

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Електротехнічний факультет
Кафедра електричної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

(рівень вищої освіти)

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

На тему: «Автоматизація технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу»

КНУ.МР.141.25.665-14

Виконав студент II курсу, групи ЕПА-24м /Ян ПАЛІЄНКО/

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

(шифр і назва спеціальності, освітньо-професійної програми)

Керівник:

к.т.н., доцент

_____/Юрій ОСАДЧУК/

Нормоконтролер:

к.т.н., доцент

_____/Юрій ОСАДЧУК/

Завідувач кафедри,

д.т.н., професор

_____/Олег СІНЧУК/

Гарант ОПП:

к.т.н., доцент

_____/Юрій ОСАДЧУК/

Кривий Ріг
2025 р.

Криворізький національний університет

Факультет: електротехнічний

Освітній рівень: магістр

Спеціальність: 141 - Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

ПАЛІЄНКО Ян Валентинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Автоматизація технологічного процесу зміни продуктивності
живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-
регульованого електроприводу

1. Термін подання студентом роботи: 15 грудня 2025 р.
2. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: Метою є автоматизація
технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.
Завданням є впровадження асинхронного частотно-регульованого
електроприводу.
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) I. Вибір
параметрів та структури асинхронного частотно-регульованого
електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни
продуктивності живильного насосу котельні; II. Вибір параметрів контурів
регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для
потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності
живильного насосу котельні; III. Автоматизація технологічного процесу зміни
продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження
асинхронного частотно-регульованого електроприводу.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень) I. Характеристики живильних насосів; II. Можливості зниження
споживання електроенергії; III. Схема підключення перетворювача частоти;

IV. Особливості схеми перетворювача для зменшення гармонійних спотворень; V. Перехідні процеси дослідження трьохконтурної САК; VI. Енергетичні характеристики

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали консультанта	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
I	Осадчук Ю.Г.		
II	Осадчук Ю.Г.		
III	Осадчук Ю.Г.		

7. Календарний план

№	Етапи роботи	Термін
1	Структура перетворювача частоти	10.09.25
2	Опис структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу	12.10.25
3	Математичний опис контурів регулювання	19.10.25
4	Передатні функції контурів регулювання	24.10.25
5	Процес зміни продуктивності живильного насосу	26.10.25
6	Додаткове обладнання перетворювача	28.11.25
7	Складання математичної моделі системи автоматизації	30.11.25
8	Моделювання перехідних процесів	04.12.25
9	Вибір засобів реалізації автоматизації технологічного процесу	07.12.25

Дата видання завдання 01.09.2025 р.

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Палієнко Я.В.
(ПІБ)

Керівник роботи _____
(підпис)

Осадчук Ю.Г.
(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської роботи на тему «Автоматизація технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу», КНУ.РМ.141.25.665-14

Мета дослідження – автоматизація технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Об'єкт дослідження – технологічний процес зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Предмет дослідження – асинхронний частотно-регульований електропривод живильного насосу.

У першому розділі було проведено вибір параметрів та структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Також було складено математичні рівнянь та залежності для опису структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Отже була отримана база для розробки асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

У другому розділі було складено математичні рівняння для контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

За математичними рівняннями було складено вирази для знаходження передатних функцій контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

У третьому розділі були розглянуті питання регулювання електроприводом насосу що здійснюється від керованого перетворювача який призначено для управління асинхронним електричним двигуном насосного агрегату.

Було розглянуто особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача.

Визначено складові, що впливають на зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

Також було проведемо моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

Була розглянута структура мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні заснована на використанні мікроконтролеру.

А також складена принципова схема регулятора тиску системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

КОТЕЛЬНЯ, ЖИВИЛЬНИЙ НАСОС, ЗМІНА ПРОДУКТИВНОСТІ,
АВТОМАТИЗАЦІЯ, АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, ЧАСТОТНЕ
РЕГУЛЮВАННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. Вибір параметрів та структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні	11
1.1. Структура перетворювача частоти для потреб асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні	12
1.2. Складання математичних рівнянь та залежностей для опису структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні	14
Висновок до розділу 1.	19
2. Вибір параметрів контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні	20
2.1. Математичний опис контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні	21
2.2. Передатні функції контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні	24
Висновок до розділу 2.	27

3. Автоматизація технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу.....	28
3.1. Процес зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу	28
3.2. Рекомендації щодо застосування додаткового устаткування асинхронного частотно-регульованого електроприводу	31
3.3. Складання математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу	37
3.4. Моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу	39
3.5. Вибір засобів реалізації автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу	41
Висновки до розділу 3.	46
Висновки	47
Додатки	49

ВСТУП

Основним технологічним завданням котельні є підігрів та циркуляція теплоносія.

До технологічних ланок відносяться процеси горіння палива а також теплового обміну між паливом та теплоносієм.

Зазвичай у якості основного палива для підігрівання теплоносіїв використовують природний газ при цьому природний газ під тиском подається на спеціалізоване обладнання.

У якості резервного палива може бути використано мазут.

Процес згорання палива відбувається у спеціальних нагрівальних котлах, які відносяться до основного обладнання котельні.

У якості допоміжного обладнання яке забезпечує процес нагрівання та циркуляції теплоносія використовуються димососи вентилятори мережеві та циркуляційні насоси.

Слід зазначити що насоси для котельні є важливими елементами які забезпечують своєчасну доставку та циркуляцію теплоносія відповідно до технологічних вимог.

При виникненні поломки насосів зупиняється циркуляція теплоносія що призводить до його охолодження та як наслідок виникнення енергетичних втрат на підігрівання та забезпечення необхідної температури відповідно до технологічних параметрів.

Живильні насоси мають суттєву величину встановленої потужності та потребують уваги до розробки засобів керування ними.

Отже від ефективного керування потужними насосними установками котельні залежить економічність режимів її роботи.

Необхідність здійснювати регулювання електроприводом насосної установки котельні обумовлює важливість вибором відповідних засобів керування з розробкою ефективних алгоритмів оптимізації технологічних параметрів електромеханічної системи насосної установки в умовах котельні.

1. Вибір параметрів та структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні

Розглянемо вибір параметрів та структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Структура асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні має складатись з асинхронного двигуна, який живиться від перетворювача частоти.

Тому для вибору структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні має значення тип перетворювача частоти.

Перетворювач частоти має забезпечити зміну характеристик електроприводу живильного насосу відповідно до умов регулювання продуктивності в умовах котельні.

1.1. Структура перетворювача частоти для потреб асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні

Розглянемо структуру перетворювача частоти для потреб асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Структура перетворювача частоти для потреб асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні наведена на рис. 1.1.

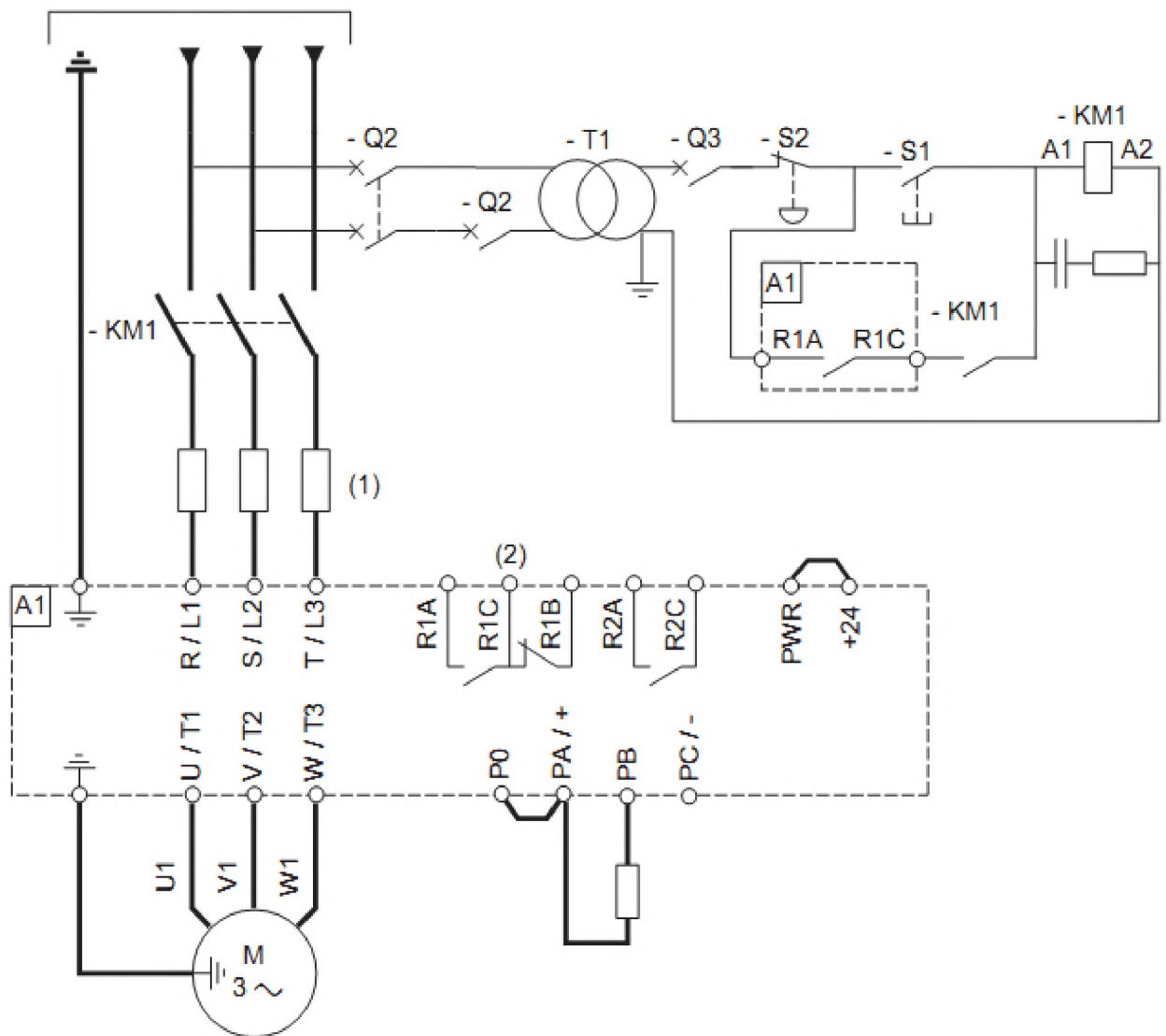


Рис. 1.1 Структура перетворювача частоти для потреб асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

1.2. Складання математичних рівнянь та залежностей для опису структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні

Складемо математичні рівняння та залежності для опису структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

У контурі струму:

$$I_{1K} = U_H \cdot \gamma \sqrt{\frac{\frac{r_{12}}{x_0^2} + (1 + \tau_1)^2 \cdot \beta^2}{(b^2 + c^2 a^2) + 2 r_2 r_2 a \beta + (d^2 + e^2 a^2) \cdot r_1^2}} = U_{HY} \sqrt{\frac{D(\beta)}{A(a, \beta)}}$$

Також можна записати:

$$I_{1a} = U_{HY} \frac{\beta}{\sqrt{(b^2 + c^2 a^2) \cdot \beta + 2 r_2 r_2 a \beta + (d^2 + e^2 a^2) \cdot r_2^2}} = U_{HY} \frac{\beta}{\sqrt{A(a; \beta)2}}$$

У контурі намагнічення:

$$I_{\mu a} = U_H \gamma \sqrt{\frac{\left(\frac{r_2^2}{x_0^2} + \tau_2^2 \cdot \beta\right)}{(b^2 + c^2 \cdot a^2) \cdot \beta + 2r_1 r_2 \alpha \beta + (d^2 + e^2 a^2) r_2^2}}$$

$$= U_H \gamma \sqrt{\left(\frac{D(\beta)}{A(a, \beta)}\right)}$$

Тоді для контуру моменту:

$$M_a = \left(\frac{m_1 \cdot U_H^2}{w_{1H}} \cdot \gamma^2 \cdot \frac{r_2^2 \cdot \beta}{(b^2 + c^2 - a^2) \cdot \beta + 2r_1 r_2^2 \alpha \beta + (d^2 + e^2 a^2) r_2^2}\right)$$

$$= \frac{m_1 \cdot U_H^2}{w_{1H}} \cdot \gamma^2 \cdot \frac{r_2^2 \cdot \beta}{A(a, \beta)}$$

Розглянемо контур регулювання швидкості:

$$\beta = \frac{\Delta \omega}{w_{1H}} = \frac{w_1 - w}{w_{1H}} = \frac{f_2}{f_{1H}}$$

У відносних одиницях:

$$s = \frac{\Delta w}{w_1} = f_2 f_{1H} \cdot f_{1H} = \frac{\beta}{\alpha}$$

Розглянемо контур регулювання напруги:

$$\gamma = \frac{U}{U_{1H}}$$

Тоді перехідні параметри складатимуть:

$$\tau_1 = \frac{x_1}{x_0} \quad \text{і} \quad \tau_2 = \frac{x_2}{x_0}$$

А загальний коефіцієнт розсіювання:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_1 \tau_2$$

Тоді:

$$b = r_1(1 + \tau_2); c = x_0 \tau; d = \frac{r_1}{x_0}; e = 1 + \tau_1 \quad (2.17)$$

Або:

$$A(\alpha, \beta) = (b^2 + c^2 \alpha^2) \beta^2 + 2r_1 r_2 \alpha \beta + (a^2 + e^2 \alpha^2) r_2^2$$

Також

$$B(\beta) = r_2^2 + x_2^2 \beta^2$$

Теж

$$C(\beta) = r_2^2 / x_2^2 + (1 + \tau_2)^2 \beta^2$$

Або

$$D(\beta) = r_2^2 / x_2^2 + \tau_2^2 \beta^2$$

При врахуванні, що:

$$c_1 = 4,44 w_1 k_w$$

Та враховуючи, що:

m_1 - число фаз статора;

Отримаємо узагальнений вираз для контуру регулювання швидкості асинхронного двигуна:

$$\omega = \omega_{1H}(\alpha - \beta)$$

Висновок до розділу 1.

У першому розділі було проведено вибір параметрів та структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Також було складено математичні рівнянь та залежності для опису структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Отже була отримана база для розробки асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

2. Вибір параметрів контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні

Оскільки асинхронний двигун є доволі складною системою та від правильного вибору параметрів контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу залежить можливість автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності технологічної установки живильного насосу котельні.

Тому мають бути складені розрахункові рівняння контурів регулювання, таких як контур струму, контур швидкості та контур продуктивності живильного насосу котельні.

2.1. Математичний опис контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні

Складемо математичні рівняння для контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Так для контуру моменту:

$$M = \frac{3}{2} z_0 (\Psi_{\{id \cdot id\}} - \Psi_{\{id \cdot id\}}) = -\frac{3}{2} z_0 \Psi_{\{id \cdot id\}} I_{T-0} \quad (3.1)$$

Або

$$M = \frac{3}{2} z_0 \frac{L_T}{L_T} (\Psi_{\{id \cdot id\}} - \Psi_{\{id \cdot id\}}) = \frac{3}{2} z_0 \frac{L_T}{L_T} \Psi_{\{id \cdot id\}} I_{T-0} \quad (3.2)$$

Для контуру напруги живлення:

$$u_{\{sa\}} = r(1 + T_R S) i_{sa} - \frac{k_R}{T_R} \Psi_{Ra} - k_{Rp} v \Psi_{\{R\beta\}}$$

Або:

$$u_{s\beta} = r(1 + T_R S) i_{s\beta} - \frac{k_R}{T_R} \Psi_{R\beta} - k_R p v \Psi_{Ra}$$

Тоді:

$$0 = -k_R r_{\beta} i_{sa} + \frac{1}{T_R \Psi_{Ra}} + \Psi_{Ra} + k_R p v \Psi_{\{R\beta\}}$$

Можна також записати, що:

$$0 = -k_R r_{\beta} i_{s\beta} + \frac{1}{T_R} (1 + T_R S) \Psi_{R\beta} + k_R p v \Psi_{Ra}$$

Тоді оновлене рівняння для контуру моменту асинхронного частотно-регульованого електроприводу:

$$m = k_R (\Psi_{Ra} i_{s\beta} - \Psi_{R\beta} i_{sa})$$

Або:

$$T_{msv} = m - m_H$$

Отже остаточний вираз складатиме:

$$T_s = \frac{x_3}{r}$$

2.2. Передатні функції контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні

Складемо вирази для знаходження передатних функцій контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Запишемо передатну функцію для контуру струму статора:

$$W_{pc1} = \frac{1}{2T_{\mu p}} \times \frac{1}{W_{k1}} \times \frac{1}{K_{11} \times K_{ut}}$$

Складемо передатну функцію для системи керування:

$$W_{k1} = \frac{\frac{1}{R_1}}{T_1 p + 1}$$

Отже, передатна функція для контуру струму статора буде:

$$W_{pc1} = \frac{R_{k1}(T_1 p + 1)}{2T_k k_n k_{otp}}$$

Запишемо передатну функцію для контуру потокозчеплення ротора асинхронного двигуна:

$$W_{p\psi} = \frac{(T_{2p}+1)k_{от}}{4T_{\mu}L_m k_{\psi p}}$$

Тоді передатна функція для контуру струму ротора:

$$W_{pc2} = \frac{(T_{2p}+1)k_{cp}}{4T_{\mu}L_m k_{\psi}}$$

Запишемо передатну функцію для контуру регулювання швидкості обертання ротора асинхронного двигуна:

$$W_{pш} = \frac{1}{4T_{\mu p}} \cdot \frac{1}{W_{k2}} \cdot \frac{k_{от}k_{\psi}}{k_{oc}}$$

Тоді передатна функція системи керування:

$$W_{k2} = \frac{3}{2} k_r p_n \frac{1}{j p}$$

А отже остаточний вираз для визначення передатної функції контуру регулювання швидкості обертання ротора асинхронного двигуна буде мати вигляд:

$$W_{рш} = \frac{Jk_{oT}k_{\psi}}{6T_{\psi}k_{oc}k_{r}p_n}$$

А отже вираз для визначення передатної функції контуру регулювання перетворювачем буде мати вигляд:

$$W_n = \frac{k_n}{T_{\mu}p+1}$$

Висновок до розділу 2.

У другому розділі було складено математичні рівняння для контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

За математичними рівняннями було складено вирази для знаходження передатних функцій контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

3. Автоматизація технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу

3.1. Процес зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу

Електропривод насосу має містити контрольно-вимірювальні прилади та датчики технологічних параметрів таких як продуктивність.

Розглянемо принципову схему асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

Принципова схема асинхронного частотно-регульованого електроприводу представлена на рис. 3.1.

При цьому електропривод володіє високою перевантажувальною здатністю та забезпечено можливістю визначення технологічних параметрів без використання вимірювальних приладів за допомогою уніфікованого одночасного сигналу.

Система керування перетворювачем дозволяє запам'ятовувати параметри технологічного режиму та використовувати їх для подальшої експлуатації насосного обладнання.

3.2. Рекомендації щодо застосування додаткового устаткування асинхронного частотно-регульованого електроприводу

Відповідно до принципової схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу представлена система керування може бути використана для зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення.

Розглянемо особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача.

Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача представлені на рис. 3.2.

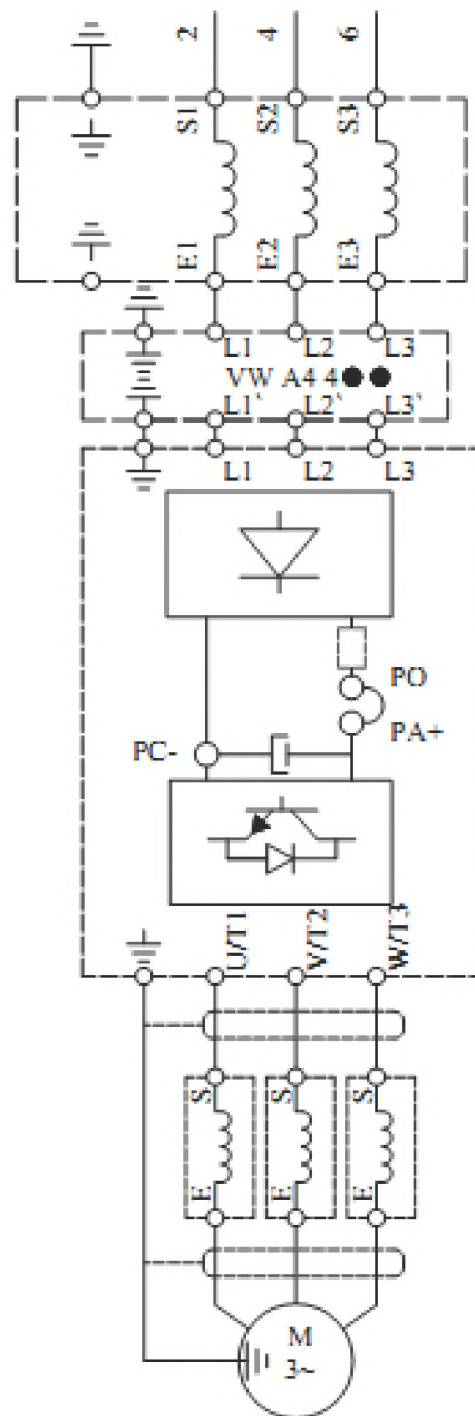


Рис. 3.2 Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача.

Також розглянемо особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зменшення гармонійних спотворень напруги живлення перетворювача.

Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зменшення гармонійних спотворень напруги живлення перетворювача представлені на рис. 3.3.

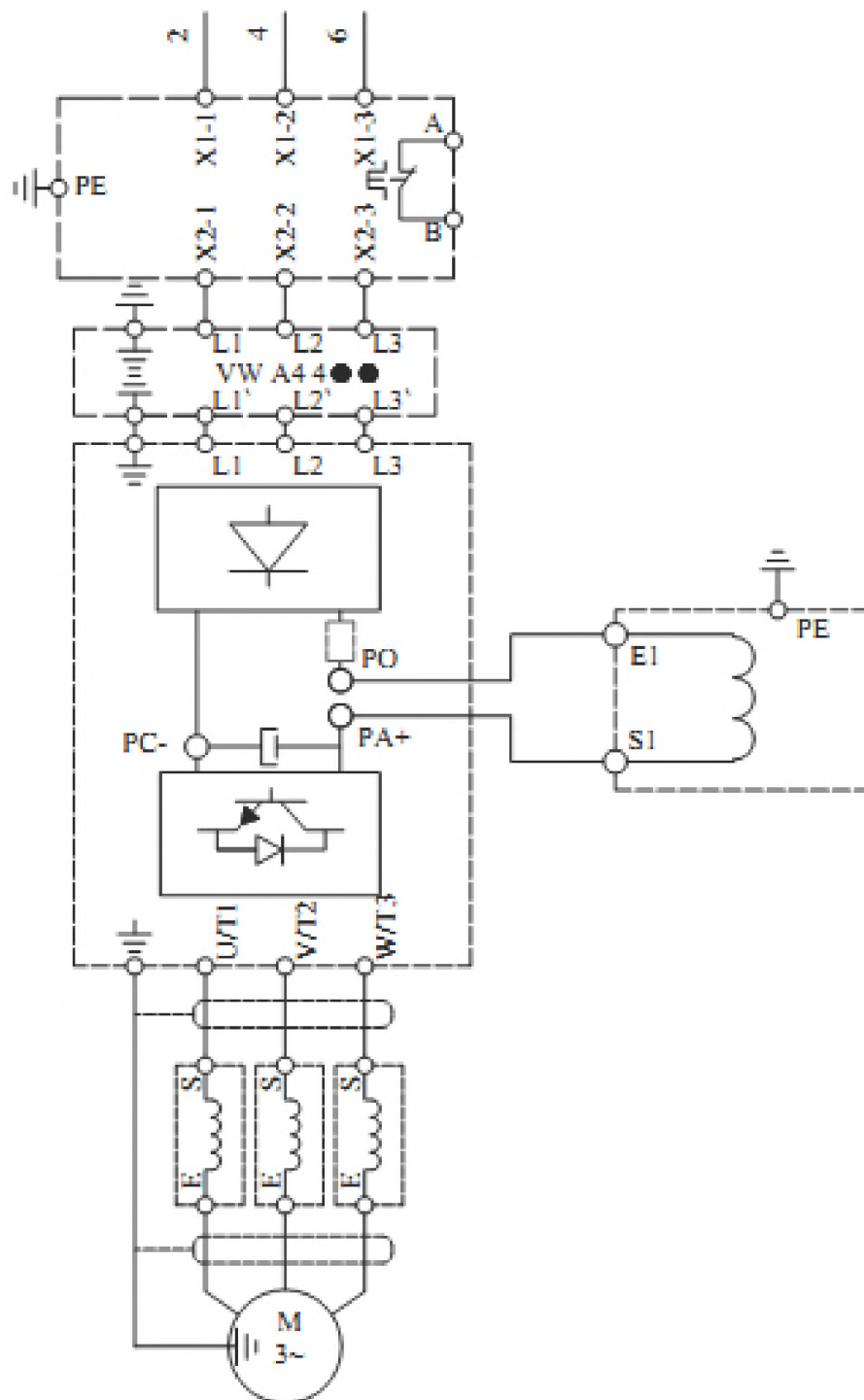


Рис. 3.3 Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зменшення гармонійних спотворень напруги живлення перетворювача.

Також розглянемо особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зменшення гармонійних спотворень напруги живлення перетворювача при використанні спеціального контактору.

Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зменшення гармонійних спотворень напруги живлення перетворювача при використанні спеціального контактору представлені на рис. 3.4.

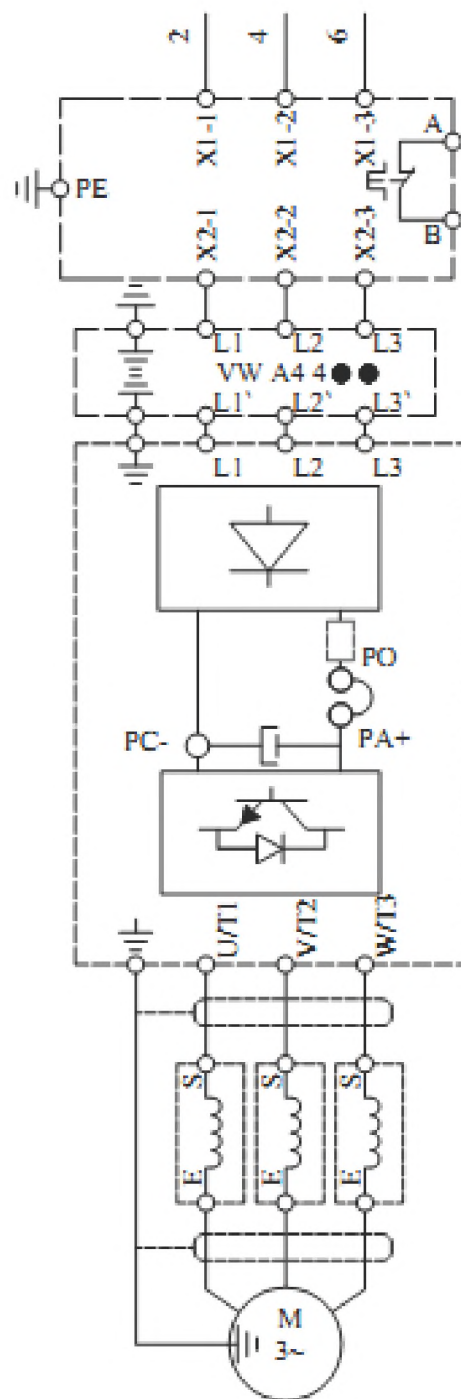


Рис. 3.4 Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зменшення гармонійних спотворень напруги живлення перетворювача при використанні спеціального контактору.

3.3. Складання математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу

Математичної модель системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу може бути представлена функціональними блоками.

Математичної модель системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу що представлена функціональними блоками наведена на рис.3.5.

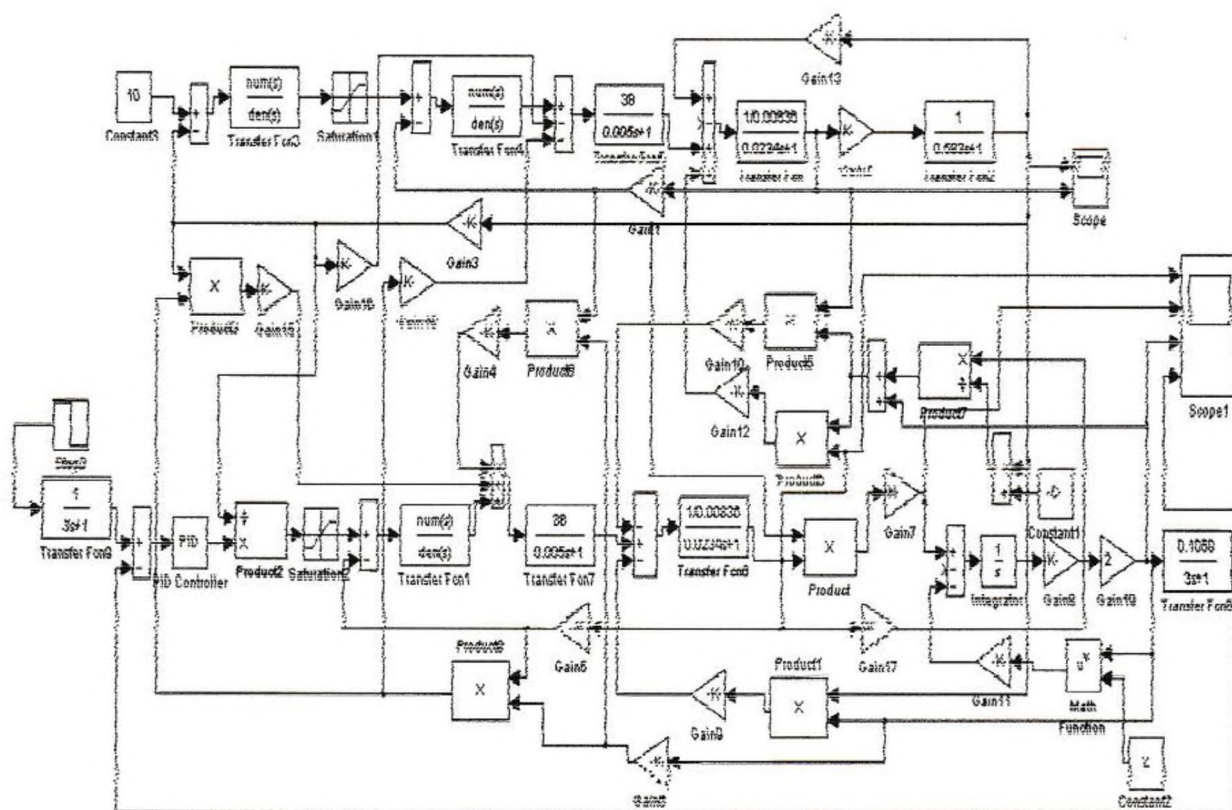


Рис. 3.5 Математичної модель системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу що представлена функціональними блоками.

3.4. Моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу

Проведемо моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

Результати моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу наведені на рис. 3.6.

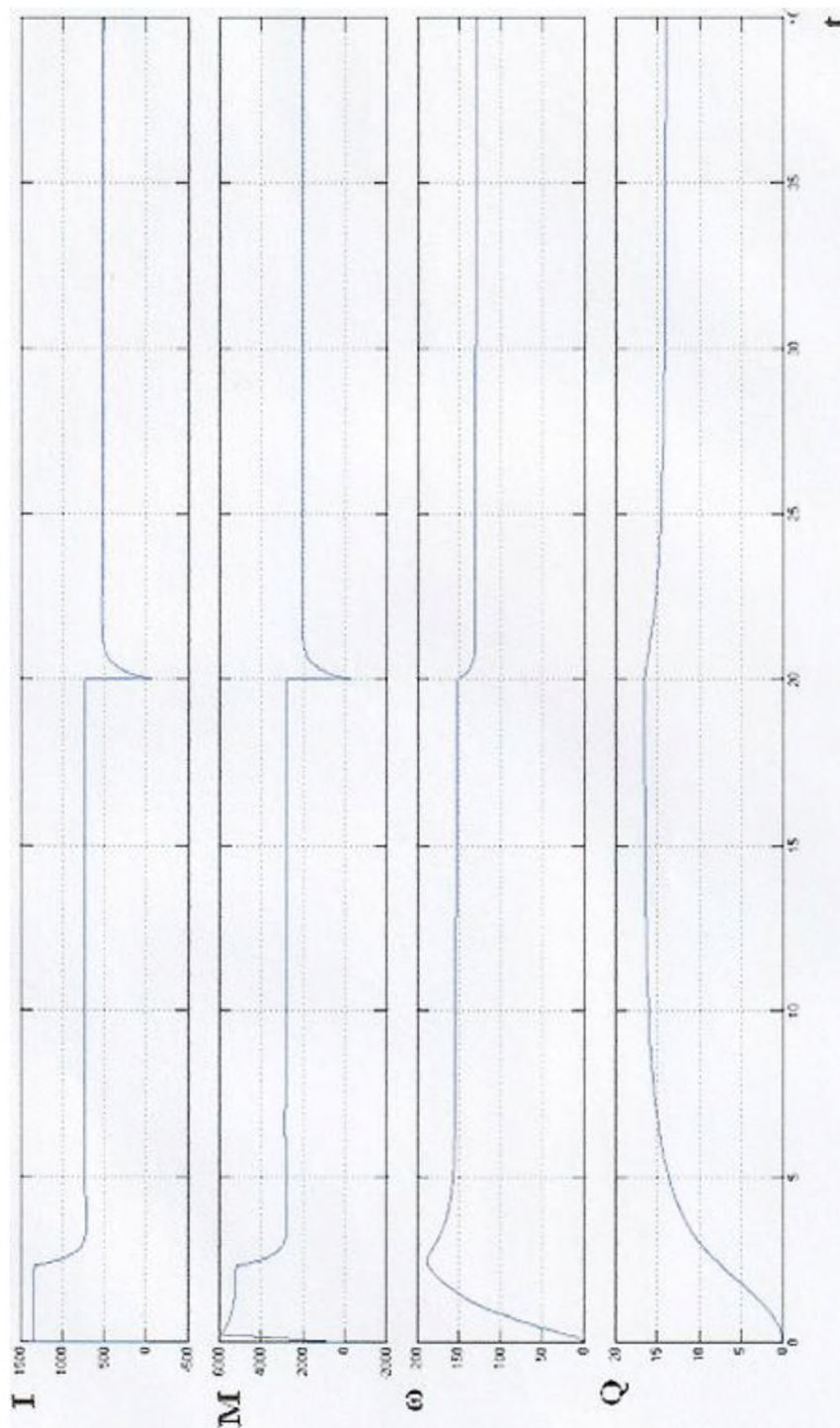


Рис. 3.6 Результати моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

3.5. Вибір засобів реалізації автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу

Структура мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні заснована на використанні мікроконтролеру.

Представимо вигляд мікроконтролеру системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

На рис. 3.7 представлено вигляд мікроконтролеру системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

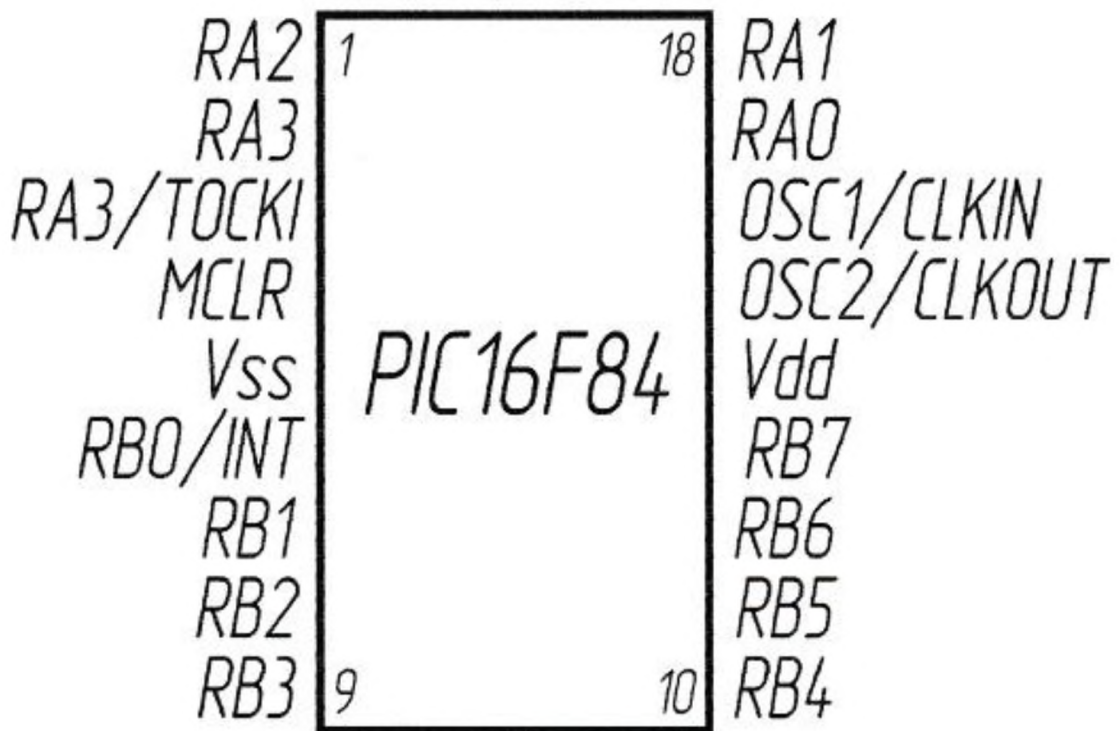


Рис. 3.7 Вигляд мікроконтролеру системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Розглянемо структуру мікроконтролеру мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Представимо вигляд структури мікроконтролеру мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

На рис. 3.8 представлено вигляд структури мікроконтролеру мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

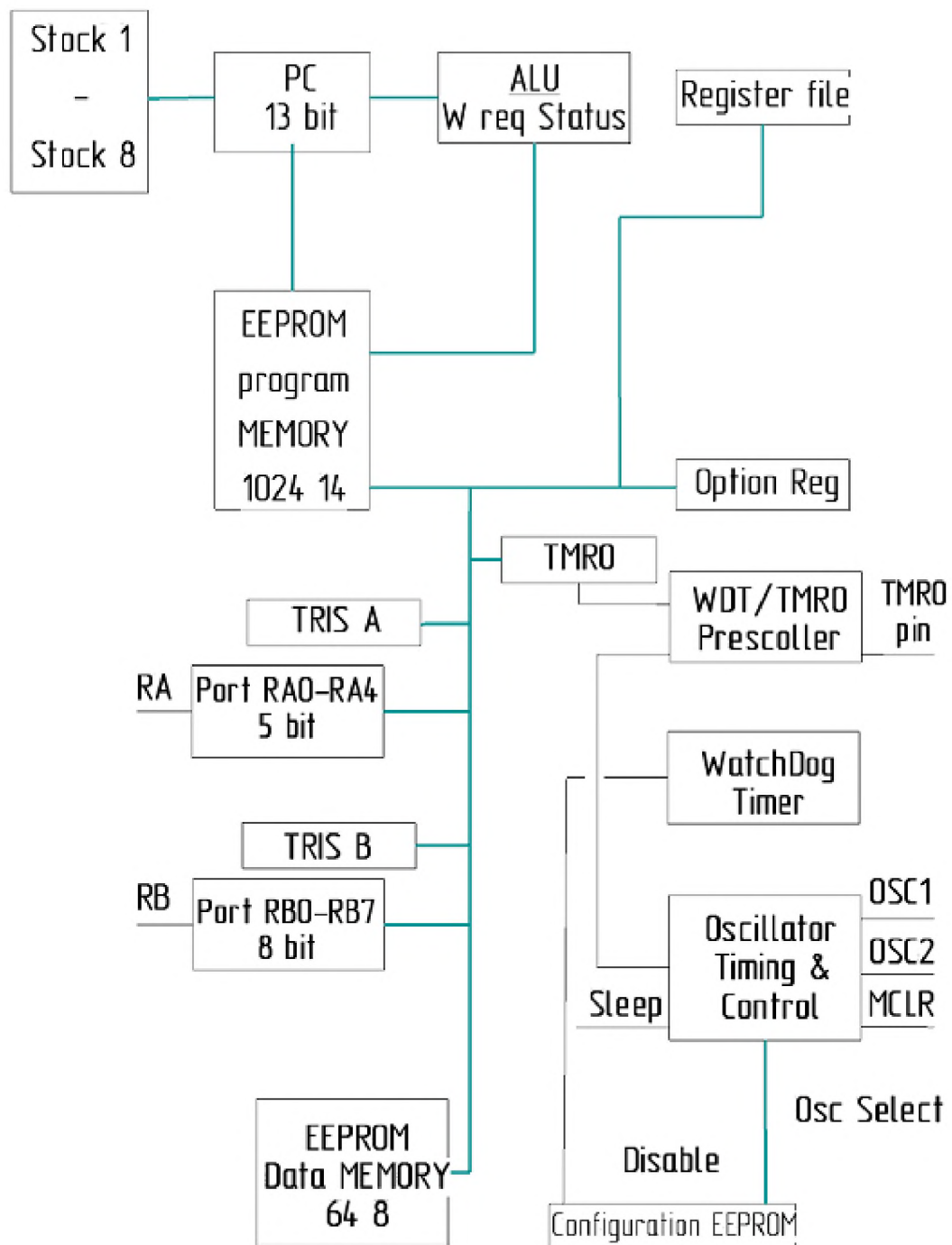


Рис. 3.8 Вигляд структури мікроконтролеру мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насоса котельні.

Також представимо принципову схему регулятора тиску системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Принципова схема регулятора тиску системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні представлена на рис. 3.9.

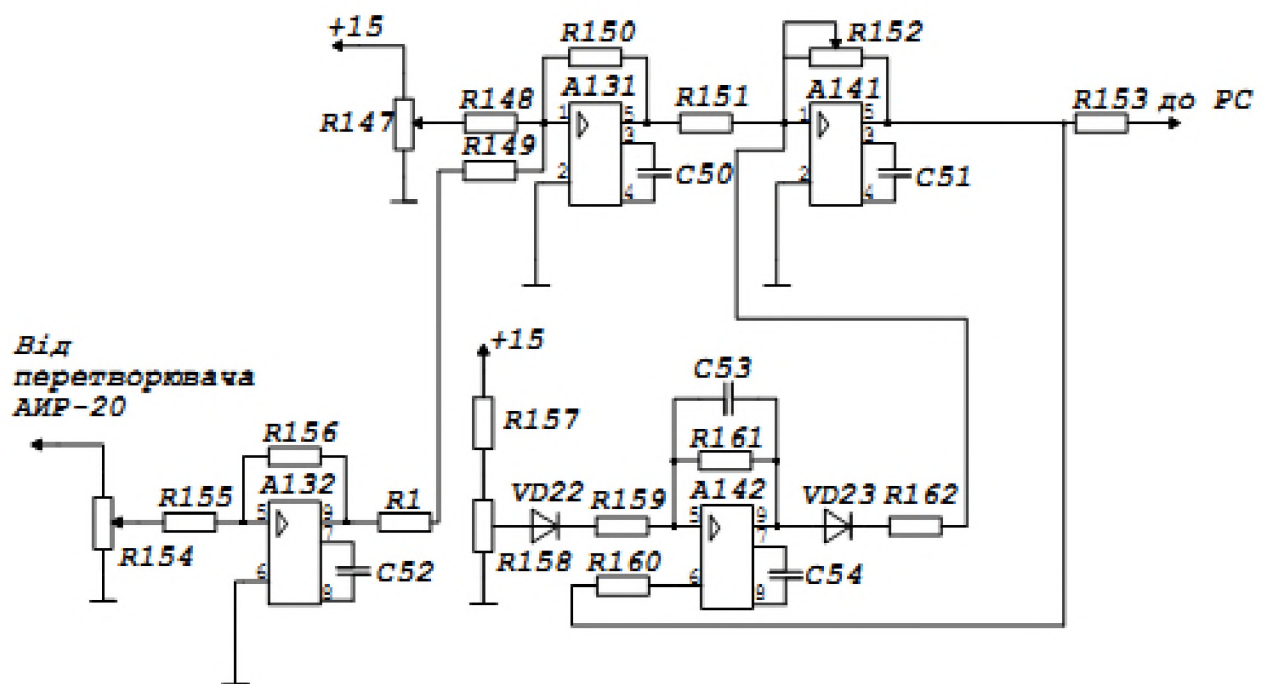


Рис. 3.9 Принципова схема регулятора тиску системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Висновки до розділу 3.

У третьому розділі були розглянуті питання регулювання електроприводом насосу що здійснюється від керованого перетворювача який призначено для управління асинхронним електричним двигуном насосного агрегату.

Було розглянуто особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача.

Визначено складові, що впливають на зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

Також було проведемо моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

Була розглянута структура мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні заснована на використанні мікроконтролеру.

А також складена принципова схема регулятора тиску системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Висновки

У першому розділі було проведено вибір параметрів та структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Також було складено математичні рівнянь та залежності для опису структури асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Отже була отримана база для розробки асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

У другому розділі було складено математичні рівняння для контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

За математичними рівняннями було складено вирази для знаходження передатних функцій контурів регулювання асинхронного частотно-регульованого електроприводу для потреб автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

У третьому розділі були розглянуті питання регулювання електроприводом насосу що здійснюється від керованого перетворювача який призначено для управління асинхронним електричним двигуном насосного агрегату.

Було розглянуто особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача.

Визначено складові, що впливають на зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

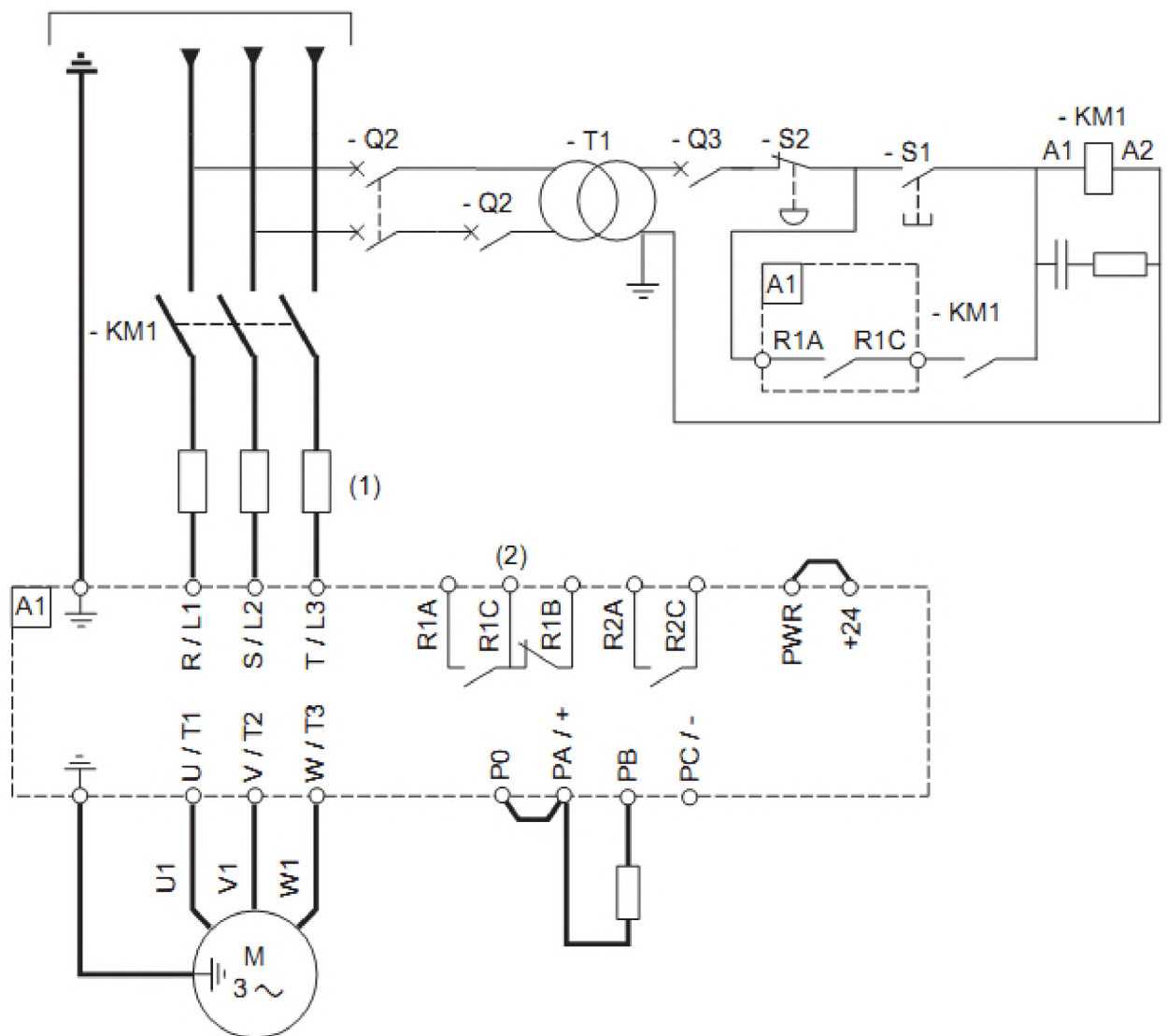
Також було проведемо моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу.

Була розглянута структура мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні заснована на використанні мікроконтролеру.

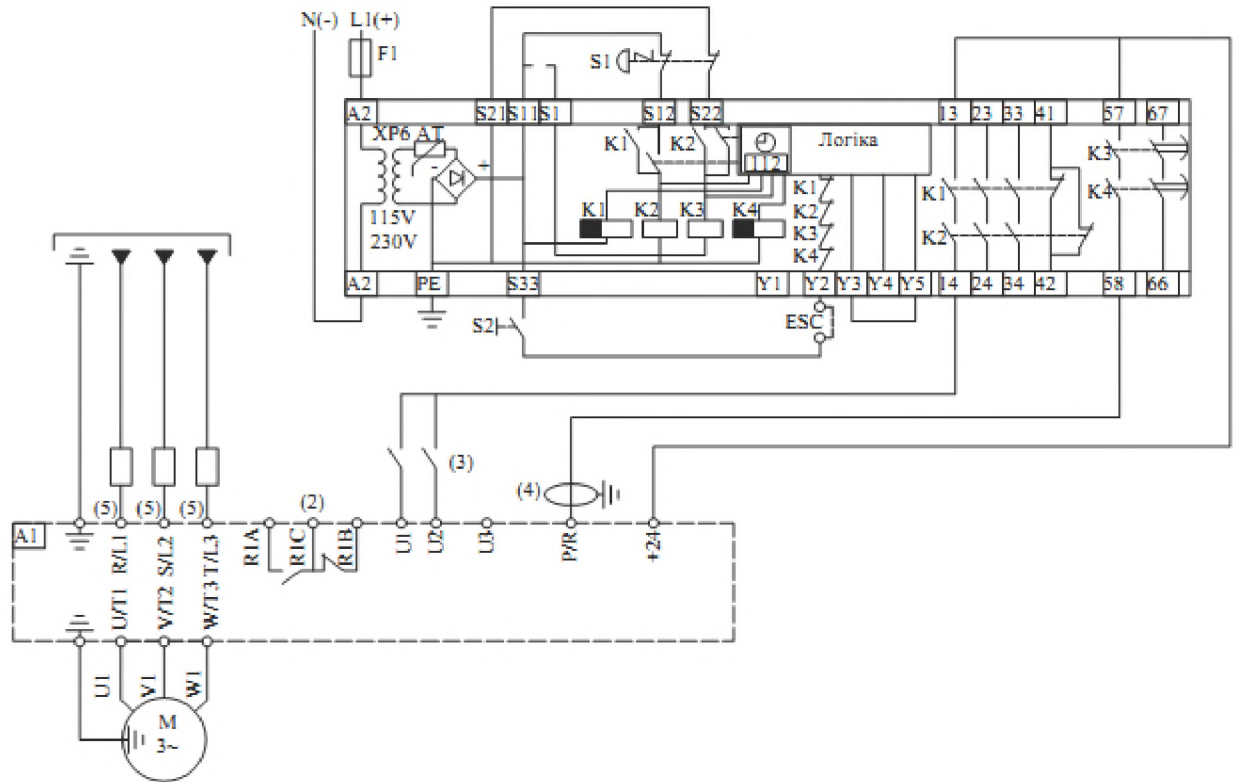
А також складена принципова схема регулятора тиску системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні.

Додатки

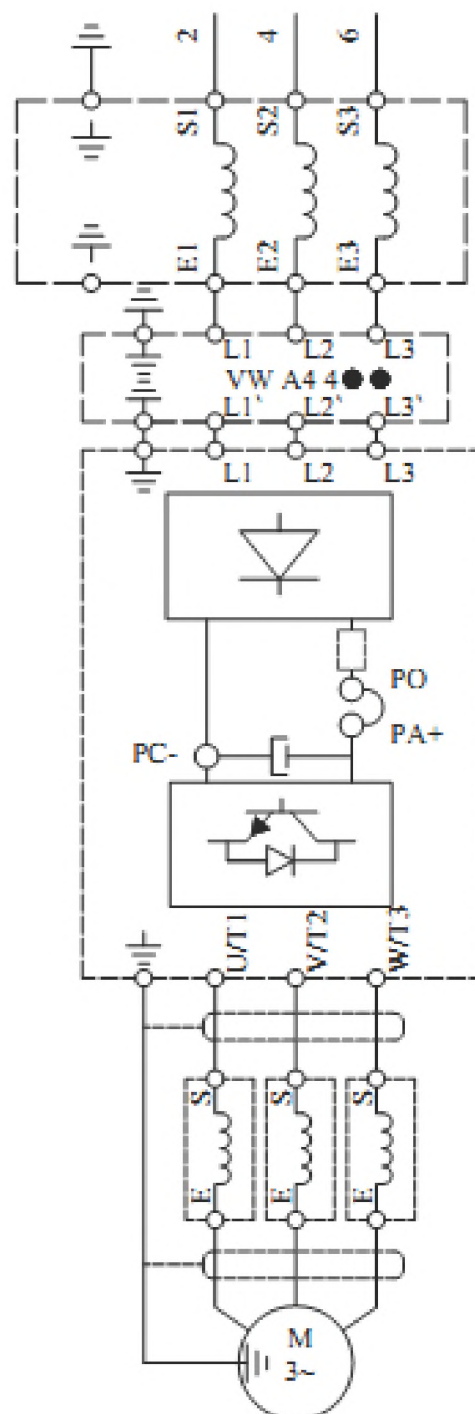
Структура перетворювача частоти для потреб асинхронного частотно-регульованого електроприводу з можливістю автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насоса котельні



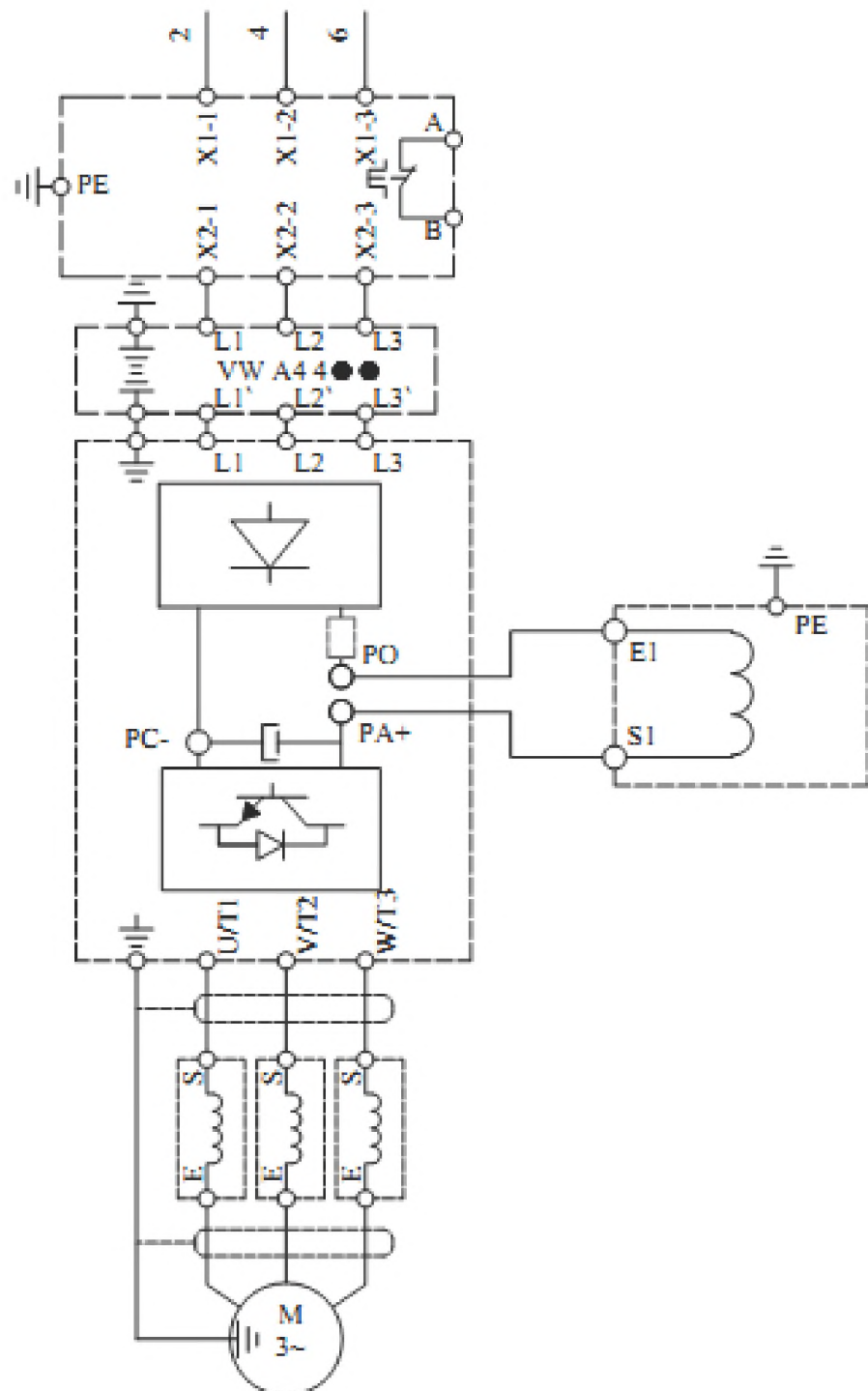
Принципова схема асинхронного частотно-регульованого електроприводу



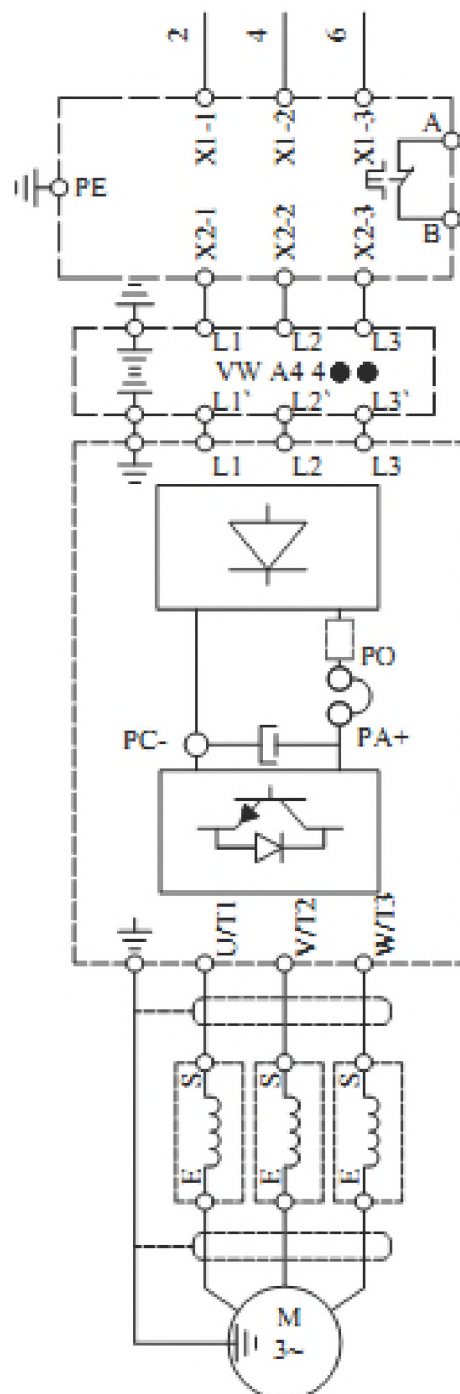
Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зниження гармонійного складу та зменшення гармонійних коливань напруги живлення перетворювача



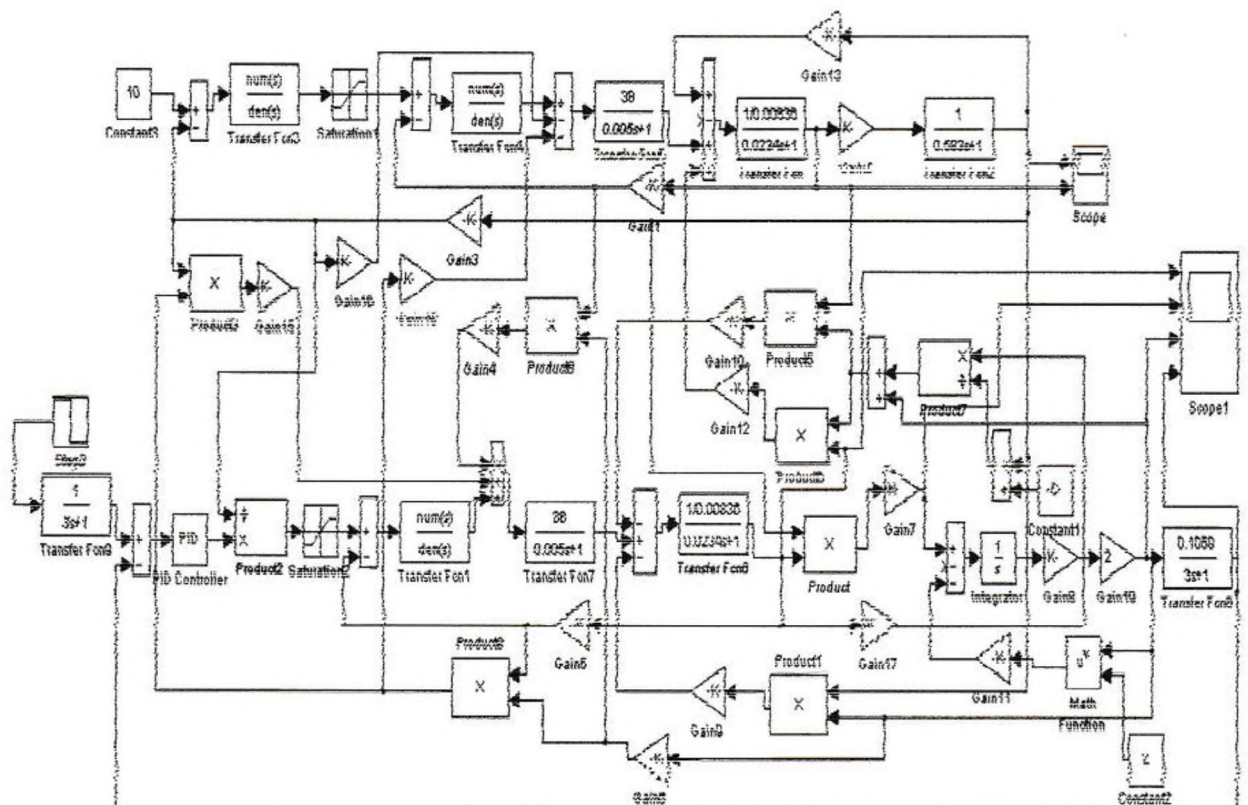
Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зменшення гармонійних спотворень напруги живлення перетворювача



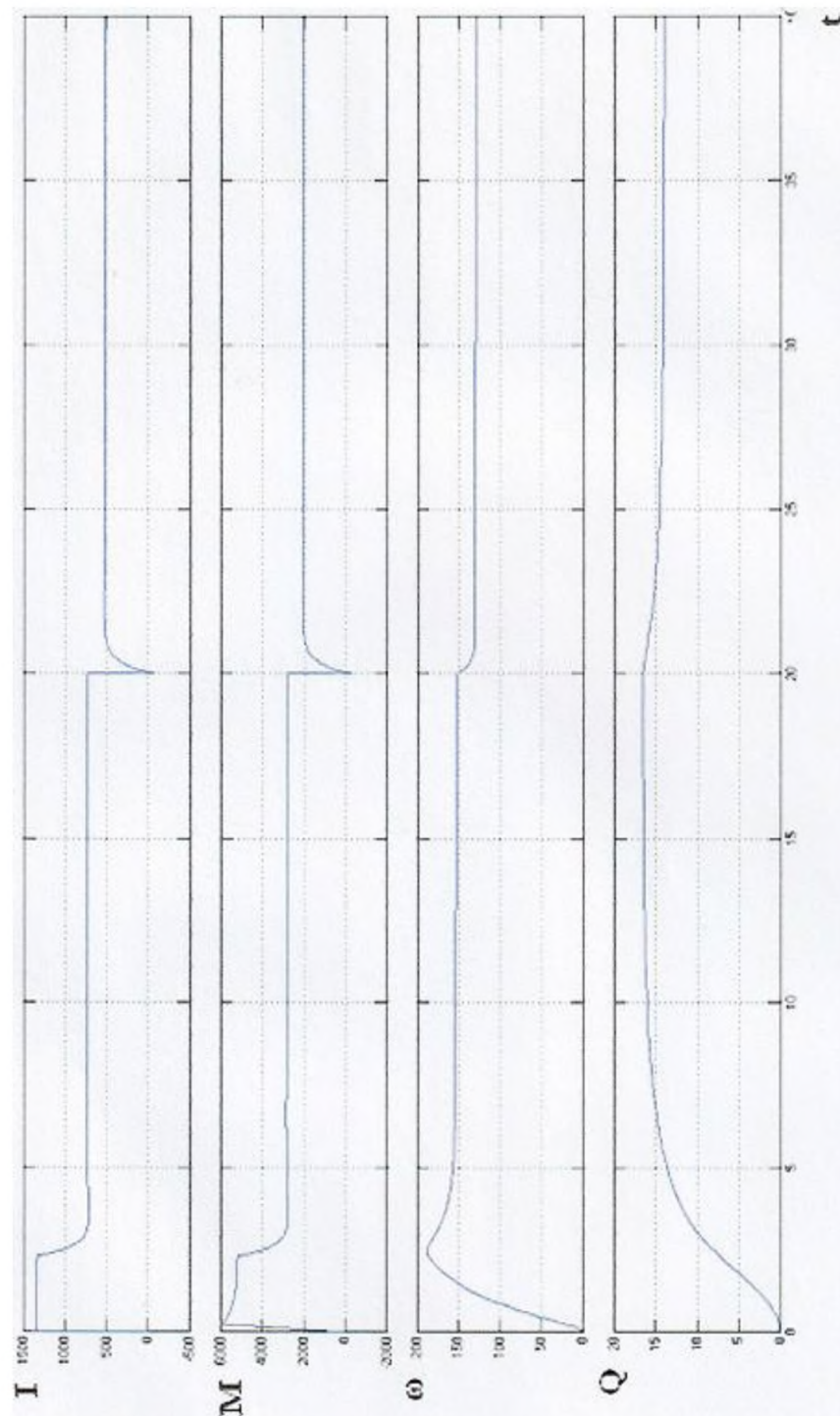
Особливості конструкції схеми асинхронного частотно-регульованого електроприводу що може бути використана для зменшення гармонійних спотворень напруги живлення перетворювача при використанні спеціального контактору



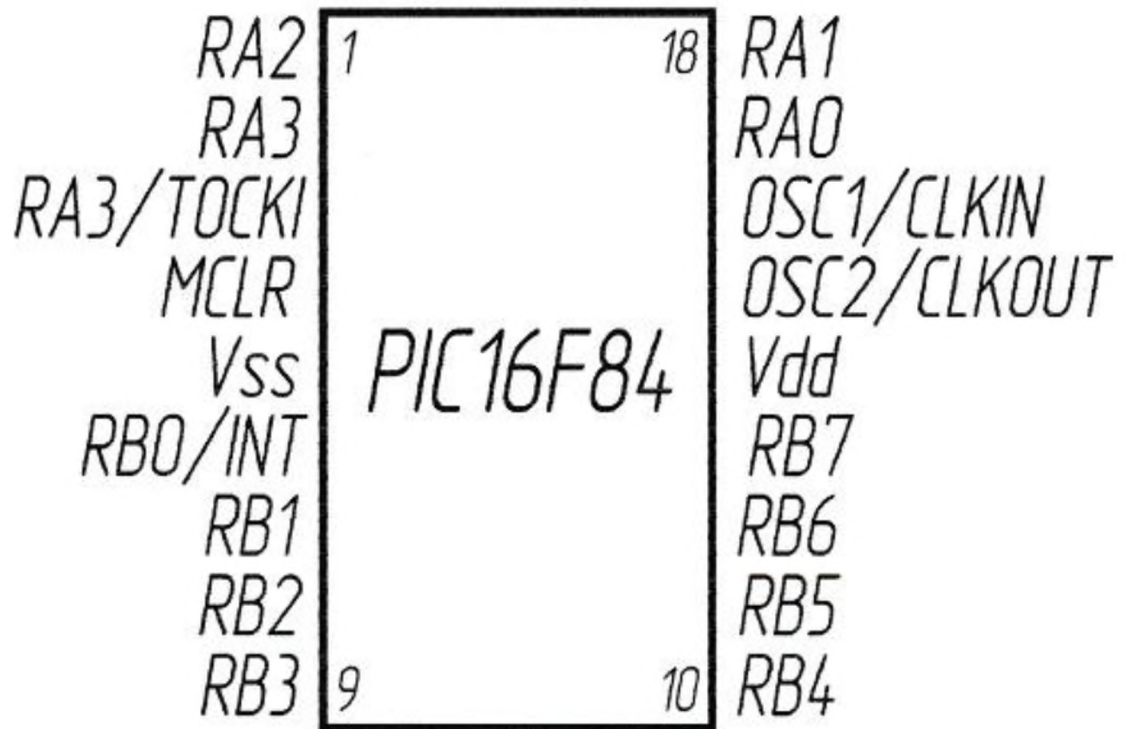
Математичної модель системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насоса котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу що представлена функціональними блоками



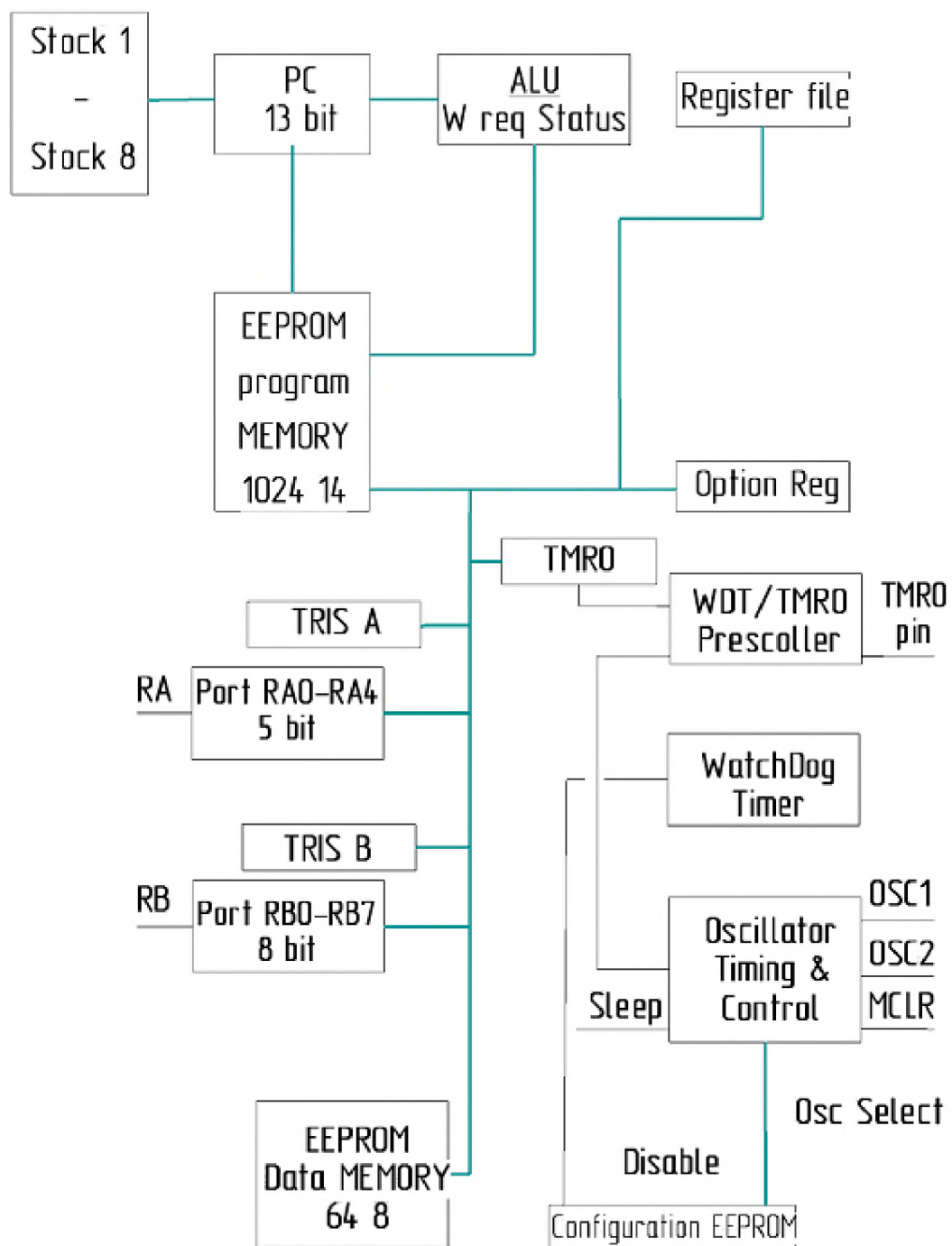
Результати моделювання перехідних процесів відповідно до складеної математичної моделі системи автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні шляхом впровадження асинхронного частотно-регульованого електроприводу



Вигляд мікроконтролера системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні



Вигляд структури мікроконтролеру мікропроцесорної системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні



Принципова схема регулятора тиску системи керування асинхронного частотно-регульованого електроприводу для автоматизації технологічного процесу зміни продуктивності живильного насосу котельні

