

# **Автоматизована система керування змішувача багатокomпонентних сумішей**

**Виконав: ст. гр. ЕПА-17м Забужанський М. В.**

**Керівник роботи: к.т.н., доц. Бабій С. М.**

## Мета та задачі дослідження

**Метою роботи** є автоматизація технологічного процесу змішування багатокомпонентних сумішей, а також покращення енергетичних характеристик електропривода змішувача шляхом використання сучасної елементної бази з високими енергетичними показниками.

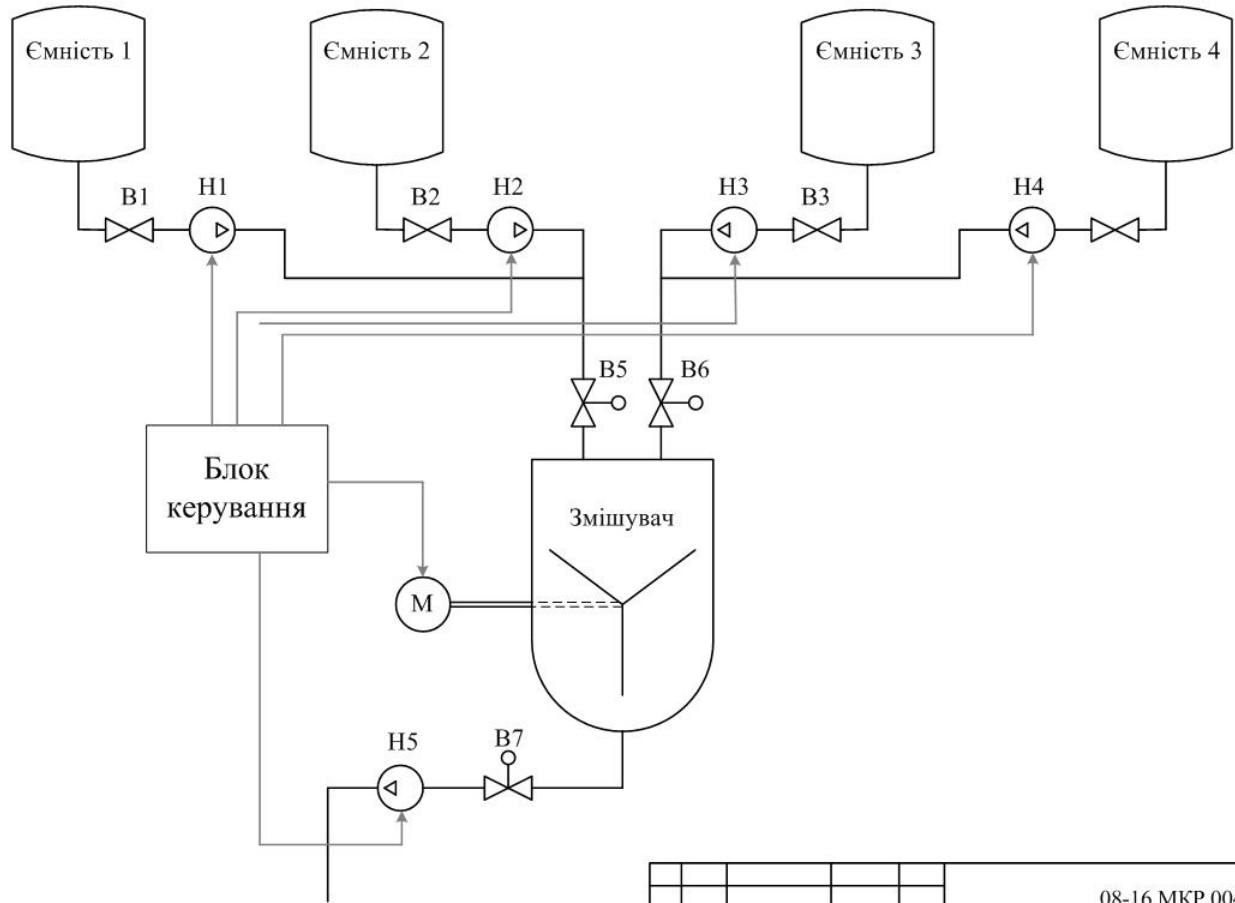
Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

1. Здійснити коротку характеристику технологічного процесу змішування багатокомпонентних сумішей.
2. Розрахувати електропривод змішувача та вибрати його елементи.
3. Перевірити правильність отриманих проектних рішень шляхом комп'ютерного моделювання.
4. Розробити систему автоматизації лінії для змішування багатокомпонентних сумішей. Здійснити вибір основного обладнання для автоматизації лінії та здійснити його налаштування.
5. Провести економічні розрахунки.
6. Розробити ряд заходів з охорони праці та описати умови безпечної експлуатації розробленої системи.

**Об'єкт дослідження** – процес змішування.

**Предметом дослідження** є система автоматизованого електропривода змішувача багатокомпонентних сумішей.

08-16.МКР.004.00.000 Е1



Лист. № дубл.	Лист. № дубл.
Пішиве і дата	Пішиве і дата
Зам. п.п. №	Зам. п.п. №
Лист. № ориг.	Лист. № ориг.

					08-16.МКР.004.00.000 Е1				
Зм. Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизована система керування змішувача багатоконпонентних сумішей.			Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:	Забужанський М.			Схема структурна технологічного процесу					
Перевірив:	Бабій С. М.						Аркуш 1	Аркушів 1	
Т. контр.							гр. ЕПА-17м		
Норм.кон.	Бабій С. М.								
Затверд.	Кутін В. М.								

## Характеристики змішувача



Технічні характеристики змішувача

Параметри	Значення
Об'єм бака, м <sup>3</sup>	5
Максимальна густина рідини, що перемішується, кг/м <sup>3</sup>	1500
Номінальна кутова швидкість якоря змішувача, рад/с	4,2
Діаметр якоря змішувача, м	0,8
В'язкість рідини, що перемішується (при температурі 20С)	1,65

Вимоги до автоматизованого електропривода змішувача:

1. Діапазон регулювання швидкості  $D = 10:1$ .
2. Висока плавність регулювання швидкості.
3. Плавний пуск.
4. Висока надійність та енергоефективність.
5. Можливість включення в систему комплексної автоматизації виробництва.

Розрахункова потужність приводного двигуна:

$$P_{\text{роз}} = K_3 \cdot \frac{P_{\text{зм}}}{1000 \eta_{\text{МП}}} = 4,89 \text{ (кВт)}$$

### Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода

Показники	Системи електричного привода			
	ШП-ДПС	ТП-Д	ТРН-АД	ПЧ-АД
Вартість двигуна $D$ , грн	10750	10750	4300	4300
Вартість системи керування СК, грн	23720	26685	23720	29650
Капітальні вкладення $K$ , грн	34470	37435	28020	33950
Річні капітальні витрати $K_{річн}$ , грн/рік	5859,90	6363,95	4763,40	5771,50
Амортизаційні відрахування $C_A$ , грн/рік	3447,00	3743,50	2802,00	3395,00
Відрахування на ремонт $C_P$ , грн/рік	689,40	748,70	560,40	679,00
Додаткові відрахування $C_D$ , грн/рік	4408,82	4408,82	5352,90	3098,68
Відрахування на обслуговування $C_O$ , грн/рік	427,26	445,05	435,76	358,63
Загальні відрахування $C$ , грн/рік	8972,48	9346,07	9151,06	7531,31
Приведені витрати $Z$ , грн/рік	14832,38	15710,02	13914,46	13302,81

## Вибір елементної бази ЕП змішувача



Приводний двигун 4A132S6

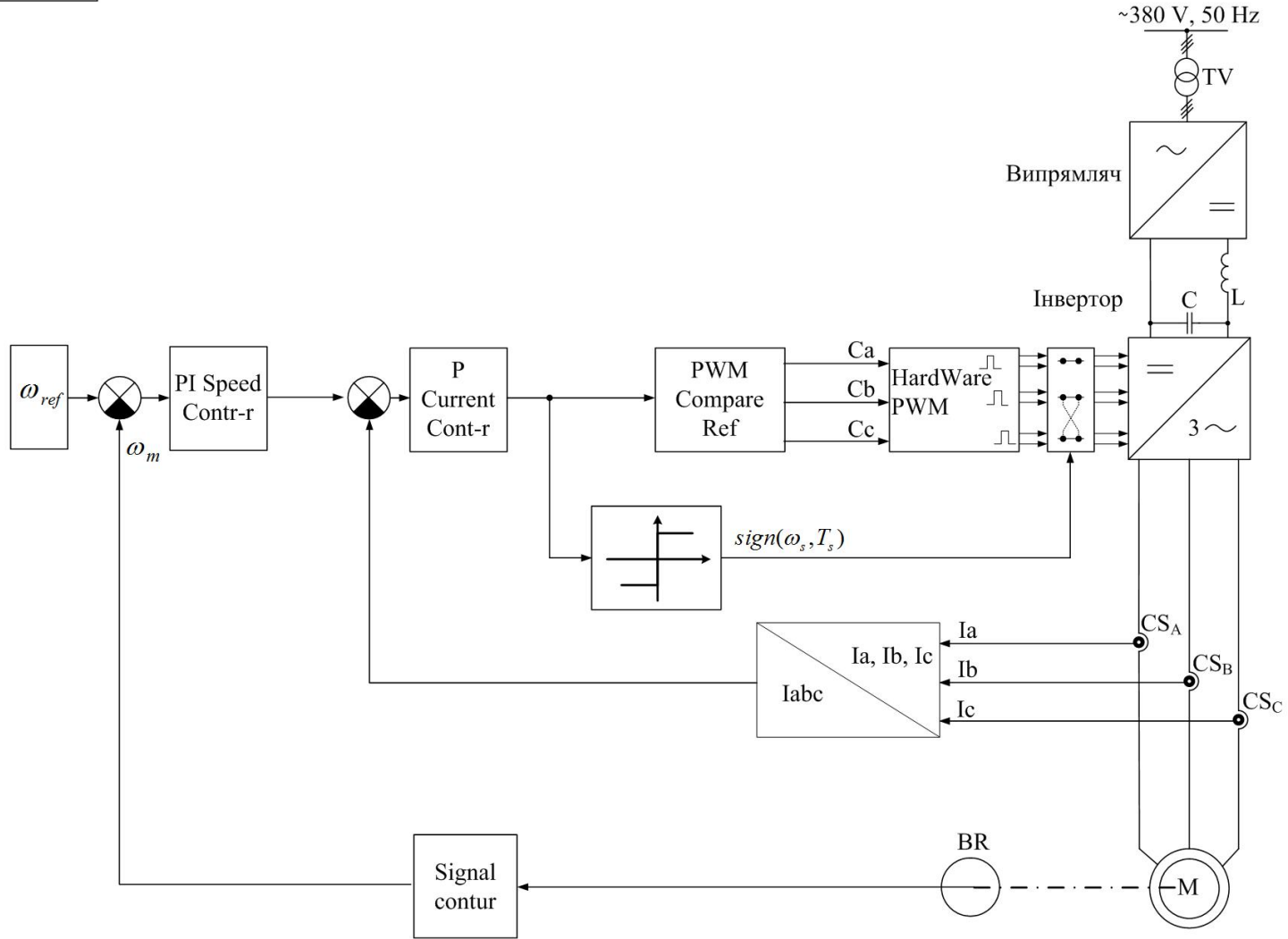
Параметри двигуна	Значення
Тип	4A132S6
Номінальна потужність $P_{дв.н.}$ , кВт	5,5
Номінальна напруга $U_{дв.н.}$ , В	380
Номінальна швидкість обертання $n_{дв.н.}$ , об/хв	967
Коефіцієнт потужності $\cos\phi_n$	0,8
Коефіцієнт корисної дії $\eta_{дв.н.}$	0,85
Номінальний струм статора $I_{дв.н.}$ , А	12,25
Кратність пускового струму $I_{дв.п.} / I_{дв.н.}$	6,0
Кратність пускового моменту $M_{дв.п.} / M_{дв.н.}$	2,0
Кратність критичного моменту $M_{дв.к.} / M_{дв.н.}$	2,5
Активний опір ротора $R_1$ , Ом	1,2
Реактивний опір ротора $X_1$ , Ом	1,3
Приведений активний опір статора $R_2$ , Ом	0,74
Приведений реактивний опір ротора $X_2$ , Ом	2,0
Момент інерції ротора $J_{рот.}$ , кг·м <sup>2</sup>	0,04



Перетворювача частоти Micromaster 440

Параметри живлення	Постійний момент			Змінний момент		
	Потужн., кВт	Розрах. $I_{вх.}$ , А	Розрах. $I_{вих.}$ , А	Потужн., кВт	Розрах. $I_{вх.}$ , А	Розрах. $I_{вих.}$ , А
3АС 380...480 В ±10%, 47...63 Гц	5,5	15,6	13,2	7,5	17,3	19

08-16.МКР.004.00.000 E2

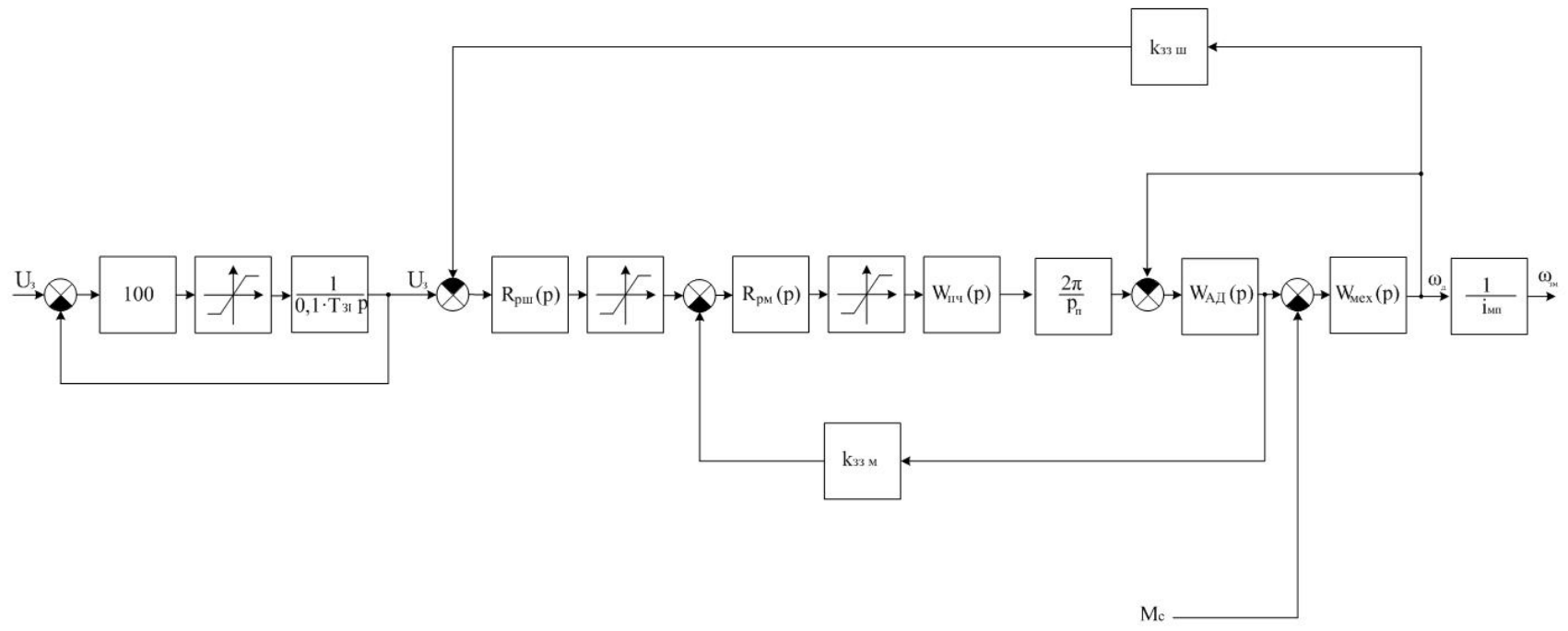


Ім'я: [ ]  
 Ін. №: [ ]  
 Ін. №: [ ]  
 Ін. №: [ ]  
 Ін. №: [ ]

08-16.МКР.004.00.000 E2				
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата
Розробник:	Забужжський М.			
Перевірив:	Бабій С. М.			
Т. контр.				
Автоматизована система керування змiшувача багатокомпонентних сумiшей. Схema електрична функцiональна САЕП змiшувача				
			Лiт.	Мiся
			Аркуш 1	Аркушiв 1
Норм.кон.	Бабій С. М.			
Затверд.	Куган В. М.			
гр. ЕПА-17м				



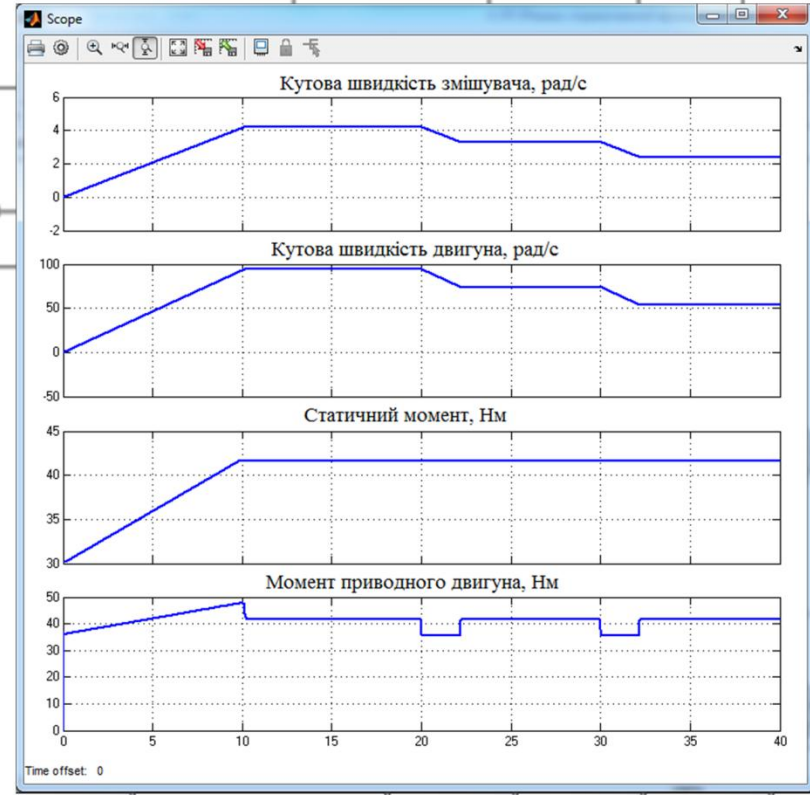
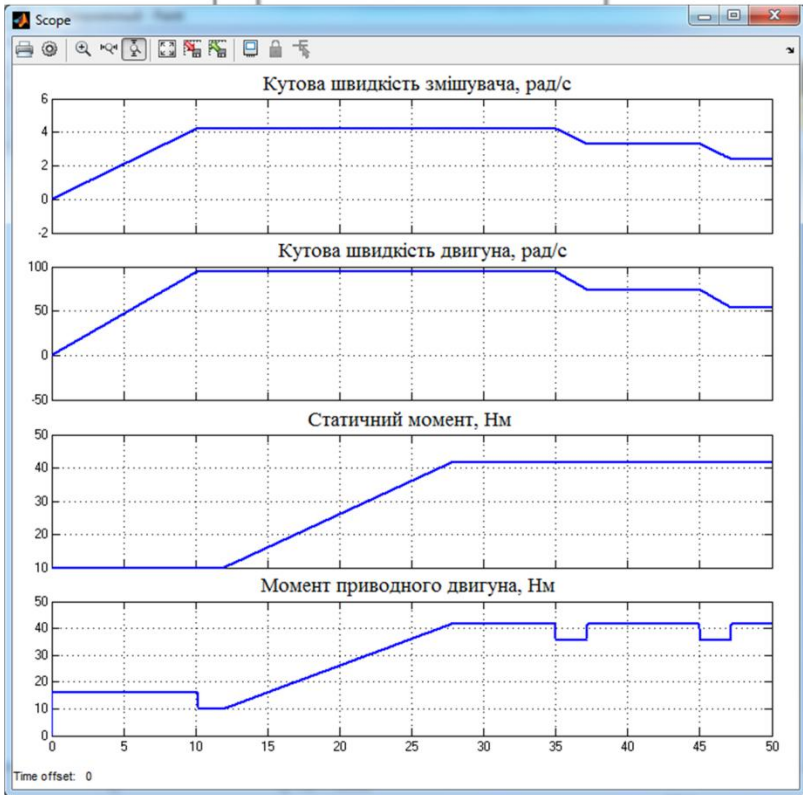
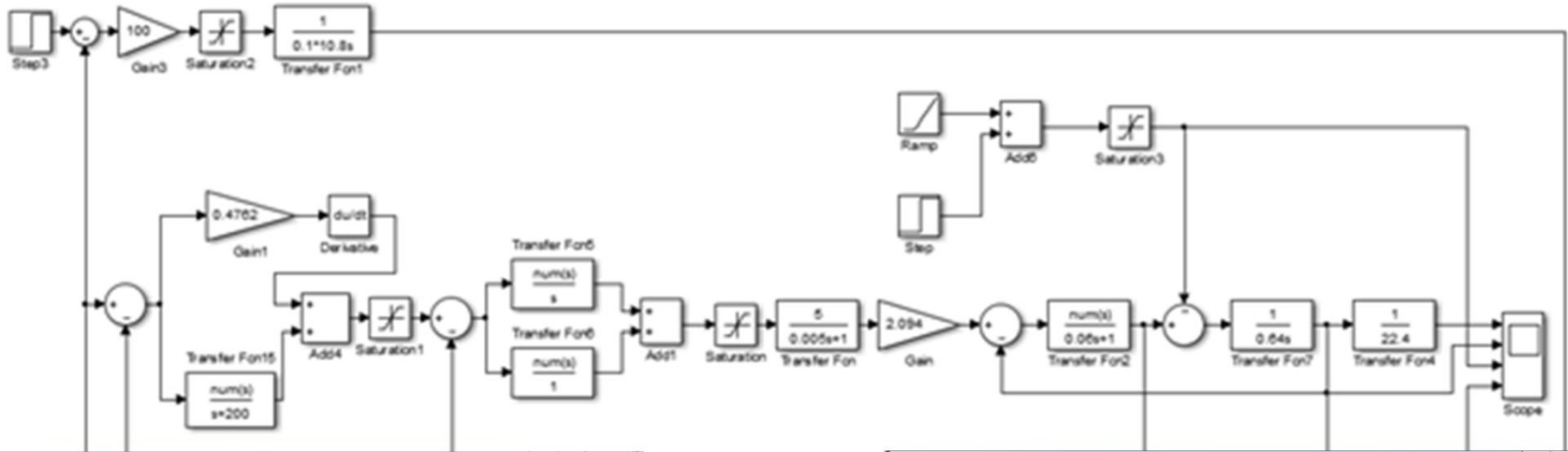
08-16.МКР.004.00.000 Е1



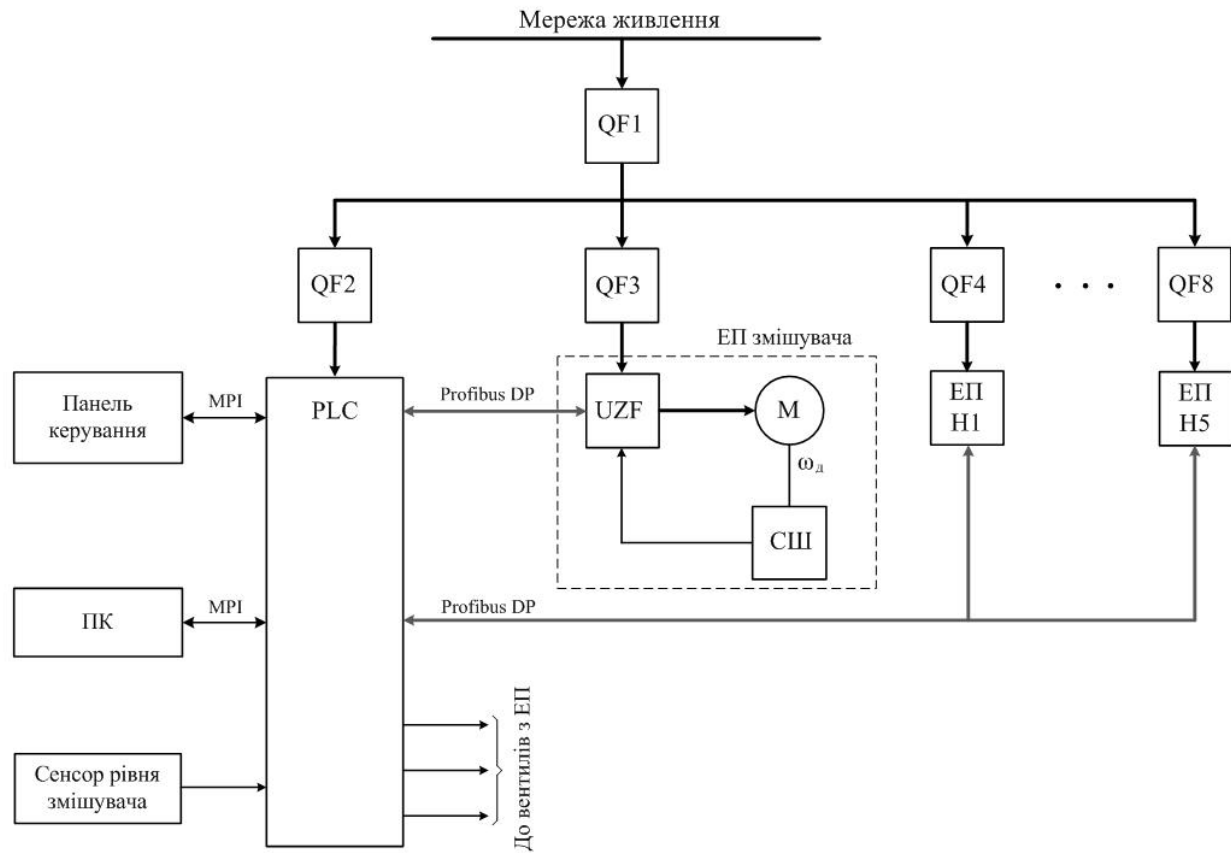
Підпис і дата	
Ім'я, № дубл.	
Зам. ім'я, №	
Підпис і дата	
Ім'я, № ориг.	

					08-16.МКР.004.00.000 Е1					
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизована система керування змішувача багатоконпонентних сумішей. Схема електрична структурна САЕП змішувача			Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Забужанський М.								
Перевірив:		Бабій С. М.								
Т. контр.										
					Аркуш 1		Аркушів 1			
Норм.кон.		Бабій С. М.			гр. ЕПА-17м					
Затверд.		Кутін В. М.								





08-16.МКР.004.00.000 Е2



Лист. № ориг.	
Лист. № і дата	
Зам. лист. №	
Лист. № дубл.	
Лист. № і дата	

					08-16.МКР.004.00.000 Е2		
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизована система керування змішувача багатоконпонентних сумішей. Схема функціональна системи автоматизації змішувача		
Розробив:		Забужанський М.					
Перевірив:		Бабій С. М.					
Т. контр.							
					Літ.	Маса	Масштаб
					Аркуш 1	Аркушів 1	
Норм.кон.		Бабій С. М.			гр. ЕПА-17м		
Затверд.		Кутін В. М.					



ЦПК S7- 314C-2 DP

Основні технічні характеристики CPU 314C-2 DP

Параметр	Значення
Напруга живлення	24 В DC min: 20,4 В DC max: 28,8 В DC
Споживана потужність, типове значення	14 Вт
Номинальний струм	150 мА
Струм при холостому ході	1,0 мА
Вбудована пам'ять	96 кБайт
Карта пам'яті (ММС), максимально	8 МБайт
Вбудовані дискретні входи	24 входи = 24 В DC
Вбудовані дискретні виходи	16 виходів = 24 В / 0,5 А
Частота комутації	100Гц
Аналогові входи (виходи)	4 аналогових входи для вимірювання уніфікованих сигналів сили струму або напруги
	1 аналоговий вхід для підключення датчика температури Pt 100
Інтерфейс	2 аналогових виходи MPI, Profibus-DP

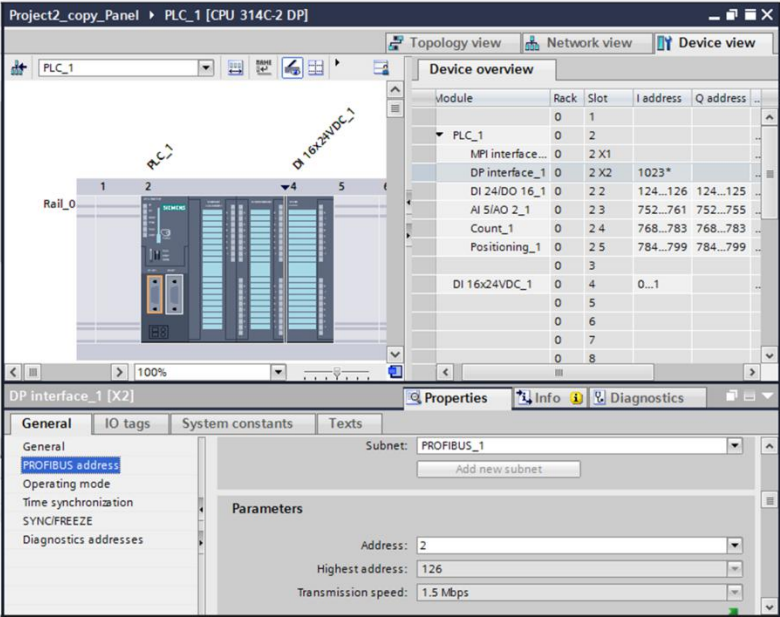


SIMATIC OP170B

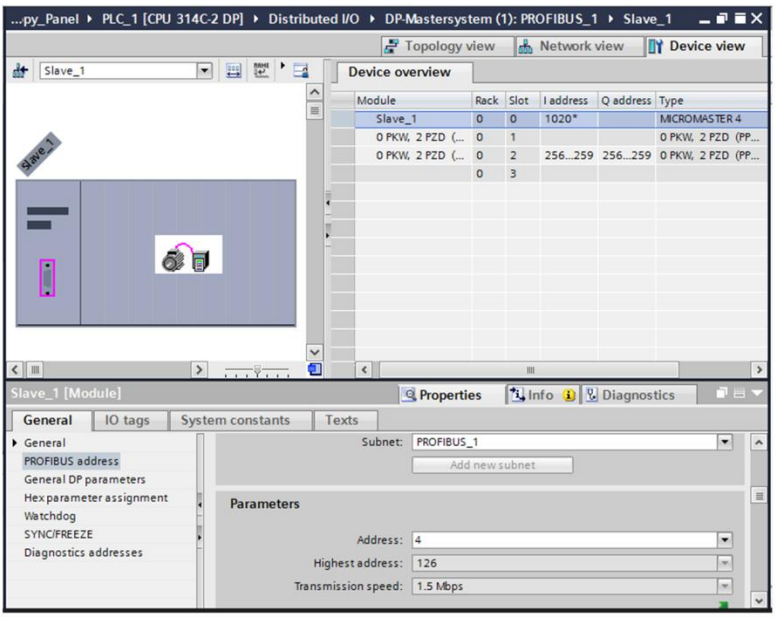
Основні технічні характеристики SIMATIC  
OP170B

Параметр	Значення
Напруга живлення	24 В DC
Клавіатура	Цифрова і буквено-цифрова клавіатура
Клавіші	35 системних клавіші, 24 програмовані клавіші з них 18 з вбудованими світлодіодами
Екран	Розширення екрану 320x240 пікселів. 4 градації яскравості блакитного кольору. 5.7 STN CCFL дисплей з внутрішньою підсвіткою. Напрацювання на відмова 50000 годин
Ступінь захисту	IP 65 (фронтальна частина) IP 20 (решли корпусу)
Інтерфейс	RS 422 / RS 485 (MPI, PROFIBUS-DP до 12 Мбіт/с) RS 232 для зв'язку з процесом RS 232 для підключення принтера
Програмне забезпечення	Wincc Flexible

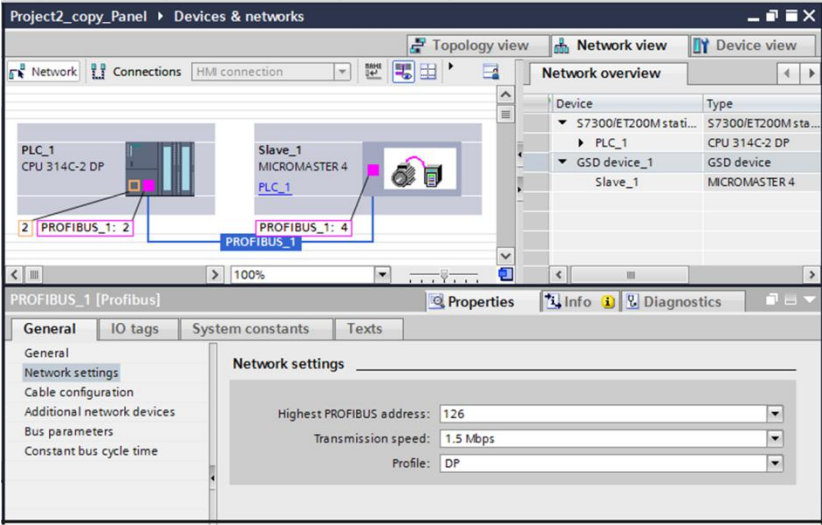
# Контролерна частина



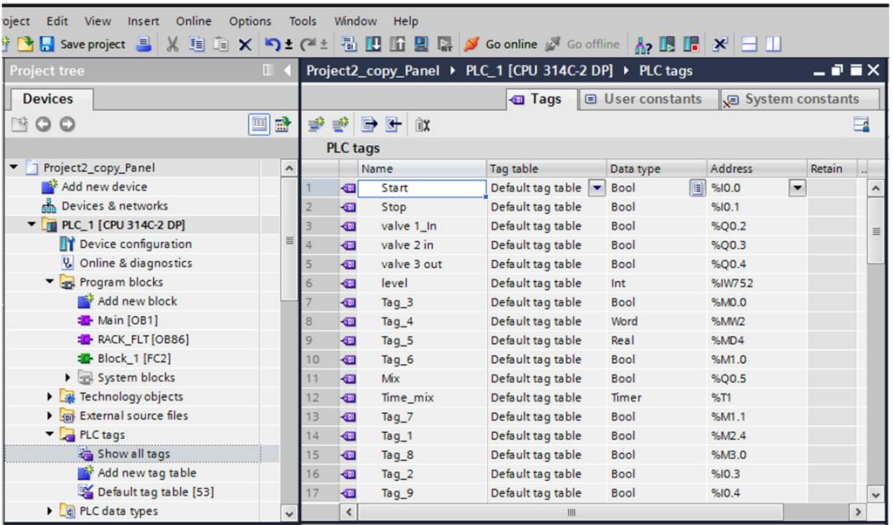
Конфігурація PLC CPU 314C-2 DP



Конфігурація Micromaster 440



Топологія мережі Profibus-DP та налаштування параметрів



Структура проекту, налаштування таблиці тегів



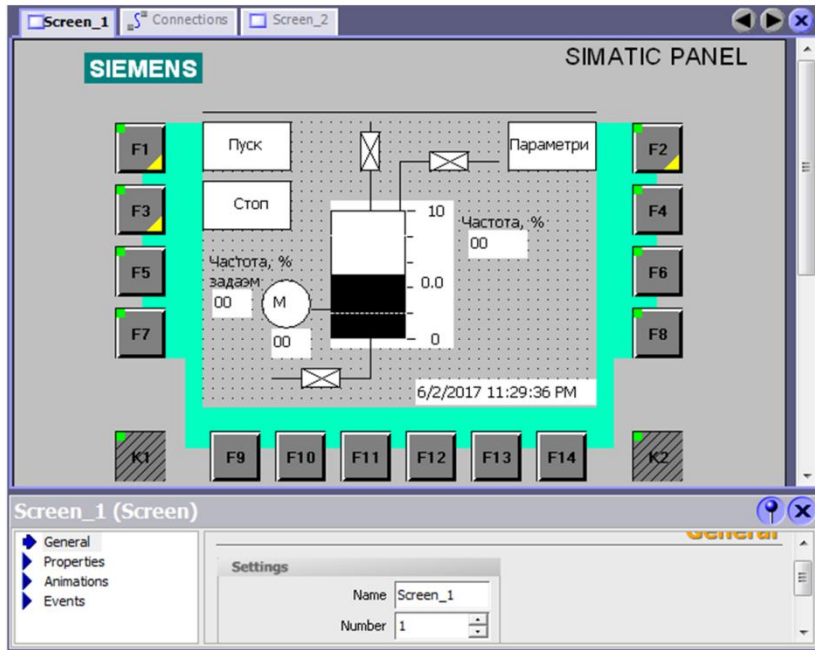
# HMI-інтерфейс



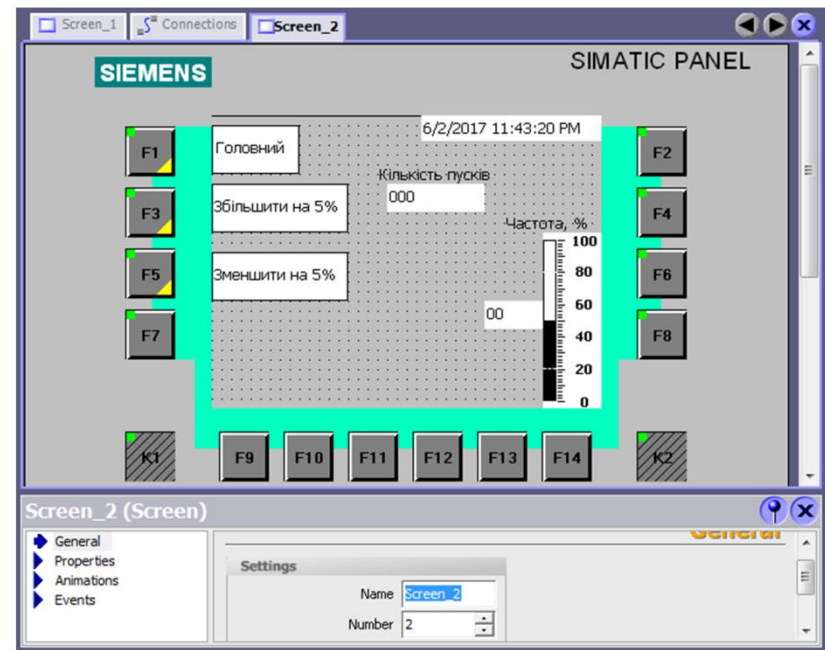
Налаштування мережі MPI в SIMATIC WinCC flexible

Name	Connection	Data type	Address	Array elements	Acquisition cycle
kl 1	Connection_1	Bool	Q 0.2	1	1 s
kl 2	Connection_1	Bool	Q 0.3	1	1 s
kl 3	Connection_1	Bool	Q 0.4	1	1 s
Level	Connection_1	Real	MD 4	1	1 s
Mix	Connection_1	Bool	Q 0.5	1	1 s
Number_pusk	Connection_1	Word	MW 215	1	1 s
Speed_motor	Connection_1	Word	MW 53	1	1 s
Start for panel	Connection_1	Bool	M 12.0	1	1 s
Stop for panel	Connection_1	Bool	M 12.1	1	1 s
time motor	Connection_1	Word	MW 210	1	1 s

Таблиця тегів



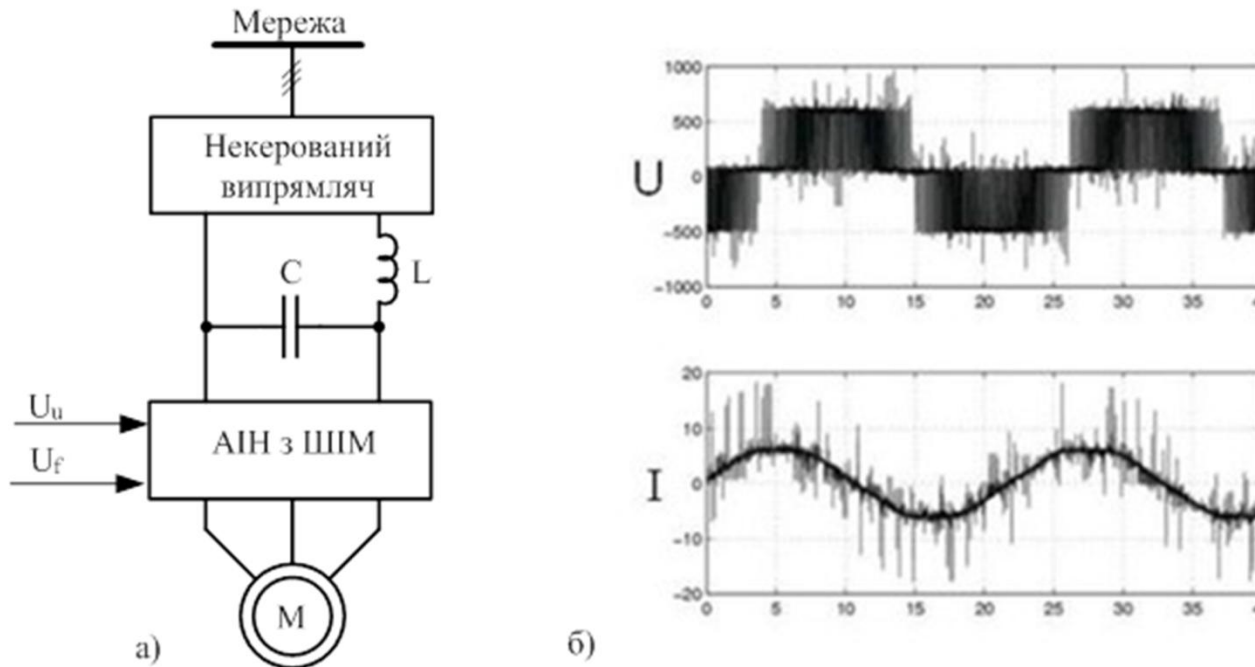
Screen 1 «Змішувач»



Screen 2 «Керування ПЧ»

## До питання діагностування АД змішувача

Асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором зазвичай розраховані на 15...20 років експлуатації без капітального ремонту за умови їх правильної експлуатації.



Типова структура ПЧ з АІН з ШІМ (а), осцилограми напруг та струмів на клеммах приводного двигуна (б)

Фактичне напрацювання на відмову приводного двигуна:

$$T_f = T_n \cdot k \tag{1}$$

де  $T_n$  – паспортне напрацювання на відмову приводного двигуна;

$k$  – експлуатаційний коефіцієнт:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n \tag{2}$$

де  $k_1, k_2, \dots, k_n$  – вагові коефіцієнти, що враховують реальні умови експлуатації.

# ВИСНОВКИ

## **Наукова новизна одержаних результатів.**

Отримав подальшого розвитку методі діагностування приводних асинхронних двигунів, який дозволяє визначати фактичне напруження на відмову приводного асинхронного двигуна з врахуванням експлуатаційного коефіцієнта, який відображає реальні умови експлуатації привода та, на відміну від відомих, враховує особливості експлуатації двигуна в складі частотно-регульованого привода.

**Практичне значення одержаних у роботі результатів.** Використання одержаних результатів дозволить підвищити надійність роботи асинхронних двигунів, зменшити час простою технологічного обладнання через аварійні ситуації, обумовлені виходом з ладу асинхронних двигунів.

**Особистий внесок здобувача.** Основні результати магістерської кваліфікаційної роботи отримано автором самостійно.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення і результати досліджень доповідались та обговорювались на міжнародній інтернет-конференції «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН-2019)».

**Публікації.** За тематикою дослідження опубліковано 1 тези доповідей матеріалів конференцій.