

ВПЛИВ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ІЗ ЗАГАЛЬНИМ СУМАТОРОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлена модель схеми автоматичного керування. Поступове відключення та подальше додавання елементів схеми, а саме сталих часу, дозволить простежити зміни у перехідних процесах цієї системи з різною комбінацією сталих часу. Що своєю чергою дозволить зробити висновки стосовно ролі кожної з цієї сталої часу на формування загальної динаміки системи.

Ключові слова: модель системи, сталі часу, прямий канал регулювання, перехідні характеристики, струм, швидкість, усталений режим, точність моделювання.

Abstract

The paper presents a model of an automatic control circuit. Gradual disconnection and subsequent addition of circuit elements, namely time constants, will allow tracking changes in the transient processes of this system with different combinations of time constants. This, in turn, will allow conclusions to be drawn about the role of each of these time constants in shaping the overall dynamics of the system.

Key words: system model, time constants, direct control channel, transient characteristics, current, speed, steady state, modeling accuracy.

Вступ

В даній роботі розглядається модель електропривода із загальним суматором, побудована у середовищі MATLAB/Simulink. Метою дослідження є оцінка впливу сталих часу у прямому каналі регулювання на якість перехідних характеристик системи.

Результати дослідження

Ефективність роботи систем автоматичного керування значною мірою визначається якістю перехідних характеристик, які, у свою чергу, залежать від параметрів елементів прямого та зворотного каналів регулювання [1]. Відомо, що сталі часу, які враховують інерційність окремих ланок, впливають на швидкодію, коливальність і точність системи [2]. Тому дослідження впливу сталих часу на форму та якість перехідних характеристик дозволяє точно аналізувати часові залежності та поведінку системи в різних умовах [3].

Для досягнення поставленої мети змодельємо роботу системи в кількох варіантах, що відрізняються значеннями сталих часу. Умовно сталі часу позначаються як T_{tz} , T_{zz} та T_{zzw} , комбінації сталих в кожному випадку наведено у таблиці 1. Модель системи наведена на рисунку 1, при цьому відповідні сталі часу розміщені в елементах під номерами 4, 12, 23 та 24. Для зручності аналізу результати моделювання подано у вигляді сукупних графіків (рис.2,а)

1 комбінація	2 комбінація	3 комбінація	4 комбінація	5 комбінація
$T_{tz} = 0$	$T_{tz} = \text{розр.знач.}$	$T_{tz} = \text{розр.знач.}$	$T_{tz} = \text{розр.знач.}$	$T_{tz} = \text{розр.знач.}$
$T_{zz} = 0$	$T_{zz} = 0$	$T_{zz} = \text{розр.знач.}$	$T_{zz} = 0$	$T_{zz} = \text{розр.знач.}$
$T_{zzw} = 0$	$T_{zzw} = 0$	$T_{zzw} = 0$	$T_{zzw} = \text{розр.знач.}$	$T_{zzw} = \text{розр.знач.}$

Таблиця 1. Комбінації сталих часу в різних випадках моделювання

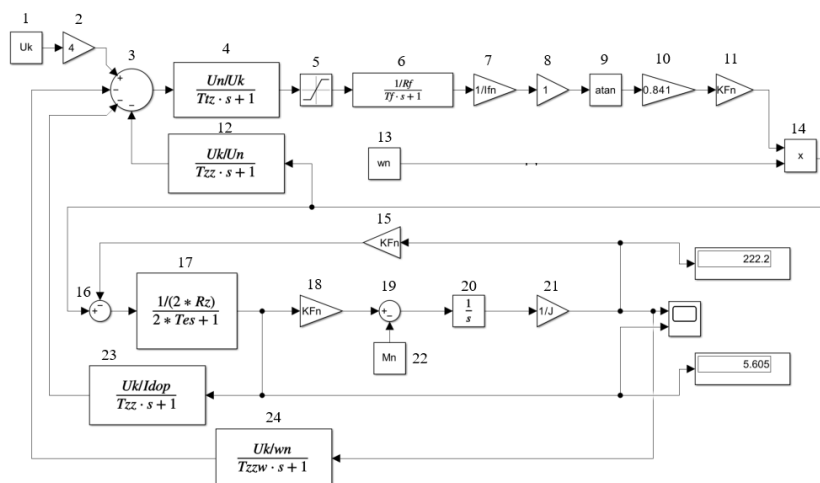


Рисунок 1. Схема привода

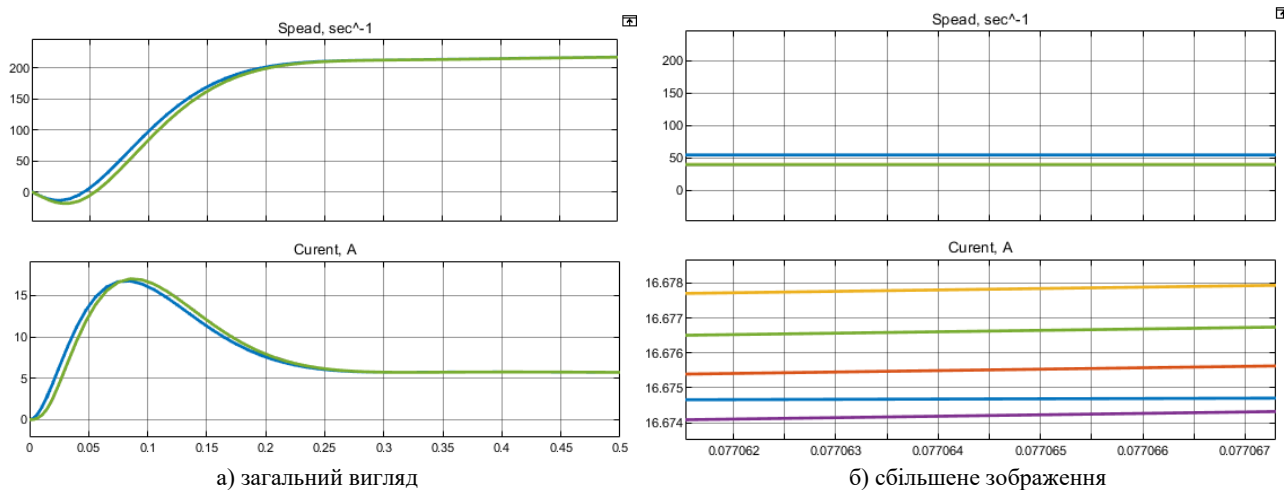


Рисунок 2. Графіки перехідних характеристик

Як видно з рисунка 2а, перехідні процеси системи, змодельованої за різних комбінацій сталих часу в прямому каналі регулювання, практично збігаються за своїм характером. Відмінності між кривими є незначними, що свідчить про низьку чутливість системи до зміни значень сталих часу. Помітно відокремлюється лише графік, позначений синім кольором (рис 2а), який відповідає першому варіанту моделювання, коли всі сталі часу T_{tz} , T_{zz} та T_{zzw} приймали нульові значення. У цьому випадку система демонструє більш різкий характер перехідного процесу: швидше зростання швидкості та струму, наявність невеликого перерегулювання і коротший час встановлення порівняно з іншими випадками. Це пояснюється відсутністю інерційних ланок, що згладжують динамічну реакцію системи.

На збільшеному фрагменті, поданому на рисунку 2б, детально показано ділянку поблизу пікового значення струму та середню ділянку наростання швидкості, де проявляються мінімальні, але вимірювані відмінності між різними комбінаціями сталих часу. Максимальна різниця струму становить приблизно 0,004 А, що є незначною відносно абсолютних величин сигналу. Різниця між швидкістю майже відсутня, різниця є лише в часі досягнення певного значення. Після приблизно 0,3 с, коли система переходить у сталий режим, усі графіки збігаються майже повністю як за струмом, так і за швидкістю, що свідчить про тотожність усталених характеристик.

Для подальшого аналізу змодельовано роботу привода в реверсивному режимі. Структурна схема системи при цьому не зазнає суттєвих змін, однак сталі часу тепер розміщені в елементах з номерами 7, 15, 30 та 31. Модифікована схема привода подана на рисунку 3, а відповідні графіки перехідних характеристик наведено на рисунку 4.

плавнішим, однак загалом відмінності залишаються малопомітними. У сталому режимі після завершення реверсу графіки повністю збігаються як за струмом, так і за швидкістю, що підтверджує симетричність динамічних властивостей привода відносно напрямку обертання.

Отже, результати моделювання показують, що врахування сталих часу у прямому каналі регулювання майже не впливає на кінцеву точність моделі електропривода та його усталені характеристики. Основний ефект проявляється лише на початковому етапі перехідного процесу, де незначно змінюються форма кривої струму та швидкість наростання сигналу. Таким чином, додавання сталих часу у схему регулювання доцільне лише у випадках, коли необхідно підвищити точність відображення динамічних властивостей системи або забезпечити її стійкість за більш складних умов роботи, тоді як у базовій моделі це лише ускладнює розрахунки без істотного покращення результату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огарь О.М. Теорія автоматичного керування: навчальний посібник. - Київ: НТУУ «КПІ», 2016. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/f20dcc38-85e4-43da-81e1-b805f3e35f0d/download>
2. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern Control Systems. - 13th ed. - Pearson, 2017. Retrieved from: https://books/2021/Dorf_Modern_control_systems_2017.pdf
3. Ogata K. Modern Control Engineering. - 5th ed. - Prentice Hall, 2010. Retrieved from: https://mechfamily-ju.com/storage/images/files/file_17314308026pQTy.pdf

Мошноріз Микола Миколайович - канд. техн. наук, завідувач катедри, доцент катедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет. Вінниця, e-mail: mailtomailtomoshnoriz@vntu.edu.ua

Радченко Ілля Максимович - студент групи ЕМСА-23б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lumpen576@gmail.com

Moshnoz Mykola M. - PhD, Head of Department, Associate Professor of the Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnitsa National Technical University. Vinnitsa, e-mail: mailtomailtomoshnoriz@vntu.edu.ua

Radchenko Ilya M. - student of the EMSA-23b group, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lumpen576@gmail.com