

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНО-  
ДІАГНОСТИЧНОГО СТЕНДУ ДЛЯ  
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ  
ДВИГУНІВ ТРАМВАЇВ У КОМУНАЛЬНОМУ  
ПІДПРИЄМСТВІ «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА  
КОМПАНІЯ»**

**Доповідач: ст. гр. ЕТЗ-17м**

**Перепелкін О.Р.**

**Керівник: доц. каф. ВЕТЕСК**

**Гرابко В.В.**

# Вступна частина роботи

**Об'єктом досліджень** магістерської кваліфікаційної роботи є лабораторно-діагностичний стенд для дослідження тягових електричних двигунів трамваїв.

**Предметом дослідження** є способи та особливості побудови лабораторно-діагностичного стенду та його модернізації, а також характеристики тягових двигунів постійного струму.

**Метою магістерської кваліфікаційної роботи** є модернізація лабораторно-діагностичного стенду та методів і засобів технічної діагностики на його основі, які забезпечать значну економію коштів на утримання тягових двигунів трамваїв за рахунок скорочення їх простою на час обслуговування та ремонту, виконання дійсно необхідних регулювальних і ремонтних операцій, скорочення витрат запасних частин.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- розглянути особливості побудови існуючих діагностичних стендів для дослідження тягових двигунів;
- виконати розрахунок потужності електродвигуна та техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода трамвая, тягові двигуни якого підлягають дослідженню;
- виконати вибір електродвигуна та його перевірку;
- розробити схему електричну структурну та принципову лабораторно-діагностичного стенду;
- визначити методики діагностування лабораторного діагностичного стенду;
- розробити основні положення щодо безпечної експлуатації досліджуваного об'єкта.



## Тахограма швидкості та діаграма навантаження

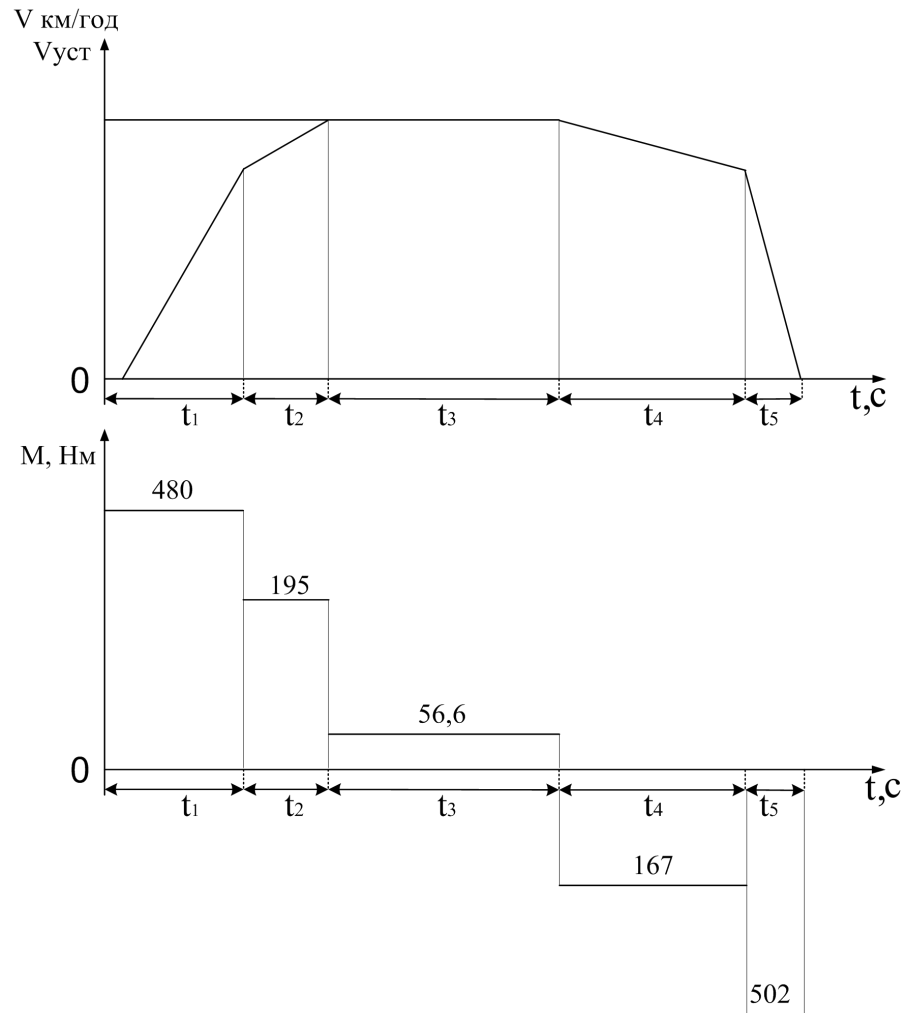


Рисунок 2 – Тахограма і навантажувальна діаграма розрахунку потужності

# Техніко-економічне обґрунтування вибору СЕП ЛДС

Таблиця 3.1 – Порівняльна таблиця

Показник порівняння	Система електроприводу		
	РКС-Д	ШП-Д	ПЧ-АД
Потужність двигуна стенду (1 двигун 75 кВт), кВт	75	75	75
Вартість двигунів Д, грн.	89000	89000	80875
Вартість системи керування СК, грн.	75760	67800	82750
Капітальні затрати К, грн.	164760	156800	163625
Річні капітальні затрати $K_{річні}$ , грн.	28009	26656	27816
Амортизаційні відрахування $C_A$ , грн./рік	16476	15680	16363
Відрахування на ремонт $C_P$ , грн./рік	3295	3136	3273
Додаткові відрахування $C_D$ , грн./рік	6930	6342	6542
Відрахування обслуговування $C_O$ , грн./рік	1335	1258	1309
Загальні відрахування $C$ , грн./рік	28036	26416	27486
Приведені затрати $Z$ , грн./рік	56045	53072	55302

## Вибір тягового електричного двигуна

Тип двигуна	ELG-1830
Потужність , кВт	75
Напруга, В	300
Струм, А	280
Номинальна частота обертання, об/хв	1850
Тип збудження	Послідовне
Маховий момент, кгм	2
Маса, кг	475
Ступінь захисту	IP22
Спосіб охолодження	IC17

# Схема електрична функціональна САЕП

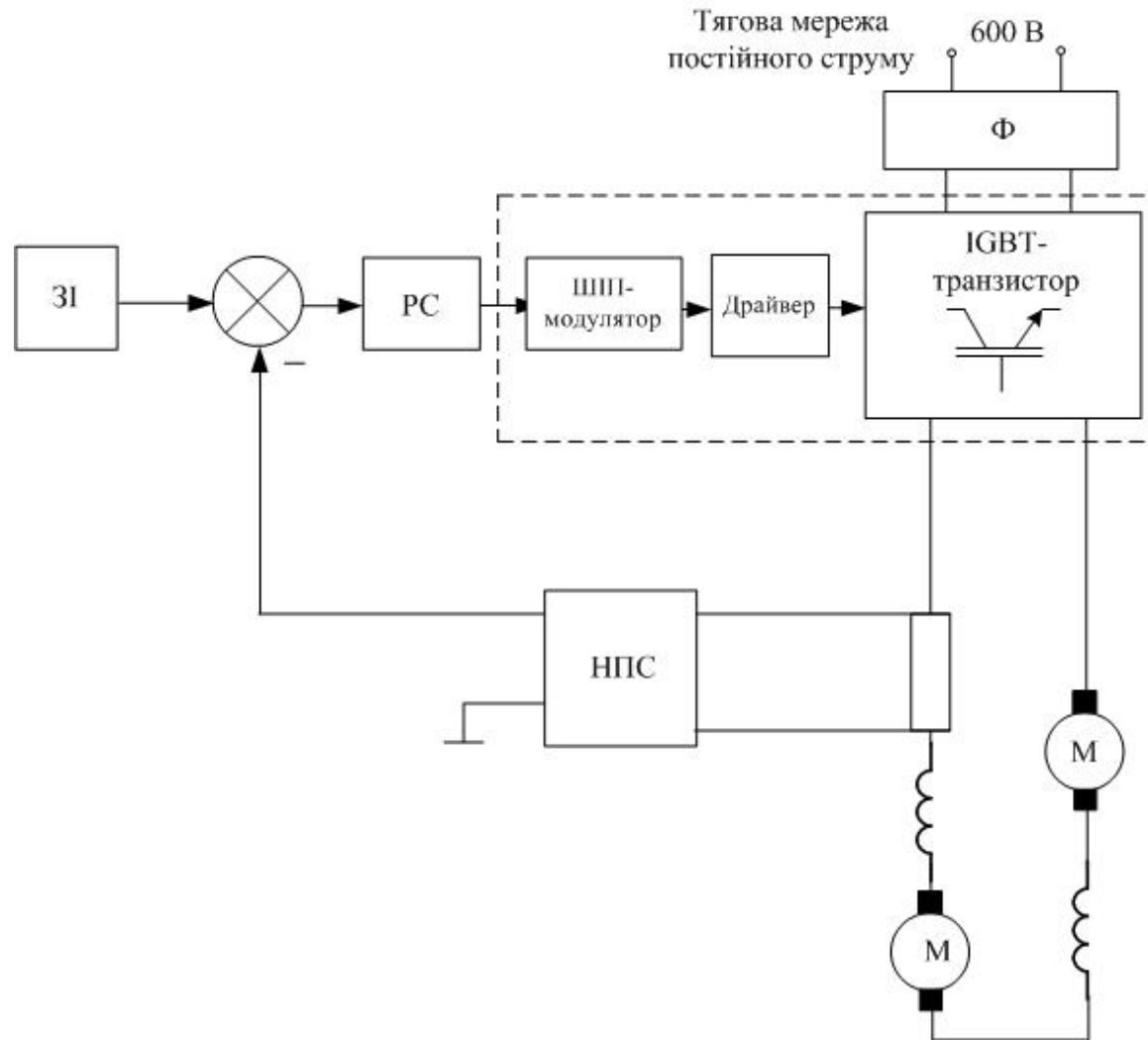


Рисунок 3 – Схема електрична функціональна САЕП

Основні позначення на рисунку 3: ЗІ – задавач інтенсивності; РС – регулятор струму; ШПІ-модулятор – широтно-імпульсний модулятор; Ф – фільтр; НПС – нормований перетворювач струму.

# Схема електрична структурна ЛД-стенду

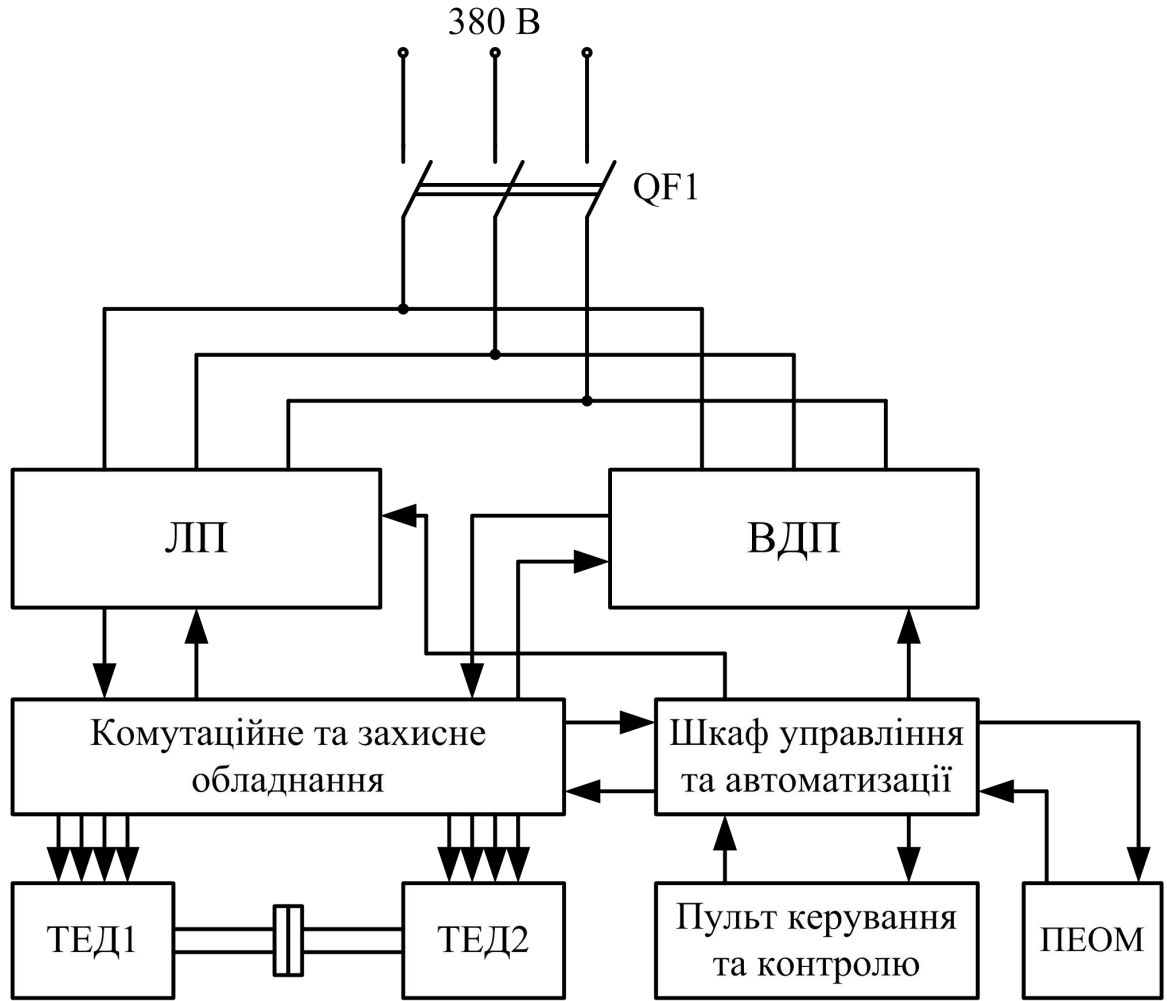


Рисунок 5 – Структурна електрична схема лабораторно-діагностичного стенду для дослідження тягових двигунів

На рисунку 5: ЛП – лінійний перетворювач (ШП); ВДП – вольтодобавочний перетворювач; ПЕОМ – персональна обчислювальна машина (компютер); ТЕД1(2) – тягові електричні двигуни.

# Структурна схема САК випробування

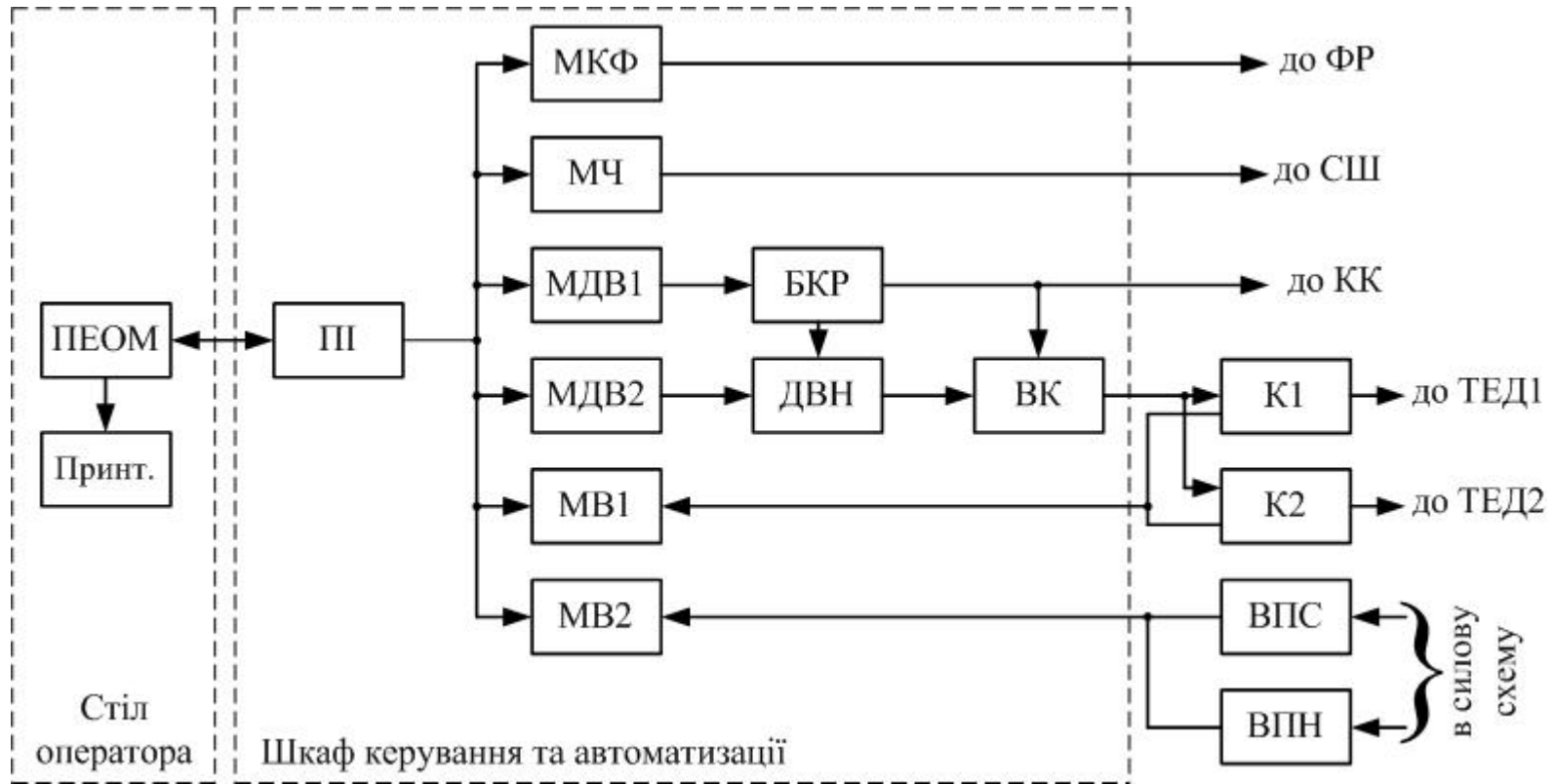


Рисунок 6 – Структурна схема системи автоматичного керування випробуваннями тягових електричних двигунів

На рисунку 6: ПІ – перетворювач інтерфейсу; МКФ – модуль керування фазорегулятором; МЧ – модуль частотоміра; МДВ1(2) – модуль дискретного виведення; БКР – блок керування реле; ДВН – джерело високої напруги; ВК – високовольтний комутатор; МВ1(2) – модулі вимірювання; К1(2) – колонки підключення; ВПС – вимірювач постійного струму; ВПН – вимірювач постійної напруги; ФР – фазорегулятор; СШ – сенсор швидкості; КК – кола керування.



## Схеми електричні діагностичного стенду

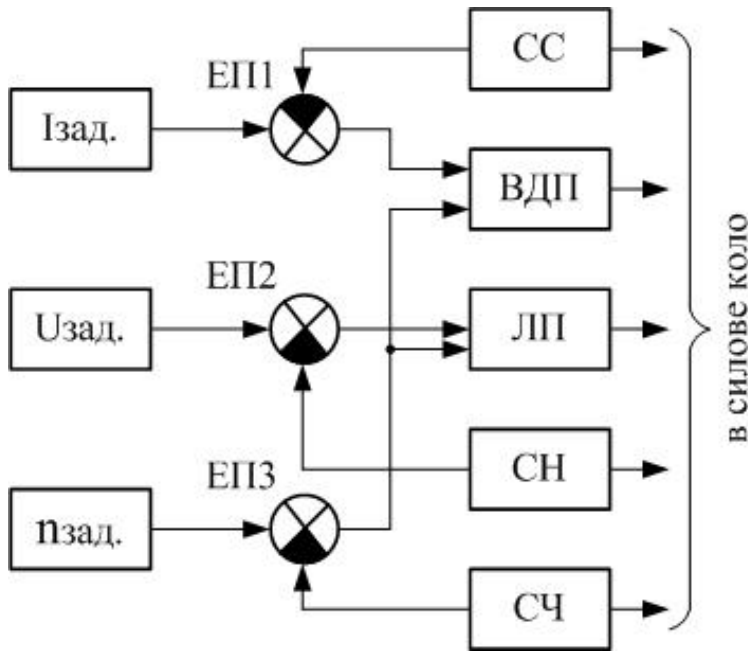


Рисунок 7 – Функціональна схема автоматизованої системи керування випробування ТЕД

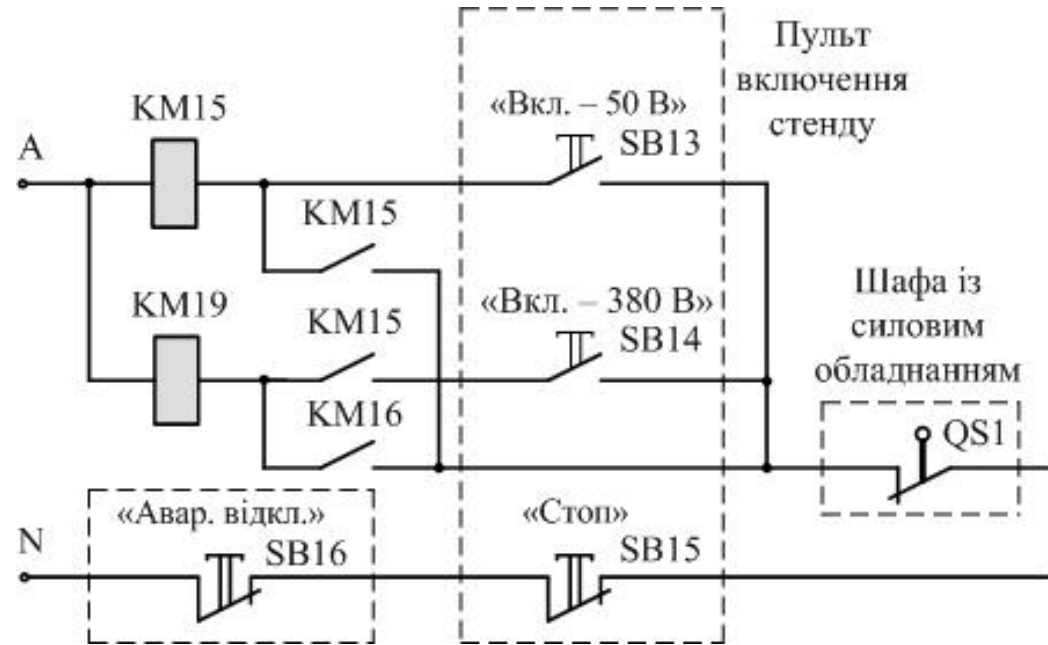


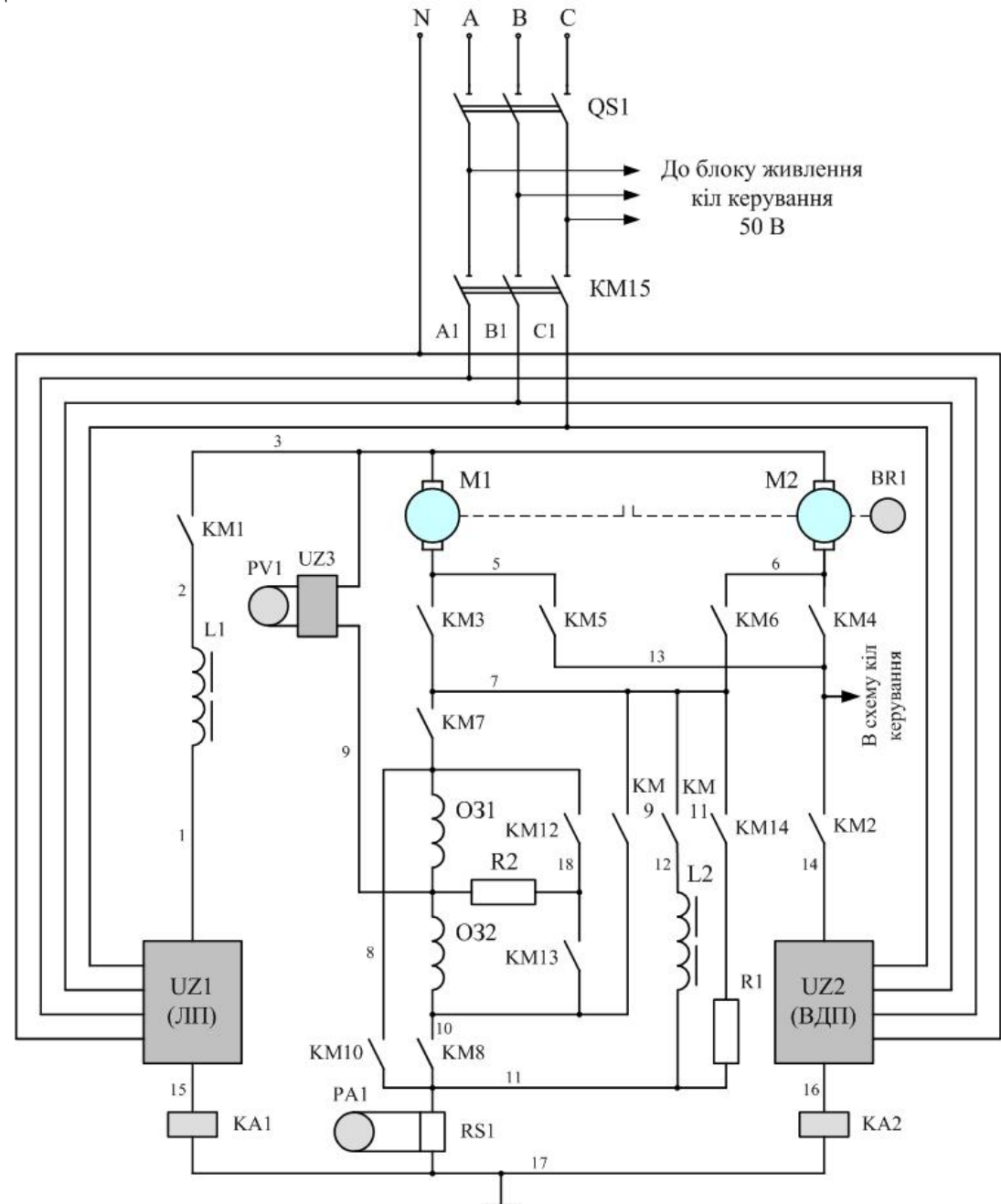
Рисунок 8 – Схема електрична принципова блоку включення лабораторно-діагностичного стенду

На рисунку 7: Ізад., Узад., пзад. – задавачі струму, напруги та швидкості обертання; ЕП1 (2,3) – елементи порівняння; СС – сенсор струму; ВДП – вольтодобавочний перетворювач; ЛП – лінійний перетворювач; СН – сенсор напруги; СЧ – сенсор частоти.

# Схема електрична принципова ЛД-стенду

Рисунок 9 – Схема електрична принципова силових кіл та вимірювальних кіл лабораторно-діагностичного стенду

На рисунку 9: UZ1 (ЛП) – лінійний перетворювач (ШП); UZ2 (ВДП) – вольт-добавочний перетворювач; PV1 – вольтметр; PA1 – амперметр; O3 – обмотки збудження; M1, M2 – тягові електричні машини; BR1 – сенсор швидкості; КА – реле струму; КМ – котушки та силові контакти комутуючих пристроїв.



# Діагностування ТЕД за нерівномірністю обертання якоря

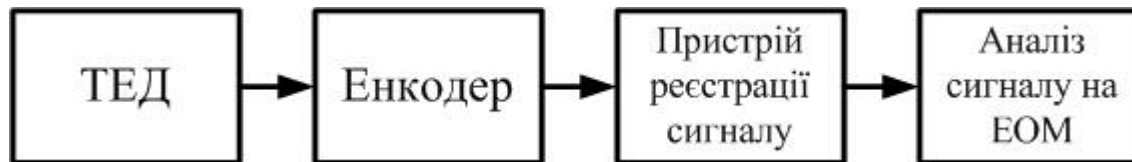


Рисунок 10 – Структурна схема пристрою для вимірювання нерівномірності обертання вала якоря тягового електродвигуна

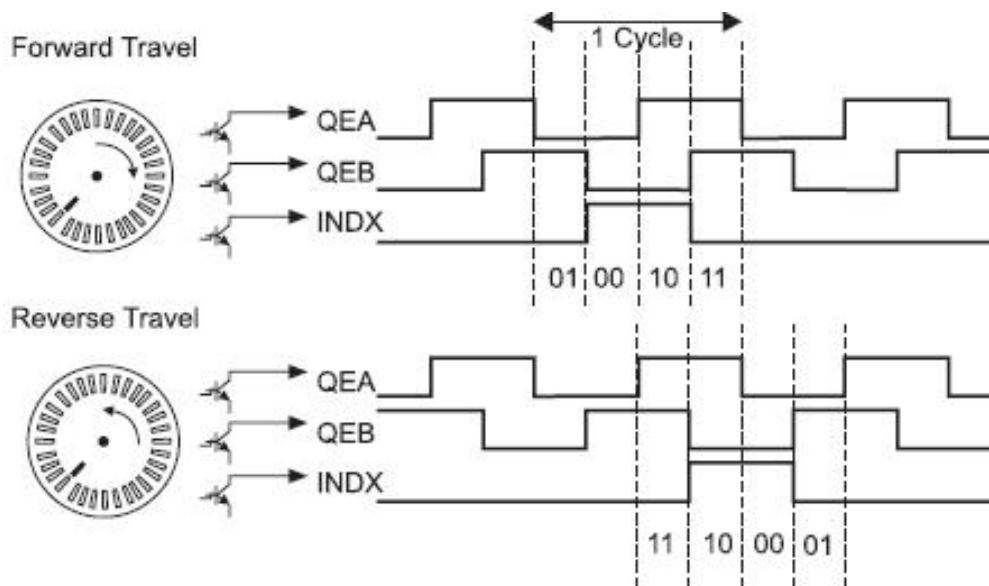


Рисунок 11 – Схема роботи енкодера

## Висновки

1. Приведено класифікацію методів діагностування тягових електродвигунів. Розглянуто особливості побудови існуючих діагностичних стендів для дослідження тягових двигунів.
2. Виконано розрахунок потужності електродвигуна та техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода для трамвайного вагона, тягові двигуни якого підлягають дослідженню та використовуються в лабораторно-діагностичному стенді.
3. Здійснено вибір тягового електродвигуна та його перевірку.
4. Запропоновано схему електричну структурну та функціональну САЕП трамвайного вагона, розраховано та вибрано елементи силового кола та кола керування.
5. Визначено галузь призначення та вимоги щодо експлуатації лабораторно-діагностичного стенду для дослідження ТЕД.
6. Деталізовано основні технічні рішення та характеристики лабораторно-діагностичного стенду.
7. Модернізовано схему електричну структурну лабораторно-діагностичного стенду для дослідження тягових електродвигунів.
8. Доповнено та модернізовано схему електричну принципову силових кіл лабораторно-діагностичного стенду.
9. Сформовано програму проведення досліджень та випробувань тягових електродвигунів. Запропоновано спосіб діагностування ТЕД по нерівномірності обертання якоря.
11. Виконано розрахунок ефективності капіталовкладень в розробку та модернізацію лабораторно-діагностичного стенду.
12. Розроблено основні положення щодо безпечної експлуатації досліджуваного об'єкта.

**Дякую за увагу!**