

# **ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА СТЕПЕНІВ РУХОМОСТІ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА**

**Доповідач: ст. гр. ЕТЗ-19м**

**Мельник С.В.**

**Керівник: Паянок О.А.**

# Вступ, об'єкт, предмет, мета, задачі дослідження

**Об'єктом** дослідження є процеси перетворення енергії, які протікають у електротехнічній системі електропривода степенів рухомості промислового робота.

**Предметом** є математичні моделі та структури, які дозволяють підвищити енергетичну ефективність електропривода степенів рухомості промислового робота.

**Метою** магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності та надійності функціонування електричного привода промислового робота за рахунок вдосконалення його системи електропривода та модернізації структури електромеханічної частини електроприводу.

В процесі досягнення поставленої в роботі мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

- привести коротку характеристику та режими роботи виробничого механізму;
- виконати розрахунок та вибір потужності електродвигуна механізму;
- провести розрахунки економічної доцільності використання найбільш оптимального з технічної та економічної точки зору варіанту системи електропривода промислового робота;
  - виконати необхідні розрахунки та розробити функціональну та принципову електричні схеми електропривода промислового робота типу «антропоморфна рука»;
  - провести моделювання запропонованої системи керування з метою перевірки адекватності поведінки системи реальним фізичним та електромеханічним процесам.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ

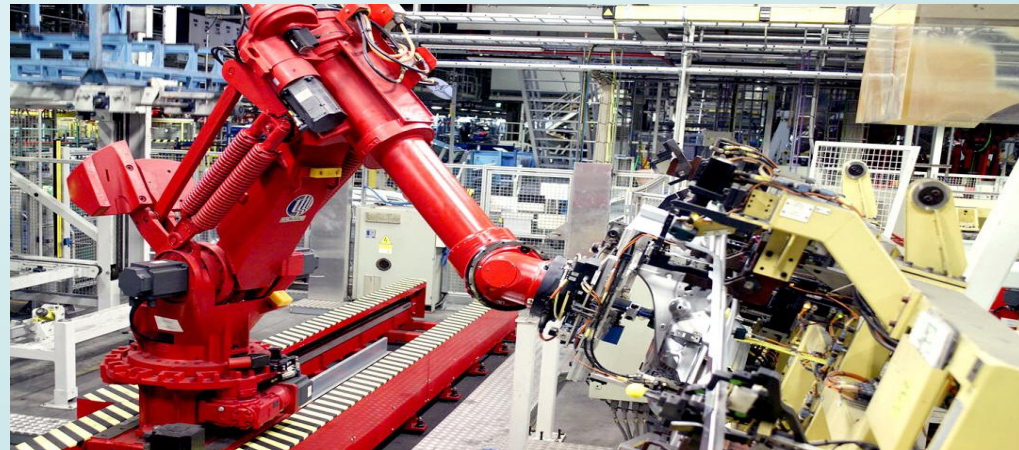


Основним напрямом розвитку машинобудування є підвищення ефективності виробництва. Це забезпечується вдосконаленням існуючих та впровадженням нових видів обладнання, технологічних процесів та засобів автоматизації.

До таких засобів автоматизації, які є досить відповідальними ланками будь-якого промислового виробництва, можна віднести «Промислові роботи» (ПР).

ПР застосовуються в різних галузях промисловості, як в дрібносерійному так і в масовому виробництві.

Промислові Роботи на виробництві масово поширилися наприкінці ХХ століття в зв'язку зі значним зростанням промислового виробництва. Великі серії продукції зумовили потребу в інтенсивності та якості такої роботи, виконання якої перевищує об'єктивні людські можливості.



## ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТА

Під час розрахунків та досліджень розглядається різновид промислового робота, спроектованого по найбільш поширеній та універсальній кінематичній схемі типу «антропоморфна рука». Зовнішній вигляд типового промислового робота «антропоморфна рука» приведена на рисунку 1.

Кінематична схема механізму даного типу на прикладі промислового робота типу FANUC ARC-Mate-100iC приведені на рисунках 1 та 2.

Подібна кінематична схема дозволяє застосовувати маніпулятор в наступних областях промислового виробництва:

- маніпулювання, завантаження і розвантаження;
- упакування та вибіркоче комплектування;
- електродугове зварювання;
- паяння;
- метало виробництва;
- операції обробки, складання/розбирання;
- формувальне устаткування;
- обслуговування верстатів;
- вимірювання, тестування і перевірка;
- палетування.

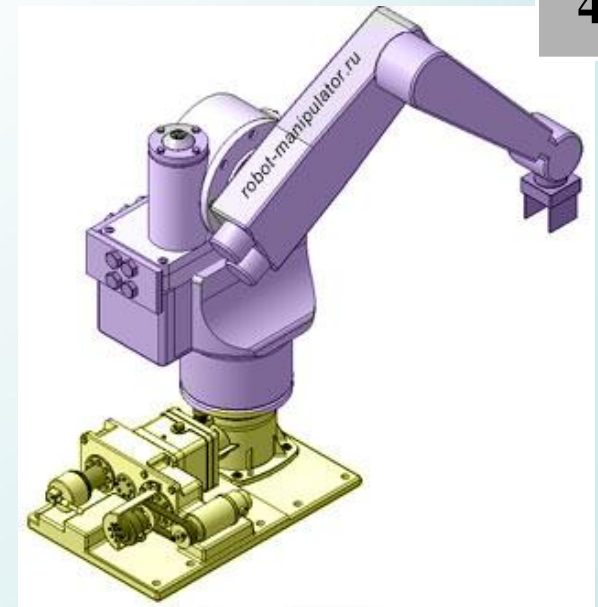


Рисунок 1

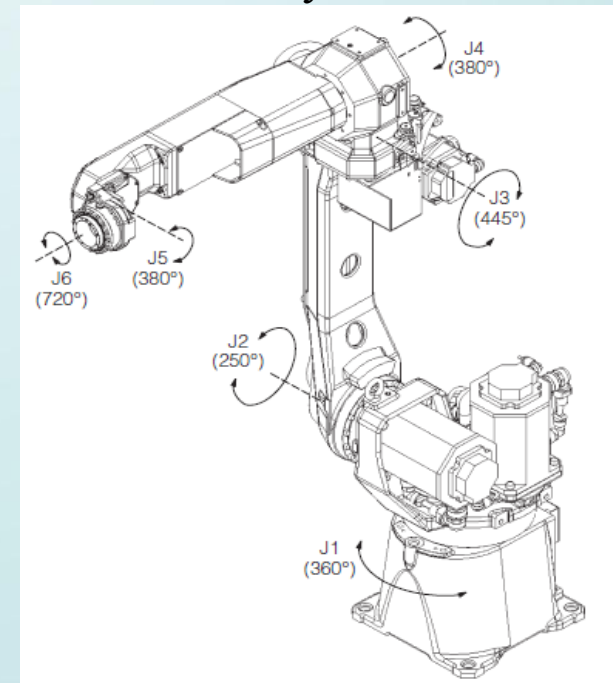


Рисунок 2



## КІНЕМАТИЧНІ ВУЗЛИ МЕХАНІЗМУ ПР

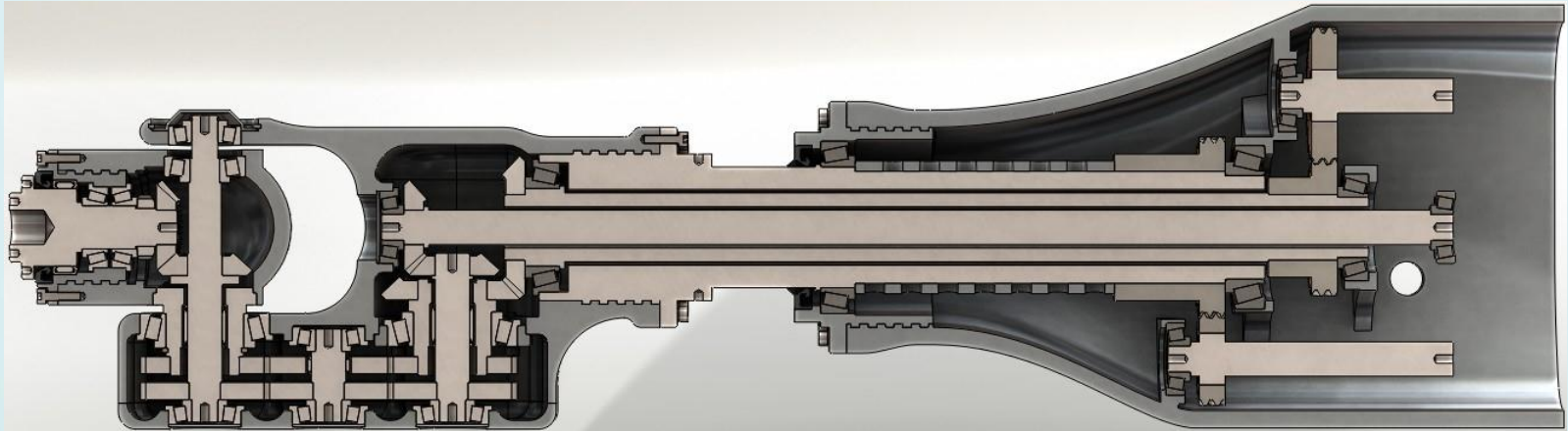


Рисунок 3 – Місцеві розрізи модуля руки ПР

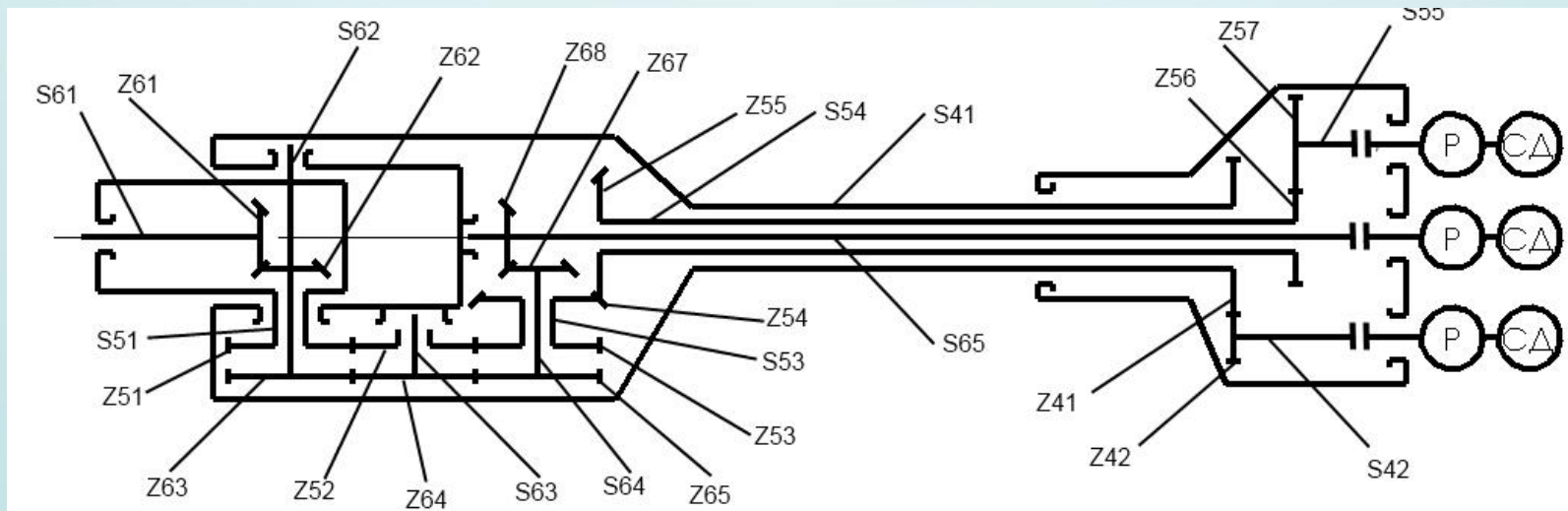


Рисунок 4 – Кінематична схема модуля руки промислового робота

## РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ТА СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИВІДНОГО ДВИГУНА РОБОТА

Розрахунок потужності двигуна та подальший вибір електропривода промислового робота здійснювався із врахуванням таких чинників:

- необхідні динамічні властивості при пуску, гальмуванні та зміні навантаження;
- діапазон регулювання швидкостей;
- різновид необхідної механічної характеристики режиму роботи в часі та необхідна точність підтримання заданого режиму;
- частота включень приводного механізму.

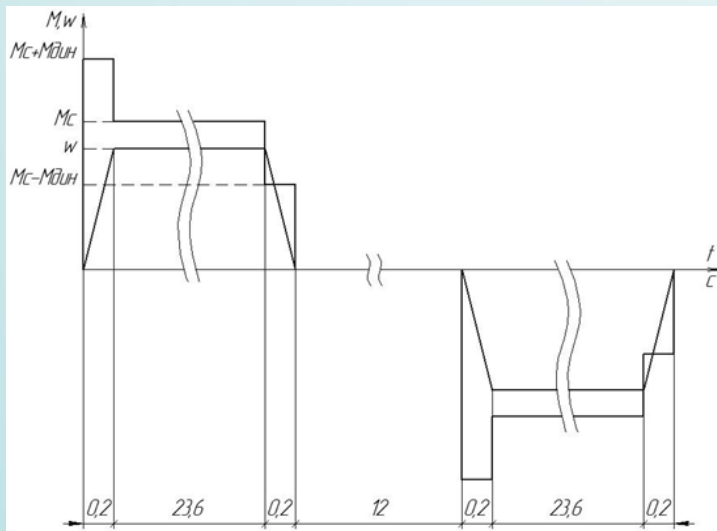


Рисунок 5 - Тахограма та навантажувальна діаграма механізму

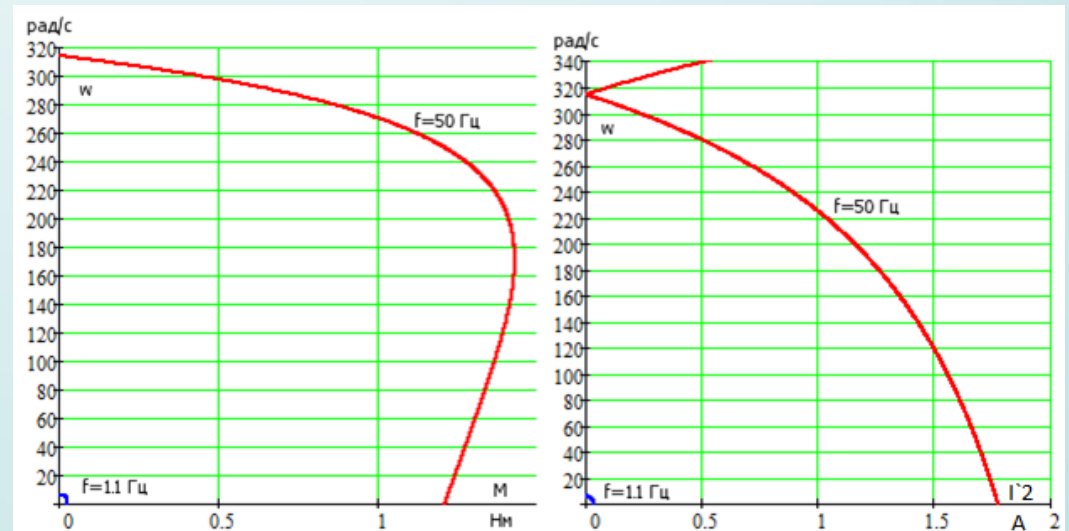


Рисунок 6 - Статичні механічні та електромеханічні характеристики

# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ. ВИБІР ТИПУ ДВИГУНА

Таблиця 4.1 – Паспортні характеристики двигуна ASMT04250LBK

Параметр, одиниця вимірювання	Позначення	Значення
Потужність, Вт	$P_{\text{НОМ}}$	180
Частота обертання, об/хв	$n_{\text{НОМ}}$	3000
Номинальний струм, А	$I_{1\text{НОМ}}$	0,52
Коефіцієнт потужності	$\cos\varphi$	0,78
ККД	$\eta$	0,92
Напруга статора, В	$U_{1\text{Н}}$	380
Кратність критичного моменту	$\lambda_{\text{к}}$	2,2
Кратність пускового моменту	$\lambda_{\text{п}}$	2
Момент інерції, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$	$J_{\text{р}}$	$0,42\cdot 10^{-3}$
Частота мережі живлення, Гц	$f$	50
Кількість фаз	$m$	3

# РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТРУКТУРНОЇ СЕП

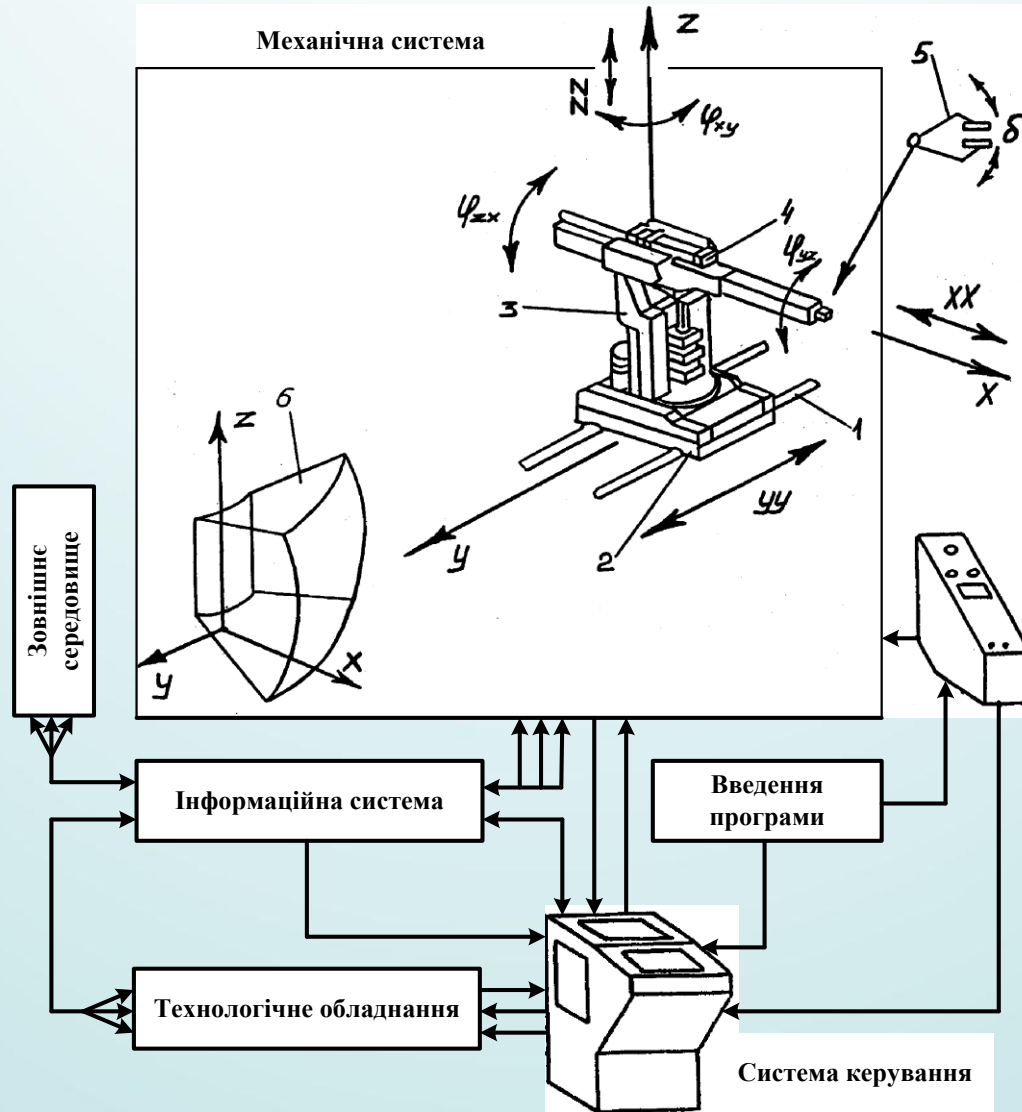


Рисунок 7 - Структурна схема керування електропривода ПЧ-АД промислового робота





# РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ

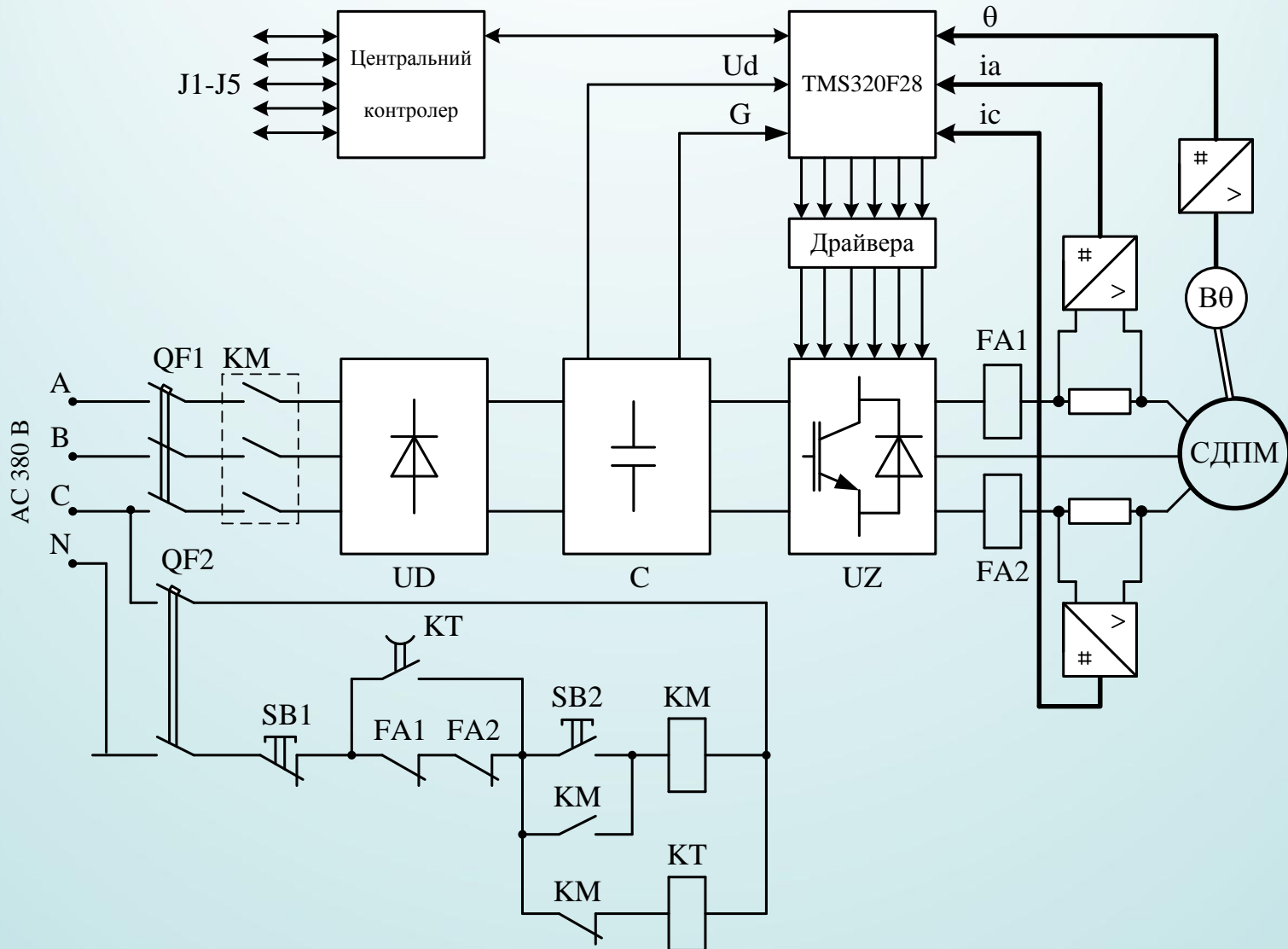


Рисунок 9 - Функціональна схема керування електроприводом ступеня рухомості МР

## МІКРОПРОЦЕСОРНА РЕАЛІЗАЦІЯ САЕП ПР

Контролер TMS320F28 має такі переваги в порівнянні з іншими більш коштовними аналогами:

- висока продуктивність (тактова частота складає 60 - 100 МГц);
  - достатній об'єм оперативної та flash-пам'яті (68 - 512 КБ);
  - можливість роботи з операціями із «плаваючою комою»;
  - широкі можливості для підключення периферійних пристроїв;
  - спеціалізовані апаратні засоби для керування приводом;
  - низька вартість;
- Особливості цієї серії процесорів:
- наявність ШІМ-модулів;
  - можливість організації як векторного, так і скалярного керування асинхронним двигуном;
  - обробка сигналів датчиків швидкості та моменту;
  - можливість виконання координатних перетворень змінних;
  - для даного сімейства контролерів існує спеціально розроблене програмне забезпечення для роботи з перетворювачами частоти для АД.

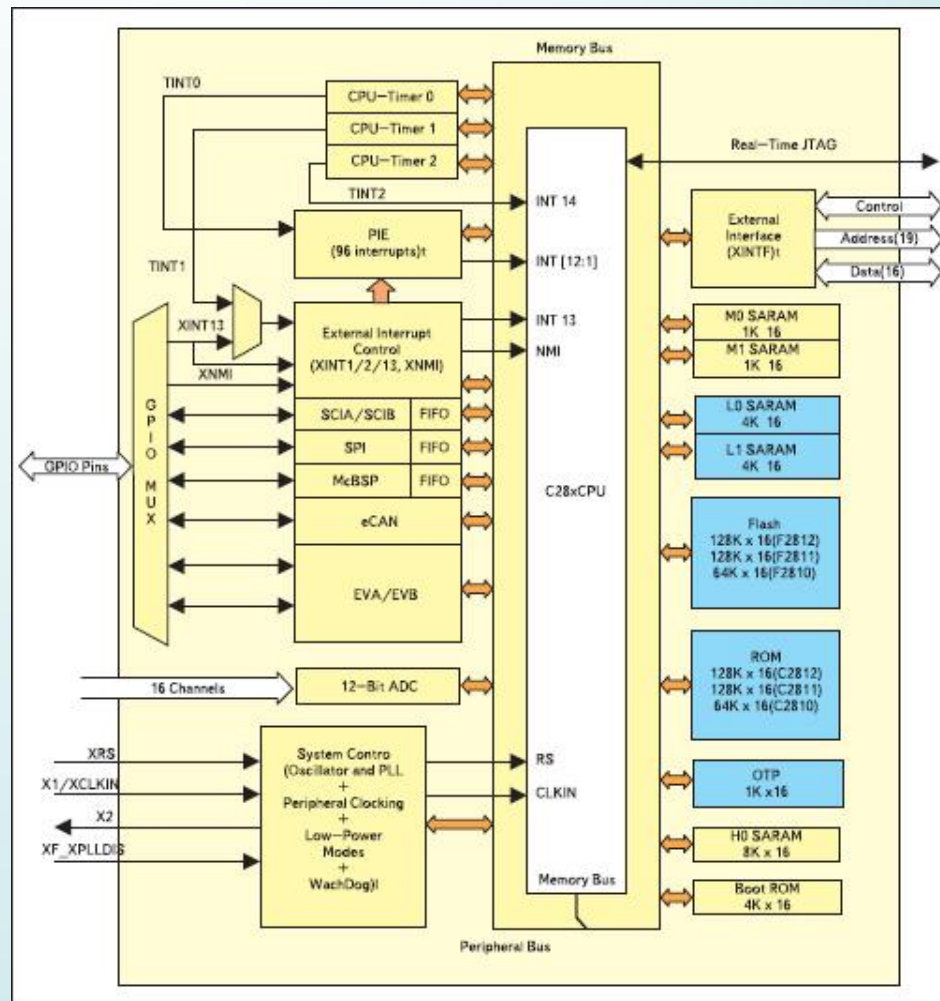
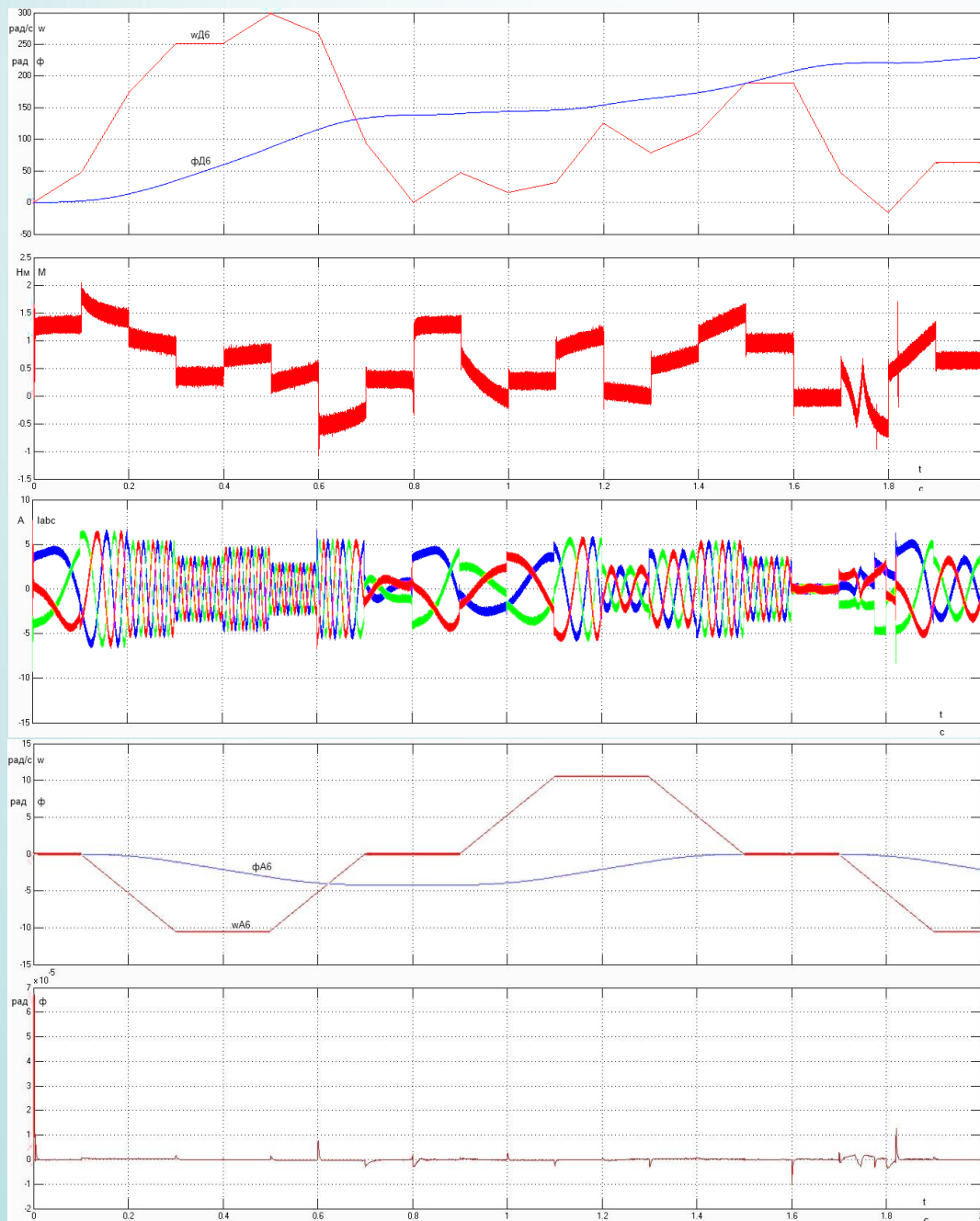


Рисунок 10 – Структурна схема сигнального процесора типу TMS320F2812









В роботі приведені ідентичні результати моделювання інших осей промислового робота – А4 та А5 – в ППП Matlab Simulink

Рисунок 15 – Результати моделювання системи управління вісі А6

# РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ САЕП ПР

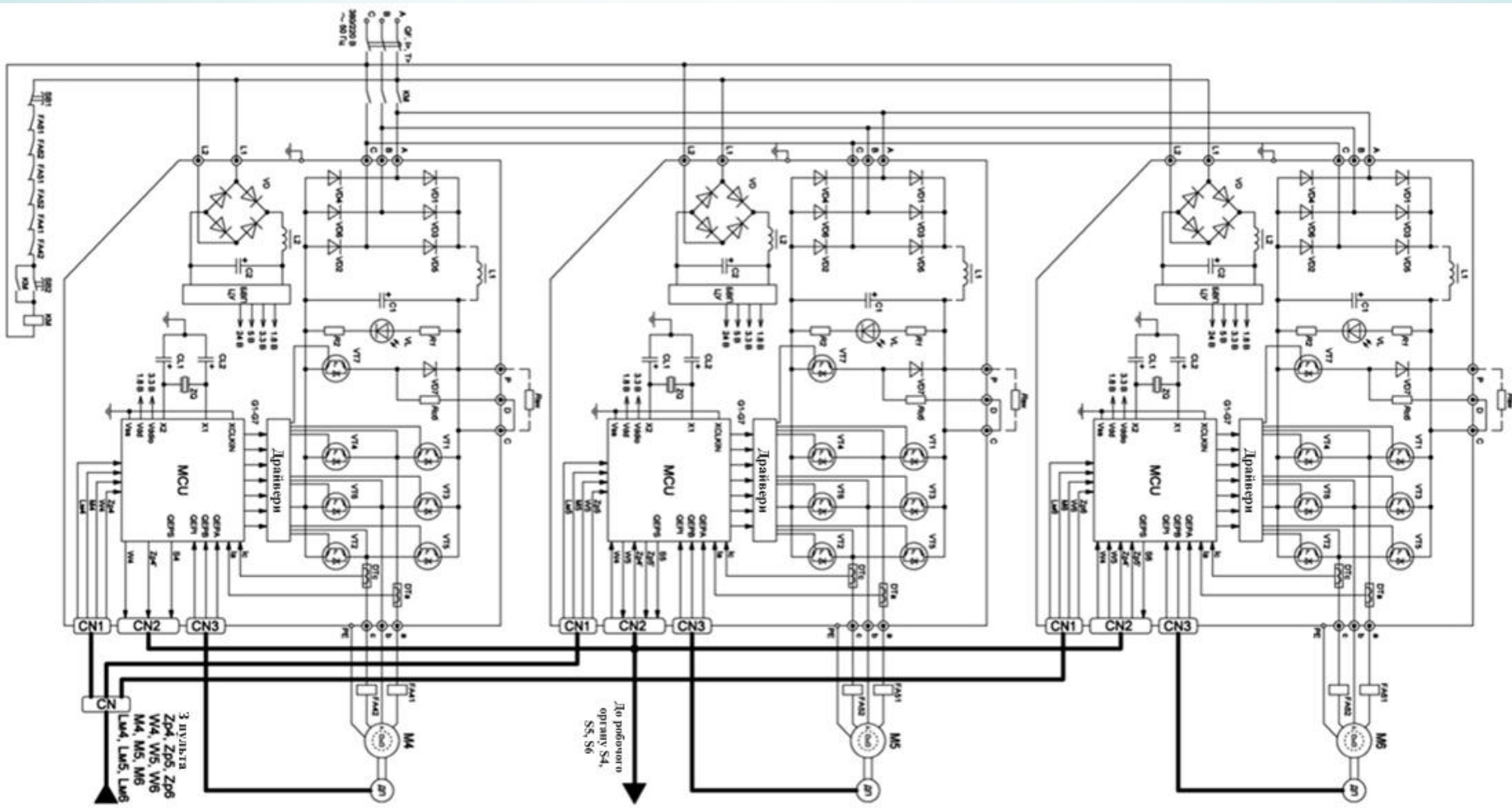


Рисунок 16 – Схема електрична принципова степенів рухомості промислового робота

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи роботи на тему «Вдосконалення системи електропривода степенів рухомості промислового робота була виконана модернізація електропривода механічної руки ПР.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було досліджено декілька електроприводів для даного типу виробничого механізму та в результаті техніко-економічного порівняння та попереднього розрахунку потужності двигуна була вибрана система регулювання швидкості СДПМ з частотно-струмовим векторним керуванням із непрямою орієнтацією по полю та регуляторами струмів, виконаними в нерухомій системі координат. Вибраний електродвигун змінного струму.

Розроблена схема керування електроприводу, яка відповідає вимогам технологічного процесу. Забезпечений необхідний діапазон регулювання. Проведено моделювання і аналіз перехідних процесів в замкнутій системі із зворотним зв'язком за швидкістю і положенням. Забезпечена необхідна точність спостереження і необхідний діапазон регулювання швидкості.

Аналіз динамічних властивостей системи електроприводу показав, що розроблена система повністю задовольняє поставленим вимогам.

Виконано розрахунок ефективності капіталовкладень для впровадження електропривода степенів рухомості промислового робота.

Визначено основні положення щодо безпечної експлуатації ВЕУ з МР в умовах дії шкідливих чинників оточуючого середовища.