

Міністерство освіти і науки  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки

Магістерська кваліфікаційна робота  
на тему:

**«Лабораторний стенд для дослідження  
мікропроцесорної системи керування двигуном  
постійного струму»**

*Виконав:* ст. гр. ЕПА – 14м

*Дідушок О.В.*

*Науковий керівник:* к.т.н., доц.

*Мошноріз М.М.*

# Лабораторний стенд для дослідження мікропроцесорної системи керування двигуном постійного струму

**Актуальність.** Удосконалювання систем електропривода вимагає постійно підвищувати технічний рівень навчальних лабораторій. Використовувані сьогодні лабораторні стенди, що включають до свого складу електромеханічні системи, контроль параметрів яких здійснюється аналоговими приладами, низько інформативні. Тому існує потреба у виготовленні нового стенда, який істотно підвищить якість навчання, зменшить необхідний для засвоєння інформації студентами час.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є розробка лабораторного стенду системи ШП-ДПС, який дозволить виконувати вимірювання та налаштування параметрів електропривода в процесі роботи.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

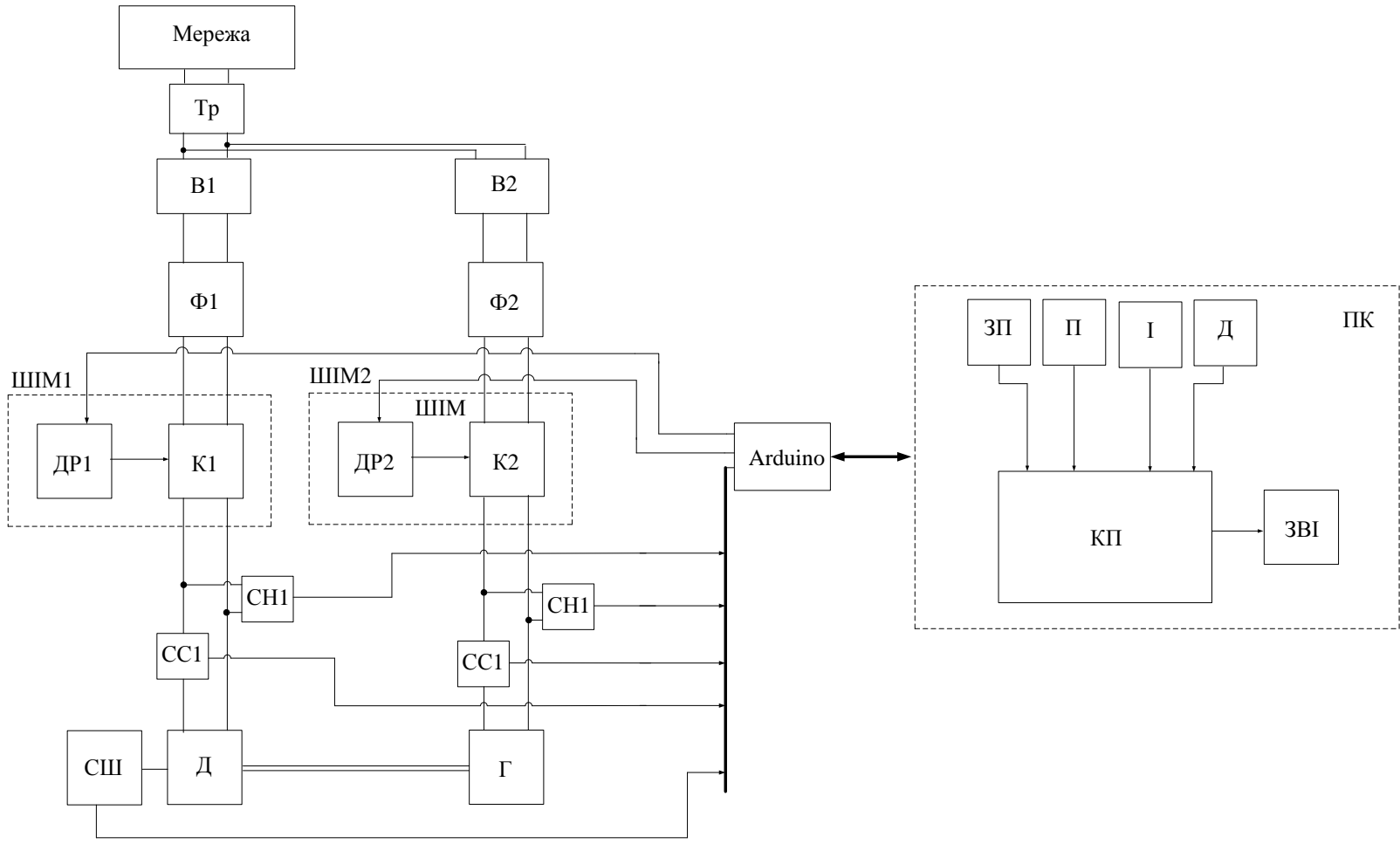
- аналіз існуючих підходів до побудови цифрових систем керування електроприводами постійного струму ;
- розробити структурну та функціональну схеми стенда;
- вибрати елементи та побудувати схему електричну принципову;
- дослідити режими роботи двигуна постійного струму (статичні та динамічні характеристики).

## **Наукова новизна одержаних результатів:**

1. Отримав подальшого розвитку підхід до дослідження динамічних характеристик електропривода постійного струму за схемою ШП-ДПС, який на відміну від відомих дозволяє побудувати та проаналізувати перехідні характеристики замкненої системи електропривода з різними параметрами та типами регуляторів в режимі реального часу, що дало змогу ефективніше проводити лабораторні дослідження розглянутої системи електропривода.
2. Отримав подальшого розвитку метод розрахунку систем ШП-ДПС, який на відміну від відомих дозволяє обрати параметри регуляторів, при яких система працює з потрібним перерегулюванням та часом регулювання.

# Схема електрична структурна

08-19.МКР.002.00.000 Е1

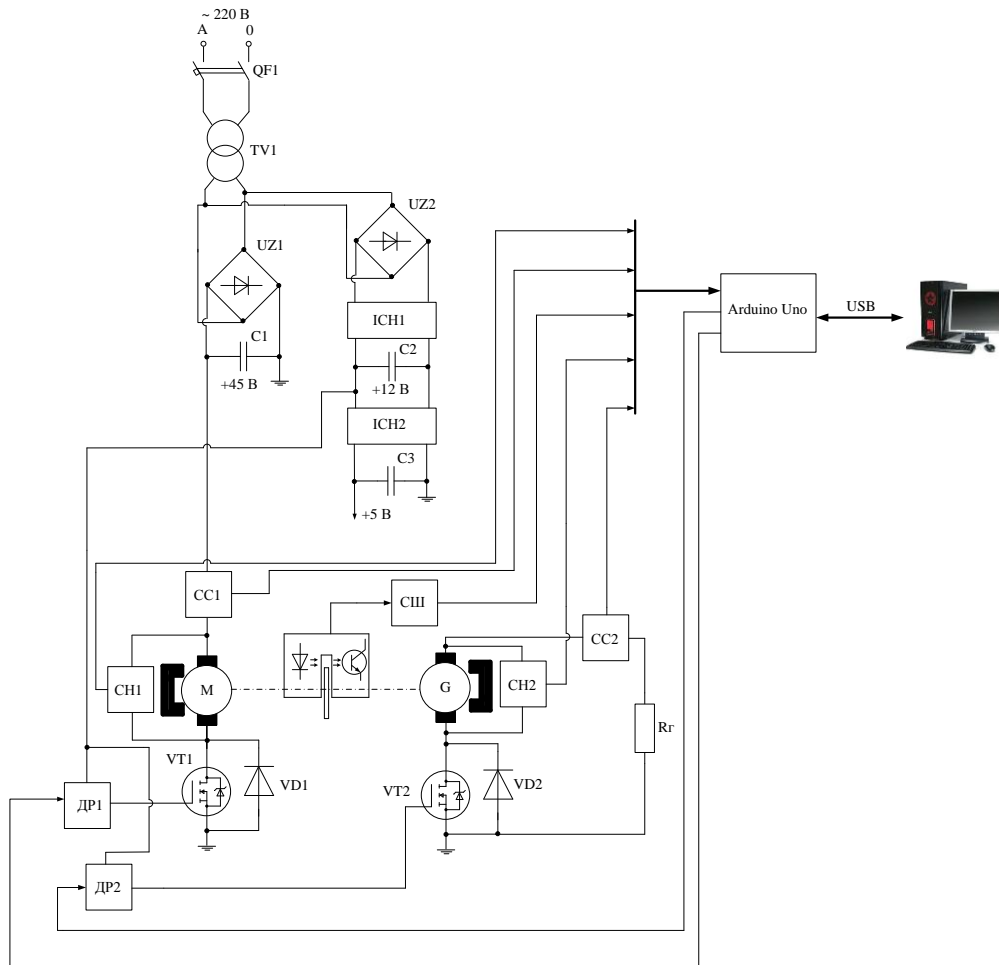


Лист № 0001 / Штук 1 аркуш / Всього листів № 1 / Всього аркушів № 1 / Назва: Схеми

08-19.МКР.002.00.000 Е1				Літера	Місце	Масштаб
Зв.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	у	
Проблема	Діагностика	О.В.				
Об'єкт	Розробка	Миколайчук М.М.			Архив 1	Архив 1
Об'єкт	Розробка	Богачев В.В.				
Навчальн.	Бачин С.М.					ВНТУ, ЕПА-14м
Дат.	Кучин В.М.					

# Схема електрична функціональна

08-19.МКР.002.00.000 Е2



Лист № 001  
Лист № 002  
Лист № 003  
Лист № 004  
Лист № 005  
Лист № 006  
Лист № 007  
Лист № 008  
Лист № 009  
Лист № 010  
Лист № 011  
Лист № 012  
Лист № 013  
Лист № 014  
Лист № 015  
Лист № 016  
Лист № 017  
Лист № 018  
Лист № 019  
Лист № 020

08-19.МКР.002.00.000 Е2				Лист №	Масштаб
Діаг.	№ докум.	Підп.	Дата	1	
Розробив	Корольов С.В.			1	
Перевірив	Богданов М.М.				
Одз. реценз.	Богданов М.М.				
Назнач.	Богданов С.М.				
Висл.	Кучин В.М.				

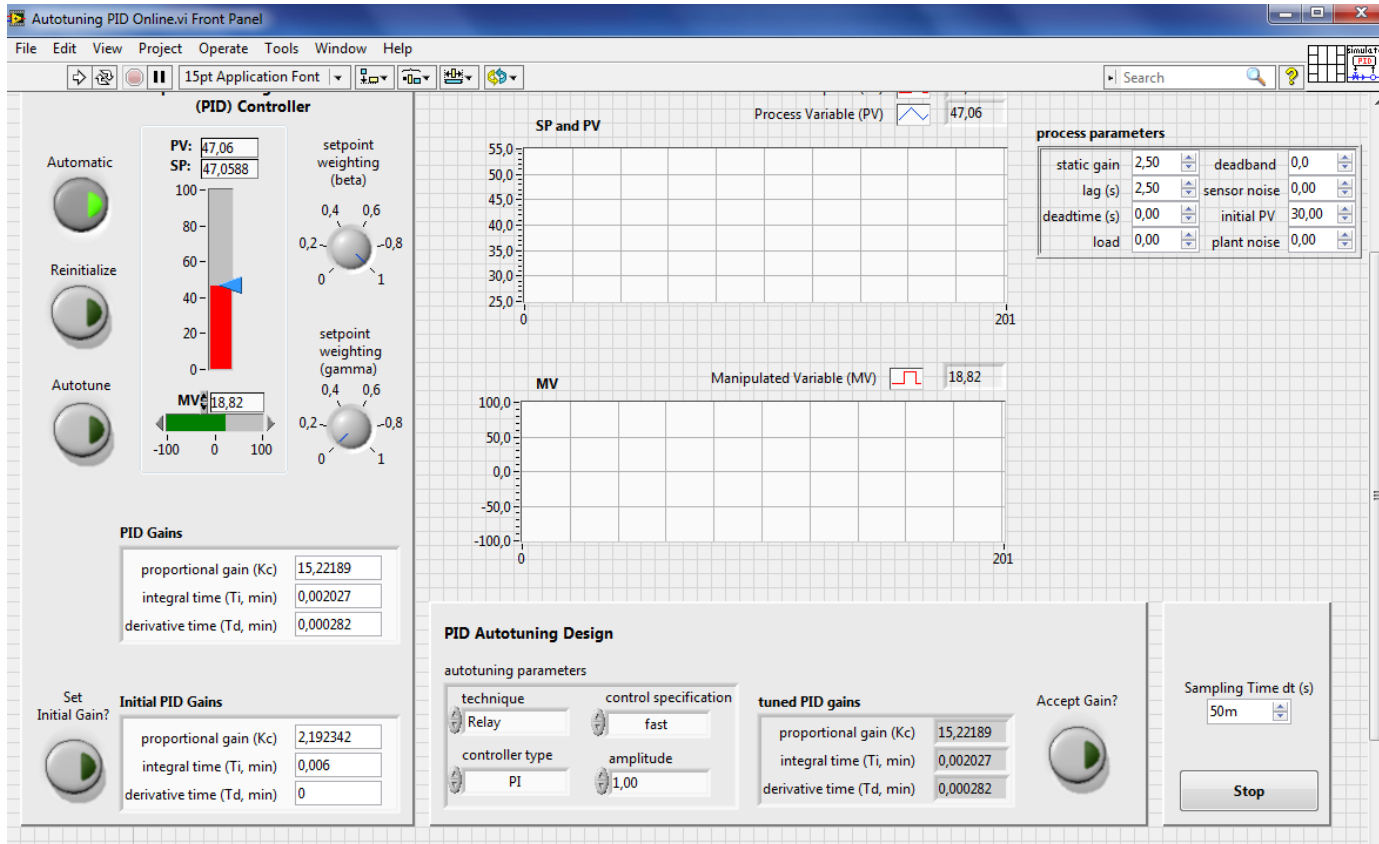
Лабораторний стенд для дослідження мікропроцесорної системи керування двигуном постійного струму. Схема електрична функціональна

Аркуші 1 | Аркушів 1

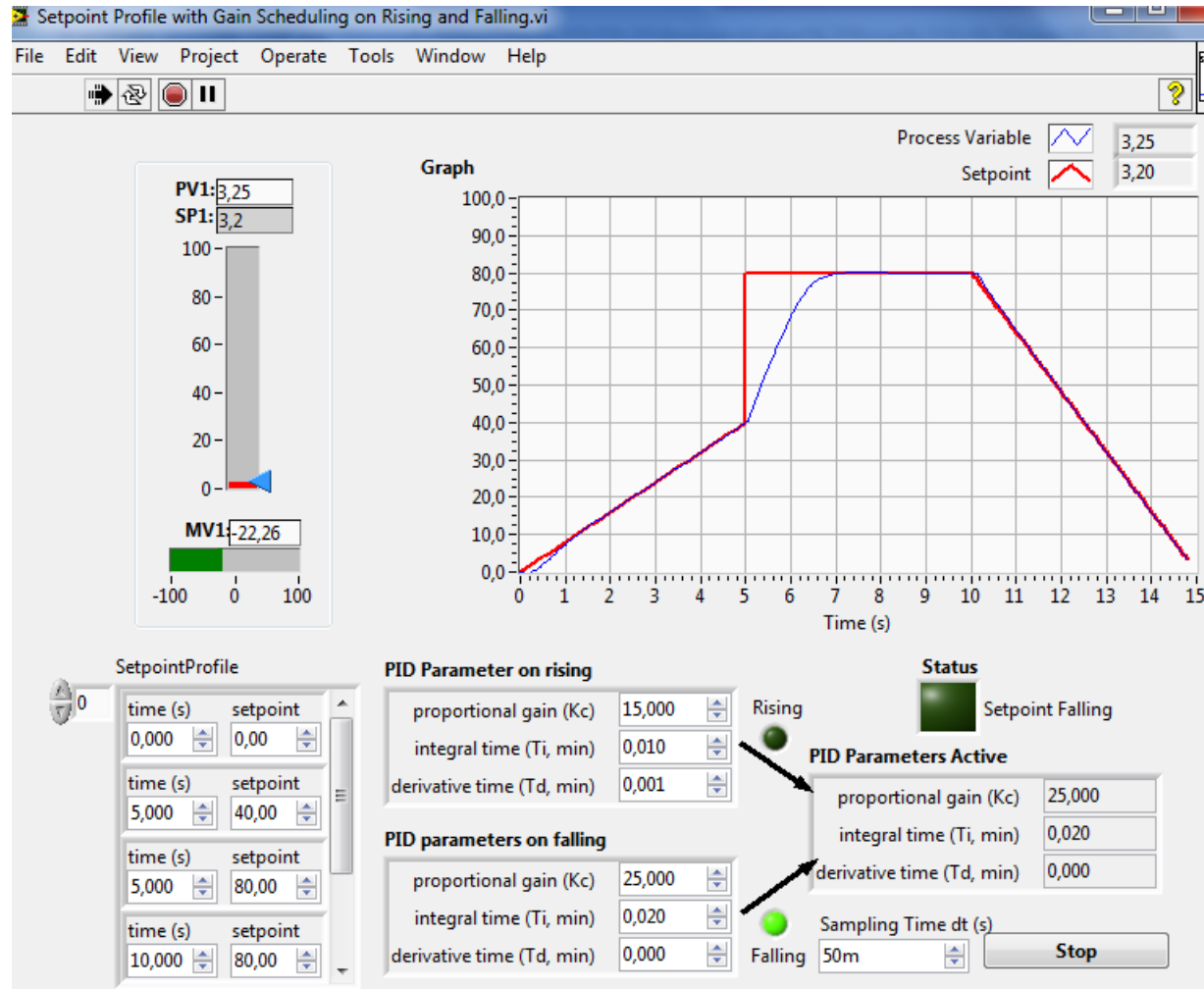
ВНТУ, ЕПА-14м



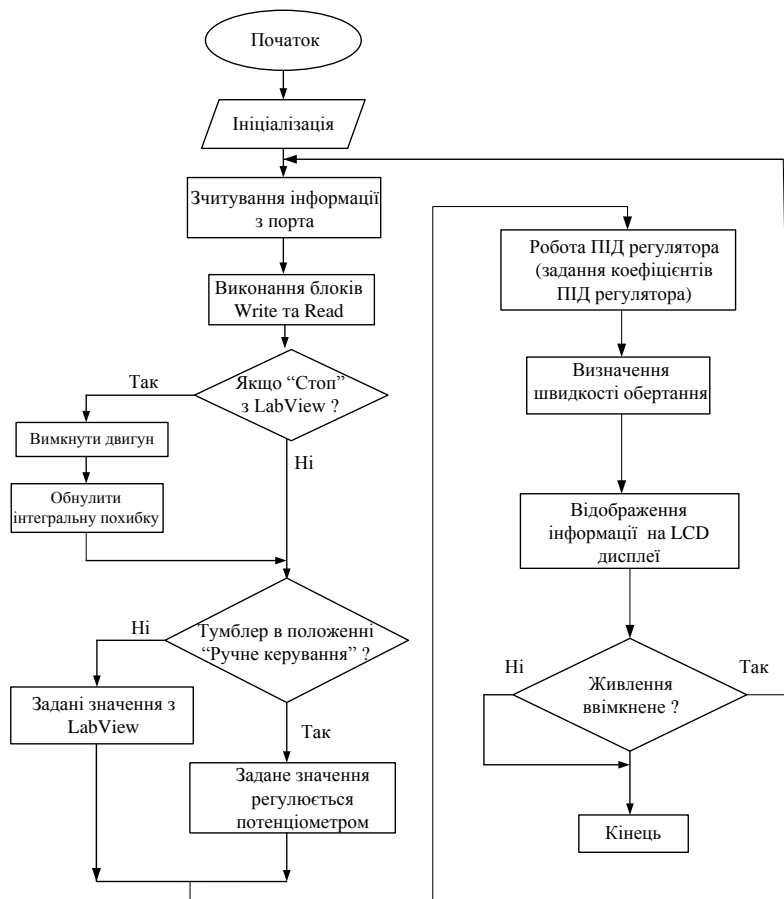
# Приклад застосування вбудованої бібліотеки ПІД регулятора із алгоритмом автоналаштування



# Приклад застосування ПІД регулятора при автоматичному підборі коефіцієнтів регулятора на різних ділянках перехідного процесу



# Розробка алгоритму та програмного коду роботи установки



Алгоритм роботи програми

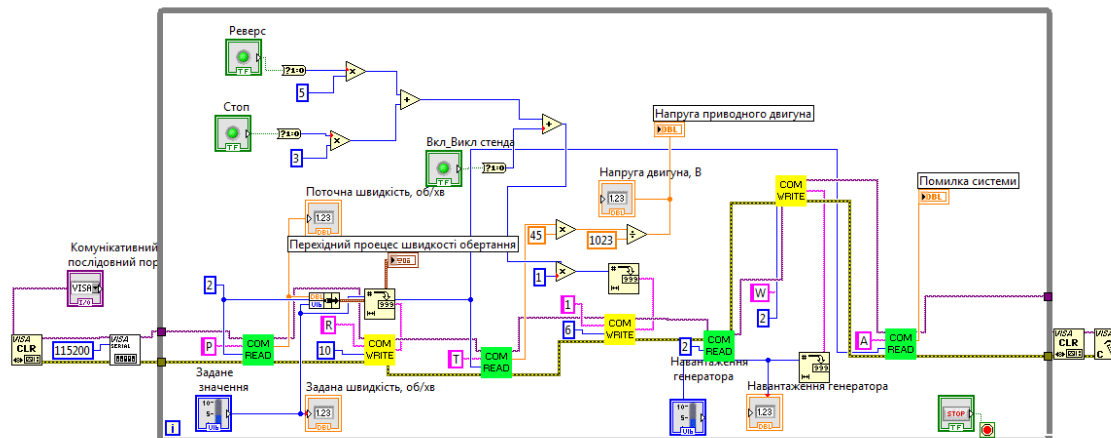
ПІД регулювання

```
void Pid(){  
    error = Zavgd - RPM; //визначення помилки системи  
    errorI=error;  
    pTerm = Kp * error;// величина пропорційної складової  
    integrated_error += error;// накопичувальна помилка  
    iTerm = Ki * constrain(integrated_error, -(GUARD_GAIN), GUARD_GAIN);//  
    інтегральна складова  
    dTerm = Kd * (error - last_error);// диференціальна складова  
    last_error = error; // поточна помилка стає попередньою для наступного циклу  
    регулювання  
    speed_pid = constrain(K*(pTerm + iTerm + dTerm), 0, 255);// Значення напруги на  
    двигуні оюмежене 8 разрядним регістром керування
```

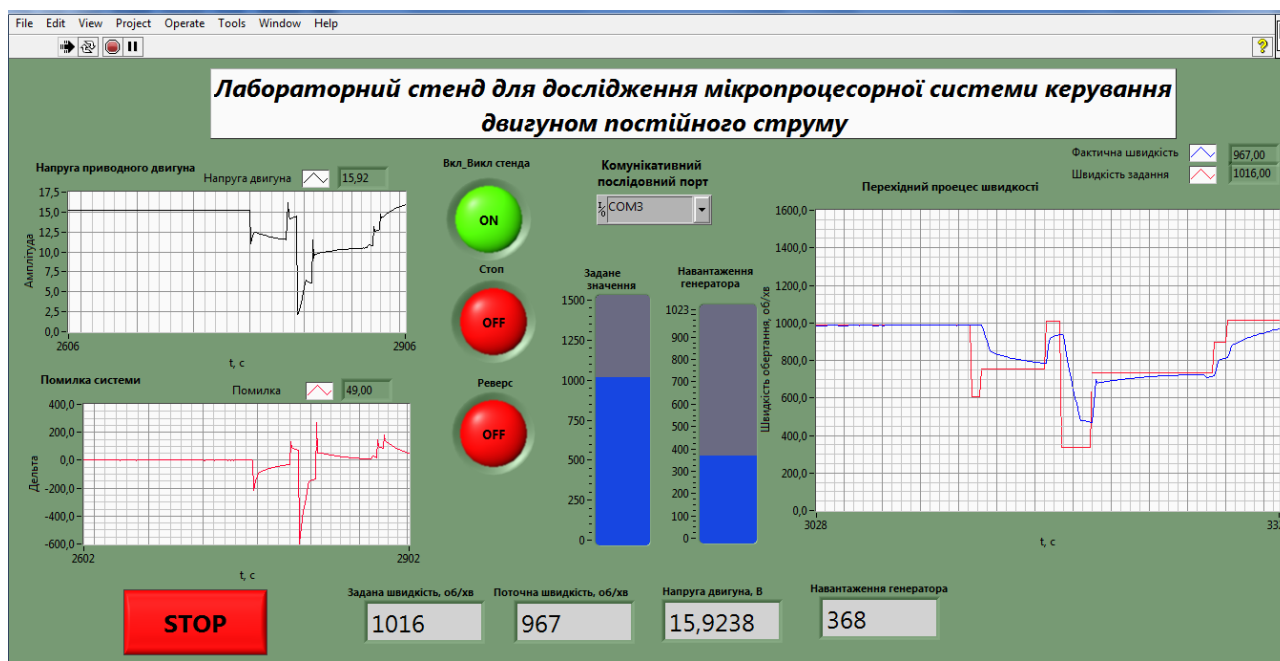
Фрагмент лістингу  
підпрограми



# Блокова та передня панель програми в середовищі LabView

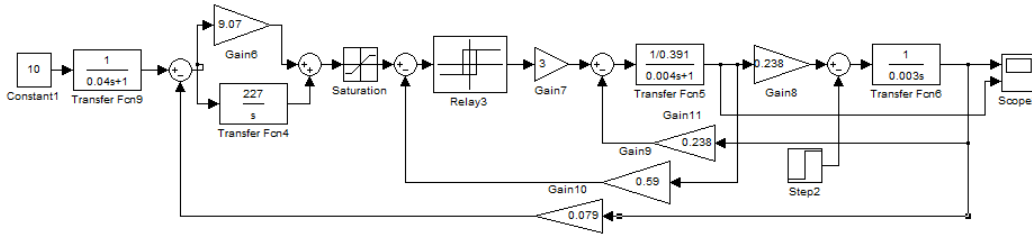


Блокова панель системи керування в середовищі LabView

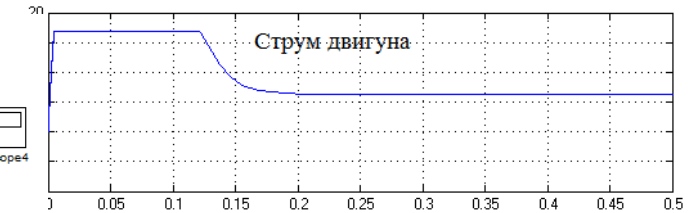
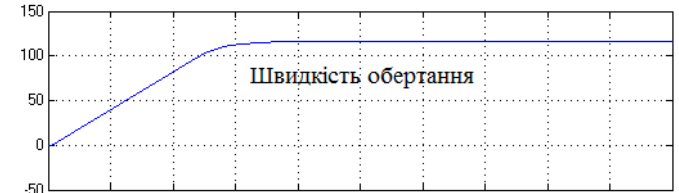


Структура передньої панелі дослідження системи ШП-ДПС

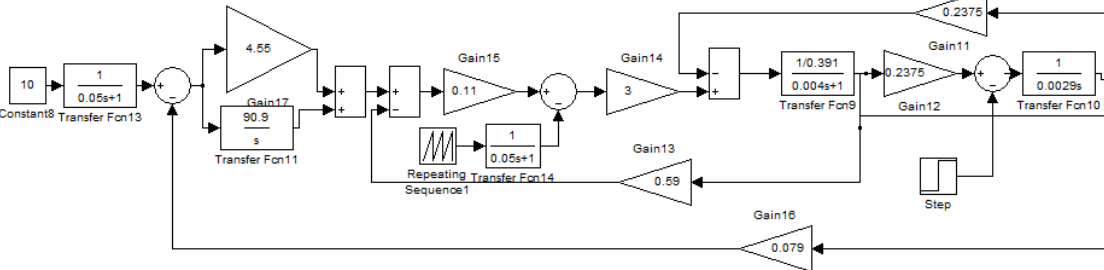
# Моделювання роботи системи ШП-ДПС



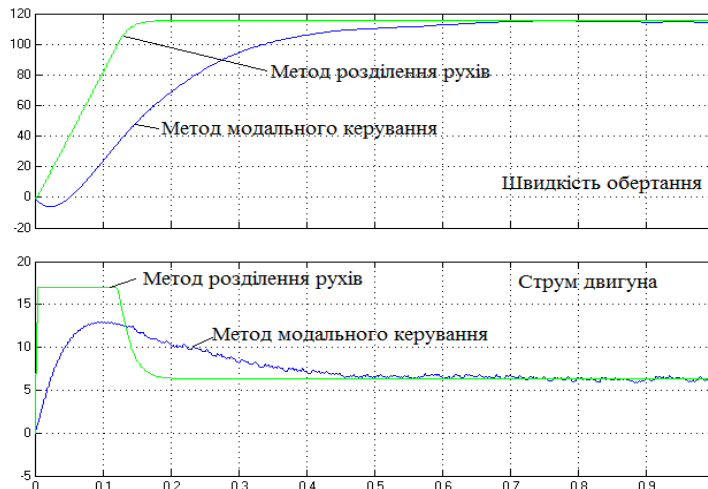
Структура ШП-ДПС методом розділення рухів



Графіки перехідних процесів методом розділення рухів



Структура ШП-ДПС методом модального керування



Графіки перехідних процесів методом модального керування

Порівняльний аналіз використання двох методів розрахунку

# Зовнішній вигляд лабораторного стенда



# ВИСНОВКИ

В даній магістерській кваліфікаційній роботі був розроблений стенд для дослідження мікропроцесорної системи керування двигуном постійного струму на базі апаратної платформи Arduino Uno.

Було розроблено структурну функціональну та електричну принципову схему лабораторної установки, а також був описаний їх принцип роботи, і було розраховано і вибрано елементи для даної схеми.

Було проведено монтаж та налагоджування лабораторної установки, та налаштування сумісної роботи програмної та апаратної частини.

Розроблено алгоритм програми та програма керування лабораторною установкою.

Також було проведено моделювання системи керування ШП-ДПС в програмному середовищі LabView.

Було здійснено розрахунок системи ШП-ДПС методом розділення рухів та методом модального керування та вибрано кращий для подальшого застосування.