

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ НА МАТЕМАТИЧНІЙ МОДЕЛІ НАВЧАЛЬНОГО СТЕНДУ В ПРОГРАМНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ TIA PORTAL SIEMENS

Стьопкін В.В.¹ [ORCID], Іващенко М.А.² [ORCID], Шпачук П.Р.³ [ORCID]

¹Український державний університет науки і технологій, к.т.н., доцент, Україна

²Український державний університет науки і технологій, студент, Україна

³Український державний університет науки і технологій, студент, Україна

Анотація. З метою дослідження способів керування асинхронним двигуном з перетворювачем частоти лінійки SINAMICS S120 фірми Siemens з реалізацією різного характеру навантажувальних діаграм був зібраний та зконфігурований навчальний стенд у програмному забезпеченні TIA Portal. Навантаження для асинхронного двигуна реалізовано за допомогою синхронного двигуна, який був механічно з'єднаний валом. До складу стенду входять наступні елементи: програмований логічний контролер CPU 1510SP-1 PN; комунікаційний процесор CP 1542SP-1 для підключення SIMATIC S7-ET200SP до мережі Industrial Ethernet; базовий електропривод змінного струму SINAMICS S120 CU320-2 PN; модулі керування інвертором асинхронного двигуна та синхронного DC 510-720 В, 2x4,8 кВт; 2x9 А у кількості 2 шт.; асинхронний двигун з короткозамкненим ротором 0,37 кВт, 1500 об/хв.; синхронний двигун з постійними магнітами 0,82 кВт, 3000 об/хв. В роботі вирішена задача з розробки математичної моделі зі скалярною та векторною системою керування з можливістю порівняльного аналізу перехідних процесів на реальному електроприводі.

Ключові слова: контролер, асинхронний двигун, синхронний двигун, перетворювач частоти, датчик струму, датчик швидкості

Вступ. В даній роботі розроблена математична модель частотно-керованого електропривода SINAMICS S120 у програмному забезпеченні TIA Portal [1] при відпрацюванні скалярного та векторного законів керування з різними варіантами навантажувальних діаграм.

Основний матеріал. До складу стенду входить програмований логічний контролер, модуль зв'язку з мережею, система керування випрямлячем (конвертором) та системи керування інверторами для асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором та синхронного двигуна з постійними магнітами.

Навчальний стенд з системою керування електроприводом змінного струму SINAMICS S120 має наступну комплектацію: SINAMICS керуючий модуль CU320-2 PN [6SL3040-1MA01-0AA0]; дводвигуновий модуль SINAMICS S120 вх. напр.: DC 600В вих. напр.: 3AC 400В, 9А/9А [6SL3120-2TE21-0AA4]; SIMATIC S синхронний серводвигун 1FK7 компактний 3,0 Нм, 1 00 К, 3000 об/хв, 0,82 кВт [1FK7042-5AF71-1DA0]; Siemens асинхронний двигун 220/380 V, 50 Hz, 1.86/1.07 А, 0.37 kW; SIMATIC DP, центральний процесор CPU 1512SP-1PN для ET 200SP [6ES7512-1DK01-0AB0]. Для навчального стенду виконано налагодження електроприводів, розроблена програма ПЛК для забезпечення їх спільної роботи та зняті навантажувальні діаграми роботи асинхронного двигуна.

Загальний вигляд та структурна схема стенду наведені на рисунку 1.

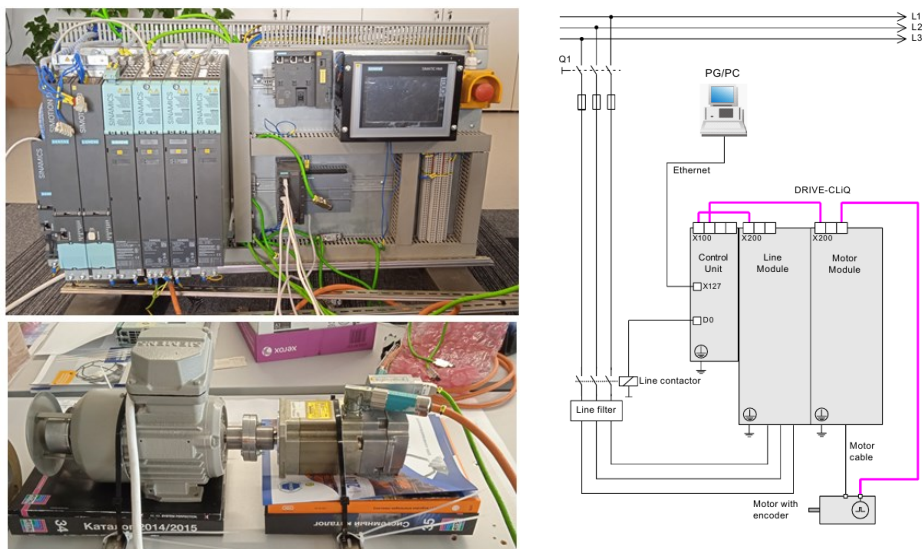


Рисунок 1 – Загальний вигляд та структурна схема стенду

Загальний вигляд обладнання та мережевий вигляд у середовищі TIA Portal наведений на рисунку 2.

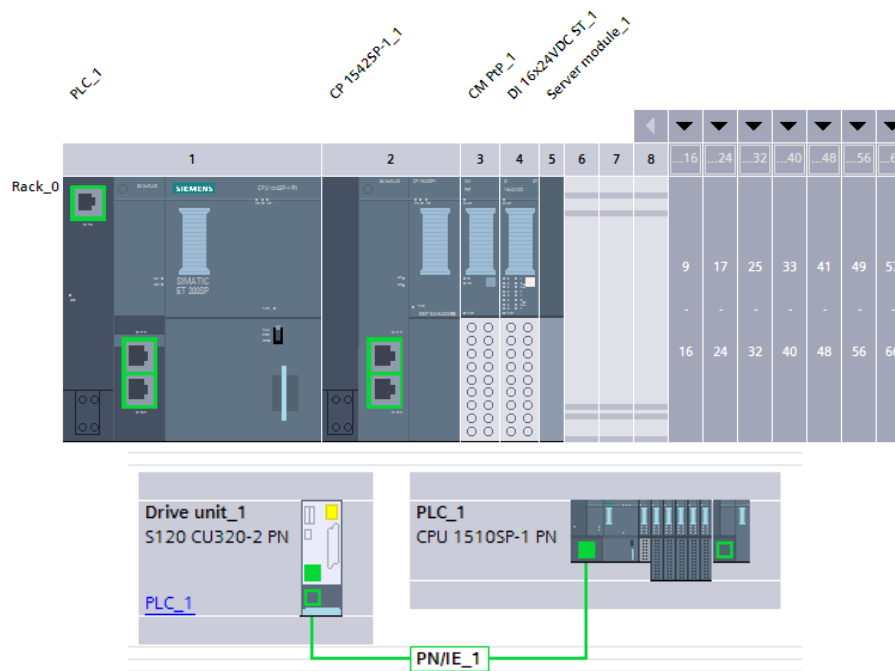
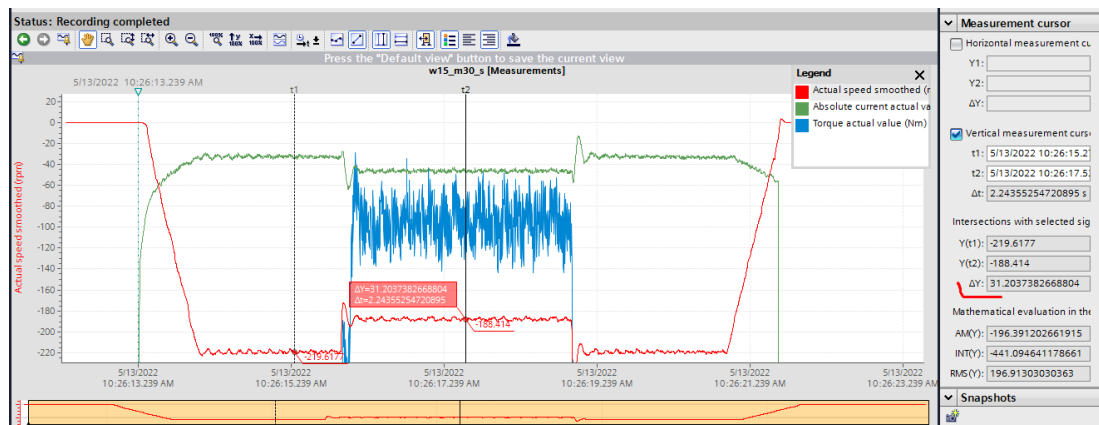
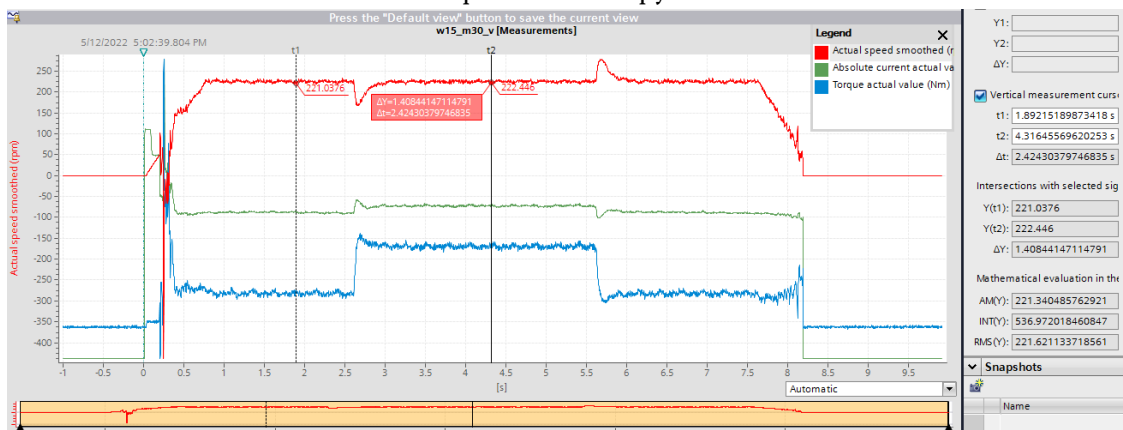


Рисунок 2 - Загальний вигляд обладнання та мережевий вигляд у середовищі TIA Portal

В результаті роботи частотного приводу були отримані різноманітні графіки перехідних процесів при скалярному та векторному способах керування. На рисунку 3 чітко видно статичну помилку за швидкістю при скалярному керуванні (15%) а при векторному вона відсутня. При скалярному керуванні коливальність моменту значна а при векторному вона практично відсутня. Значення різниці швидкостей наведено на рисунку 3 (у вікні праворуч з позначкою $\Delta Y = 31,2$ об / хв). На цьому графіку прийняті позначення w15 та m30 що означає значення швидкості 15% а моменту навантаження 30%. Далі на графіках ці значення відповідно змінювалися.



скалярний закон керування



векторний закон керування

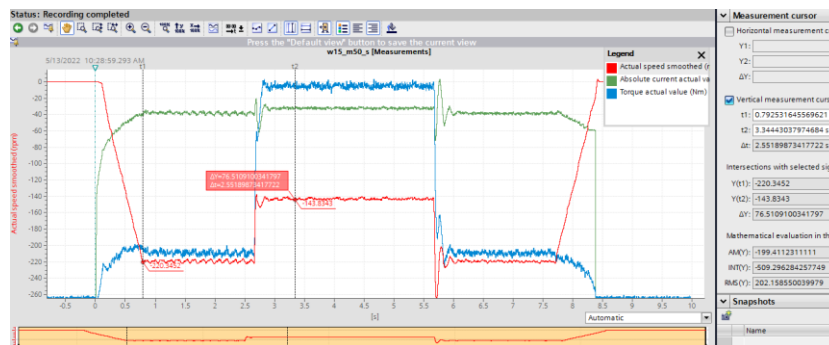
Рисунок 3 – Графіки перехідних процесів (варіант 1)

Від'ємні значення частоти обертів, струму та моменту пояснюється тим, що синхронний двигун був навантаженням для асинхронного і обертався у протилежному напрямку.

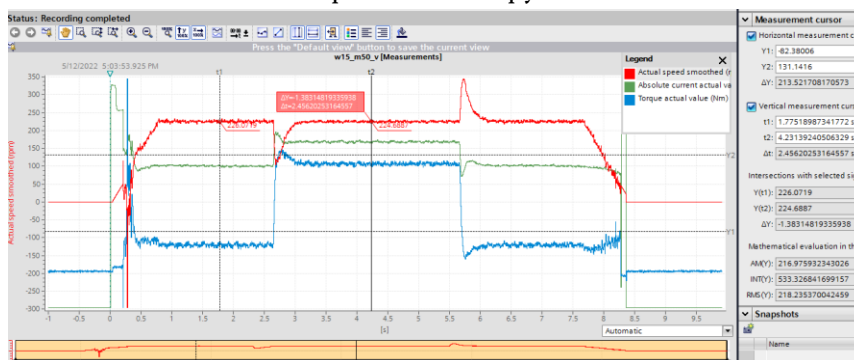
У порівнянні з рисунком 3 на рисунку 4 ми збільшили навантаження асинхронного двигуна з 30% до 50%. Статична помилка за швидкістю при скалярному керуванні збільшилася до 36%. Навантаження подається за часом 3с. Статична помилка за швидкістю при векторному керуванні практично відсутня. У порівнянні з рисунком 3 швидкість залишилася без змін. Коливальність за моментом у цьому випадку при скалярному та векторному керуванні практично відсутня.

На рисунку 5 у порівнянні з рисунком 4 та рисунком 3 збільшили швидкість асинхронного двигуна до 30%. Момент навантаження складав 30%, подавався за часом 3с. Неузгодження за швидкістю при скалярному керуванні складало $\Delta Y = 24,04$ об/хв, а статична помилка 5,4%. Таким чином, при

зростанні швидкості статична помилка значно скоротилася. При векторному законі керування статична помилка як і у попередніх випадках була відсутньою. Коливальність за моментом зростає.

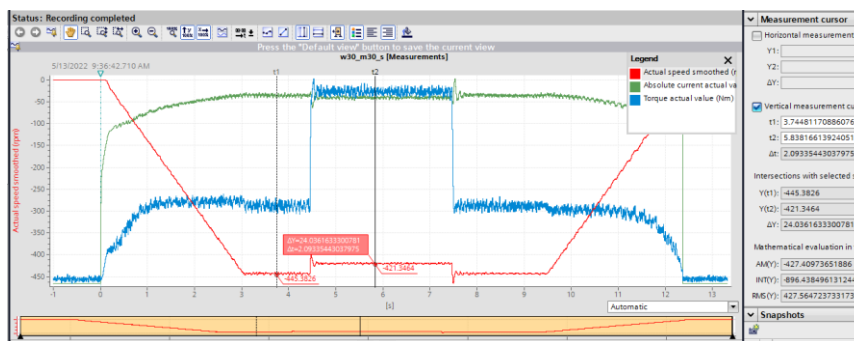


скалярний закон керування

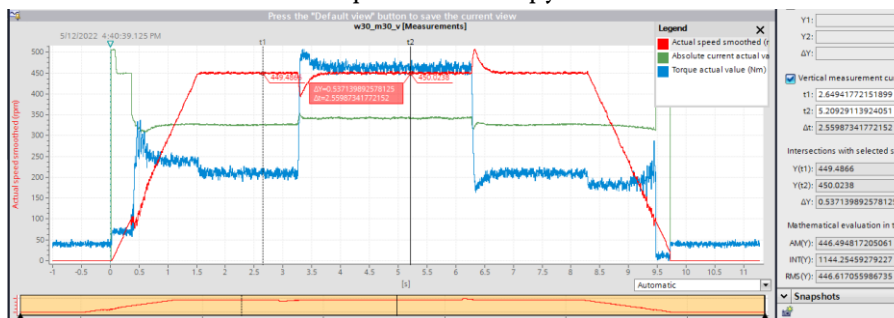


векторний закон керування

Рисунок 4 – Графіки перехідних процесів (варіант 2)



скалярний закон керування



векторний закон керування

Рисунок 5 – Графіки перехідних процесів (варіант 3)

Висновки. Отримані діаграми зміни зазначених координат електропривода відповідають реальним перехідним процесам які властиві векторним системам керування [2, 3]. На стенді, відповідно до одного із багатьох завдань, проводилися експерименти запуску асинхронного двигуна та подання різних варіантів навантаження за допомогою синхронного двигуна з постійними магнітами та його системою керування (варіанти 1, 2 та 3). Результати зняття графіків перехідних процесів за допомогою середовища TIA Portal за моментом та кутовою швидкістю при відпрацюванні скалярного закону керування та векторного наведені на рисунках 3, 4 та 5 відповідно. Результати даної роботи будуть використані при постановці лабораторних робіт з таких дисциплін як «Системи керування електротехнічними комплексами» та «Моделювання електромеханічних систем» в умовах кафедри електричної інженерії Українського державного університету науки і технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Siemens. Totally Integrated Automation Portal [Електронний ресурс] / Siemens // Siemens. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/lGADvng>.
2. Модель прямого керування моментом асинхронного двигуна у MATLAB / В. В.Стьопкін, О. В. Юдін, М. В. Котляр, О. О. Паламарчук. // Гірнича електромеханіка та автоматика. – 2020. – №103. – С. 26–31.
3. Півняк Г.Г., Волков О.В. Сучасні частотно-регульовані асинхронні електроприводи з широтно-імпульсною модуляцією: Монографія. – Дніпропетровськ: НГУ, 2006. – 470с.

RESEARCH INTO METHODS OF CONTROLLING AN ASYNCHRONOUS MOTOR ON A MATHEMATICAL MODEL OF A TRAINING STAND IN THE TIA PORTAL SIEMENS SOFTWARE

Vasyl Stepkin, Mykola Ivashchenko, Pavlo Shpachuk

Abstract. *In order to study the methods of controlling an asynchronous motor with a frequency converter of the SINAMICS S120 line from Siemens with the implementation of various types of load diagrams, a training stand was assembled and configured in the TIA Portal software. The load for the asynchronous motor was implemented using a synchronous motor, which was mechanically connected by a shaft. The stand includes the following elements: programmable logic controller CPU 1510SP-1 PN; communication*

processor CP 1542SP-1 for connecting SIMATIC S7-ET200SP to the Industrial Ethernet network; basic AC drive SINAMICS S120 CU320-2 PN; inverter control modules for asynchronous motors and synchronous DC 510-720 V, 2x4.8 kW; 2x9 A in the amount of 2 pcs.; asynchronous motor with a squirrel-cage rotor 0.37 kW, 1500 rpm; synchronous motor with permanent magnets 0.82 kW, 3000 rpm. The work solves the problem of developing a mathematical model with a scalar and vector control system with the possibility of comparative analysis of transient processes on a real electric drive.

Keywords: *controller, asynchronous motor, synchronous motor, frequency converter, current sensor, speed sensor*

REFERENCE

1. Siemens. Totally Integrated Automation Portal [Elektronnyi resurs] / Siemens // Siemens. – 2021. – Rezhym dostupu do resursu: <https://cutt.ly/IGADvng>.
2. Model priamoho keruvannia momentom asynkhronnoho dvyhuna u MATLAB / V. V. Stopkin, O. V. Yudin, M. V. Kotliar, O. O. Palamarchuk. // Hirnycha elektromekhanika ta avtomatyka. – 2020. – №103. – S. 26–31.
3. Pivniak H.H., Volkov O.V. Suchasni chastotno-rehulovani asynkhronni elektroprivody z shyrotno-impulsnoiu moduliatsiieiu: Monohrafiia. – Dnipropetrovsk: NHU, 2006. – 470s.