

АСПЕКТИ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛАНОК ТА СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Приймак Б.І., к.т.н., доц., Дядечко С.М., Сидоренко С.А., магістранти
НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. В навчальній дисципліні "Теорія автоматичного керування" важлива роль відводиться питанням визначення часових і частотних характеристик динамічних ланок та систем автоматичного керування (САК) [1]. На сьогоднішній день на кафедрі АЕМС-ЕП є актуальною побудова стенду для виконання лабораторної роботи за даною тематикою. Очевидно, що успішне розв'язання цієї задачі вимагає деталізованого розгляду аспектів практичної реалізації даного стенду.

Метою праці є вирішення першочергових питань практичної реалізації лабораторного стенду для дослідження ланок та систем автоматичного керування.

Матеріали дослідження. До першорядних питань практичного втілення лабораторного стенду можуть бути віднесені вибір керуючого контролера та засобів його програмування, остаточне встановлення множини досліджуваних об'єктів та вибір варіанту їх фізичної реалізації, побудова уточненої функціональної схеми стенду.

Керуючим контролером було вибрано бюджетну, але багатофункціональну плату Arduino Uno R3 на базі мікроконтролера Atmel 1317. Перевага його в тому, що контролер можна програмувати за допомогою програмного середовища Matlab/Simulink. При цьому слід завантажити додаткові бібліотеки, які дають можливість використовувати спеціальний блок для програмування контролера.

Коротка характеристика контролера, згідно з офіційним сайтом проекту Arduino [3], є наступною. Платформа має 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можуть використовуватись як ШІМ), 6 аналогових входів, кварцовий генератор на 16 МГц, роз'єм USB, силовий роз'єм, роз'єм ICSP і кнопку для перезавантаження програми. Максимальний постійний струм, який протікає через вхід/вихід, – 40 мА, максимальний постійний струм напруги 3.3В сягає 50 мА, флеш-пам'ять: 32 Кб, з яких 0.5 Кб використовуються для завантаження програми, 2 Кб оперативної пам'яті ОЗУ. Для роботи з контролером, необхідно підключити платформу до комп'ютера через кабель USB, або подати живлення за допомогою адаптера АС/DC чи батареї.

Функціональна схема лабораторного стенду представлена на рис. 1, де вжито наступні позначення: ПК – персональний комп'ютер; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ПН – підсилювач потужності; ОД – об'єкти дослідження; ФНЧ – фільтр низьких частот; БЖ – блок живлення; ДО – цифровий вихід; ШІМ – широтно-імпульсний модулятор; МП – масштабувальний перетворювач.

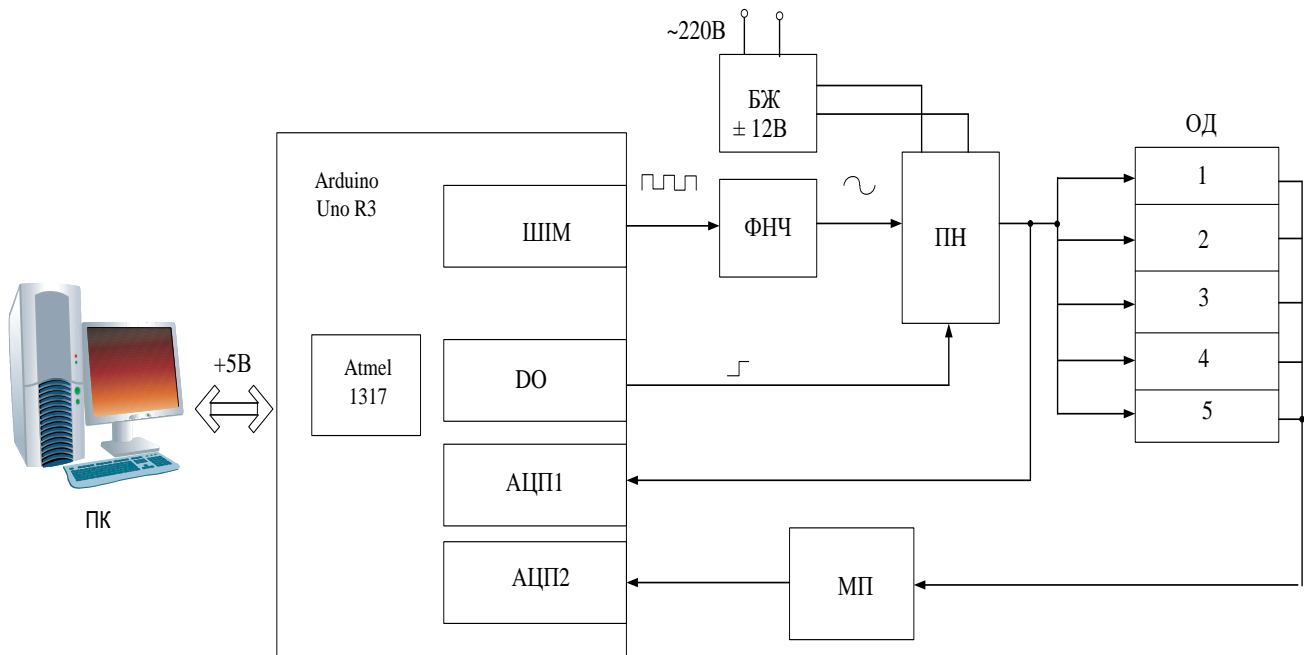


Рисунок 1 – Функціональна схема стенду

Досліджувані об'єкти будуть реалізовані на стенді, і матимуть такі передатні функції:

$$\text{ОД1} - \text{аперіодична ланка I-го порядку} - W(p) = \frac{k_0}{T_1 p + 1}$$

$$\text{ОД2} - \text{реальна диференціювальна ланка} - W(p) = \frac{k_0 p}{T_1 p + 1}$$

$$\text{ОД3} - \text{ланка 2-го порядку} - W(p) = \frac{k_0}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}, \frac{T_2}{T_1} < 2, \frac{T_2}{T_1} > 2$$

$$\text{ОД4} - \text{немінімально-фазова ланка} - W(p) = \frac{T_1 p - 1}{T_2 p + 1}$$

ОД5 – САР швидкості частотно-керованого асинхронного двигуна з ПІД-регулятором – $W(p) = B(p)/A(p)$, де $B(p)$, $A(p)$ – деякі поліноми; $p \equiv \frac{d}{dt}$ – оператор диференціювання.

Як перетворювач частоти в ОД5 передбачається застосувати перетворювач фірми Danfoss.

Фізична реалізація ОД буде реалізована різними способами. Деякі об'єкти будуть зібрані на основі електронних елементів. Інші являтимуться конкретними фізичними об'єктами. Зокрема аперіодична ланка 1-го порядку та реальна диференціювальна ланка будуть реалізовані на електронних елементах і зібрані відповідно до відомих електричних схем корегувальних пристроїв [1]. Ланка 2-го порядку буде реалізована на основі двигуна постійного струму з незалежним збудженням, де входом є напруга якоря, а виходом – напруга

тахогенератора, що пропорційна швидкості обертання валу двигуна. При цьому на основі даного двигуна буде реалізована як коливальна, так і аперіодична ланка 2-го порядку за рахунок зміни співвідношення електромагнітної T_e та електромеханічної T_m сталих часу двигуна.

Потрібно зазначити, що плановані на стенді дослідження мають на меті визначення характеристик у часовій та частотній областях. При цьому часові характеристики отримуватимуться шляхом визначення реакції ОД на стрибкоподібну вхідну дію. Частотні характеристики передбачається отримувати двома шляхами. Перший шлях полягає у формуванні низки гармонічних сигналів з різними частотами та фіксуванням амплітуди і фази сигналів на виході досліджуваних ланок. Другий шлях полягає у застосуванні швидкого перетворення Фур'є [2] до часових перехідних характеристик об'єктів дослідження.

Дуже важливою є робота з програмним забезпеченням контролера. Звісно, максимально можливою мірою програмування передбачається виконувати у середовищі Matlab/Simulink. Сюди відносяться в першу чергу програми візуалізації та математичного оброблення даних, а також побудова графічного інтерфейсу користувача, для лабораторного стенду.

Також планується використання системи емуляції Arduino, що має назву VirtualBreadboard. Відповідна програма являє собою один exe-файл і є загальнодоступною в мережі Internet. Дана система емуляції дозволяє писати програми та фрагменти програм для контролера Arduino і зразу бачити як вони працюють.

Також система емуляції VirtualBreadboard має засоби налагодження програм та чималий набір бібліотечних компонентів для проектування схем різного призначення.

Підсумки. Розглянуто першочергові питання практичної реалізації лабораторного стенду для дослідження ланок та систем автоматичного керування, що призначений для оновлення лабораторного практикуму з навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування». Вибрано сучасний контролер Arduino Uno R3, наведено його характеристики та засоби програмування. Деталізовано множину об'єктів дослідження та варіанти їх фізичної реалізації.

Перелік посилань

1. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування : підруч. для студ. вищ. техн. навч. закл. / М.Г.Попович, О.В. Ковальчук.– К. : Либідь, 2007.– 656 с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник в 5-и тт. Т.1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / Под ред.. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ, 2004. – 656 с.
3. Офіційний сайт проекту Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.arduino.cc .