

# ПОБУДОВА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА ЯКОСТІ ЛІНІЙНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

**Пасека Ю.В., Гусаковський М.В., студенти, Приймак Б.І., к.т.н., доц.**  
*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу*

**Вступ.** Засвоєння навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування» при підготовці бакалаврів за спеціальністю «електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» потребує ґрунтовного вивчення тем, що стосуються стійкості та якості лінійних систем автоматичного керування (САК) [1]. Згідно з програмою дисципліни, студенти повинні вміти досліджувати питання стійкості та визначати показники якості САК.

У лабораторному практикумі, який виконується на кафедрі АЕМС-ЕП, існує лабораторна робота за даною тематикою. Проте вона реалізується віртуально на комп'ютері у середовищі Matlab/Simulink, а її змістовна частина потребує певного розвитку. Тому на сьогодні є актуальною побудова сучасного комп'ютеризованого лабораторного стенду для вивчення зазначених тем.

**Метою роботи** є розробка принципів побудови комп'ютеризованого лабораторного стенду для вивчення тем стійкості та якості лінійних САК.

**Матеріали дослідження.** Для виконання програми лабораторної роботи, лабораторний стенд повинен забезпечувати реалізацію наступних функцій:

- 1) налаштування сталих часу ланок об'єкта керування САК для можливості реалізації потрібної кількості варіантів лабораторної роботи;
- 2) зміну коефіцієнта передачі регулятора САК для отримання різних типів перехідного процесу та переходу межі стійкості системи;
- 3) формування у досліджуваній САК постійних за значенням та стрибкоподібних за формою зовнішніх задавальної та збурювальної дій;
- 4) фіксування в пам'яті комп'ютера та візуалізація на його моніторі реакцій САК на зовнішні дії.

До найголовніших питань практичного втілення лабораторного стенду належать вибір керуючого контролера, встановлення способу практичної реалізації досліджуваної системи, забезпечення комп'ютерної візуалізації та оброблення експериментальних даних.

Керуючим контролером було обрано Arduino Uno на базі процесора Rev3. Основні його переваги такі: багатofункціональність, взаємодія з програмним середовищем Matlab/Simulink, вільний доступ до інтегрованого середовища розробки програм та порівняно невелика ціна. Коротка характеристика контролера, згідно з сайтом проекту Arduino [2], є наступною: 14 цифрових входів/виходів (з них 6 можуть використовуватися як ШІМ-виходи), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішнього схемного програмування і кнопка RESET. Для початку роботи з пристроєм досить подати живлення від AC/DC-адаптера

або батарейки, або підключити його до комп'ютера за допомогою USB-з'єднувача.

Функціональна схема лабораторного стенду представлена на рис. 1, де позначено: ПК – персональний комп'ютер; КК – керуючий контролер; ДВ – дискретні виходи; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; БЕП – блок електронних пристроїв; БОК – блок органів керування; БЖ – блок живлення.

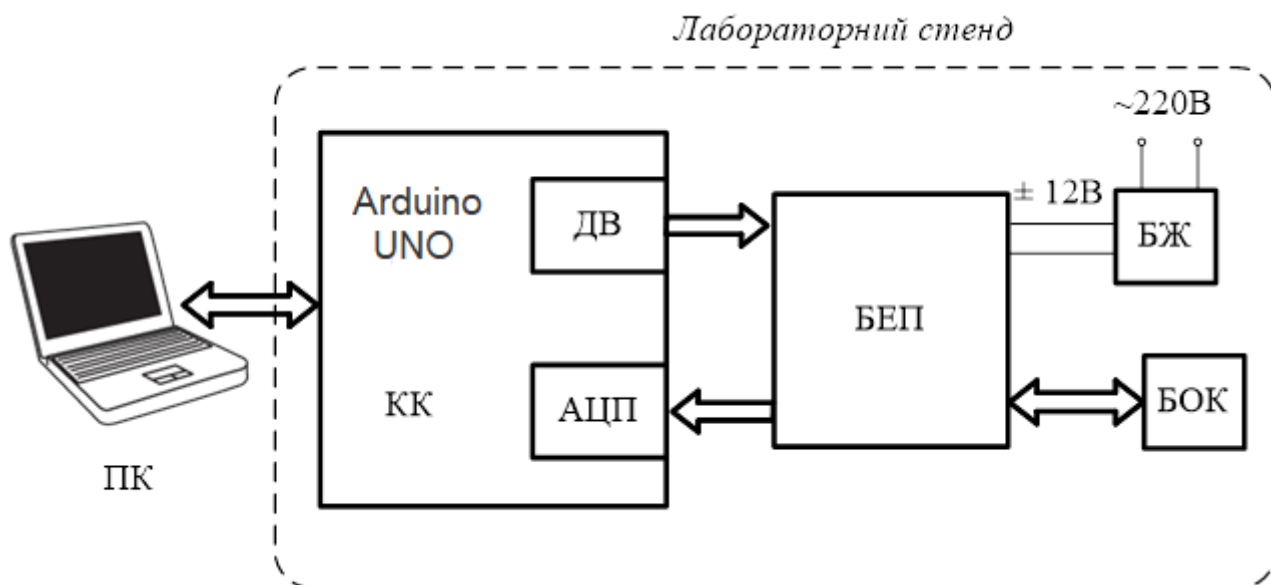


Рисунок 1 – Функціональна схема лабораторного стенду

Компоненти лабораторного стенду мають наступний склад та призначення. До БЕП відносяться реалізований на операційних підсилювачах об'єкт керування у вигляді послідовно з'єднаних трьох аперіодичних ланок 1-го порядку та пропорційний регулятор САК. За допомогою БОК здійснюються комутації для вибору сталих часу ланок об'єкта керування та типу зовнішньої дії, що поступає на систему керування, а також реалізується налаштування коефіцієнта передачі регулятора та значення зовнішньої дії. БЖ забезпечує живлення стенду двополярною стабілізованою напругою  $\pm 12\text{В}$ . КК здійснює обмін інформацією з ПК та формує зовнішні дії на досліджувану систему за допомогою ДВ. Також в пам'ять контролера через АЦП вводиться масив значень керованої величини під час перехідного процесу в САК внаслідок стрибкоподібної зміни завдання або збурення.

Функції керування стендом мають дворівневу організацію. Перший рівень є фізичним, він здійснюється органами керування, які розташовані безпосередньо на панелі лабораторного стенду. На цьому рівні студенти, відповідно до свого варіанту лабораторної роботи, можуть вибрати параметри об'єкта керування та встановити потрібне значення коефіцієнта передачі регулятора і задати тип та величину зовнішньої дії на систему.

Другий рівень керування стендом є віртуальним. Він реалізований у програмному забезпеченні Matlab/Simulink на основі графічного інтерфейсу користувача (Graphic User Interface – GUI) як віртуальний пульта керування на моніторі комп'ютера. Копія монітора з GUI представлена на рис. 2.

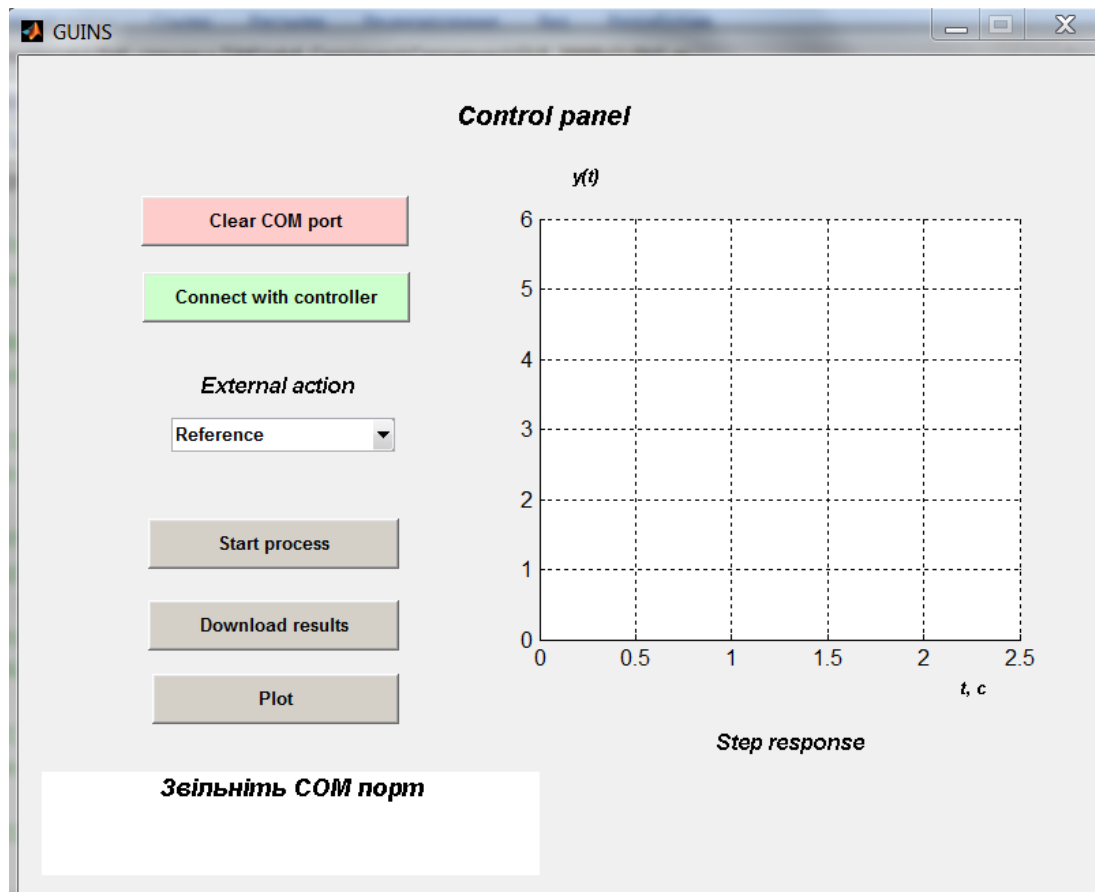


Рисунок 2 – Віртуальний пульти керування лабораторним стендом

За допомогою GUI студенти можуть вибирати в САК зовнішні дії “Reference” чи “Disturbation” та ініціювати їх стрибкоподібну зміну від нуля до заданої величини шляхом натискання кнопки “Start process”. Кнопка “Download results” призначена для запуску зчитування в пам'ять комп'ютера масивів значень керованої величини  $y(t)$  та завдання  $g(t)$  або збурення  $f(t)$ , зафіксованих протягом перехідного режиму роботи САК в пам'яті контролера. Після натискання кнопки “Plot” криві перехідних процесів відображаються у графічному вікні GUI. Отримані графіки студенти можуть скопіювати для використання у звіті з лабораторної роботи.

**Висновки.** Висвітлено основні положення практичної реалізації комп'ютеризованого лабораторного стенду для дослідження питань стійкості та якості лінійних систем автоматичного керування. Використання цього стенду у лабораторному практикумі з навчальної дисципліни "Теорія автоматичного керування" сприятиме підвищенню рівня знань студентами відповідних розділів дисципліни.

#### Перелік посилань

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування : Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007.– 656 с.
2. Офіційний сайт проекту Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc).