

Проведено аналітичний огляд блока індифікаційного цифрового спідометра, етапи та цикл проектування електронного приладу, де на першому етапі йде аналіз вимог, далі, за вимогами складаються функціональні специфікації. Наступним, є проектування системи та тестування.

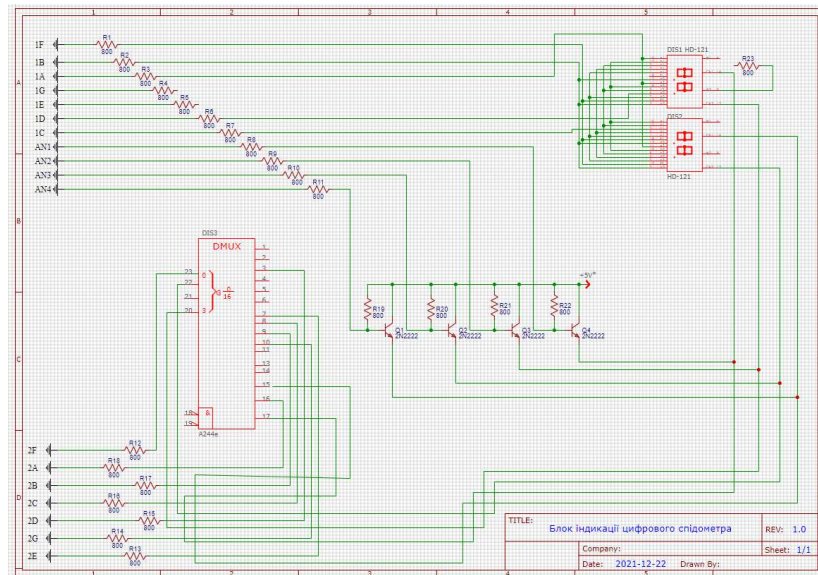


Рис. 2. Графіка системного автоматизованого проектування

Мікропроцесори та мікропроцесорні системи є основою побудови електронних пристроїв із заданими функціональними властивостями. Вирішальними факторами при проектуванні таких пристроїв є зручність практичної експлуатації та новий набір якісних характеристик порівняно з домікропроцесорним варіантом реалізації такого пристрою.

Ключові слова: електромагнітна хвиля, мікропроцесор, випромінювач.

Література

- [1] T. Henderson, [The Doppler Effect – Lesson 3, Waves](#). Physics tutorial. The Physics Classroom 2017.
- [2] А. О. Новацький, Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи, Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт), Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020, 361с.

УДК 621.313.292

ЗАСТОСУВАННЯ ВЕКТОРНОГО МЕТОДУ КЕРУВАННЯ БЕЗКОЛЕКТОРНИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ У АВІАЦІЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

Хроменко А. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

E-mail: artem.khromenko@nure.ua

Двигуни постійного струму останнім часом отримали широке розповсюдження в різноманітних галузях техніки, науки, роботобудування, транспорту,

автоматизованих та конвеєрних ліній виробництва, тощо. Вагому частину серед них займають BLDC – двигуни постійного струму з постійними магнітами [1]. Підвищений інтерес до двигунів даного типу обґрунтований високими електричними та динамічними характеристиками порівняно з їх найближчими конкурентами – колекторними двигунами. Висока надійність конструкції BLDC двигунів дозволяє використовувати їх в особливо відповідальних сферах застосування, як наприклад при роботі у легкозаймистих, вибухонебезпечних середовищах, або у механізмах з підвищеними вимогами до ресурсу, в даному випадку у авіаційній промисловості.

У даній роботі поставлене завдання що до знаходження альтернативи застосування BLDC електродвигунів з класичним скалярним методом керування з використанням датчиків положення ротора. Необхідність у цьому викликана специфікою сфери застосування електродвигуна – паливний насос літака. Обов’язковою вимогою до даного типу агрегатів є точність регулювання обертів та відсутність пульсацій моменту обертання, які притаманні скалярному методу керування.

У випадках коли необхідно реалізувати максимальну швидкість, регулювання у широкому діапазоні швидкостей, та можливість керування моментом навантаження електродвигуна, доцільно застосувати більш точний метод керування ніж класичний скалярний, наприклад – векторний, та відповідний йому тип двигуна розрахований на синусоїдальну форму керуючого сигналу – PMSM (рис. 1).

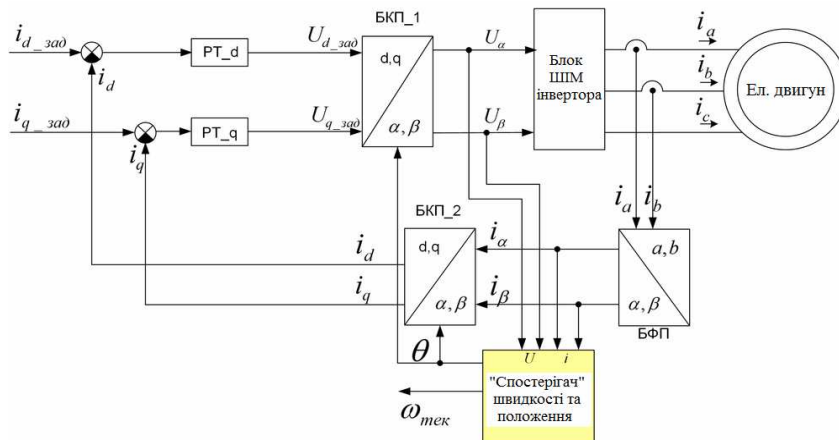


Рис. 1. Структурна схема бездатчикової системи векторного керування ЕД, де PT_d – ПІ регулятор осі «d»; PT_q – ПІ регулятор осі «q»; $БКП_1$, $БКП_2$ – блоки координатних перетворень; $БФП$ – блок фазних перетворень.

В основі алгоритму векторного керування лежать два математичні перетворення: перетворення Кларка, що змінює трифазну систему на двокоординатну, та перетворення Парка, яке у свою чергу перетворює двофазні вектори стаціонарної системи у вектори обертової системи та зворотні їм [2, 3]. Використання перетворень Кларка та Парка переносить струми статора, якими можна керувати в область ротора. Це дозволяє системі управління двигуном визначати

напруги, які повинні подаватися на статор, щоб максимізувати обертовий момент при динамічно змінюваних навантаженнях [4].

Векторне керування, порівняно зі скалярним має більш високий ККД, оскільки воно позбавлене практично усіх його недоліків. Переваги векторного керування: висока точність регулювання швидкості; плавний запуск та обертання двигуна у всьому діапазоні частот; швидкий відгук на зміну навантаження; збільшений діапазон управління та точність регулювання; низькі втрати на нагрівання та намагнічування.

До недоліків векторного управління можна віднести необхідність завдання параметрів електродвигуна, великі коливання швидкості при постійному навантаженні, та значна обчислювальна складність.

За умов сучасного – стрімкого рівня розвитку напівпровідників, а відповідно вдосконалення та здешевлення потужних мікроконтролерів, використання їх обчислювальної здатності є як ніколи актуальним. Це значно розширює можливість впровадження у промисловість, зокрема авіаційну, більш досконалих систем керування двигунами постійного струму на основі векторного перетворення. Завдяки цьому стає можливим забезпечити плавність обертального моменту, та швидкість обертання на всіх режимах роботи електродвигуна без пульсацій, навіть при зміні навантаження на роторі.

Ключові слова: двигун, колектор, перетворення, вектор, мікроконтролер.

Література

- [1] А. Хроменко Метод керування вентильним електродвигуном за допомогою ШІМ сигналів, 25-й Міжнародний молодіжний форум «Радіoeлектроніка і молодь у XXI столітті», ХНУРЕ, 20 – 22 квітня 2021 р., Харків, с. 43-44.
- [2] Dr. Duane Hanselman, Brushless Permanent Magnet Motor Design (second edition), *Electrical and Computer Engineering University of Maine Orono*, ME 04469 USA, 2006, 411с.
- [3] Визначення положення ротора у зупиненому стані двигуна: [Електроний ресурс]. Доступно: <https://blog.avislab.com/brushless06/>
- [4] J. Shao, Direct Back EMF Detection Method for Sensorless Brushless DC (BLDC) Motor Drives. Blacksburg, Virginia, September, 2003.

УДК 681.7

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ЗВАЖЕНОЇ ЗМІННОЇ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ НАЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЮЮЧОГО ВПЛИВУ НА М'ЯЗОВЕ ВОЛОКНО ЛЮДИНИ

Безвесільна О. М.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: o.bezvesilna@gmail.com

Анотація. У статті запропоновано проведення розрахунку оптимального прогнозного електростимулюючого впливу на м'язове волокно з використанням методу математичної статистики – методу зваженої змінної. Показано пер-