

# «Розробка системи керування двигуна постійного струму з постійними магнітами»

*Виконав:* ст. гр. ЕМ – 156

Сафтюк І. І.

*Керівник:* к.т.н., доц.

Проценко Д.П.

# Мета об'єкт та предмет дослідження

**Метою роботи** є покращення процесу зняття динамічних характеристик системи керування двигуна постійного струму з постійними магнітами, яка надає можливість 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).

**Об'єкт дослідження.** Процес керування замкненою системою електропривода ШП-ДПС.

**Предмет дослідження.** Комп'ютерна система керування ШП-ДПС.

**Об'єкт дослідження** – процес керування замкненою системою електропривода постійного струму з постійними магнітами.

**Предмет дослідження** - комп'ютерна система керування електропривода постійного струму з цифровим регулятором.

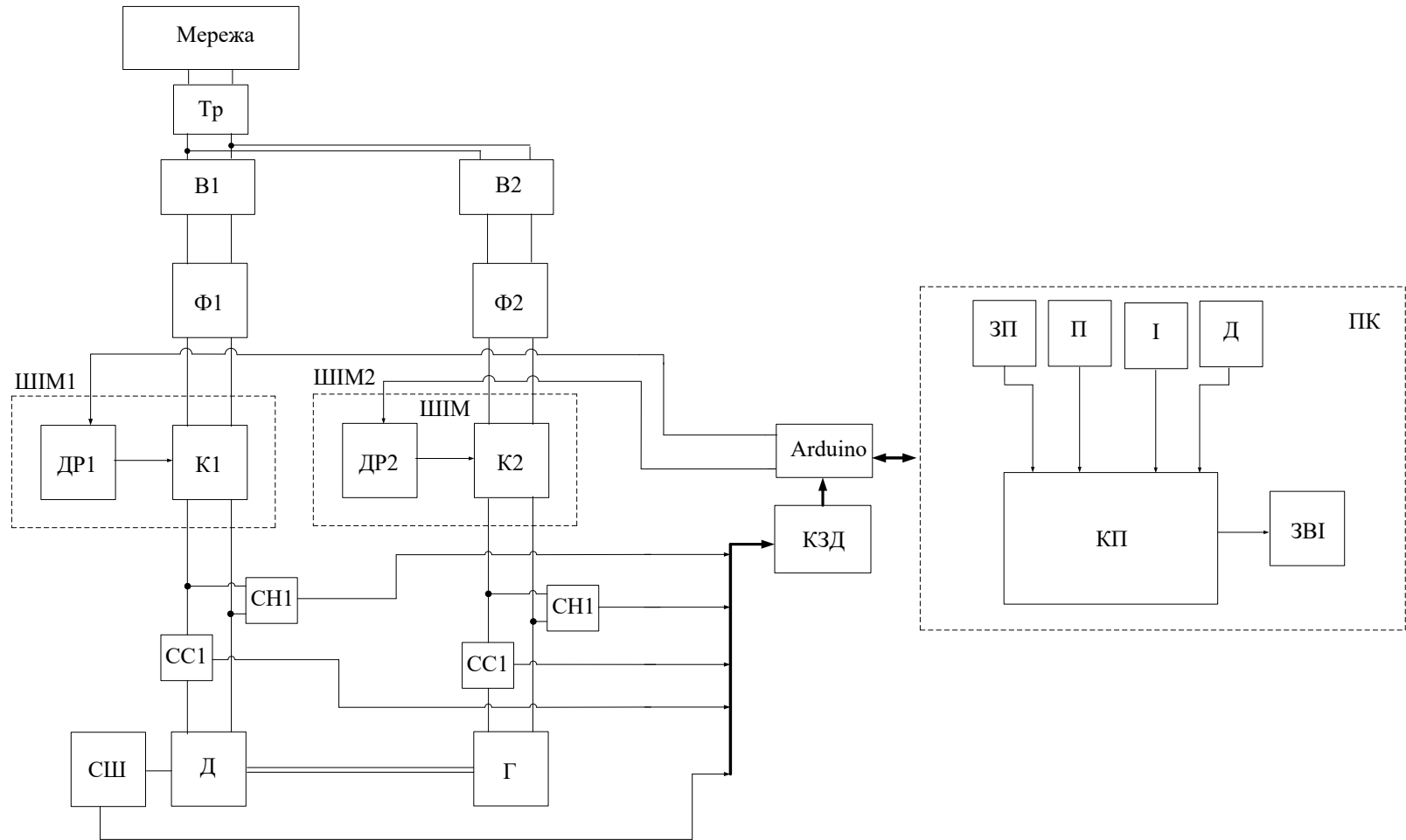
Зовнішній вигляд лабораторного стенда



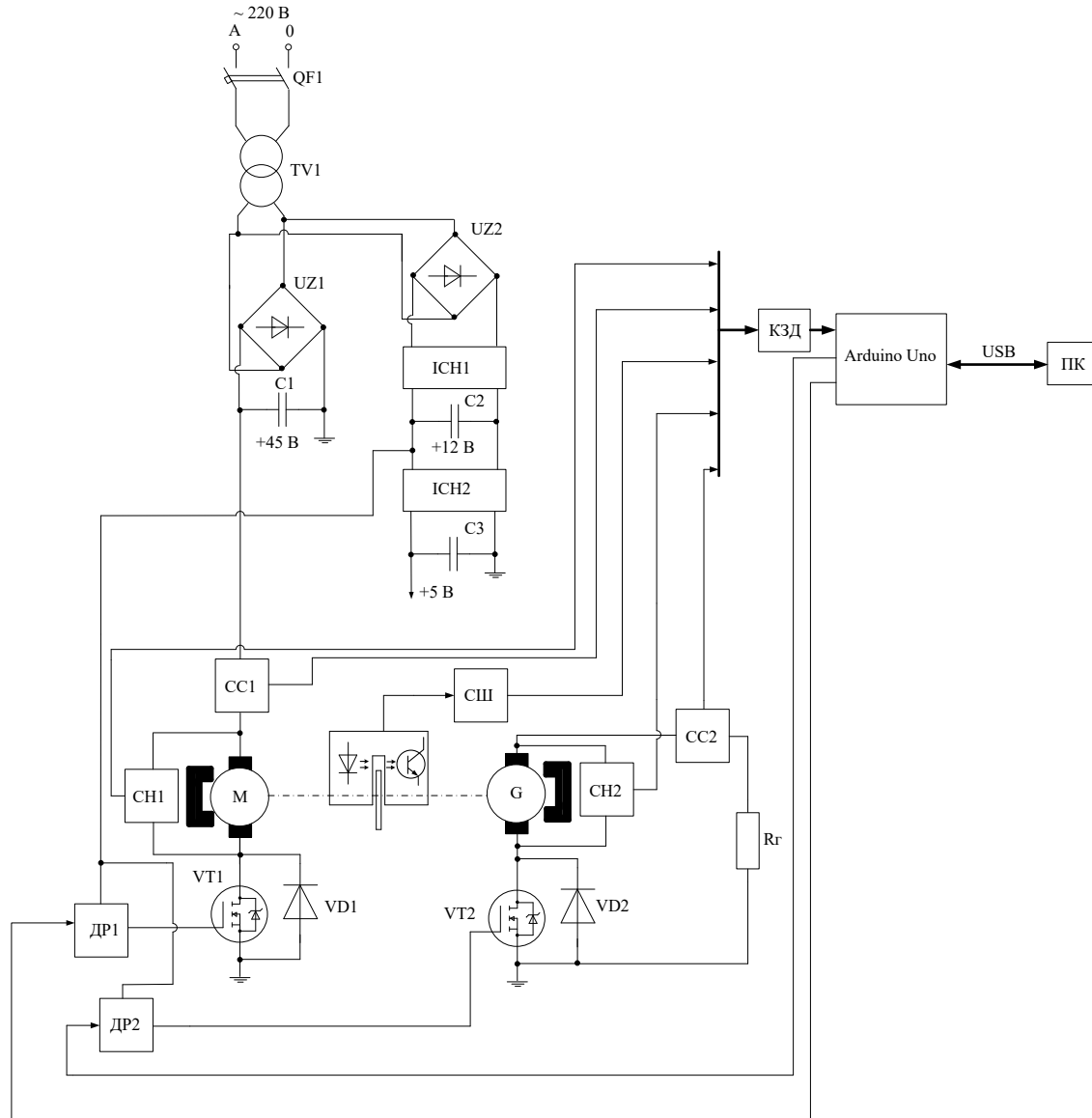
## Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода

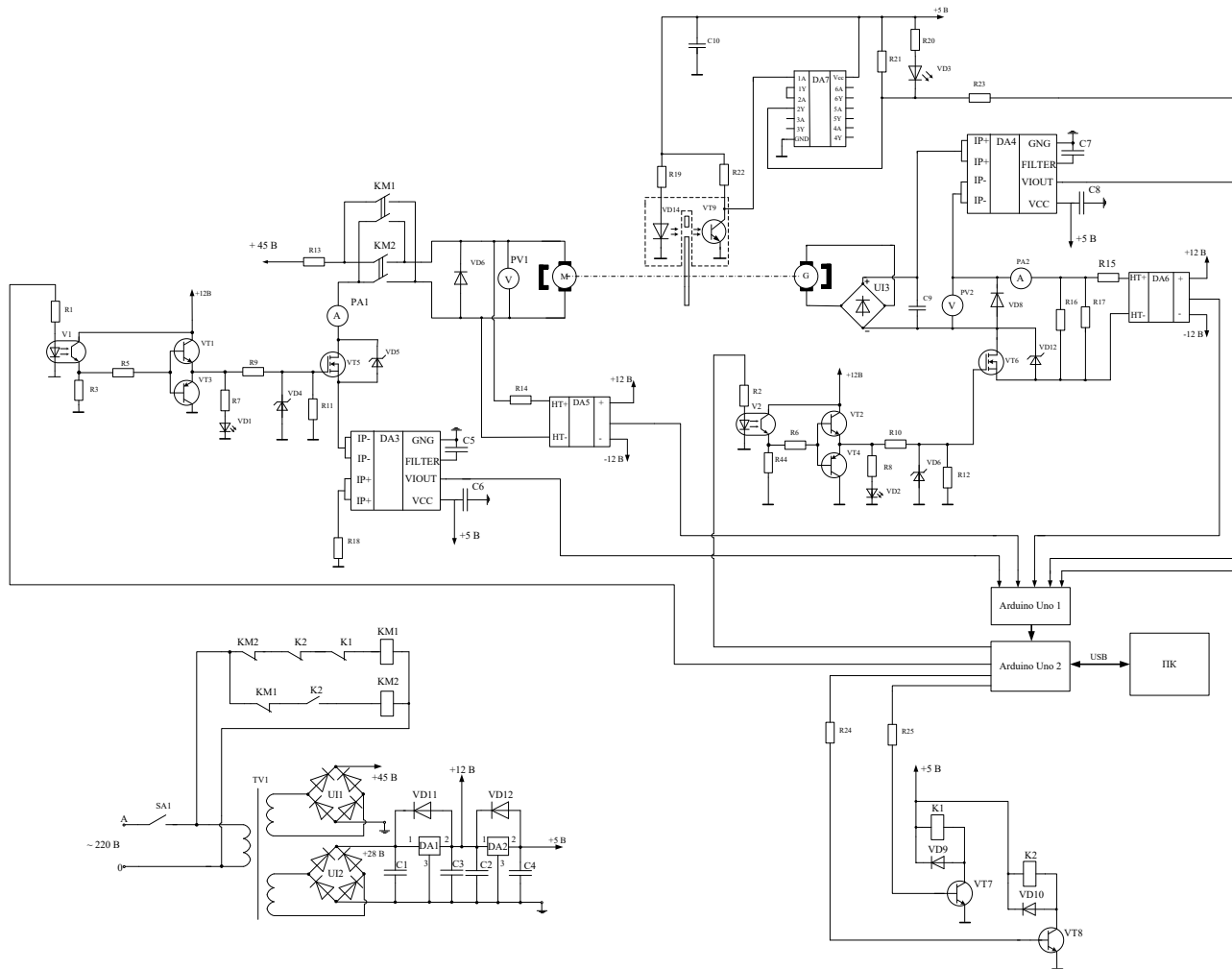
Показники	Система електричного привода			
	ШІМ-ДПС на базі МК EPF8282ALC 84-4	ШІМ-ДПС на базі МК AT90S4433-8AU	ШІМ-ДПС на базі МК PIC18F452	ШІМ-ДПС на базі Arduino Uno + LabView
Вартість двигуна Д, грн.	4200	4200	4200	4200
Мікропроцесорний пристрій МП, грн	500	430	400	600
Інформаційно-вимірювальні прилади ІВП, грн	400	400	400	0
Комутаційна апаратура КА, грн	100	100	100	0
Загальна вартість системи керування СК, грн	1000	930	900	600
Капітальні вкладення К, грн	5200	5130	5100	4800
Річні капітальні витрати $K_{річн}$ , грн/рік	884	872,1	867	816
Амортизаційні відрахування $C_A$ , грн/рік	520	513	510	480
Відрахування на ремонт $C_p$ , грн/рік	104	102.6	102	96
Відрахування на обслуговування $C_o$ , грн/рік	31	31	31	29
Загальні відрахування С, грн/рік	655	646	643	605
Приведені витрати З, грн/рік	1539	1518	1510	<b>1421</b>

Структурна схема стенда для дослідження системи керування ДПС з постійними магнітами



Функціональна схема стенда для дослідження системи керування ДПС з постійними магнітами





Познач.	Наименование	Кол.	Примечание
M	ПК12-3/10-3	1	1100 об/км
G	ПК12-3/10-3	1	1100 об/км
DA1	Стабилизатор напряжения, отрицательной полярности	1	Диапазон, диапазон
DA2	Стабилизатор напряжения, положительной полярности KP142EH5A	1	
DA3-DA4	Сенсор струмы ACS712ELCTR-20A-1	2	
DA5-DA6	Сенсор напряжения ACS712ELCTR-20A-1	2	
DA7	Шестиступенчатый инвертор 74HC14	1	
TV1	ТАН-69-127/220-50	1	Трансформатор
R1-R2	C2-23-0,25 270 Ом	2	Резисторы
R3-R4	C2-23-0,125 10 кОм	2	
R5-R10	C2-23-0,25-70 Ом	6	
R11-R12	C2-21-0,4 10 кОм	2	
R13-R15	C2-23-0,25 510 Ом	3	
R16-R17	MO-200-0,125 20 Ом	2	
R18	C2-23-0,125 10 кОм	1	
R19-R20	C2-23-0,5 470 Ом	2	
R21-R22	C2-22-0,5 10 кОм	2	
R23-R25	C2-23-0,25 270 Ом	3	
SA1	PST-71AR1	1	Тумблер
C1-C2	K10-176 100 нФ, 10%	2	Конденсаторы
C3-C4	K73-16 10 мкФ, 10%	2	
C5-C8	K10-176 100 нФ, 10%	4	
C9	ECAP (K50-3) 100 мкФ, 5%	1	
C10	CKL-21 0,1 мкФ-10%	1	
VD1-VD3	A200K	2	Дiodы
VD4-VD7	1.5KE32A	4	
VD8-VD10	FR36	3	
VD11-VD4	805B/04	2	
VD13	FR36	1	
VD14	A200K	1	
VT1-V7	K1972	2	Транзисторы
VT3-V7	K1973	2	
VT5-V8	IR540	2	
VT7-V8	KT315	2	
VT9	ФТ-1К	1	
V1-V2	4N35	2	Диоды мостов
U1	K8PCL1502	1	
U2	K8PCL1502	1	
U3	VS-26MB40A	1	

Имя Фамилия  
Имя Фамилия  
Имя Фамилия  
Имя Фамилия

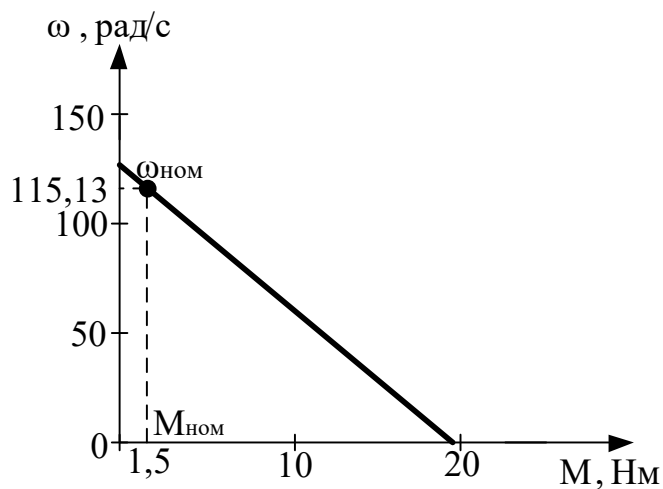
Эк. Дир.	Исполн.	Плат.	Дата	Листы	Масштаб	Масштаб
Разработ.	Содержит			у		
Проверка	Проектант ДИ			Архив	Архив	
Об. ревизия						
И. автор						
Виз.	Курс В.М.					

Схема электрическая принципиальная.

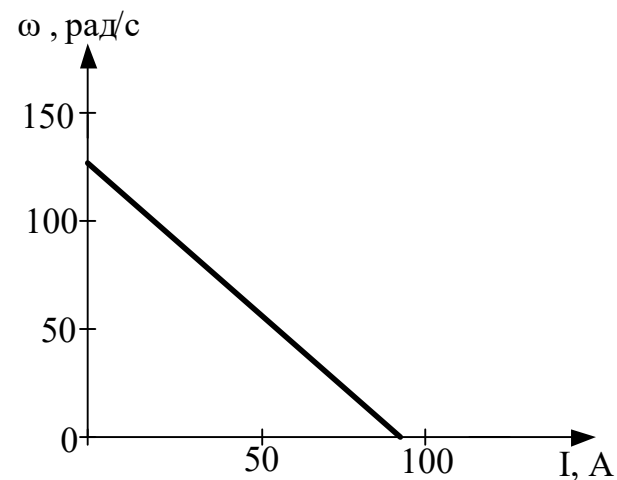
## Статичні характеристики двигуна

Технічні характеристики двигуна РІК12-3/10-3

$P_H$ , Вт	$U_{НОМ}$ , В	$n_{НОМ}$ , об/хв	$M_{НОМ}$ , Н·м	ККД, %
180	30	1100	1,5	85



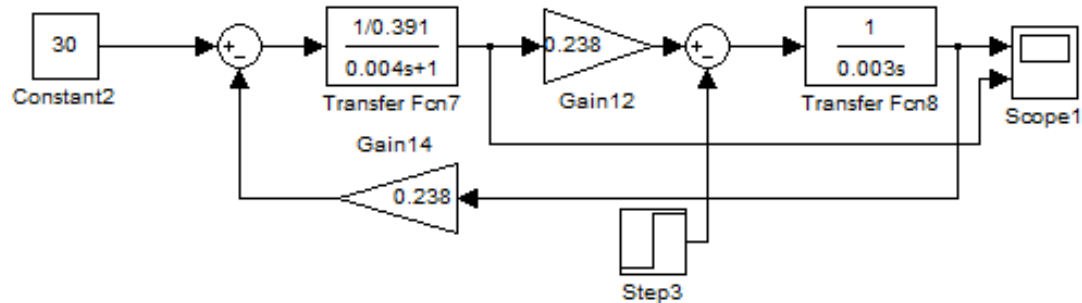
Природна механічна характеристика двигуна



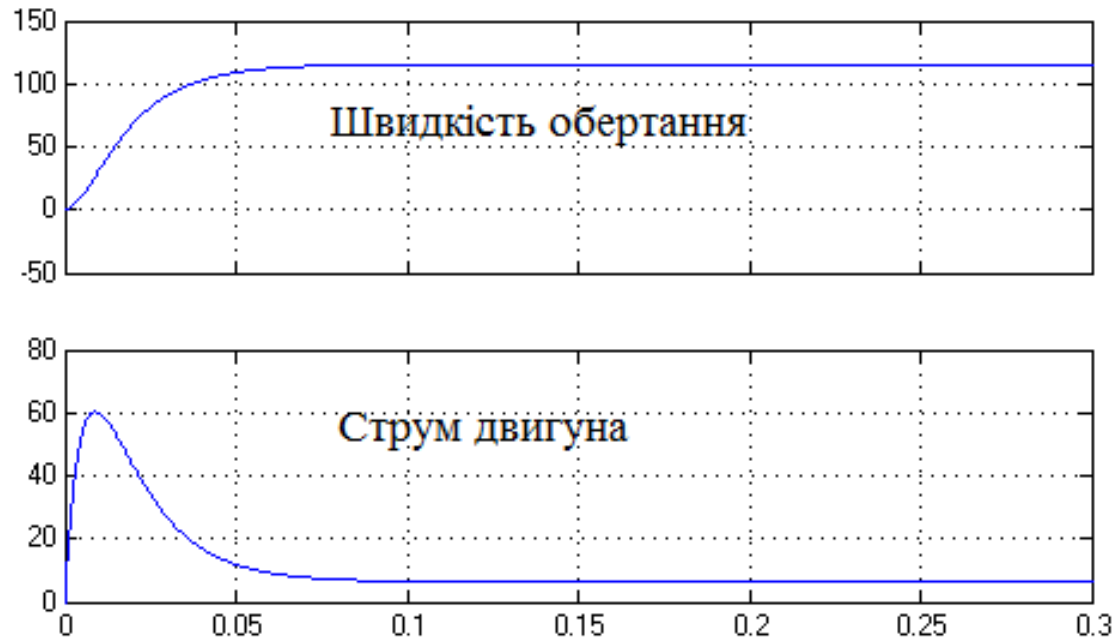
Електромеханічна характеристика двигуна



# Моделювання роботи двигуна



Структурна схема ДПС з НЗ



# Розробка алгоритму та програмного коду роботи установки

ПІД регулювання

```
void Pid(){  
    error = Zavd - RPM; //визначення помилки системи  
    error1=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); // диференційна складова
```

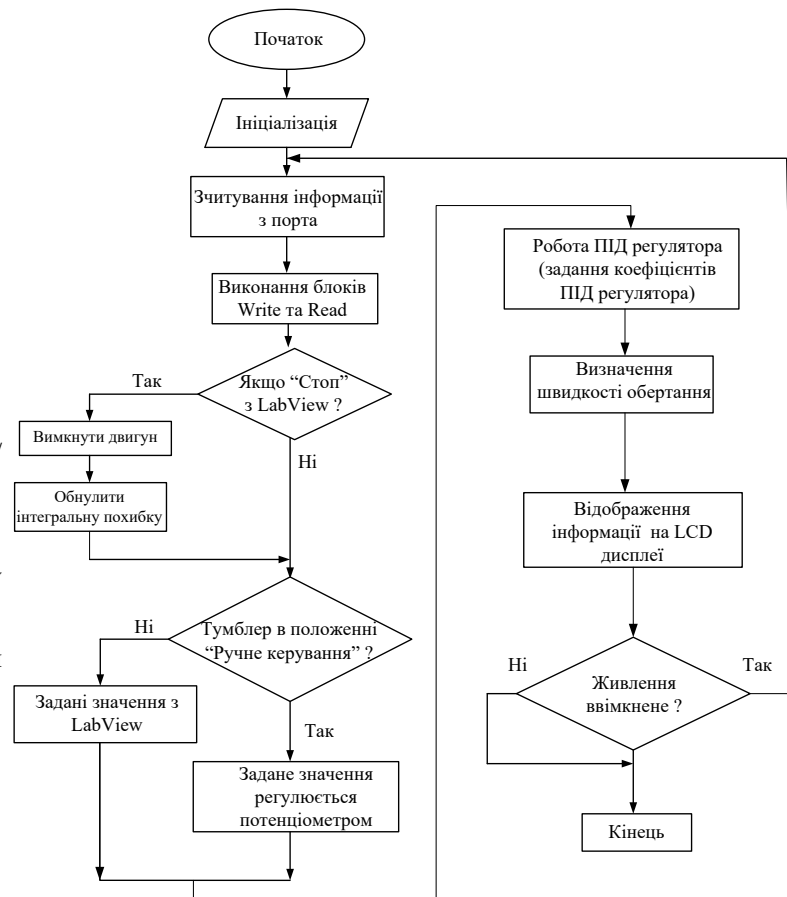
```
    last_error = error; // поточна помилка стає попередньою для наступного циклу
```

регулювання

```
    speed_pid = constrain(K*(pTerm + iTerm + dTerm), 0, 1023); // Значення напруги
```

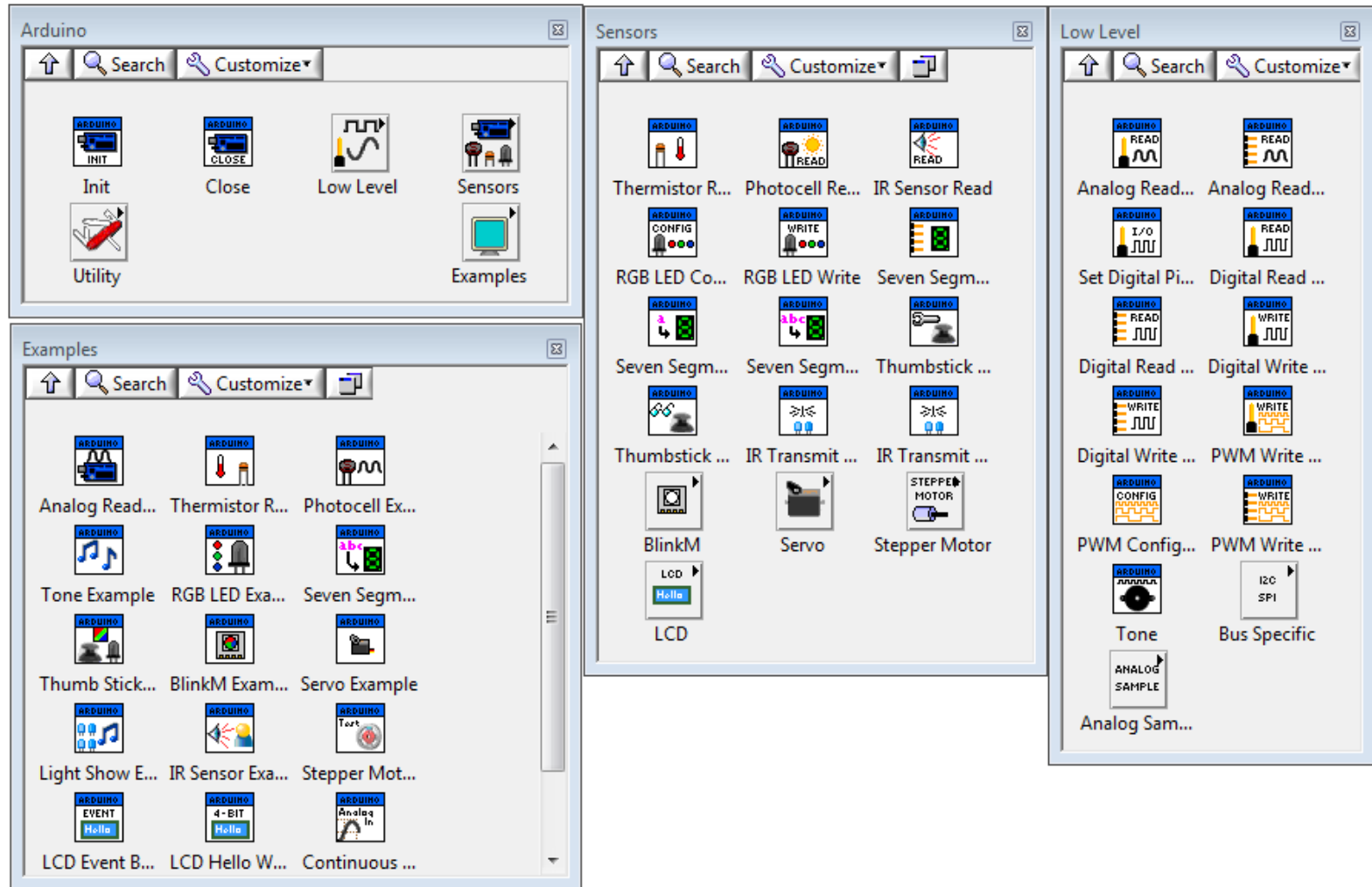
на двигуні обмежене 10 разрядним регістром керування

Фрагмент лістингу  
підпрограми

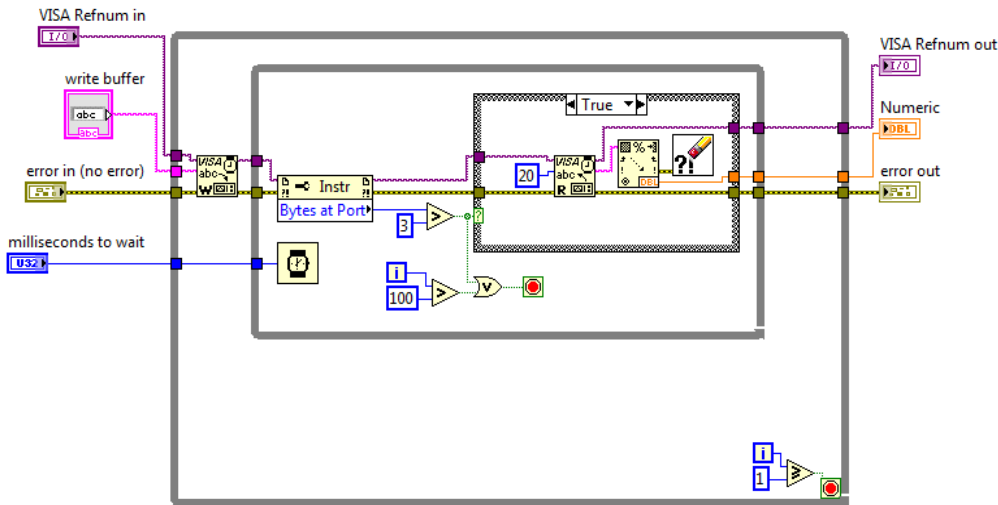


Алгоритм роботи програми

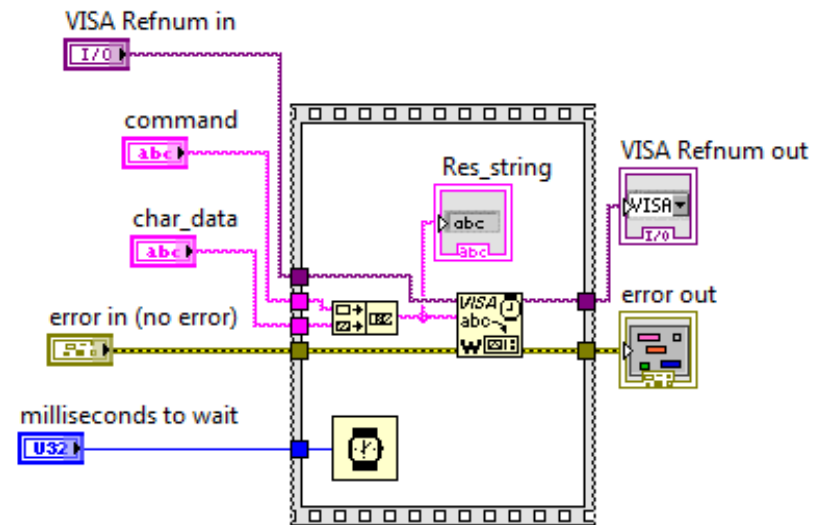
# Інструментальні блоки бібліотеки LIFA



# Структурні схеми блоків зчитування та запису даних середовищі LabVIEW

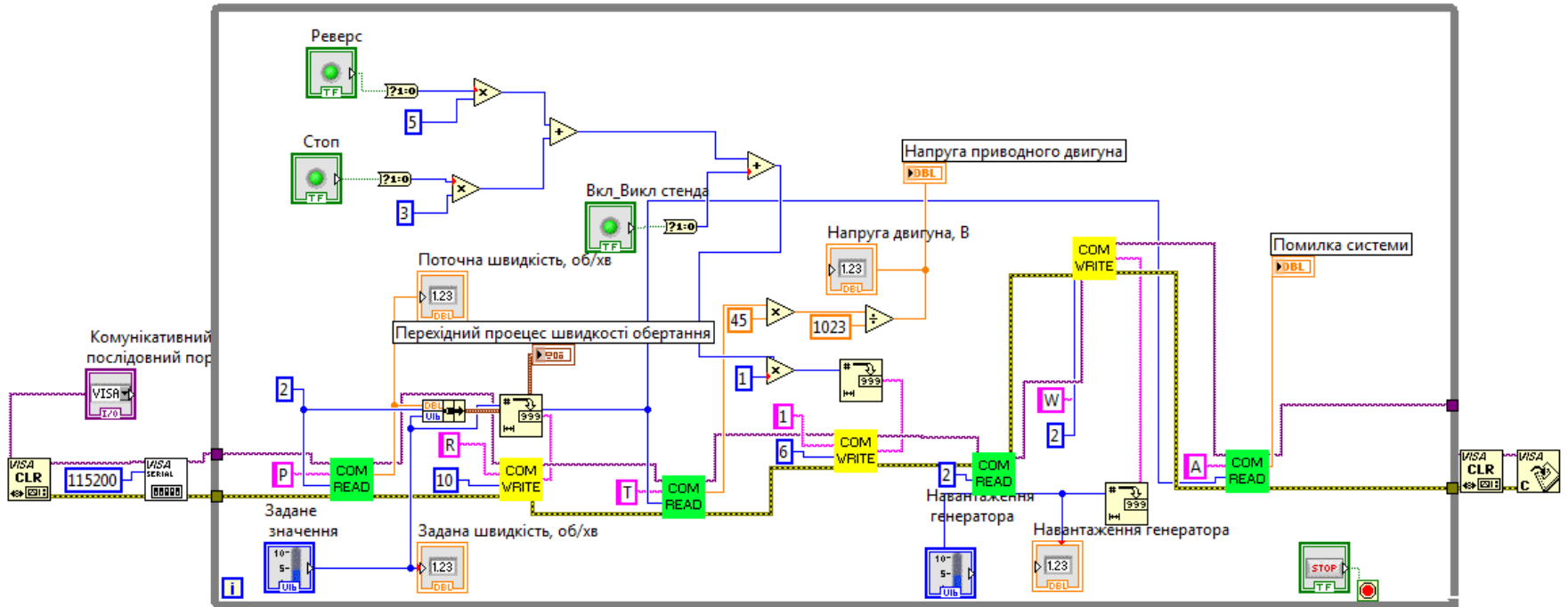


Структурна схема блоку зчитування COM READ в середовищі LabVIEW



Структурна схема блоку запису даних COM WRITE в середовищі LabVIEW

# Блокова панель програми в середовищі LabView



# Передня панель програми в середовищі LabView



## Висновки

В роботі запропоновано новий підхід до дослідження динамічних характеристик електропривода постійного струму, який на відміну від відомих дозволяє визначати перехідні характеристики замкненої системи електропривода з різними параметрами та типами регуляторів, що дало змогу ефективніше проводити лабораторні дослідження систем керування електроприводами.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що на основі отриманих теоретичних положень розроблено програмні і апаратні засоби, зокрема:

- розроблені структурна, монтажна та принципова електричні схеми стенда для дослідження динамічних характеристик електропривода постійного струму з цифровим регулятором, що передбачають цифрове регулювання моменту досліджувального двигуна.

- цифровий регулятор, на базі мікроконтролера Arduino uno, системи керування двигуном постійного струму із можливістю регулювання параметрів його налаштування;

- розроблено інформаційно-вимірювальну систему для візуалізації (визначення) динамічних характеристик системи електропривода.