

# ЕЛЕКТРОПРИВОД МЕХАНІЗМУ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ СТІЛИ ПОРТАЛЬНОГО КОЗЛОВОГО КРАНА

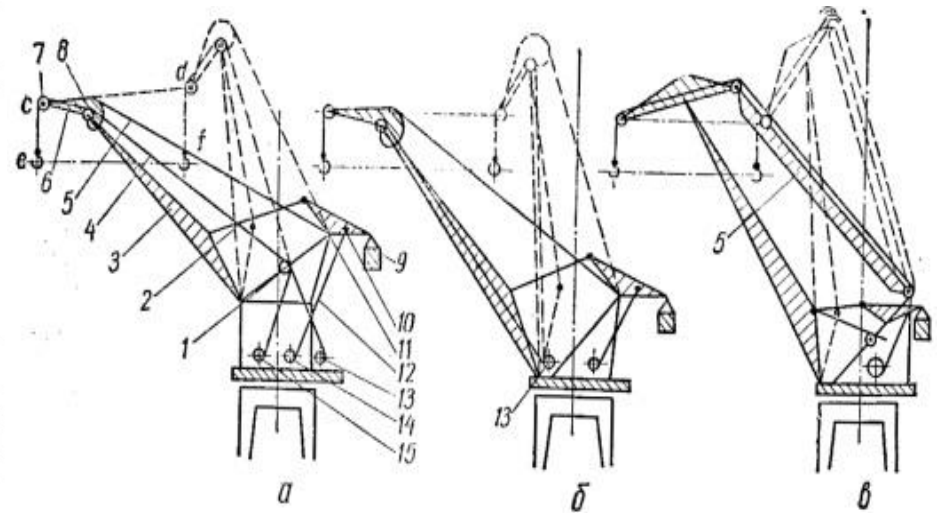
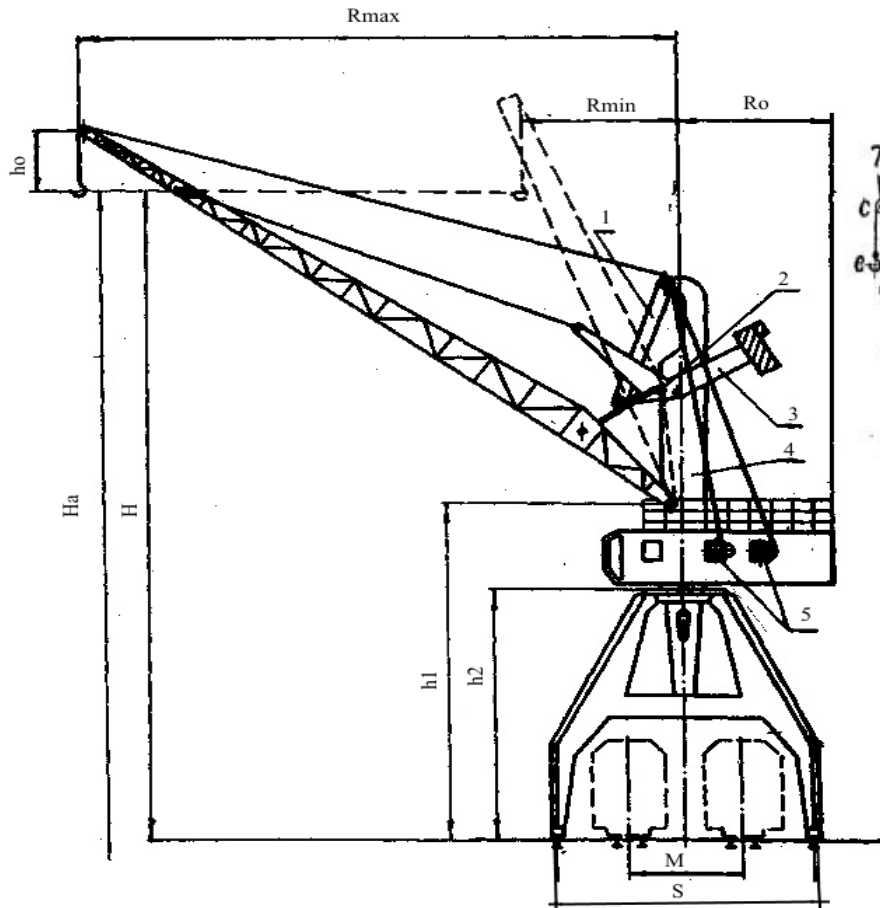


ст. гр. ЕПА-15сп  
Петровський В.М  
Керівник к.т.н., доц.  
Мошноріз М.М

# Постановка задач проектування

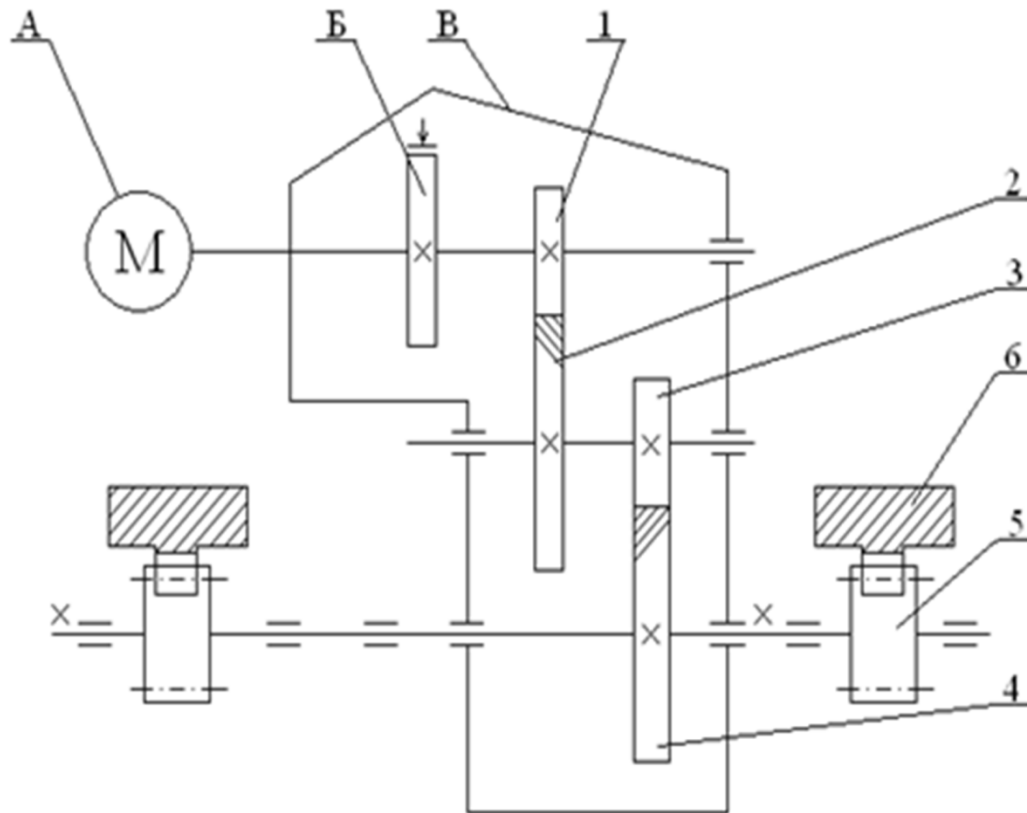
1. Характеристика механізму і режимів його роботи;
2. Розрахунок потужності електродвигуна;
3. Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода;
4. Вибір електродвигуна та його перевірка;
5. Розробка функціональної схеми електропривода;
6. Розрахунок силової частини електропривода та вибір її елементів;
7. Розрахунок параметрів об'єкта керування;
8. Розрахунок та побудова характеристик розімкненої системи електропривода;
9. Розробка структурної схеми електропривода;
10. Дослідження динамічних характеристик замкненої системи електропривода шляхом комп'ютерного моделювання;
11. Розробка схеми електричної принципової системи електропривода;
12. Розробка схеми електричної монтажної системи електропривода;
13. Мікропроцесорна реалізація системи електропривода;
14. Економічна частина;
15. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

# Загальний вигляд об'єкта



Принцип роботи механізму  
зміни вильоту стріли

Загальний вигляд крана

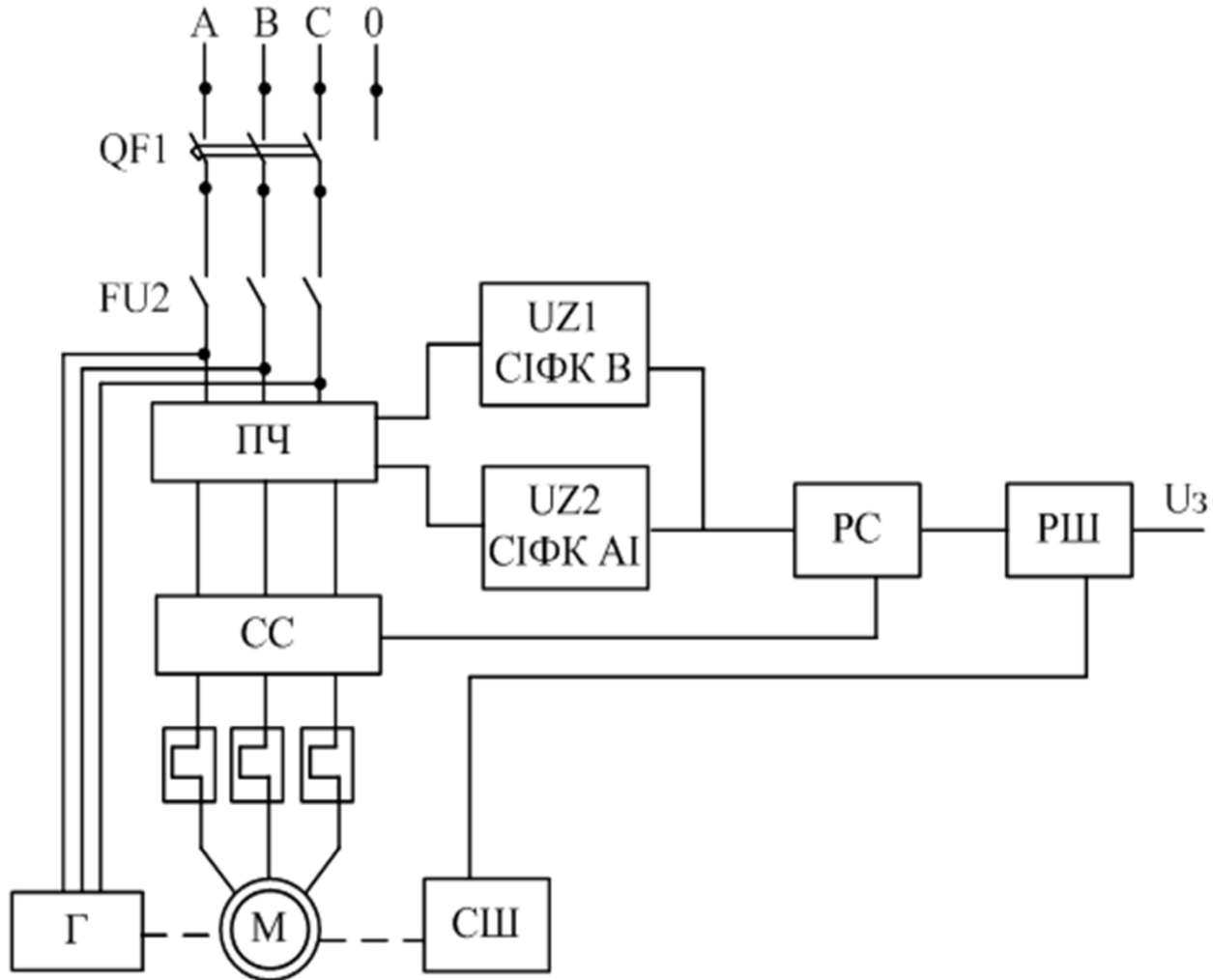


|             |                 |             |        |      |  |                      |         |         |  |
|-------------|-----------------|-------------|--------|------|--|----------------------|---------|---------|--|
|             |                 |             |        |      | 08-16.ДП.010.00.000 К  |                      |         |         |  |
| Вид         | Лист            | № документа | Планш. | Дата | Электропривод механизма<br>вильного стрелы порталного<br>козлового крана.<br>Кинематичная схема электропривода | Лист                 | Масштаб | Минимум |  |
| Разработчик | Петровский В.М. |             |        |      |  |                      |         |         |  |
| Проверенный | Мониторинг М.М. |             |        |      |  |                      |         |         |  |
| Титул       |                 |             |        |      |  |                      |         |         |  |
| Рисовал     |                 |             |        |      |  |                      |         |         |  |
| Выполнил:   |                 |             |        |      |  | Архив                | Архив   |         |  |
| Специалист  | Курин В.М.      |             |        |      |  | ВНТУ, гр. ЕРПА-15 ен |         |         |  |

Вид №: \_\_\_\_\_  
 Планш. №: \_\_\_\_\_  
 Лист №: \_\_\_\_\_  
 Дата: \_\_\_\_\_

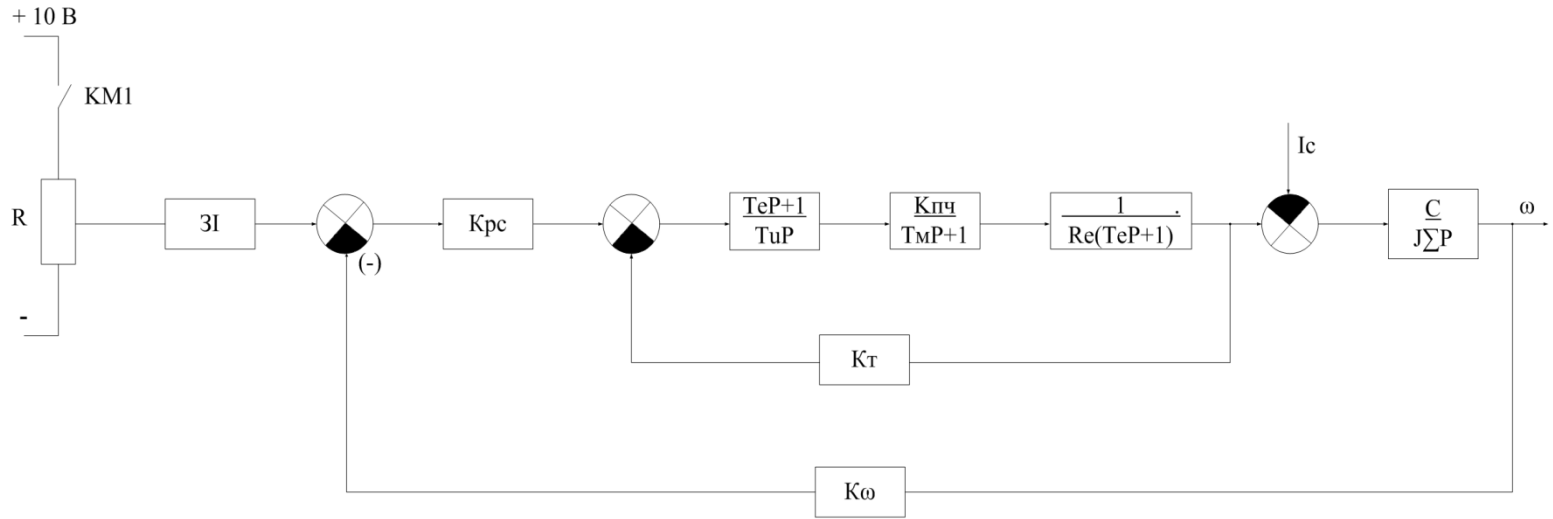
# Техніко-економічне порівняння варіантів вибору системи електропривода

| Показники   | Системи електричного привода |          |          |
|---|------------------------------|----------|----------|
|   | РКС-АД                       | ТРН-АД   | ПЧ-АД    |
| Вартість двигуна $D$ , грн                        | 23564,4                      | 15235,5  | 15235,5  |
| Вартість системи керування СК, грн                | 8265,3                       | 12635,9  | 16230,56 |
| Капітальні вкладення $K$ , грн                    | 31829,7                      | 27871,4  | 31466,06 |
| Річні капітальні витрати $K_{\text{річні}}$ , грн | 5411,04                      | 4738,13  | 5349,23  |
| Амортизаційні відрахування $C_a$ , грн/рік        | 3182,97                      | 2787,14  | 3146,606 |
| Відрахування на ремонт $C_p$ , грн/рік            | 636,59                       | 557,42   | 629,32   |
| Додаткові відрахування $C_d$ , грн/рік            | 20031,64                     | 20031,64 | 20031,64 |
| Відрахування на обслуговування $C_o$ , грн/рік    | 1192,56                      | 1168,81  | 1192,37  |
| Загальні відрахування $C$ , грн/рік               | 25043,7                      | 24545,01 | 24999,6  |
| Приведені витрати $Z$ , грн/рік                   | 30454,74                     | 29283,14 | 30348,83 |



| 08-16.ДП.010.00.000 E2 |                  |             |        |      |  | Лист   | Маск | Машини |
|------------------------|------------------|-------------|--------|------|--|--|------|--------|
| Дис.                   | Лист             | № замовника | Підпис | Дата |  | Електропривод механізму зміни вильоту стріли порталного козлового крана.<br>Функціональна схема системи електропривода |      |        |
| Розробив               | Петровський В.М. |             |        |      |  |  |      |        |
| Перевірив              | Михайченко М.М.  |             |        |      |  |  |      |        |
| Головний               |                  |             |        |      |  |  |      |        |
| Рисуючий               |                  |             |        |      |  |  |      |        |
| Виконав                | Кутин В.М.       |             |        |      |  |  |      |        |
|                        |                  |             |        |      |  | ВНТУ, м.п. ЕПА-15 см   |      |        |

Лист № 1 з 1  
Всього ліній 1  
Всього сторінок 1



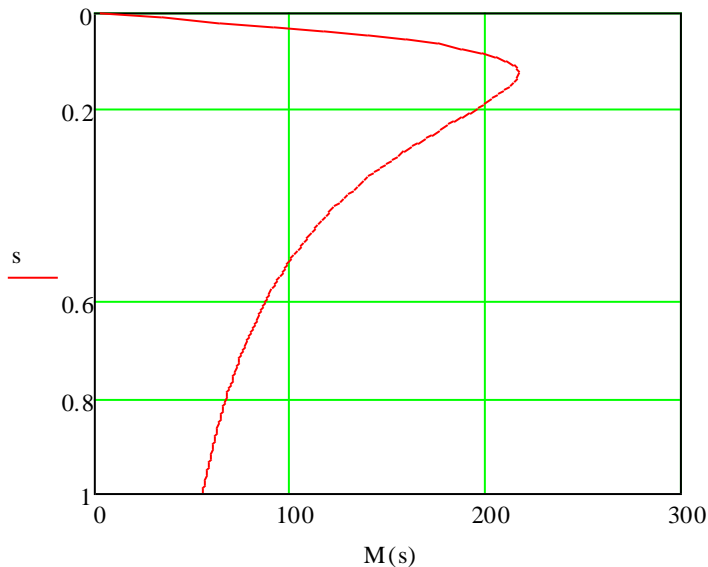
Лист № 1  
 Дата: 08.08.2018  
 08-16.ДП.010.00.000 E1

|  |                 |              |        |       |
|--|-----------------|--------------|--------|-------|
| 08-16.ДП.010.00.000 E1   |                 |              |        |       |
| Вид:   | Лист:           | № документа: | Планш: | Дата: |
| Разработчик:   | Петровская В.М. |              |        |       |
| Проверщик:   | Мониторы В.М.   |              |        |       |
| Титул:   |                 |              |        |       |
| Рисует:  |                 |              |        |       |
| Проектирует:   |                 |              |        |       |
| Выполняет:   | Куты В.М.       |              |        |       |
| Электропривод механизма zmiany вильоту стріли порталного кранового крана.<br>Структурна схема системи електропривода |                 |              |        |       |
|  |                 |              |        |       |
| ВНТУ, гр. ЕПА-15 сп  |                 |              |        |       |

# Статичні характеристики системи електропривода

$$M(s) := \frac{2 \cdot Mk + (s^2 - sk^2) \cdot Kc}{\frac{s}{sk} + \frac{sk}{s}}$$

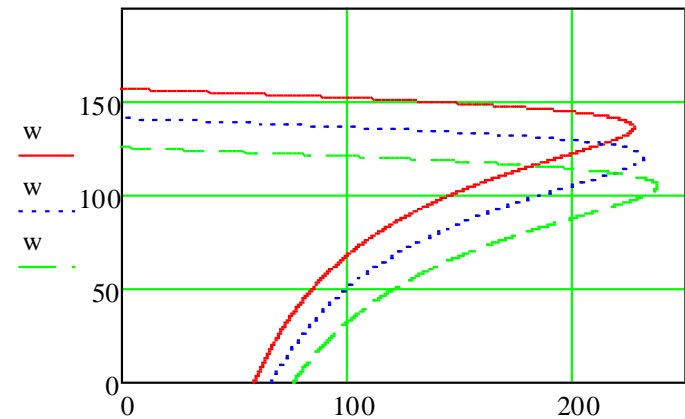
$$Mk := \lambda \cdot Mn = 216.599$$



Природна механічна характеристика електродвигуна

$$3 \cdot Uf^2 \cdot \frac{r21}{\frac{2 \cdot \pi \cdot f}{zP} - w}$$

$$M(w, Uf, f) := \frac{3 \cdot Uf^2 \cdot \frac{r21}{\frac{2 \cdot \pi \cdot f}{zP} - w}}{\frac{2 \cdot \pi \cdot f}{zP} \cdot \left[ \left( r1 + \frac{r21}{\frac{2 \cdot \pi \cdot f}{zP} - w} \right)^2 + (Lk \cdot 2 \cdot \pi \cdot f)^2 \right]}$$

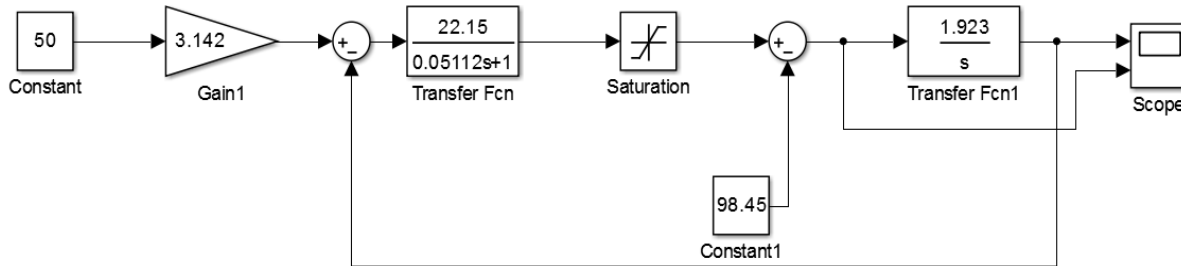


$$M(w, 220, 50), M(w, 200, 45), M(w, 180, 40)$$

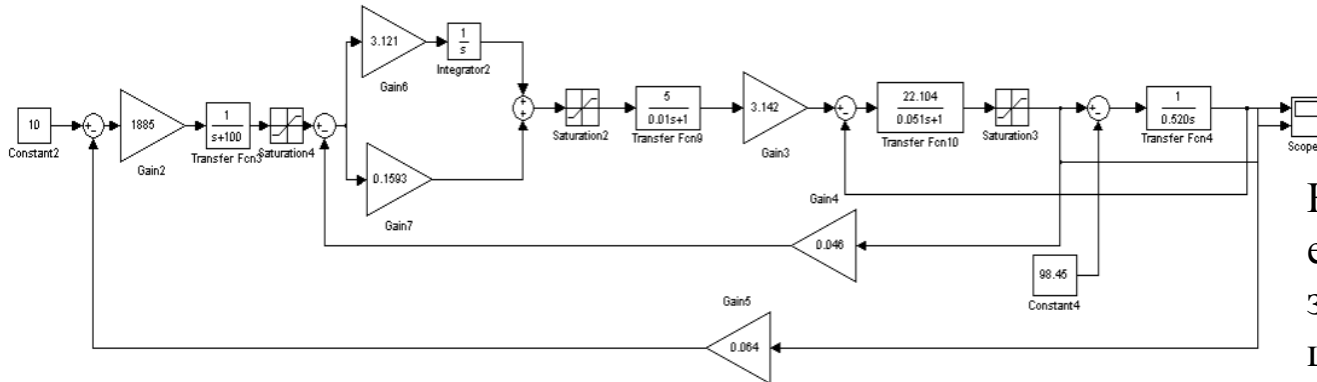
Природня і штучні механічні характеристики електродвигуна



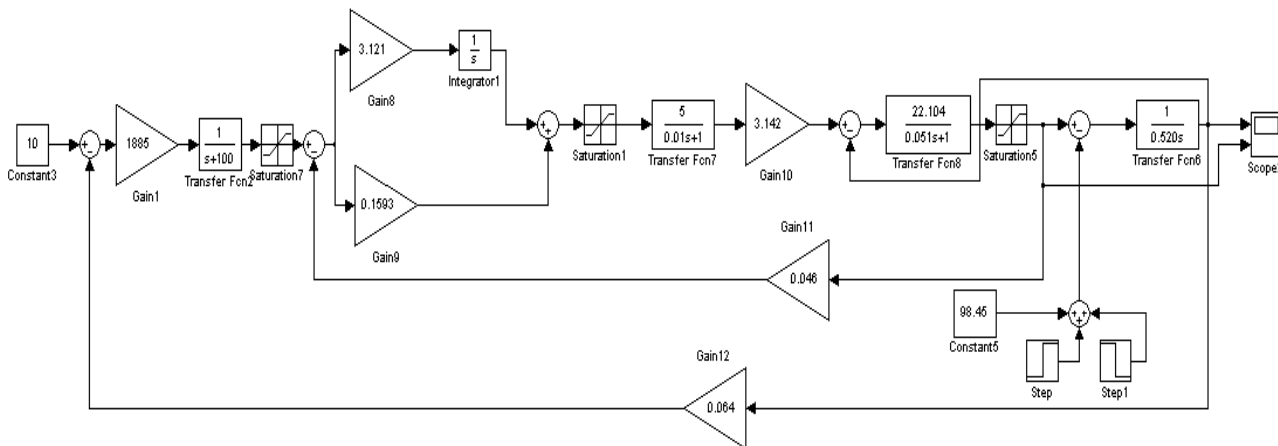
# Моделювання системи електропривода



## Модель асинхронного двигуна (АД)

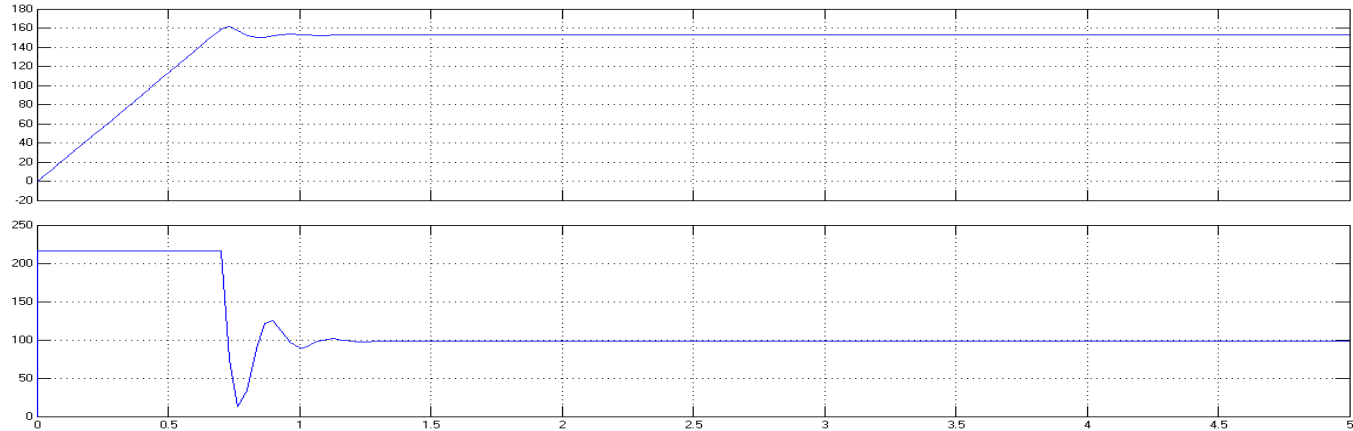


Комп'ютерна модель електропривода зі зворотнім зв'язком по швидкості та струму

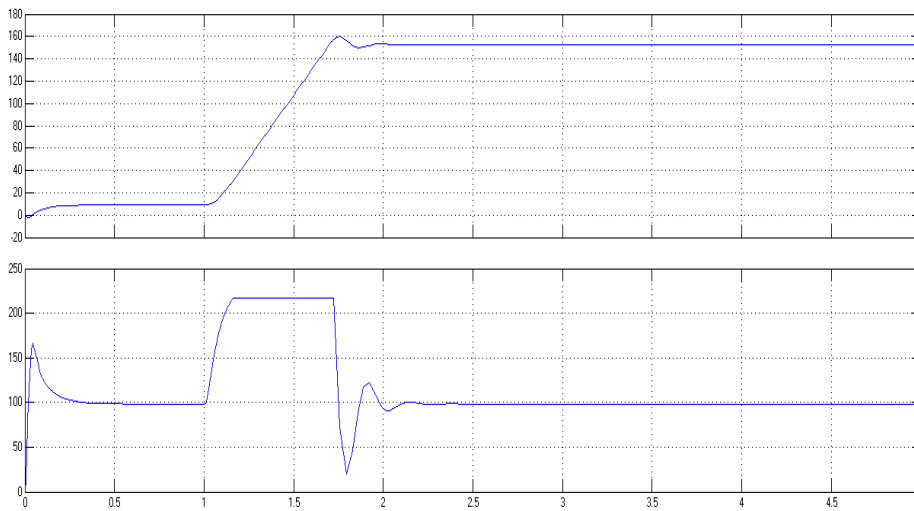


Комп'ютерна модель електропривода зі зворотнім зв'язком по швидкості та струму при пуску, накиді та скиді навантаження

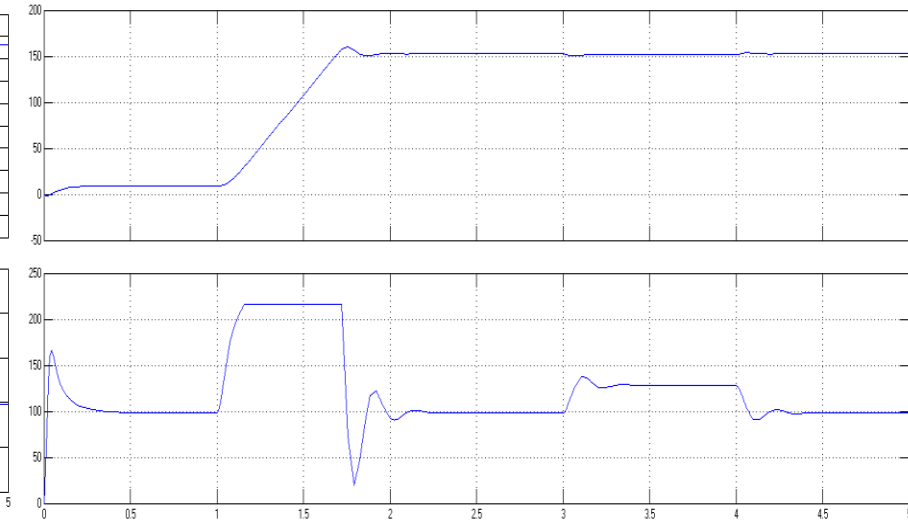
# Динамічні характеристики системи електропривода



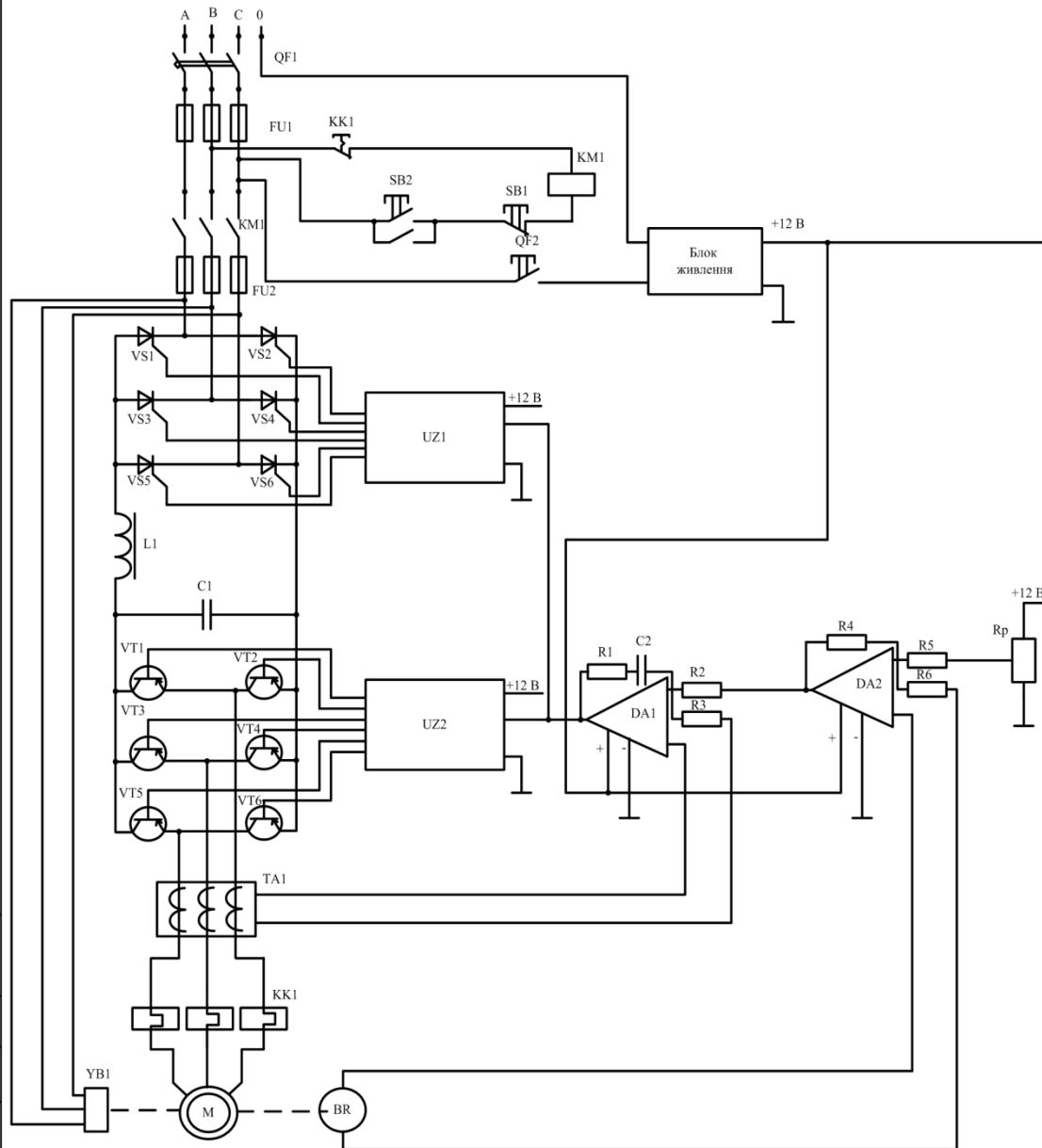
Швидкості обертання (зверху) та момент (знизу) двигуна при пуску на номінальне навантаження, його скид та накид, а також реверс двигуна



Графіки перехідного процесу швидкості і струму при пуску на номінальне навантаження



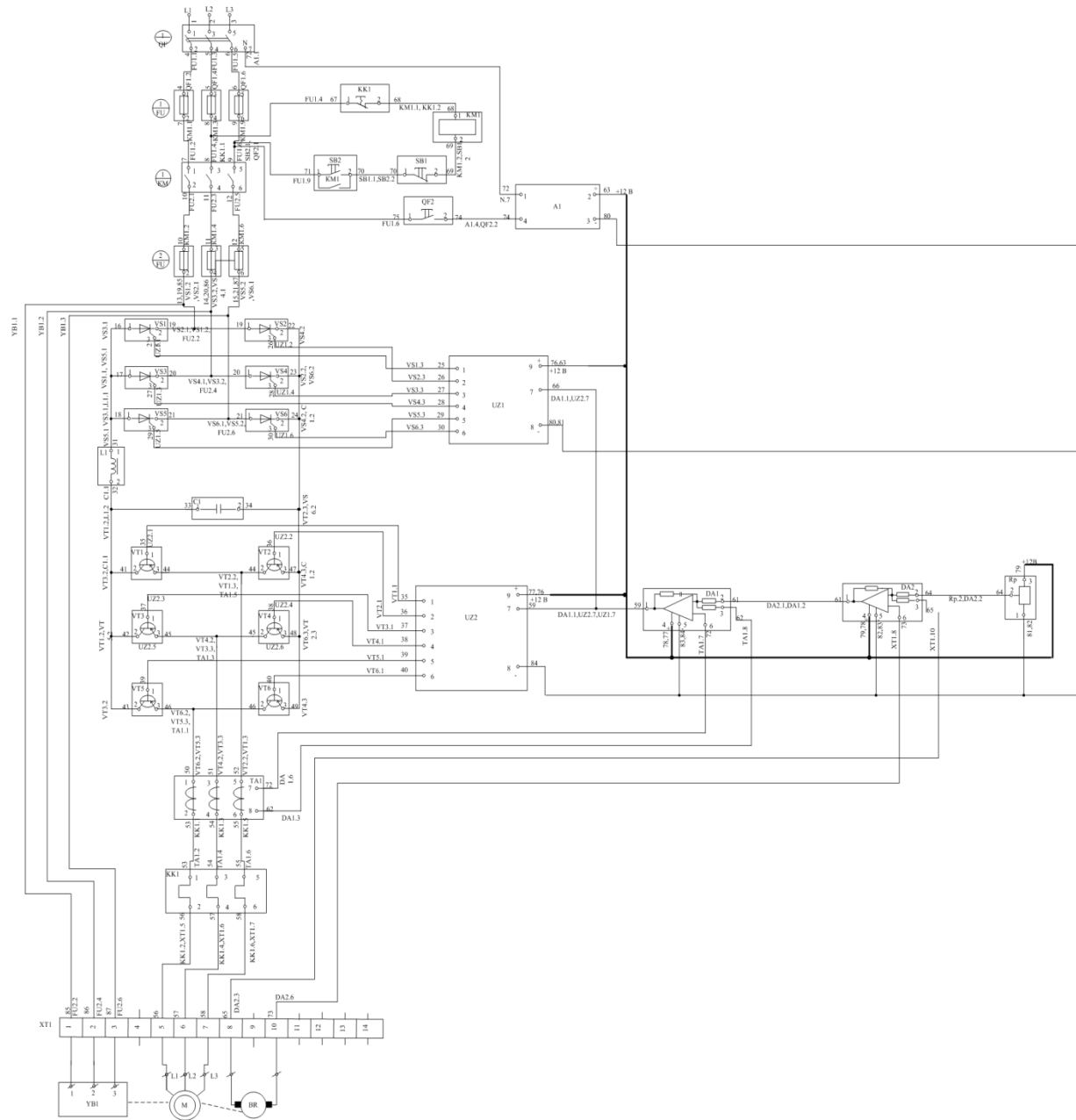
Графіки перехідного процесу при накиді та скиді



| Познач. | Найменування            | Кіл. | Примітка     |
|---------|-------------------------|------|--------------|
|         | Двигун                  |      |              |
| M1      | АІР160S4                | 1    |              |
|         | Тахогенератор           |      |              |
| BR      | ТЛК – 10                | 1    |              |
|         | Стабілізатори           |      |              |
| V51-V56 | КЕ6V400СА               | 6    |              |
|         | Транзистори             |      |              |
| VT1-VT6 | IRF-840                 | 6    |              |
|         | Мікросхеми              |      |              |
| DA1     | L7805CV – 5V,1,5A 12W   | 1    |              |
| DA2     | L7815CV – 15V,1,5A 12W  | 1    |              |
| UZ1     | 544 УД2В                | 1    |              |
| UZ2     | LM3882                  | 1    |              |
|         | Реле та контактори      |      |              |
| KM1     | ПМ1-3                   | 1    |              |
| KK1     | ЭТАЛ РТЛ 1005           | 1    |              |
|         | Автоматичні вимикачі    |      |              |
| QF1     | S 201 – D6              | 1    |              |
| QF2     | S 201 – D2              | 1    |              |
|         | Кнопки керування        |      |              |
| SB1     | КУ – 1                  | 1    |              |
| SB2     | КУТ – 1                 | 1    |              |
|         | Сенсор струму           |      |              |
| TA1     | CSLA2CD                 | 1    |              |
|         | Резистори               |      |              |
| Rp      | СН5-37-4,7 кОм          | 1    | Потенціометр |
| R1-R4   | SF-0635K-4,7 кОм        | 2    |              |
| R2-R5   | C2-22-10 кОм            | 2    |              |
| R3-R6   | C2-22-470 Ом            | 2    |              |
|         | Конденсатори            |      |              |
| C1      | МБГО-2-25мкФ-400В       | 1    |              |
| C2      | K53-19-15 мкФ-16 В      | 1    |              |
|         | Електромагнітна котушка |      |              |
| L1      | В64-14А-03-800          | 1    |              |
|         | Електромагнітне гальмо  |      |              |
| YB1     | E710                    | 1    |              |
|         | Запобіжники             |      |              |
| FU1-FU2 | ПНБ5М-380-400           | 1    |              |

|            |      |             |        |      | 08-16.ДП.010.00.000 ЕЗ  |      |       |         |
|------------|------|-------------|--------|------|---|------|-------|---------|
| Вис.       | Лист | № документа | Підпис | Дата | Електропривод механізму зміни вислоти стріли портального ковзального крана.<br>Схема електрична принципова системи електропривода | Лист | Маса  | Матриц. |
| Розробив   |      | Переглянув  |        |      |   |      |       |         |
| Проєктував |      | Моніторив   |        |      |   |      |       |         |
| Т.єкст.    |      |             |        |      |   |      |       |         |
| Рисув.     |      |             |        |      |   |      |       |         |
| Вірив      |      |             |        |      |   |      |       |         |
| Затвердив  |      |             |        |      |   |      |       |         |
|            |      |             |        |      | Архив   |      | Архив |         |
|            |      |             |        |      | ВНТУ, і.р. ЕПА-15 сш  |      |       |         |

Лист № 1 з 1  
Всього 1 лист  
Дата: 15.05.2023  
Місце: Львів



| Познач. | Найменування                | Кіл | Примітка |
|---------|-----------------------------|-----|----------|
| DA1     | Регулятор струму            | 1   |          |
| DA2     | Регулятор швидкості         | 1   |          |
| LZ1     | СІФК випрямляч              | 1   |          |
| LZ2     | СІФК автономного інвертора  | 1   |          |
| VT1-VT6 | Блок стабілізних ключів     | 6   |          |
| VSI-VS6 | Блок діодних ключів         | 6   |          |
| Rp      | Потенціометр                | 1   |          |
| YB1     | Електромагнітне гальмо      | 1   |          |
| TA1     | Сенсор струму               | 1   |          |
| AI      | Блок живлення 12 В          | 1   |          |
| KK1     | Електромагнітне реле        | 1   |          |
| KM1     | Контактор                   | 1   |          |
| SBI-SB2 | Блок конпок                 | 2   |          |
| QF1-QF2 | Блок автоматичних вимикачів | 2   |          |

Лист № 1  
 Шкала 1:1  
 Дата розробки: 10.08.2010  
 Штук 1

| 08-16.ДП.010.00.000 Е4 |                  |             |       |      |
|------------------------|------------------|-------------|-------|------|
| Лист                   | Заст.            | № документа | Шкала | Дата |
| Розробив               | Петровський В.М. |             |       |      |
| Перевірив              | Мошковиц М.М.    |             |       |      |
| Твердив                |                  |             |       |      |
| Рисув.                 |                  |             |       |      |
| Виробнич.              |                  |             |       |      |
| Затвердив              | Курин В.М.       |             |       |      |

Електропривод механізму зміни вильоту стріли порталного кранового козла.

Схема електрична монтажна системи електропривода

|       |       |          |
|-------|-------|----------|
| Тр.   | Маса  | Маніфакт |
| Автом | Автом | Автом    |

ВНТУ, гр. ЕПА-15 сн



# Висновки по роботі

- 1.Розділ** було детально розглянуто загальні відомості та класифікацію і будову та принцип дії порталних козлових кранів.
- 2.Розділ** було розраховано потужність двигуна механізму зміни вильоту стріли яка становить 12 кВт.
- 3.Розділ** було визначити техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода по розрахункам нам підходить 2 системи ТРН немає таких можливостей регулювання перед ПЧ-АД. Система ПЧ-АД є найбільш вигіднішою, так як має можливість плавного пуску, широкий діапазон регулювання, різноманітні типи захисту двигуна від аварійних ситуацій.
- 4.Розділ** потрібно було вибрати електродвигун та зробити перевірку на нагрівання тому було обрано двигун типу АІР160S4 на 15кВт , більшого за потужністю тим що він потужніший за попередній двигун.
- 5.Розділ** було розроблено функціональну схему електропривода для нашого механізму вильот стріли.
- 6.Розділ** було розрахунок силової частини електропривода та вибірано елементи для нашої системи, щоб покращити механізм зміни для вильоту стріли.
- 7.Розділ** було потрібно розрахувати параметри об'єкта нашого керування тому було обрано скласти схему заміщення об'єкту керування.
- 8.Розділ** являв собою розрахувати та побудувати характеристик розімкненої системи електропривода для розрахунку ми скористалися формулою Клосса для визначення статичних характеристик та було побудовано природню та штучні механічні характеристики АД.
- 9.Розділ** було потрібно розробити структурну схему електропривода тому під час розробки було передавальну функцію для схеми регулювання.
- 10.Розділ** потрібно було дослідити динамічних характеристик замкненої системи електропривода шляхом комп'ютерного моделювання тому було розроблено модель нашого двигуна при розрахунках в середовищі Mathcad та з моделювано ПППMatlab. Також було визначено оцінку якості та стійкості нашої системи система являється стійкою .
- 11.Розділ** потрібно було розробити схеми електричної принципової для нашої системи електропривода вильоту стріли вона була розроблена для покращення її роботи на виробництві.
- 12.Розділ** потрібно було розробити схеми електрично монтажну для системи електропривода вильоту стріли, під час розробки було розроблено її для монтажу на підприємство.
- 13.Розділ** том для покращення було розроблено Мікропроцесорну реалізація системи електропривода було вибрано елементи для керування системою механізму зміни вильоту стріли.
- 14. Розділ** економічна частина заключався визначити за який період наша ситема може окупитися . Тому на підчас розрахунків наша система окупиться за 3.8 років , що вважається нормою за терміном окупності який становить до 4.5 років за такий період повина окупитися система механізму вильоту стріли козлового крана.
- 15.Розділ** включає в себе охорону праці та безпеку в назвичайних ситуаціях тому можна сказати що по охороні праці вона задовольняє усі потреби по гостах . А безпека в назвичайних ситуаціях після проведених розрахунків визначено що. До дії ЕМІ системи керування виявилось нестійкою .Застосування екранування РЕА суттєво підвищує її стійкість і в умовах дії електромагнітного імпульсу.В результаті застосування екранів системи буде працювати стійко аж до значення напруженості вертекальної складової 9,83 кВ/м. Ще одним варіантом підвищення стійкості апаратури до дії випромінювання є зменшення струмопровідних провідників (їх довжини) шляхом вдосконалення схемоустановки РЕА.

Дякую за увагу