

# Дослідження електротехнічного комплексу трамвайного вагона “*VinWay*”

Виконав:

Студент групи *ЕТЗ-17м*

Ротар Андрій Вікторович

Керівник :

д.т.н., проф. Мокін О. Б

## Мета, об'єкт, предмет та задачі дослідження

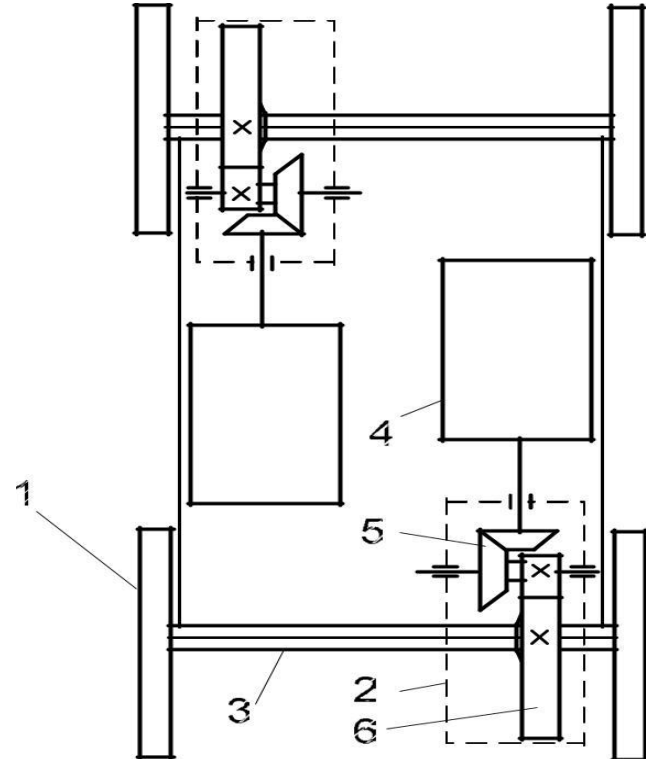
- ❑ Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є дослідження електротехнічного комплексу трамвайного вагону VinWay.
- ❑ Об'єкт дослідження – моделі, методи та режими роботи трамвая VinWay.
- ❑ Предмет дослідження – процеси що протікають у електротехнічному комплексі трамвая VinWay.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Зробити коротку характеристику механізму та режиму його роботи.
2. Провести розрахунок потужності електродвигуна.
3. Розрахувати техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода.
4. Провести вибір двигуна та його перевірка.
5. Визначення розрахункових параметрів силового кола.
6. Розробити систему керування електроприводом.
7. Провести розрахунок і побудову статичних характеристик електропривода.
8. Розрахунок динаміки системи електропривода.
9. Виконати моделювання перехідних процесів системи електропривода.

# Кінематична схема візка трамвая

1. – приводне колесо;
2. – редуктор колісної пари;
3. – вісь колісної пари;
4. – тяговий електродвигун;
5. – ведена косозуба шестерня;
6. – ведуча шестерня тягового двигуна.



# Технічні характеристики вагона типу VinWay

Технічні характеристики	
Модель трамвая	КТ-4МВ
Довжина вагона, м	19,27
Ширина вагона, м	2,285
Колія, мм	1000
Кількість секцій	2
Кількість осей	4
Кількість сидячих місць	31
Максимальна пасажиро місткість трамвая (при 8 пас/м <sup>2</sup> ), max	169
Діаметр нового/зношеного колеса, мм	700/600
Колісна база візків, мм	1900
Види гальм	Електродинамічне, електромеханічне та електромагнітне
Максимальний підйом, що долається, не менше, ‰	100
Кількість двостулкових дверей	4

Відстань між сидіннями, мм	680-780
Маса порожнього вагона, т	21,2
Максимально допустима маса вагона, не більше, т	32,8
Система керування	Імпульсна (з рекуперацією), IGBT
Тяговий двигун, тип	Постійного струму з послідовним збудженням
Потужність двигуна, кВт	45
Номінальна напруга двигуна, В	300
Номінальний струм двигуна, А	150
Напруга мережі керування, В	24
Ємність акумуляторних батарей мережі керування, А/год	125
Генератор	Статичний перетворювач 550/24/3x220, Cegelec
Освітлення кабіни та салону	Світлодіодне
Опалення кабіни та салону	Повітряне, калориферне
Інформаційна система	Переднє, бокове, заднє та внутрішнє інформаційні табло

# Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода

5

Показники	Системи електричного привода			
	РКС-ДПС	ШПП-Д	ТП-Д	ПЧ-АД
Вартість двигуна Д, грн	200000	200000	200000	140000
Вартість системи керування СК, грн.	260000	242000	290000	380000
Капітальні вкладення К, грн	460000	442000	490000	520000
Річні капітальні витрати К річні, грн.	78200	75140	83300	88400
Амортизаційні відрахування С <sub>а</sub> , грн/рік	46000	44200	49000	52000

Відрахування на ремонт С <sub>р</sub> , грн/рік	9200	8840	9800	10400
Додаткові відрахування С <sub>д</sub> , грн/рік	25760	25760	25760	25760
Відрахування на обслуговування С <sub>о</sub> , грн/рік	4048	3940	4228	4408
Загальні відрахування С, грн/рік	85010	82740	88790	92570
Приведені витрати З, грн/рік	163200	157900	172100	181000

# Вибір електродвигуна та його перевірка

Оскільки діапазон регулювання швидкості двигуна знаходиться в дуже широких межах, вибираємо двигун постійного струму. Для забезпечення кращих тягових характеристик тяговий двигун повинен мати послідовне збудження.

Параметри двигуна	Значення параметра
Тип	TE 023
Потужність, $P_H$ , кВт	45
Номінальна напруга, $U_H$ , В	300
Частота обертання, $n_H$ , об/хв	1720
Максимальна частота обертання, $n_{max}$ , об/хв	4350
Номінальний струм якоря, $I_H$ , А	175
ККД, %	85,7
Маса, кг	287
Опір якоря $R_{я}$ , Ом	0,058045
Опір послідовної обмотки, Ом	0.027804
Опір додаткових полюсів $R_{дод. пол}$ , Ом	0,025364
Клас ізоляції	F

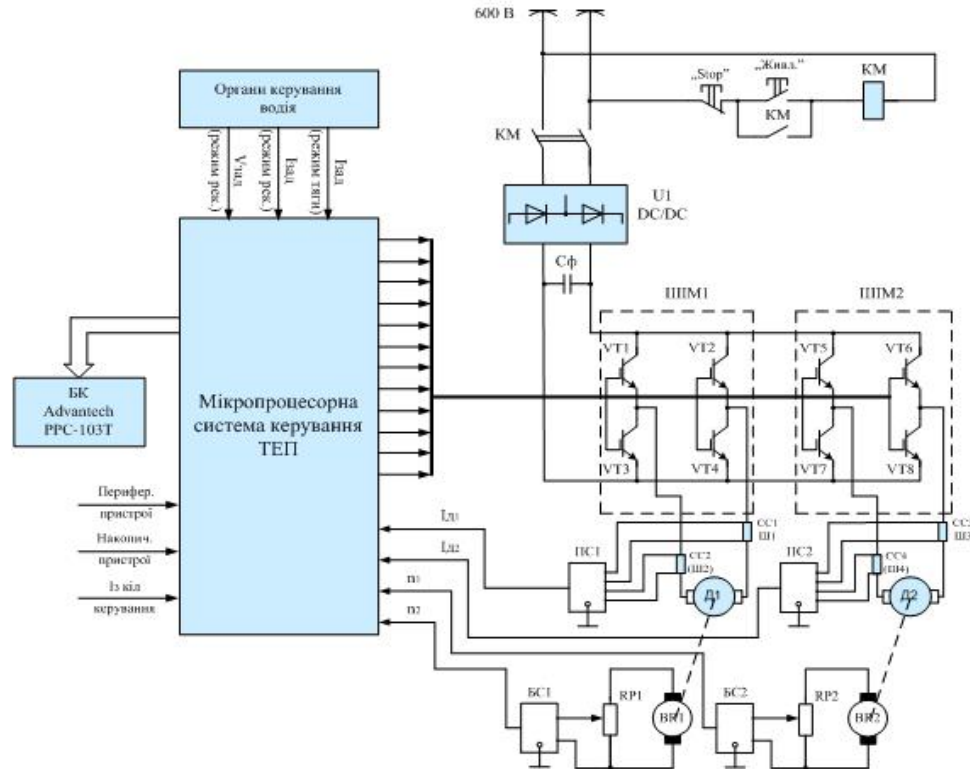
## Розрахунок необхідних коефіцієнтів підсилення та передатних коефіцієнтів системи

Обираємо сенсор струму та сенсор напруги з параметрами вказаними в таблицях:

Параметр	Числове значення
Номінальний вхідний струм, А	1000
Діапазон перетворення, А	0...±1500
Величина навантажувального резистора, Ом	25
Номінальний аналоговий вихідний струм, мА	200
Напруга живлення, В	±15
Коефіцієнт трансформації	1:5000
Струм споживання, мА	30
Електрична міцність ізоляції при 50Гц, 1хв, кВ	6

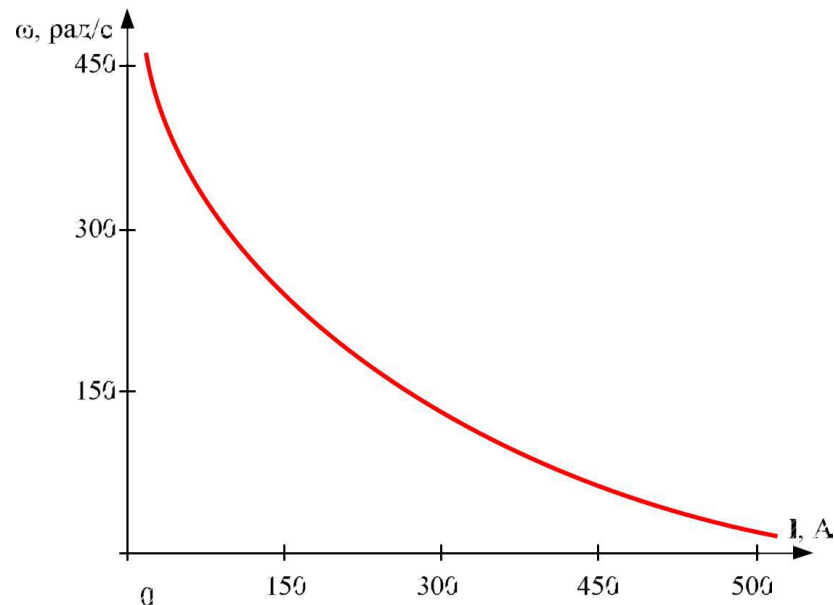
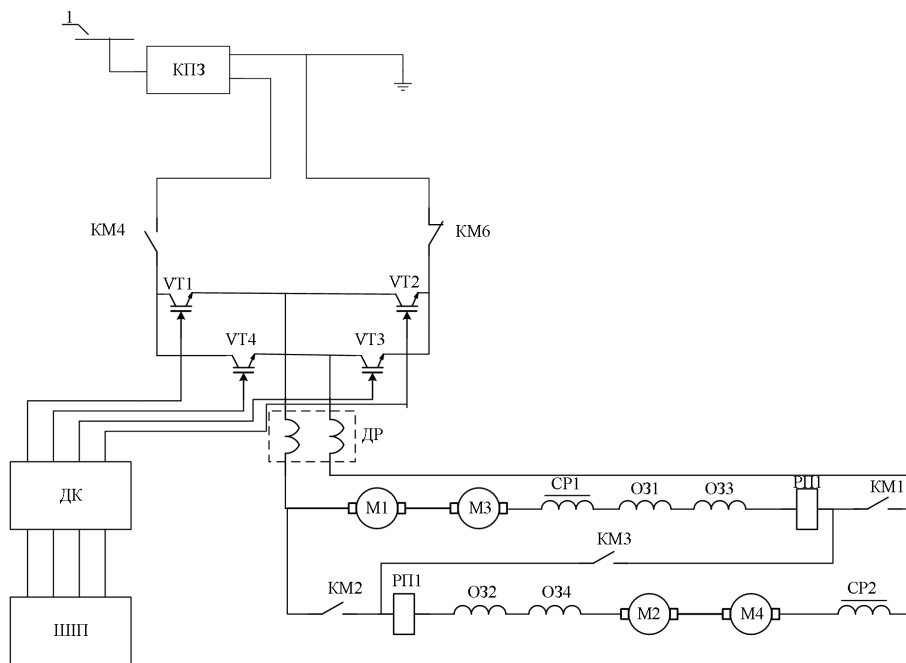
Параметр	Числове значення
Номінальна вхідна напруга, В	700
Діапазон перетворення, В	0...±1000
Величина навантажувального резистора, кОм	≥1
Вихідна аналогова напруга при $U_{вх, max}$ , В	10
Напруга живлення, В	±15
Коефіцієнт перетворення	1000В/10В
Струм споживання, мА	32
Електрична міцність ізоляції при 50Гц, 1хв, кВ	6

# Схема електрична принципова мікропроцесорної системи керування електропривода трамвайного вагона





# Функціональна схема електропривода трамвая

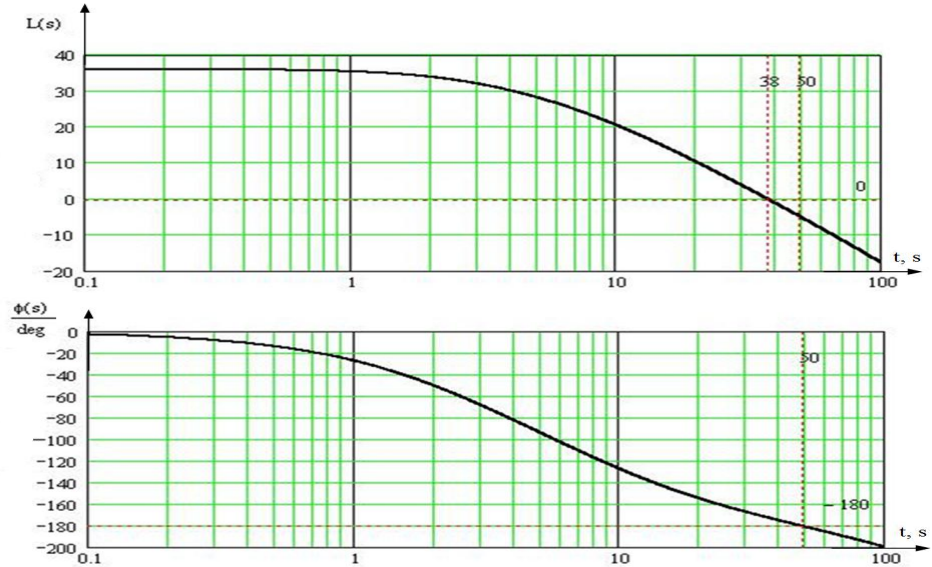


Електромеханічна характеристика електропривода

# Характеристики системи



Перехідна характеристика  
розімкненої системи



Логарифмічна амплітудно-частотна  
характеристика та логарифмічна  
фазочастотна характеристика

## Висновок

В результаті виконання даної МКР було досліджено роботу електротехнічного комплексу трамвая VinWay, а саме:

1. Зроблено коротку характеристику механізму та режиму його роботи.
2. Було виконано розрахунок потужності електродвигуна.
3. Виконано техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода.
4. Проведено вибір двигуна та його перевірка.
5. Визначено розрахунковий параметр силового кола.
6. Досліджено систему керування електроприводом.
7. Проведено розрахунок і побудову статичних характеристик електропривода.
8. Проведено розрахунок динаміки системи електропривода.
9. Виконано моделювання перехідних процесів системи електропривода.





Дякую за увагу