

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ У НАПІВПРОВІДНИКОВОМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ З ДЕВ'ЯТНАДЦЯТИЗОННИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ

Михайленко В.В., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра теоретичної електротехніки

Бабенко А.А., студентка

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлювальних джерел енергії

Чарняк О.С., студентка

«КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем

Тимофєєва І.А., студентка

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. Успіхи у вдосконаленні напівпровідникової техніки дозволяють використовувати в перетворювальних установках ланку високої частоти з частотою переключення вентилів значно більшої від частоти змінної напруги промислової мережі. У роботах [1, 2] показана доцільність використання структур перетворювачів частоти (ПЧ) з однократною модуляцією при побудові систем вторинного електропостачання для комплексів діагностики електромеханічних пристроїв. У даній роботі проводився аналіз аспекту використання ПЧ в якості ланки високої частоти, що стосувався побудови й аналізу перетворювачів із широтно-імпульсним регулюванням (ШІР) при дев'ятнадцятизонному керуванні вихідної напруги.

Метою роботи є застосування методу багатопараметричних функцій з використанням пакету MATHECAD для аналізу електромагнітних процесів в електричних колах з дев'ятнадцятизонним керуванням вихідної напруги.

Матеріали і результати досліджень. Структурна схема напівпровідникового перетворювача (НПП) показана на рис. 1. На структурній схемі позначені: $СМАВ$, $СМВС$, $СМСА$ – силові модулятори (СМ) лінійних напруг $АВ$, $ВС$ і $СА$ відповідно, $ВВ$ – високочастотний випрямляч, $Н$ – навантаження.

Таким чином кожен СМ має у своєму складі N інверторів випрямленої напруги (ІВН), де N – це число інверторів. У роботі використано метод багатопараметричних модулюючих функцій [3] і прийнято такі припущення: НПП підключено з симетричною напругою фаз мережі живлення, транзистори і діоди ІВН є ідеальними ключами, трансформатори не мають втрат.

Метод багатопараметричних модулюючих функцій [3] передбачає попереднє представлення алгоритмічного рівняння перетворювача. Дана структура дозволяє реалізувати багатоканальний спосіб перетворення параметрів електромагнітної енергії мережі, при якому в СМ здійснюється розгалужена модуляція миттєвих значень попередньо випрямлених лінійних напруг $u_1(j,t)$, частоти ω_1 , трифазної енергетичної мережі відповідними еквівалентними модулюючими впливами $\psi(p,N,t)$, частоти ω_2 .

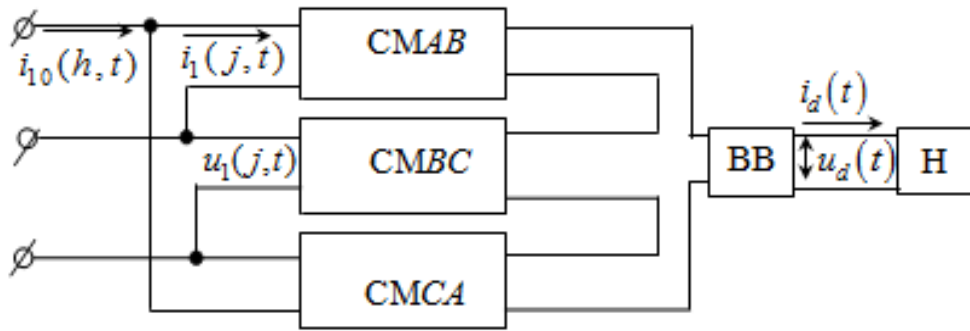


Рисунок 1 – Структурна схема перетворювача

Вихідну напругу $u_d(t)$ НПП знайдено з виразу виду [3]:

$$u_d(t) = \frac{1}{k_T} \sum_{p=1}^{19} \sum_{j=1}^3 u_1(j,t) \phi(j,t) \psi(p,N,t) v(t), \quad (1)$$

де: $h = 1, 2, 3$ – номери лінійних проводів мережі; k_T – коефіцієнт трансформації трансформатора; $p = 1, 2, 3, \dots, N$ – номери зон регулювання; $\phi(j,t)$ – функції прямокутного сіноса, співпадаючі з положенням лінійних напруг мережі; $u_1(j,t)$ – миттєві значення вхідної напруги, $v(t)$ – функція прямокутного сіноса, співпадаюча з положенням вхідної напруги ВВ.

Струм навантаження знайдено, як реакцію RL -ланцюга на дію напруги (1):

$$D(t, y) = \frac{u_d(t)}{L} - \frac{R}{L} y_0, \quad (2)$$

де: y_0 – визначено з початкових умов; R і L – відповідно активний опір і індуктивність навантаження.

Рішення (2) відносно струму навантаження визначено у вигляді матриці

$$i_d(t) = \text{rkfixed}(y, 0, k, s, D), \quad (3)$$

де: y – вектор початкових умов; $0, k$ – часовий інтервал рішень; s – кількість точок на часовому інтервалі рішень; D – вектор функція диференціальних рівнянь.

Вхідні струми інверторів j -х фаз для кожної p -ї зони регулювання:

$$i_1(j,t) = \sum_{p=1}^N (i_d(t) v(t) \psi(p,N,t) \phi(j,t)) / k_T. \quad (4)$$

Струми h -х фаз енергетичної мережі визначено з співвідношень:

$$\begin{aligned} i_{10}(1,t) &= i_1(1,t) - i_1(3,t) \\ i_{10}(2,t) &= i_1(2,t) - i_1(1,t) \\ i_{10}(3,t) &= i_1(3,t) - i_1(2,t) \end{aligned} \quad (5)$$

Часові діаграми струму і напруги навантаження та вхідних струмів h -х фаз енергетичної мережі в координатах фазних напруг, побудовані за (1), (3) та (5) для дев'ятнадцятизонного регулювання, представлені на рис. 2.

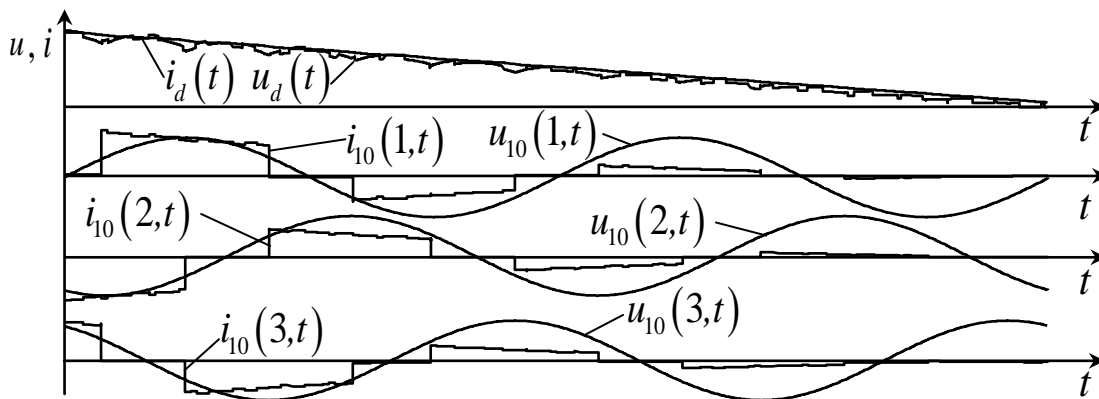


Рисунок 2 – Діаграми струму та напруги навантаження і вхідних струмів та напруг НПП

Висновки: Підтверджено доцільність використання програмного пакету MATCAD для аналізу електромагнітних процесів та оптимізації параметрів напівпровідникових перетворювачів. Такий підхід дозволяє зменшити нестабільність режимів у технологічному навантаженні та режимів споживання електроенергії від мережі електроживлення.

Перелік посилань

1. Кочергин В.В., Следящие системы с двигателем постоянного тока. Л.: Энергоатомиздат, 1988.- 171 с.
2. Резцов В.Ф., Павлов В.Б., Юрченко О.М. Аналіз системи тягового електропривода електромобіля з урахуванням нелінійних елементів // Праці Інституту електродинаміки НАН України. – 2003. – № 1 (4) – с. 73-78.
3. Макаренко М. П. Аналіз електромагнітних процесів у перетворювачах з багатозонним регулюванням вихідної напруги функціями багатопараметричного виду / М. П. Макаренко, В. В. Михайленко // Техн. електродинаміка. Тем. вип. "Силова електроніка та енергоефективність". – 2002. – Ч. 1. – С. 19–22.