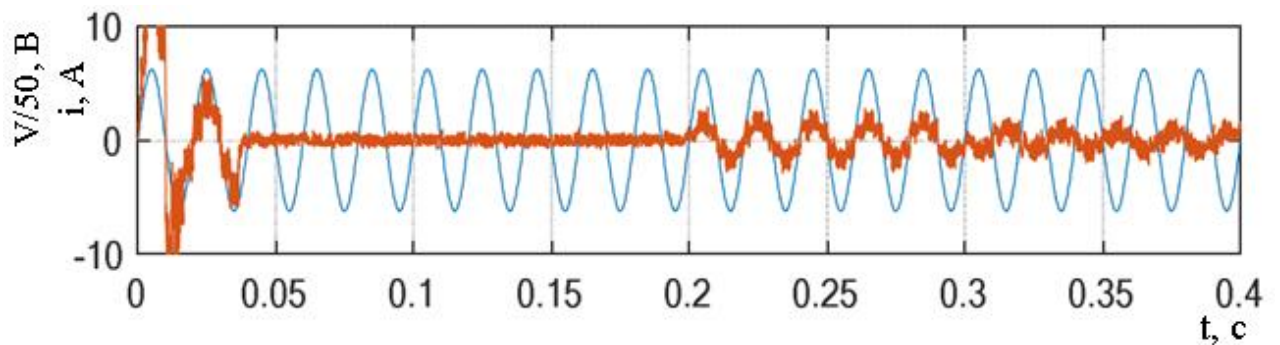


Рисунок 2.8 – Представлення суміщених графіків перехідних процесів за струмом та напругою, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість секторів комутуючих функцій

Для порівняння результатів моделювання режимів роботи пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці комутуючих функцій слід також зробити аналіз режимів роботи при формуванні просторових векторів комутуючих функцій у дванадцятисекторному просторі формування функцій перемикання.

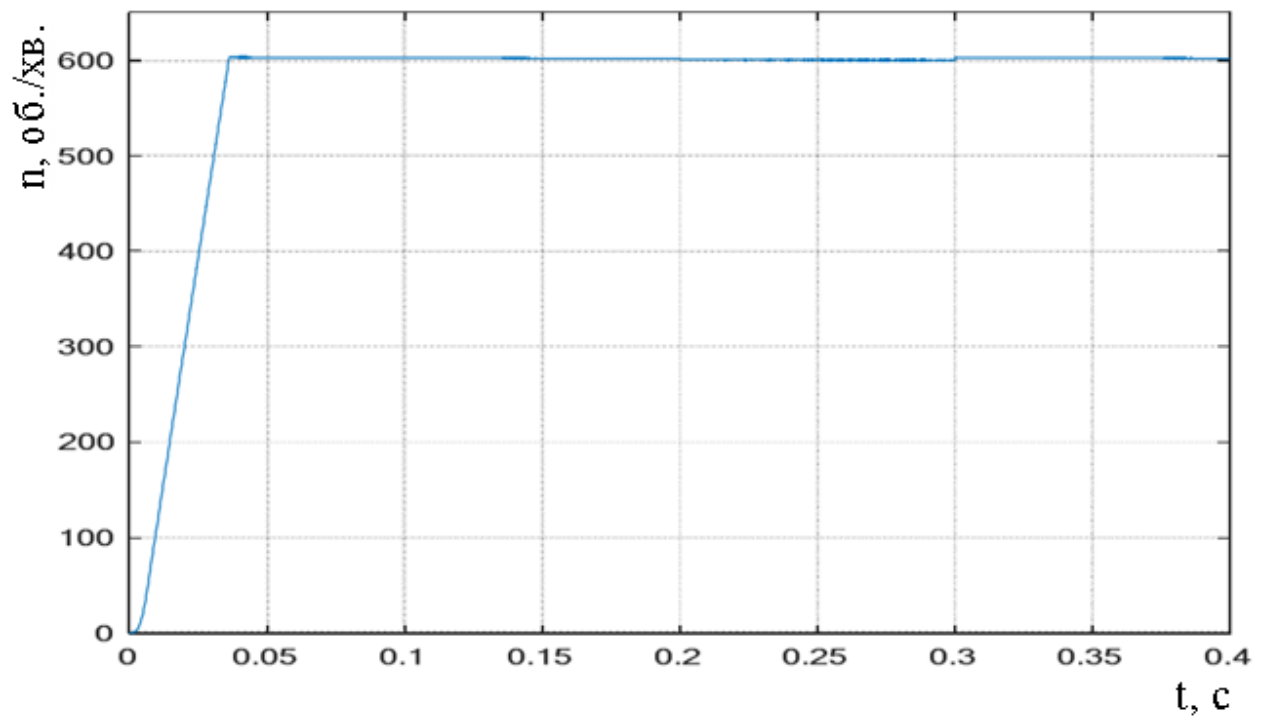


Рисунок 2.9 – Представлення графіків перехідних процесів за швидкістю, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про дванадцять секторів комутуючих функцій

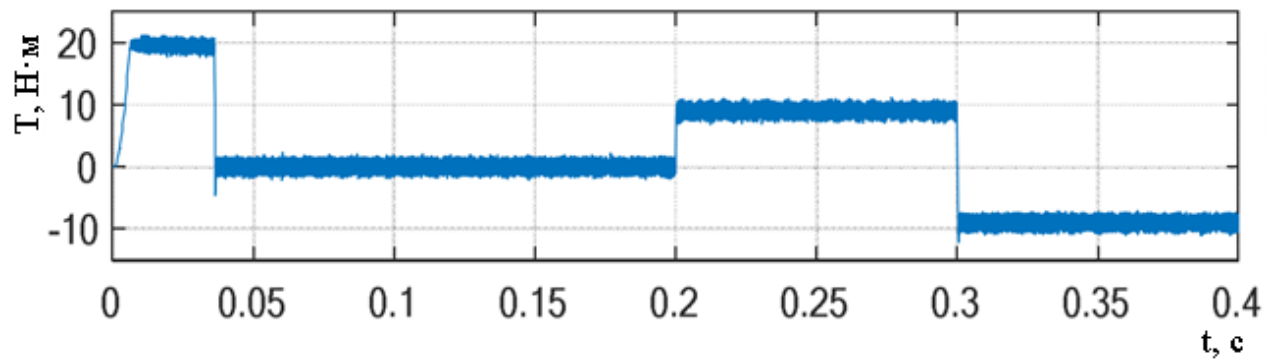


Рисунок 2.10 – Представлення графіків перехідних процесів за моментом, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про дванадцять секторів комутуючих функцій

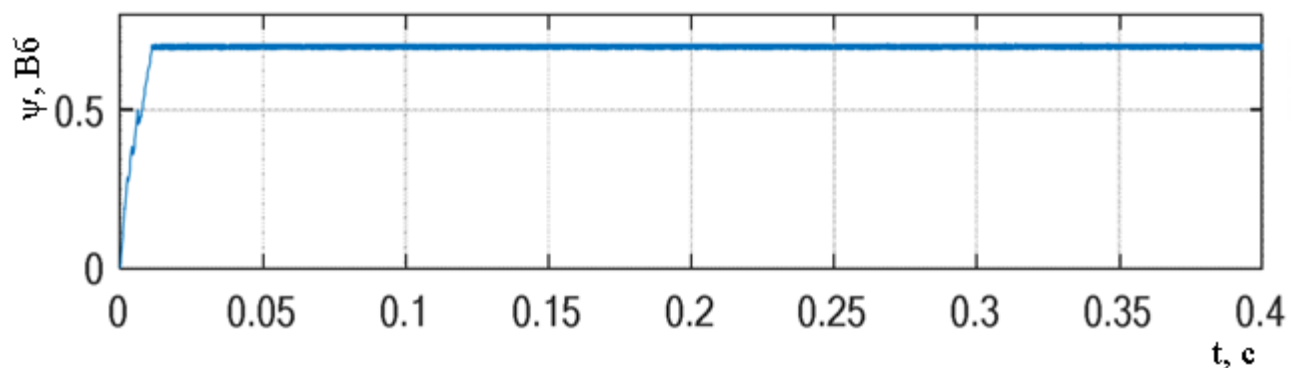


Рисунок 2.11 – Представлення графіків перехідних процесів за потокозчепленням, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про дванадцять секторів комутуючих функцій

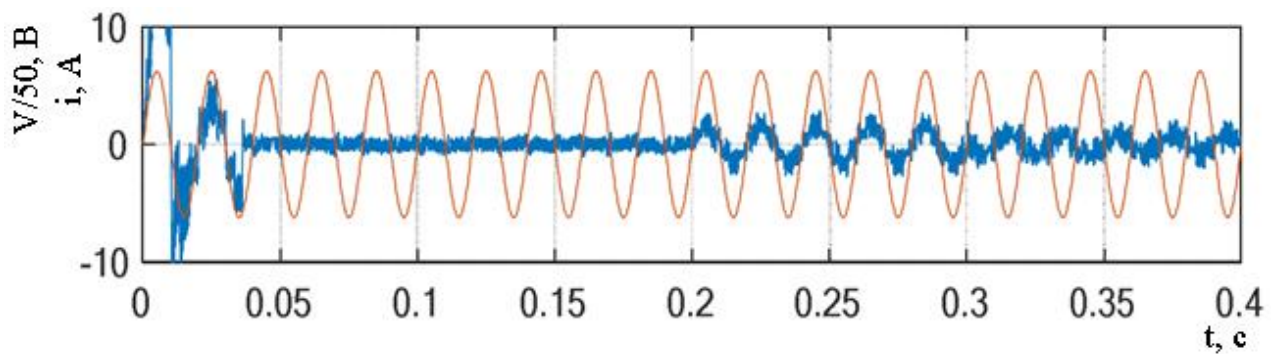


Рисунок 2.12 – Представлення суміщених графіків перехідних процесів за струмом та напругою, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про дванадцять секторів комутуючих функцій

Розглянемо пуско-гальмівні режими роботи регульованого електроприводу, що живиться від матричного перетворювача.

Для можливості порівняння, представимо результати моделювання режимів роботи пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці комутуючих функцій при формуванні просторових векторів комутуючих функцій у шести та дванадцятисекторному просторі формування функцій перемикачання у пуско-гальмівних режимах.

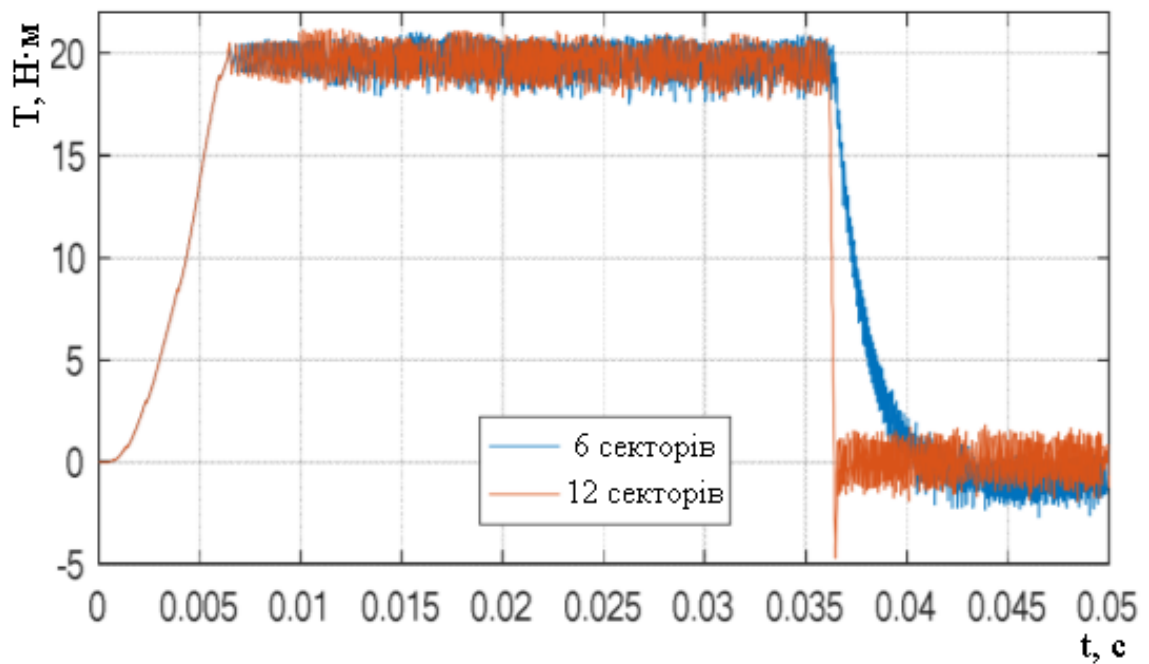


Рисунок 2.13 – Представлення порівняння графіків переходних процесів за моментом, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість та дванадцять секторів комутуючих функцій у пуско-гальмівних режимах

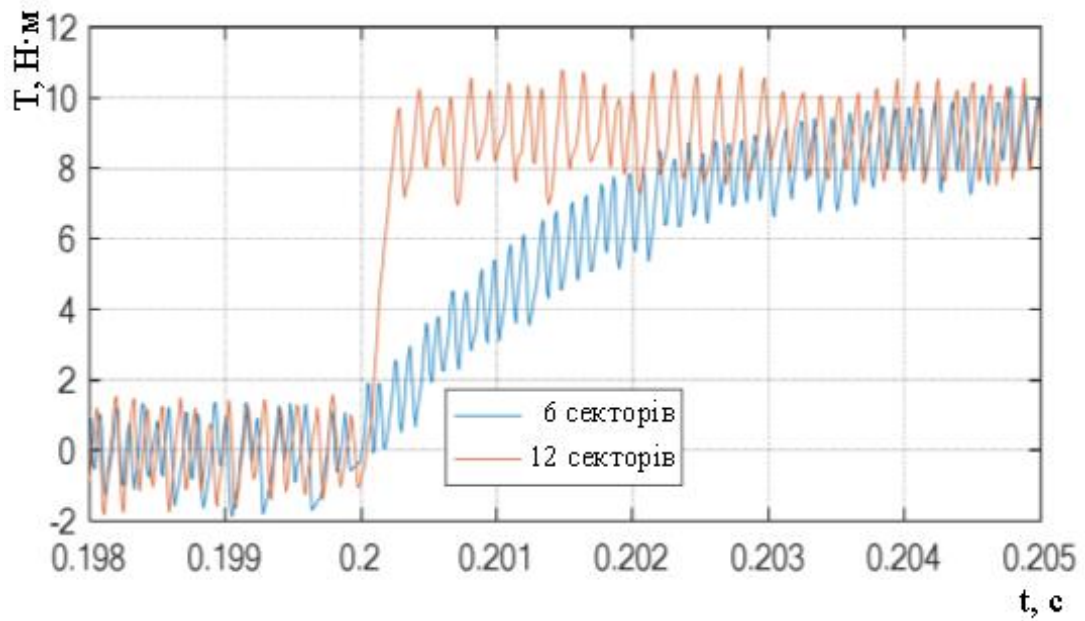


Рисунок 2.14 – Детальне представлення порівняння графіків перехідних процесів за моментом, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість та дванадцять секторів комутуючих функцій у пуско-гальмівних режимах при $t = 0.2$ (с)

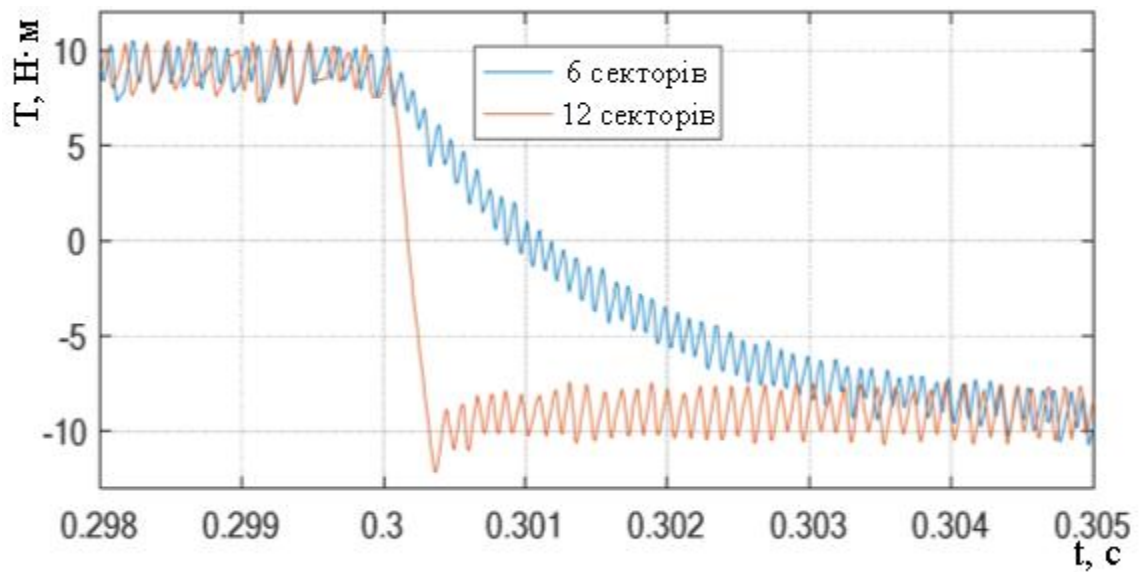


Рисунок 2.15 – Детальне представлення порівняння графіків перехідних процесів за моментом, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість та дванадцять секторів комутуючих функцій у пуско-гальмівних режимах при $t = 0.3$ (с)

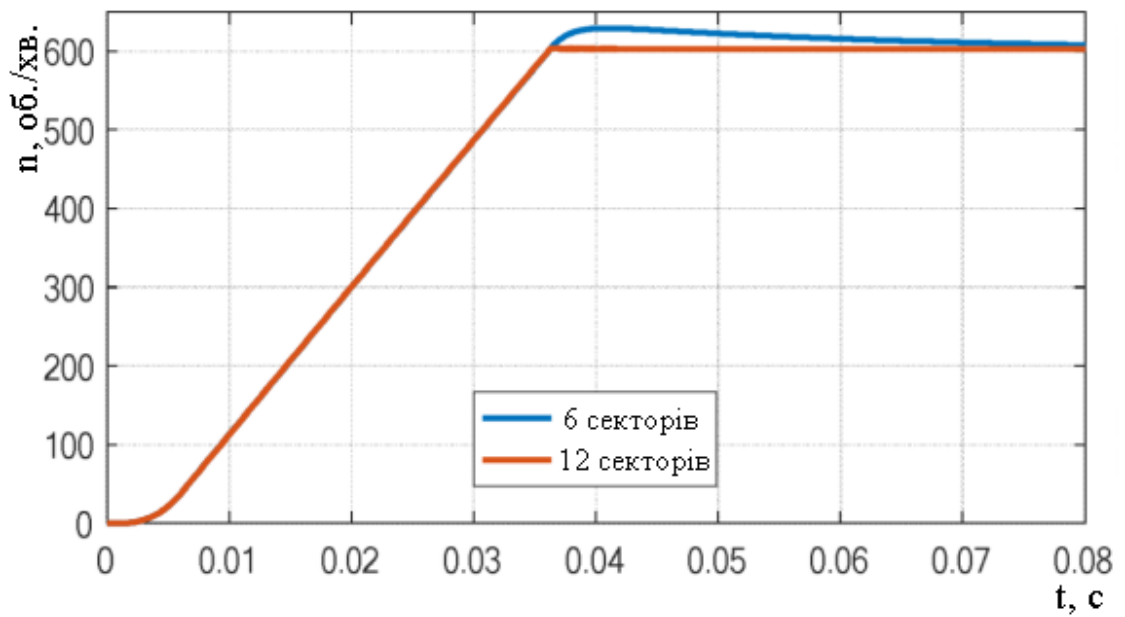


Рисунок 2.16 – Представлення порівняння графіків перехідних процесів за швидкістю, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість та дванадцять секторів комутуючих функцій у пуско-гальмівних режимах

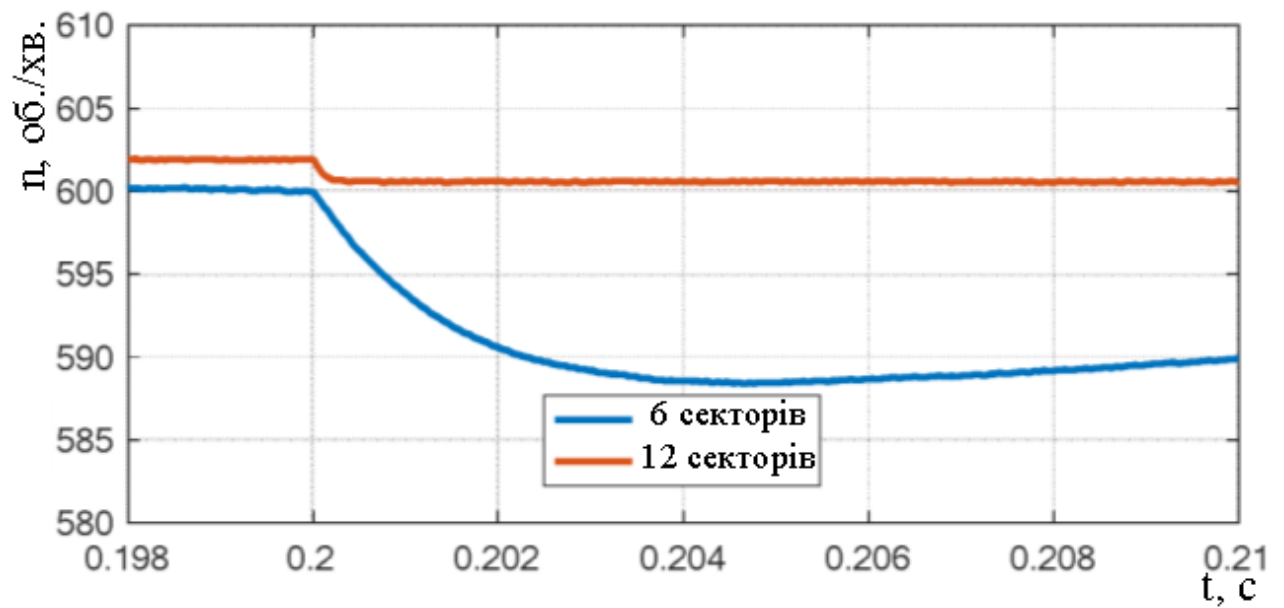


Рисунок 2.17 – Детальне представлення порівняння графіків перехідних процесів за швидкістю, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість та дванадцять секторів комутуючих функцій у пуско-гальмівних режимах при $t = 0.2$ (с)

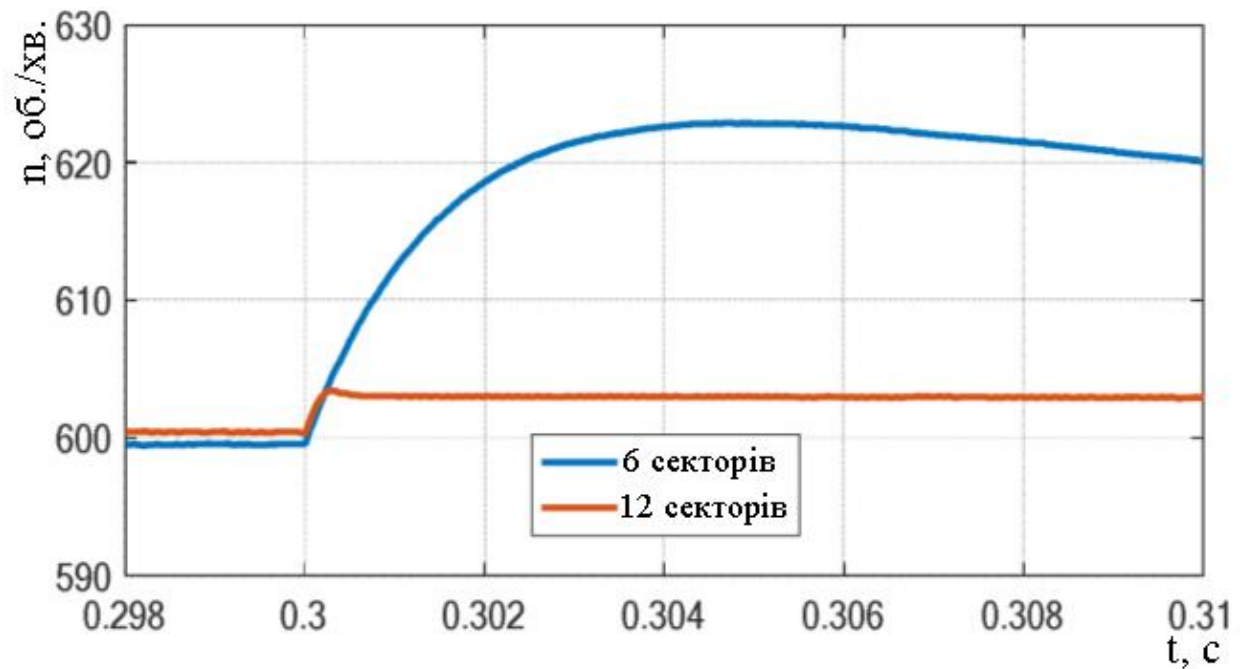


Рисунок 2.18 – Детальне представлення порівняння графіків перехідних процесів за швидкістю, які отримані при моделюванні пропонуємої структури асинхронного електроприводу з управлінням від матричного перетворювача за допомогою формування таблиці з даними про шість та дванадцять секторів комутуючих функцій у пуско-гальмівних режимах при $t = 0.3$ (с)

Висновки

У роботі було проведено дослідження, оцінювання та рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови систем прямого керування моментом асинхронного двигуна.

У першому розділі проведено аналіз існуючих схем матричного перетворювача та розглянуто варіанти системи керування.

Також було визначено питання стійкості перетворювачів у залежності від топології їх структури.

У другому розділі було досліджено систему прямого керування моментом асинхронного двигуна та проведено оцінювання, а також зроблено рекомендації щодо вибору сучасних підходів розбудови структури матричного перетворювача, при використанні різних методів комутації його елементів.

Також було виконано розробку математичної моделі та досліджено результати моделювання режимів роботи перетворювача.