

Модальний регулятор стану для системи керування роботом-маніпулятором

Ціпов'яз А. О.

науковий керівник: Тачиніна О. М.
НН АКИ НАУ
Київ, Україна
artemiypromark@gmail.com

Зунунов А. О.

науковий керівник: Тачиніна О. М.
НН АКИ НАУ
Київ, Україна
artemiypromark@gmail.com

Анотація - у роботі виконано синтез модального регулятора стану для системи керування роботом-маніпулятором та проведено порівняльний аналіз налаштування регулятора методами Зіглера-Нікольса та методом NCD-технологія.

Ключові слова — система керування; простір станів; модальний регулятор; робот-маніпулятор; модальне керування; двигун постійного струму

I. ВСТУП

Щороку людина все більше і більше розширює сферу своєї діяльності та спрямовує свою роботу в ті середовища, де для її здоров'я і життя виникає загроза. Тому створення робото-технічних комплексів для роботи в небезпечних для людини умовах стало життєвою необхідністю.

Роботи стали невід'ємною частиною виробництва, допомагаючи людині в його трудовій діяльності. Вони дозволяють замінити монотонну фізичну працю, підвищити якість виробів, збільшити їх випуск.

Найбільшої популярності набули саме роботи-маніпулятори, здатні імітувати функції руки людини. На правильність виконання маніпуляцій роботом впливає система управління, вихідний сигнал якої поступає на привід, який, у свою чергу, приводить в дію маніпулятор. Аби ця система працювала належним чином необхідний регулятор.

Включення в контур управління неналаштованого регулятора не гарантує коректної роботи системи. Тому першочерговою задачею є саме його налаштування, що забезпечує необхідну якість та швидкість виконання поставленої задачі роботом-маніпулятором.

II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Для правильного налаштування регулятора необхідно оцінювати поточний стан об'єкта керування, що не завжди вдається виконати з заданою точністю або ж не вдається виконати взагалі. У такому випадку доцільно скористатись методом простору станів, який дозволить відновлювати змінні стани об'єкта за відомою інформацією про вхідні та вихідні сигнали. При цьому використання класичних регуляторів типу П, ПІ, ПІД є неефективним, тому для керування такою системою

пропонується використовувати модальний регулятор стану, який виконує роль корегуючого зворотнього зв'язку.

Метою роботи є синтез цифрового регулятора для системи автоматичного керування (САК) роботом-маніпулятором.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Модальне керування відноситься до кореневих методів синтезу лінійних САК, тобто виходячи з заданих показників якості управління будується необхідний характеристичний поліном та визначається місцеположення коренів характеристичного рівняння.

При керуванні станом привода робота-маніпулятора (двигун постійного струму), що забезпечує наближення характеристичного рівняння до бажаного, можливо скористатись спеціальним лінійним перетворенням, яке діагоналізує матрицю A , при цьому переводить математичну модель ДПС із простору фазових координат $\begin{bmatrix} i(n) \\ \omega(n) \end{bmatrix}$, які мають чітко означений фізичний зміст, до абстрактного простору без чітко означеного змісту, де легше виконати корегування динамічних властивостей ДПС. На рис. 1 представлена структурна схема підключення модального регулятора в контур управління двигуном постійного струму.

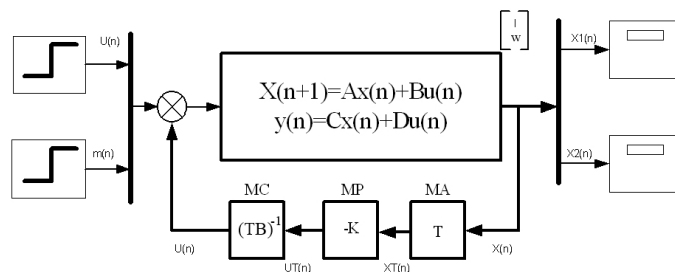


Рис. 3. Структурна схема ЦСАУ ДПС із корекцією динамічних властивостей ДПС за допомогою модального регулятора

На рис.1 : МА – модальний аналізатор – перетворює реальні виміри вихідних координат вектору стану ДПС у віртуальні координати в уявному просторі; МР – модальний регулятор – обчислює віртуальний вектор керування; МС – модальний синтезатор – обчислює реальний вектор управління.

Для коректної оцінки синтезованого регулятора було проведено порівняльний аналіз різних методів налаштування регулятора.

Для порівняння було обрано такі методи: метод Зіглера-Нікольса та метод NCD-технологія, один з яких є аналітичним, інший – програмним.

Імітаційне моделювання було виконано за допомогою програмного середовища MatLab. На вхід системи подається управління (напряга та момент навантаження), у вигляді одиничного скачка; на виході реєструється величина вихідних параметрів (струм та кутова швидкість). Графіки перехідних процесів при налаштуванні різними методами приведені на рисунках 2,3,4.

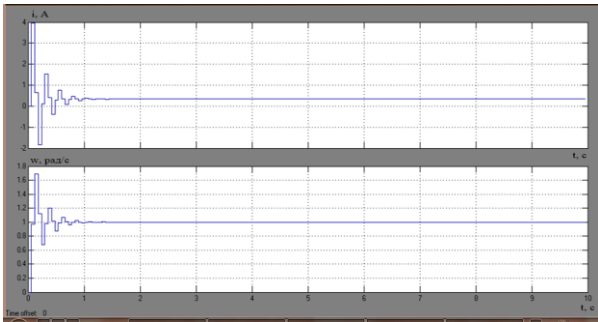


Рис. 4. Графік перехідних процесів за налаштування регулятора методом Зіглера-Нікольса

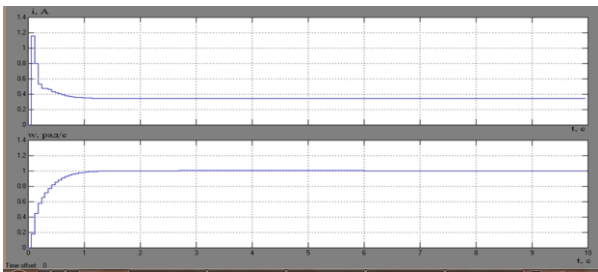


Рис. 5. Графік перехідних процесів за налаштування регулятора методом NCD – технологія

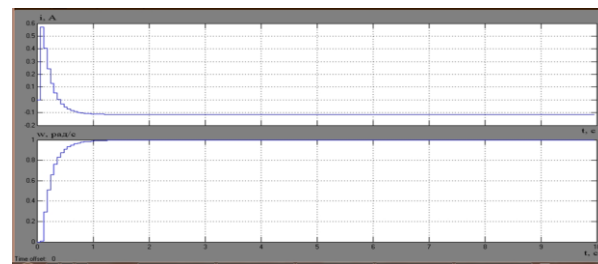


Рис. 6. Графік перехідних процесів за налаштування регулятора методом модального регулювання

Порівняння проводилось на основі таких якісних характеристик: час регулювання, перерегулювання та величина пускового струму. Результати представлені у табл. 1:

ТАБЛИЦЯ 1. ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА РІЗНИХ МЕТОДІВ НАЛАШТУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА

	Метод Зіглера-Нікольса	NCD-технологія MatLab	Модальний регулятор
Час регулювання (T, с)	1,65	1,38	1,26
Перерегулювання (σ, %)	57%	0%	0%
Величина пускового струму (I, А)	3,97	1,115	0,58

IV. ВИСНОВОК

У роботі синтезовано модальний регулятор стану для системи керування роботом-маніпулятором, а також здійснено налаштування регулятора на основі методу Зіглера-Нікольса та методу NCD-технології. Проведено імітаційне моделювання системи керування роботом-маніпулятором та виконано аналіз якісних характеристик перехідних процесів за різних методів налаштування регулятора.

Результати порівняльного аналізу різних методів налаштування регулятора показали, що використання синтезованого модального регулятора для досліджуваної системи керування приводом роботом-маніпулятором є доцільним та ефективним. Зокрема, було досягнуто таких показників: зменшено час регулювання на 0,12 с; відсутнє перерегулювання; зменшено величину пускового струму на 0,535 А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Борцов Ю. А., Поляхов Н. Д., Путов В. В. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением.– Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с.
- [2] Борцов Ю. А., Второв В. Б. Математические модели и алгебраические методы расчета автоматизированных систем. учеб. пособие. ЭТИ. СПб, 1992. – 67 с.
- [3] Дьяконов. В. П. Matlab 6.5 SP1/7+ Simulink 5/6 в математике и моделировании. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576с.
- [4] Репнікова Н. Б. Теорія автоматичного керування: класика і сучасність; підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2011р.; – 328 с.
- [5] Каргин А. А. Введение в интеллектуальные машины. Книга 1. Интеллектуальные регуляторы. – Донецк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. – 526 с.
- [6] Медведев В. С., Лесков А. Г., Ющенко А. С. Системы управления манипуляционных роботов. – М.: Наука, 1978. – 416 с.