



**АВТОМАТИЗОВАНИЙ
ЕЛЕКТРОПРИВОД МІКСЕРА
ПРИГОТУВАННЯ ФРУКТОВО-
ОВОЧЕВИХ СОКОВИХ
СУМІШЕЙ**

Керівник проекту: к.т.н. Бабій С. М.

Виконав: ст. гр. ЕПА-14м Гома З. З.

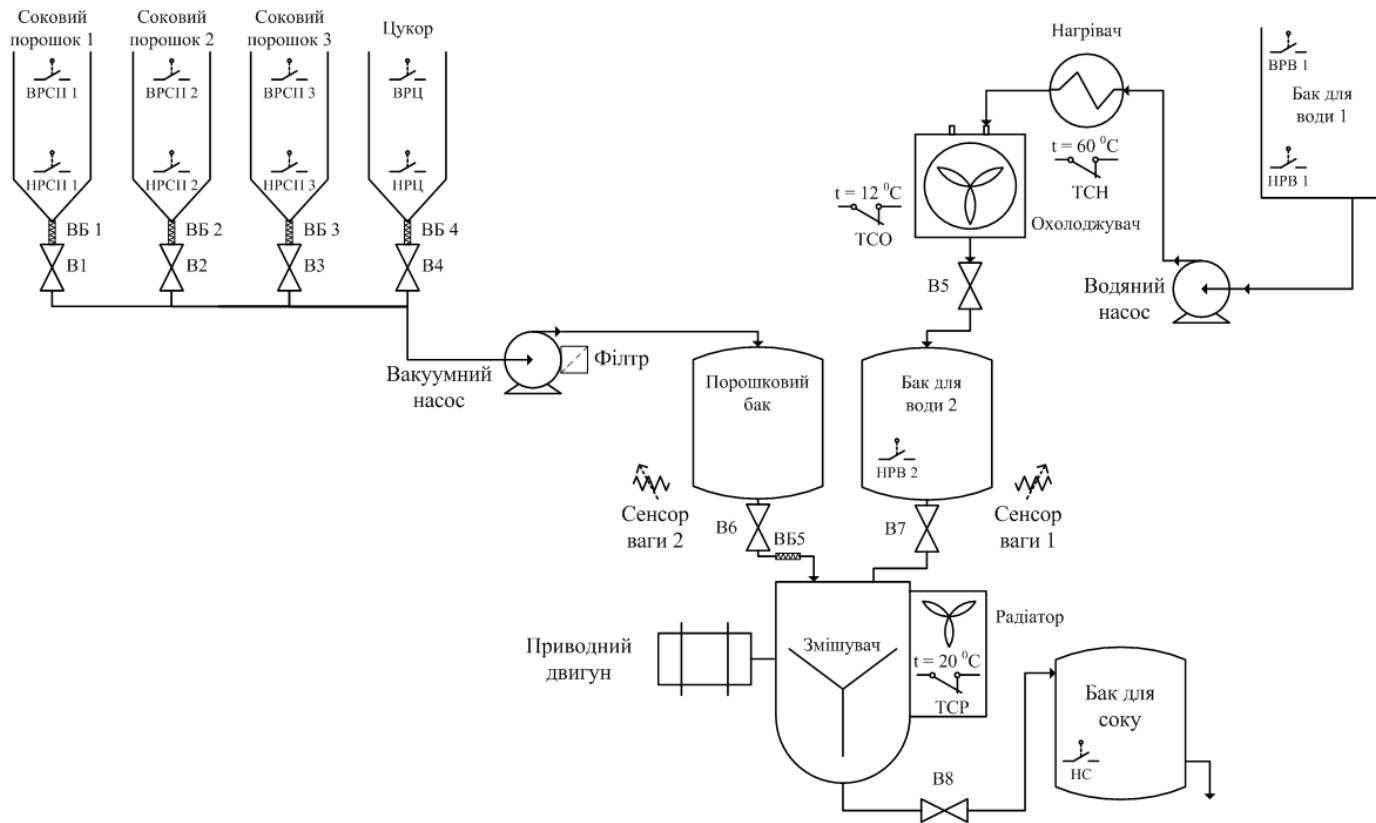
Метою роботи є розробка автоматизованого електропривода міксера приготування фруктово-овочевих сокових сумішей, а саме пропонується встановити електропривод який буде забезпечувати високу надійність, характеризуватися високими регульовальними показниками та передбачатиме можливість включення в систему комплексної автоматизації виробництва.

Завдання роботи:

- здійснити коротку характеристику технології виробництва відновлених соків та режимів роботи міксера купажної ємності;
- сформулювати вимоги до електропривода міксера купажної ємності;
- розрахувати потужність і вибрати приводний двигун, силовий перетворювач, систему керування міксера купажної ємності;
- дослідити роботу системи автоматизованого електропривода міксера у випадку застосування нечіткого регулятора;
- змодельовати роботу розробленої системи електропривода;
- розробити необхідні електричні схеми;
- вибрати обладнання для автоматизації лінії виробництва відновлених соків, здійснити їх налаштування.

Об'єкт дослідження – процеси, що протікають в контурах системи керування електропривода міксера.

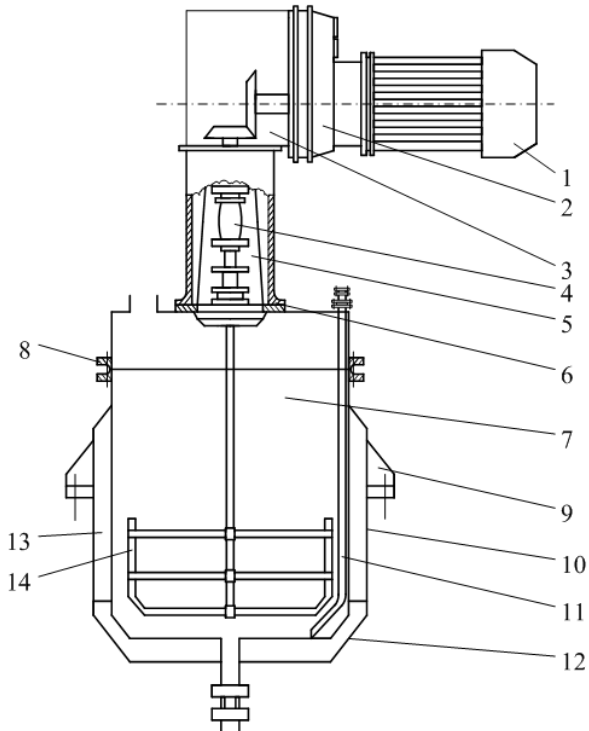
Предмет дослідження – електропривод міксера купажної ємності лінії для приготування сокових сумішей.



Штатне і дата	
Ім. № дубл.	
Зво. ім. №	
Штатне і дата	
Ім. № ориг.	

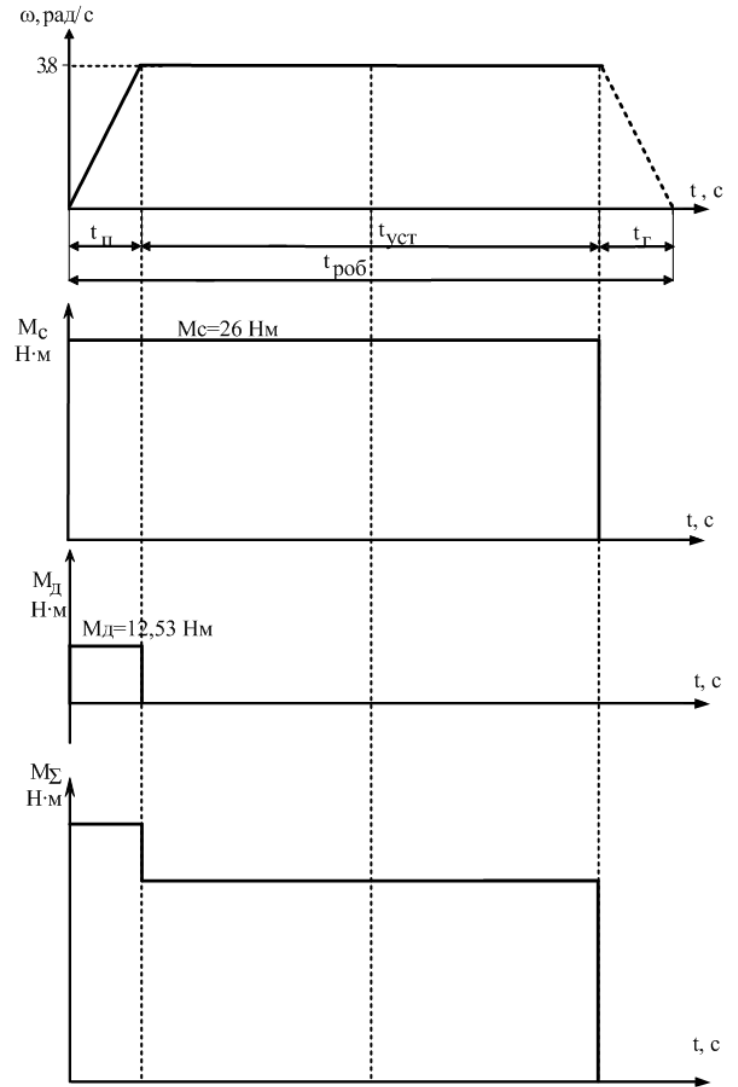
					08-19.МКР.005.00.000 Е1			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизований електропривід міксера приготування фруктово-овочевих сокових сумішей. Схема структурна технологічного процесу приготування сокових сумішей	Літ.	Маса	Масштаб
		Розробив:	Гома З. З.					
		Перевірив:	Бабій С. М.					
		Т. контр.				Аркуш 1	Аркушів 1	
		Норм.кон.	Бабій С. М.			гр. ЕПА-14м		
		Затверд.	Кутін В. М.					

Купажна ємність з міксером



Купажна ємність з міксером (розріз)

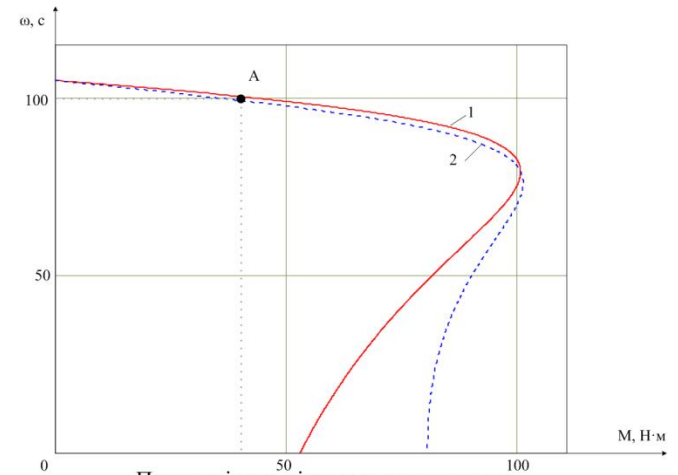
- 1 – двигун
- 2 – редуктор
- 3 – стійка
- 4 – муфта
- 5 – сальник
- 6 – опора
- 7 – кришка
- 8 – фланці
- 9 – лапа
- 10 – рубашка
- 11 – труба подачі води
- 12 – днище
- 13 – оболонка
- 14 – лопать



Тахограми роботи та навантажувальні діаграма ЕП змішувача купажної ємності

Техніко-економічне обґрунтування вибору системи електропривода

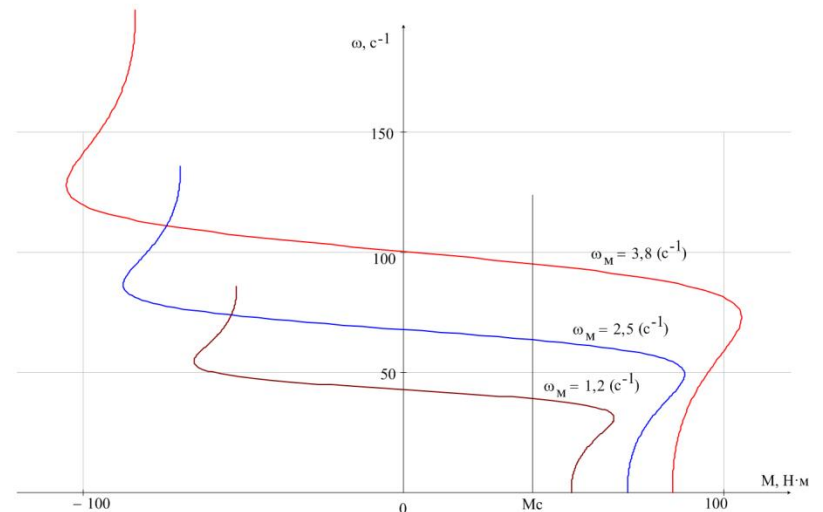
Показники	Системи електричного привода		
	ТП-Д	ШП-ДПС	ПЧ-АД
Вартість двигуна D , грн	7750	7750	3100
Вартість системи керування СК, грн	25294,5	22484	28105
Капітальні вкладення K , грн	33044,5	30234	31205
Річні капітальні витрати $K_{річ}$, грн/рік	5617,57	5139,78	5304,85
Амортизаційні відрахування C_A , грн/рік	3304,45	3023,40	3120,50
Відрахування на ремонт C_P , грн/рік	660,89	604,68	624,10
Додаткові відрахування C_D , грн/рік	3663,55	3663,55	3146,32
Відрахування на обслуговування C_O , грн/рік	381,44	364,58	344,55
Загальні відрахування C , грн/рік	8010,33	7656,21	7235,47
Приведені витрати Z , грн/рік	13627,90	12795,99	12540,32



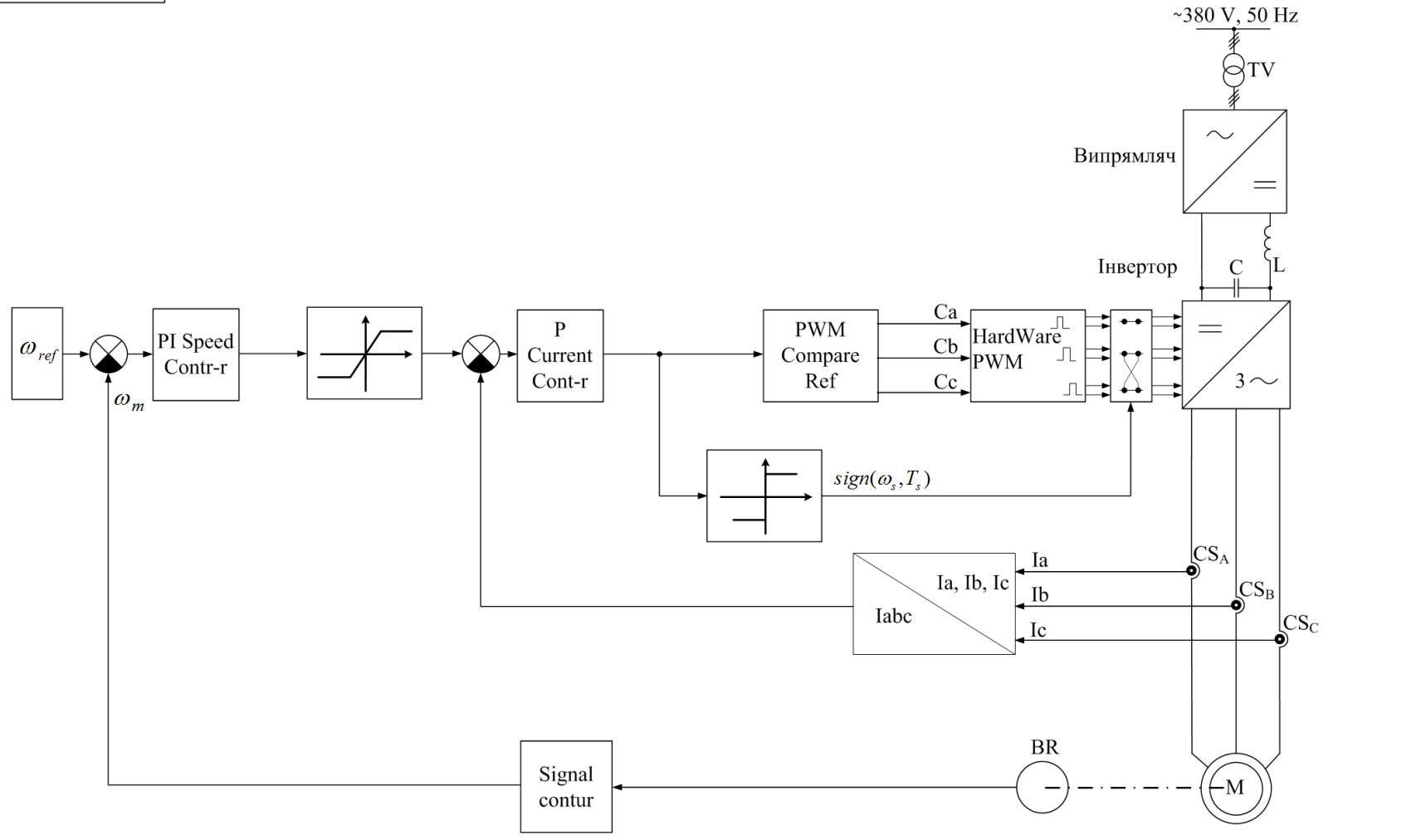
Природні механічних характеристики побудовані за формулами Клоса (1) та Чекунова (2)

Технічні дані приводного двигуна типу

Параметри двигуна	Значення
Тип	4A112MB6
Номинальна потужність $P_{дв.н.}$, кВт	4,0
Номинальна напруга $U_{дв.н.}$, В	380
Номинальна швидкість обертання $n_{дв.н.}$, об/хв	949
$\cos\varphi_{ном}$	0,81
Коефіцієнт корисної дії $\eta_{дв.н.}$, %	82
Номинальний струм статора $I_{дв.н.}$, А	9,12
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	1,8
Реактивний опір ротора X_1 , Ом	1,7
Приведений активний опір статора R_2 , Ом	1,5
Приведений реактивний опір ротора X_2 , Ом	2,6
Момент інерції ротора $J_{рот.}$, кг·м ²	0,021



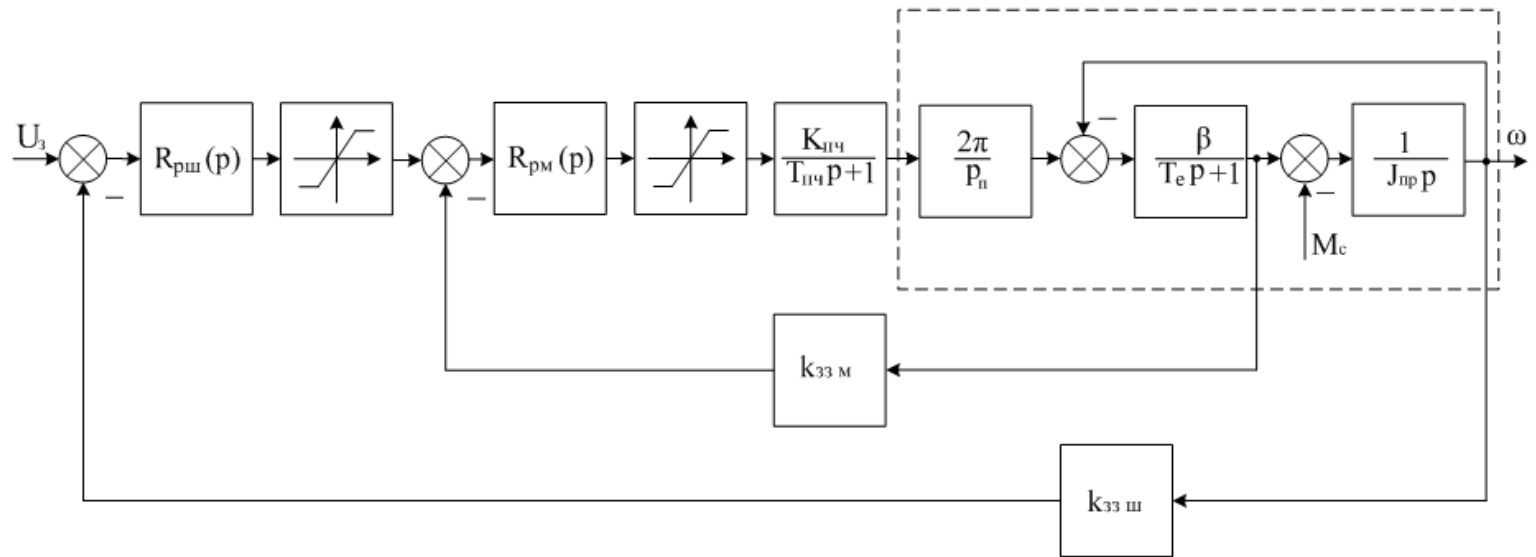
Сімейство механічних характеристик при частотному керуванні



Ім'я: М. С. Сидоренко	Ім'я: М. С. Сидоренко	Ім'я: М. С. Сидоренко
Підрозділ: Електротехніка	Підрозділ: Електротехніка	Підрозділ: Електротехніка
Відомості про документ	Відомості про документ	Відомості про документ

				08-19.МКР.005.00.000 E2			
Зм. / Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизований електропривід міксера приготування фруктових-овочевих сокових сумішей. Схема електрична функціональна САЕПІ міксера			
Розробив:	Гончарук Т. В.						
Перевірив:	Бабій С. М.						
Т. контр.							
Норм. кон.	Бабій С. М.			Листів	1	Аркушів	1
Затверд.	Кутів В. М.			гр. ЕПА-14м			

08-19.MKP.005.00.000 E1

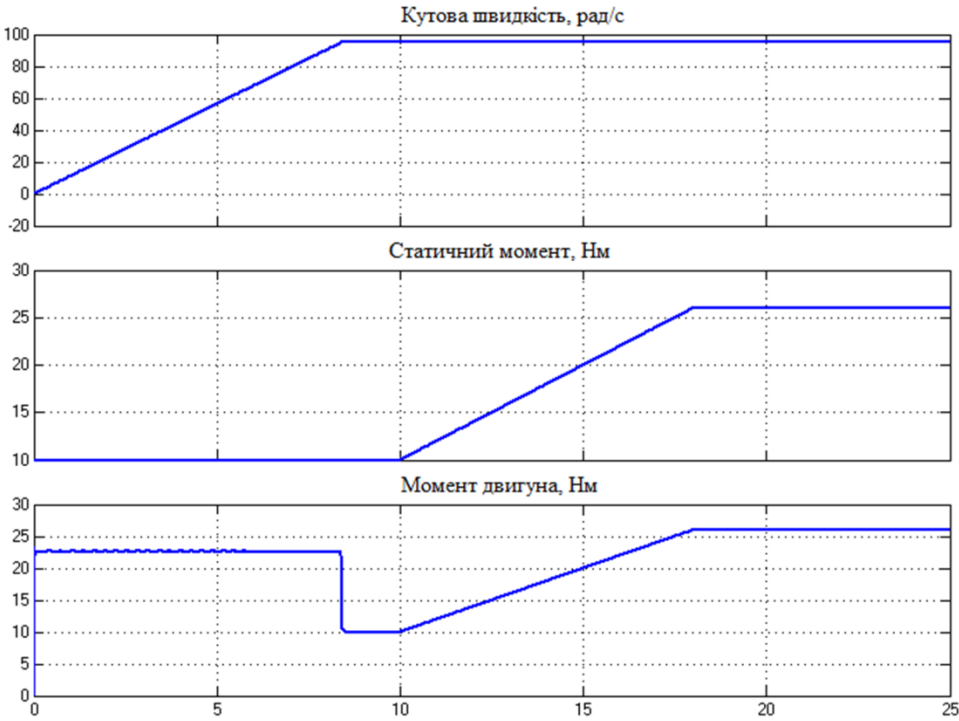
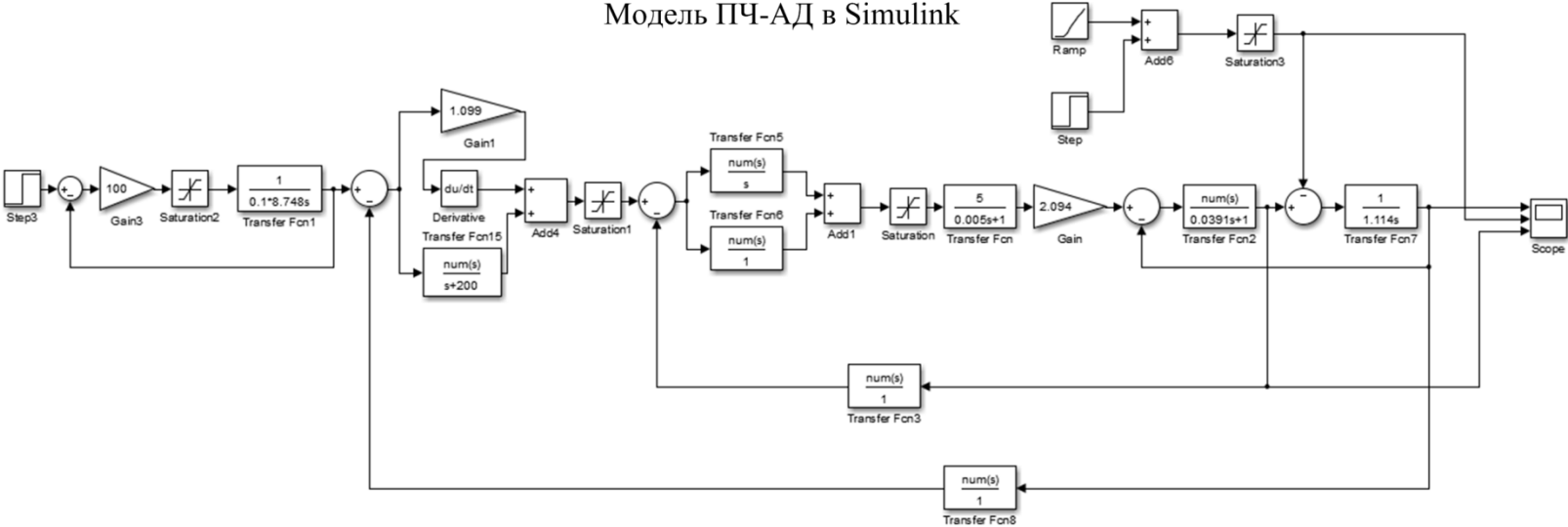


Підпис і дата	
Інв. № дубл.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата
Розробив:		Гома З. З.		
Перевірив		Бабій С. М.		
Т. контр.				
Норм.кон.		Бабій С. М.		
Затверд.		Кутін В. М.		

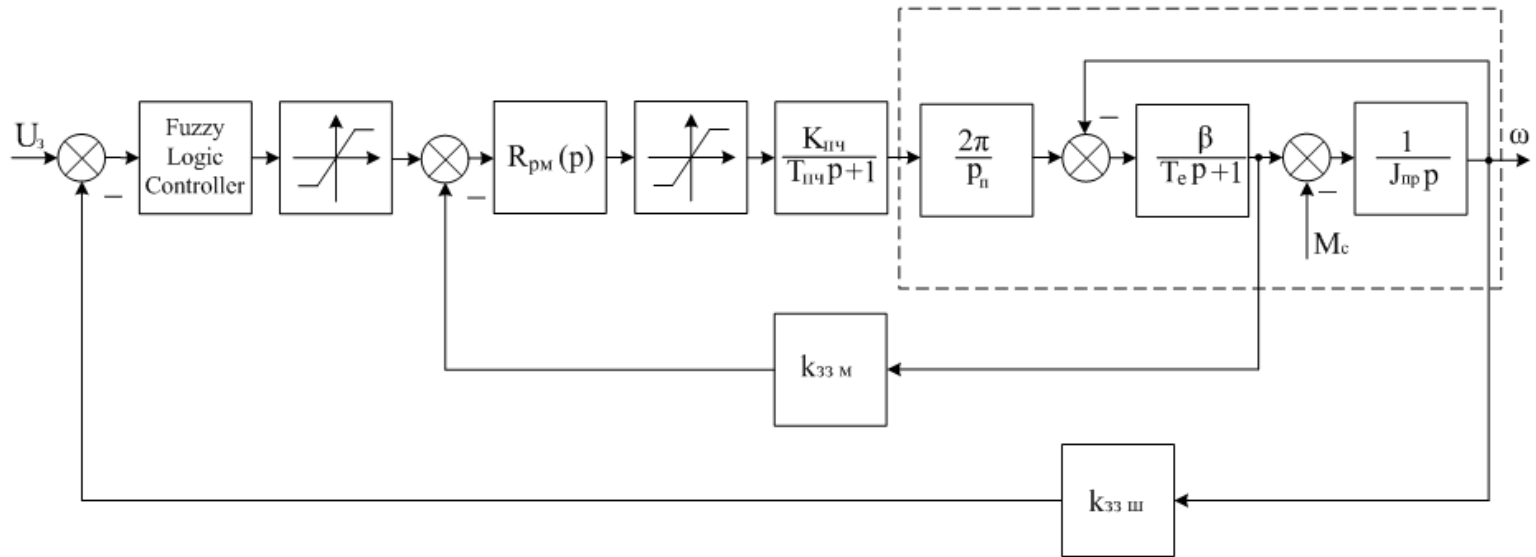
08-19.MKP.005.00.000 E1		
Автоматизований електропривод міксера приготування фруктово-овочевих сокових сумішей.		
Схема електрична структурна САЕП міксера		
Літ.	Маса	Масштаб
Аркуш 1	Аркушів 1	
гр. ЕПА-14м		

Модель ПЧ-АД в Simulink



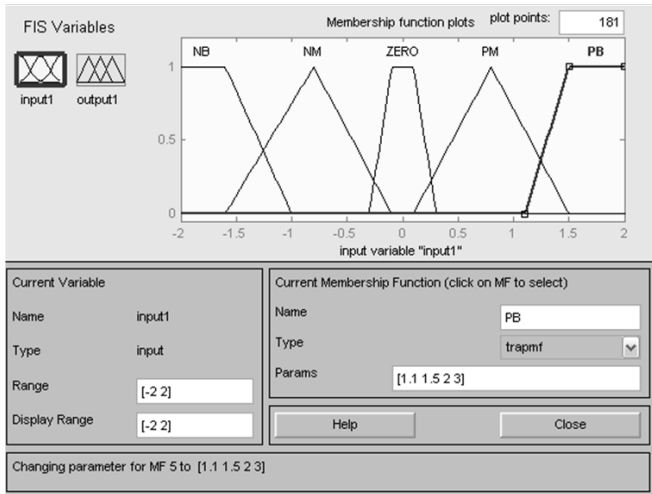
Графіки перехідних процесів

08-19.МКР.005.00.000 Е1

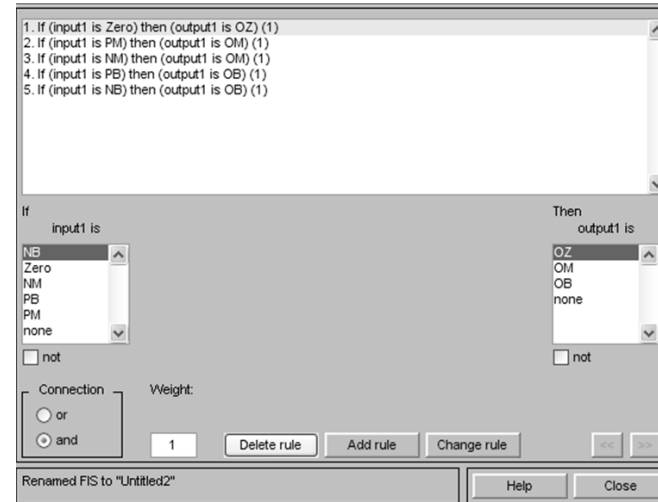


Підпис і дата	
Інв. № дубл.	
Зом. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

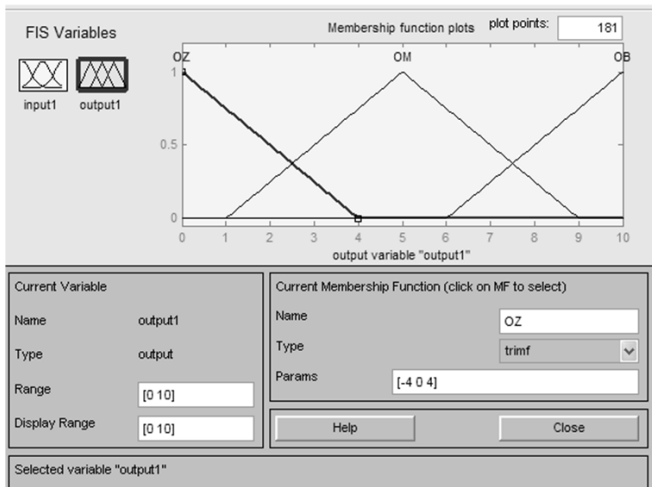
					08-19.МКР.005.00.000 Е1			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Автоматизований електропривод міксера приготування фруктових-овочевих сокових сумішей. Схема електрична структурна САЕП міксера з нечітким регулятором	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Гома З. З.						
Перевірив:		Бабій С. М.						
Т. контр.						Аркуш 1	Аркушів 1	
Норм.кон.		Бабій С. М.			гр. ЕПА-14м			
Затверд.		Кутін В. М.						



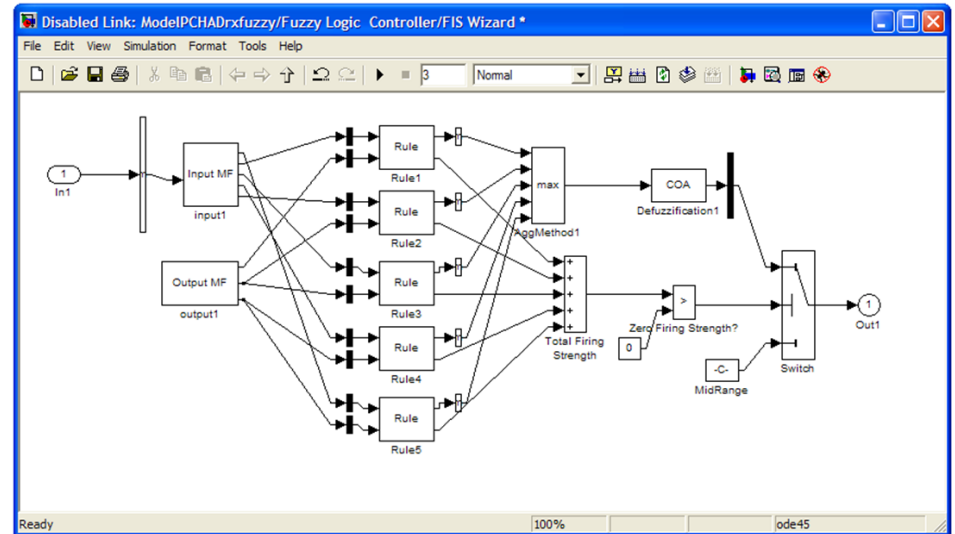
Терми вхідної змінної



База нечітких правил

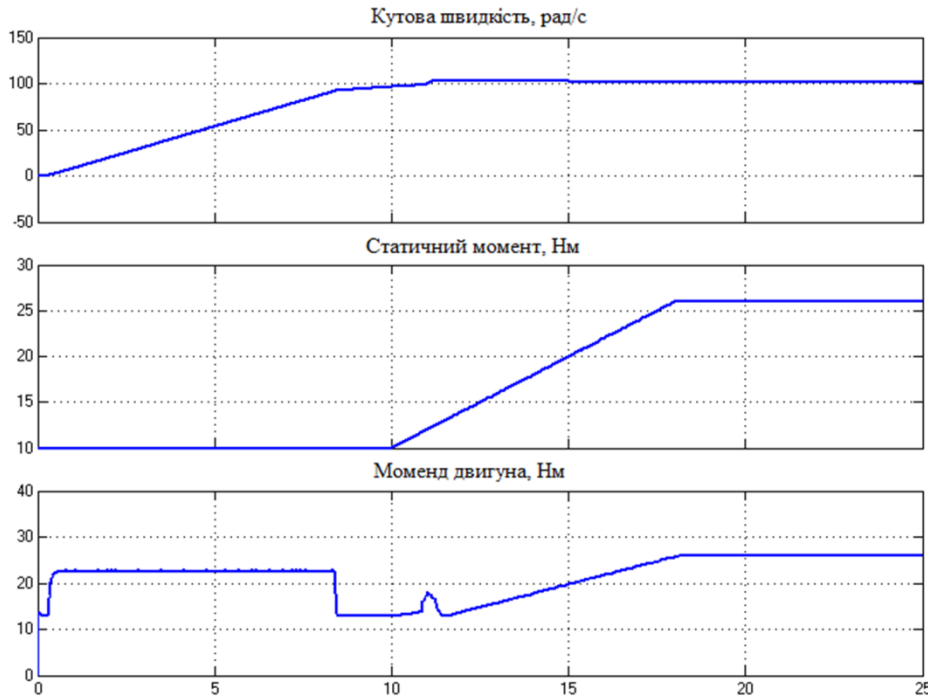
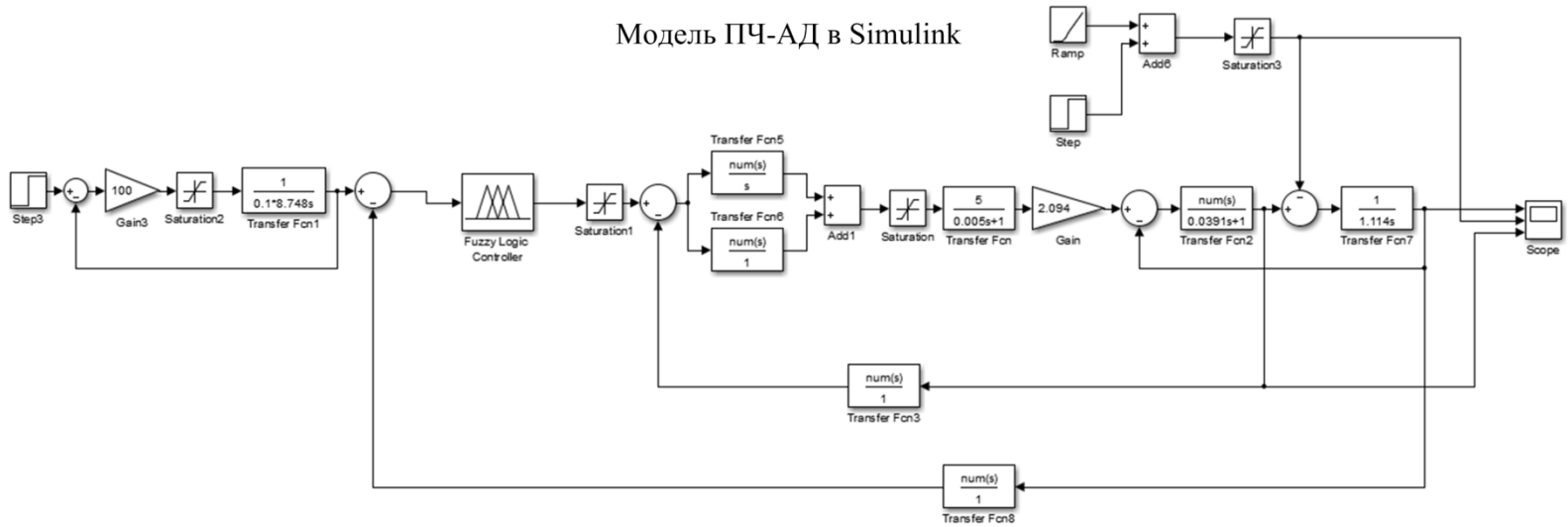


Терми вихідної змінної



Структура нечіткого регулятора

Модель ПЧ-АД в Simulink



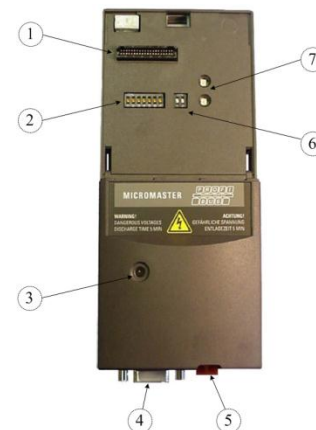
Графіки перехідних процесів



ПЛК S7- 314C-2 DP



Micromaster440



- 1 – Роз’єм для пристрою керування
- 2 – Перемикачі адрес PROFIBUS
- 3 – Світлодіоди робочих станів модуля зв’язку
- 4 – Інтерфейс модуля зв’язку
- 5 – Роз’єм для подачі зовнішнього живлення 24 В
- 6 – Службові перемикачі
- 7 – Світлодіоди робочих станів MICROMASTER4

Модуль Profibus-DP Micromaster440

Основні технічні характеристики CPU 314C-2 DP

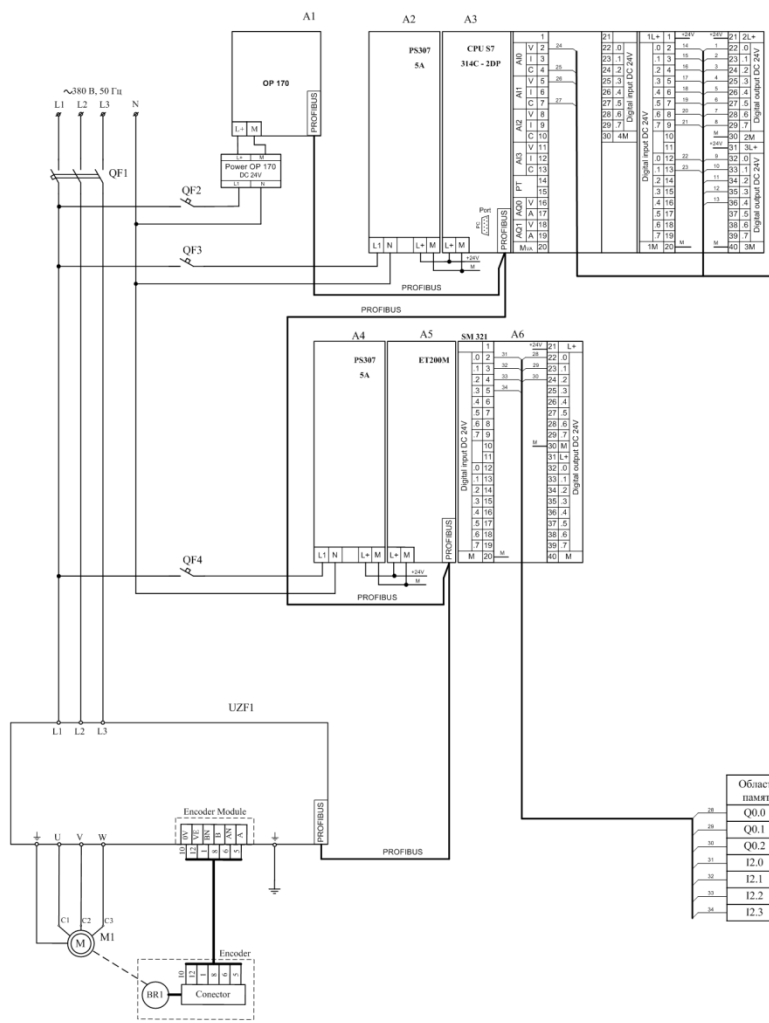
Параметр	Значення
Напруга живлення	24 В DC min: 20,4 В DC max: 28,8 В DC
Споживана потужність, типове значення	14 Вт
Вбудована пам’ять	96 кБайт
Карта пам’яті (MMC), максимально	8 МБайт
Вбудовані дискретні входи	24 входи = 24 В DC
Вбудовані дискретні виходи	16 виходів = 24 В / 0,5 А
Аналогові входи (виходи)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

Технічні характеристики Micromaster 440

Характеристики	Значення
Вихідна частота	0...267 Гц (в режимі U/f) 0...200 Гц (в векторному режимі)
Коефіцієнт потужності	не менше 0,95
ККД перетворювача	0,97...0,98
Перевантажувальна здатність: – постійний момент	136% розрах. вих. струму протягом 57 с (кожні 300с)
	160% розрах. вих. струму протягом 3 с (кожні 300с)
– змінний момент	110% розрах. вих. струму протягом 59 с (кожні 300с)
	150% розрах. вих. струму протягом 1 с (кожні 300с)
Пусковий струм	не перевищує розрахункового вхідного
Число фіксованих частот	15, параметровані
Цифрові входи	6, параметровані
Аналогові входи	2, параметровані (можуть бути використані як 7-й, 8-й цифрові)
Релейні виходи	3, програмовані DC 30В/5А (омічне нав.) AC 250В/2А (індуктивне нав.)
Аналогові виходи	2, параметровані (0...20 mA)
Послідовний інтерфейс	RS-485, опційно RS-432
Гальмування	постійним струмом
Робоча температура	0 °C...40°C
Ступінь захисту корпуса	IP20



Станція віддаленого доступу ET200M



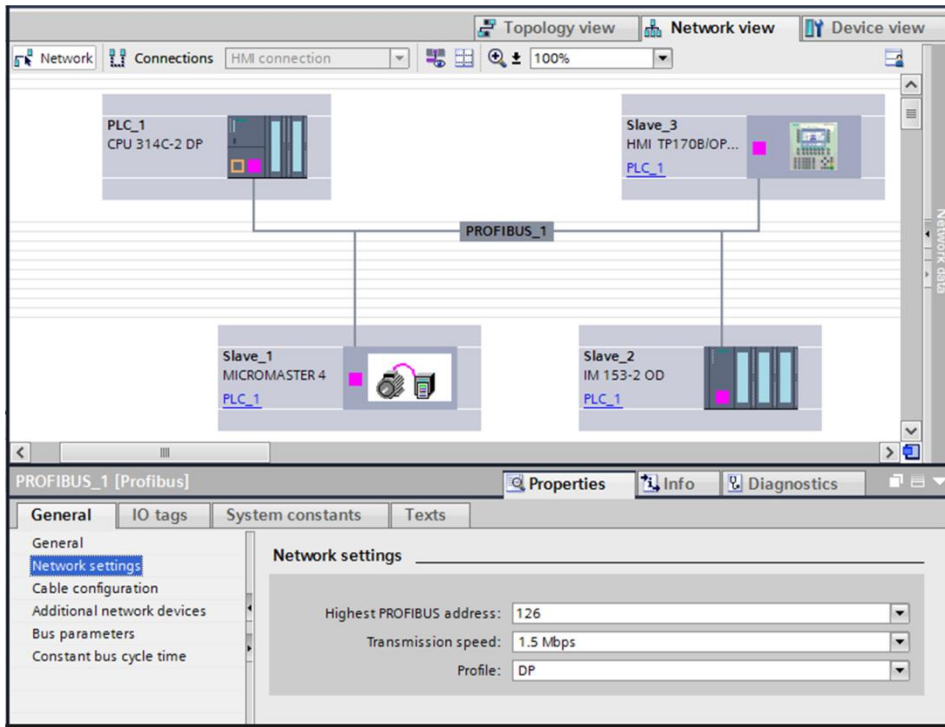
Область пам'яті	Призначення
1	Q124.0 Вибратор ВВ1 бункера соєвого порошку 1
2	Q124.1 Вибратор ВВ2 бункера соєвого порошку 2
3	Q124.2 Вибратор ВВ3 бункера соєвого порошку 3
4	Q124.3 Вибратор ВВ4 бункера з цукром
5	Q124.4 Вибратор ВВ5 порошкового баку
6	Q124.5 Вентиль В1 бункера соєвого порошку 1
7	Q124.6 Вентиль В2 бункера соєвого порошку 2
8	Q124.7 Вентиль В3 бункера соєвого порошку 3
9	Q125.0 Вентиль В4 бункера з цукром
10	Q125.1 Вентиль В6 порошкового баку
11	Q125.2 Вентиль В7 баку для води 2
12	Q125.3 Вентиль В8 кушажної ємності зі змішувачем
13	Q125.4 Керування вакуумним насосом
14	I124.0 ВРСТП бункера 1
15	I124.1 НРСТП бункера 1
16	I124.2 ВРСТП бункера 2
17	I124.3 НРСТП бункера 2
18	I124.4 ВРСТП бункера 3
19	I124.5 НРСТП бункера 3
20	I124.6 ВРЦ бункера з цукром
21	I124.7 НРЦ бункера з цукром
22	I125.0 ІС баку для соєу
23	I125.1 TCP
24	IW752(U) Сенсор ваги 1
25	IW752(C) Сенсор ваги 1
26	IW754(U) Сенсор ваги 2
27	IW754(C) Сенсор ваги 2

Область пам'яті	Призначення
28	Q0.0 Вентиль В5 на виході охолоджувача
29	Q0.1 Керування водним насосом
30	Q0.2 Керування нагрівачем
31	I2.0 ВРВ1 бака для води 1
32	I2.1 НРВ1 бака для води 1
33	I2.2 ТСН
34	I2.3 ТСО

Поз.	Найменування	К-ти	Примітки
A1	Панель оператора OP170B	1	
A2, A4	Блок живлення PS307, 5A, 24V DC	2	
A3	ПЛК CPU S7 314C 2DP	1	
A5	Станція віддаленого доступу ET200M	1	
A6	Дискретний модуль розширення SM321	1	
BR1	Incremental Encoder IdNr. 521-28-532	1	
M1	4A112MB6	1	4,0 кВт
<u>Автоматичні вимикачі</u>			
QF1	BA47-29M 3P 32A	1	
QF2	BA47-29M 1P 10A	1	
QF3, QF4	BA47-29M 1P 16A	2	
<u>Частотний перетворювач</u>			
UZF1	Micromaster 440	1	5,5 кВт

Шкала 1:100
 Шкала 1:100
 Шкала 1:100
 Шкала 1:100

08-19.MKP.005.00.000 ЄЗ										
№. Дир.	№ документа	Підпис	Дата	Автоматизований електричний міксер приготування фруктових-овочевих сокових сумішей.			Лист	Маса	Масштаб	
Розробив	Тема 3. 3.			Схема електричної провідності САЕП міксера			Архив	1	Архив	
Перевірив	Ільїн С. М.						Архив	1	Архив	
Т. вивер.							Архив	1	Архив	
Інженер	Ільїн С. М.						гр. ЕІПА-14м			
Висновок	Ільїн В. М.									



Топологія мережі Profibus-DP

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type
Slave_1	0	0	1022*		MICROMASTER 4
0 PKW: 2 PZD (PPO ...)	0	1			0 PKW: 2 PZD (PPO 3)
0 PKW: 2 PZD (PPO ...)	0	2	256...259	256...259	0 PKW: 2 PZD (PPO 3)
	0	3			

Slave_1 [Module] Properties

General

PROFIBUS address

Parameters

Address: 4

Highest address: 126

Transmission speed: 1.5 Mbps

Налаштування мережі Profibus-DP Micromaster 440

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type
Slave_3	0	0	1019*		HMI TP170B/OP170
OP170_1	0	1	4..7	2..5	OP170

Slave_3 [Module] Properties

General

PROFIBUS address

Parameters

Address: 5

Highest address: 126

Transmission speed: 1.5 Mbps

Налаштування мережі Profibus-DP операторської панелі OP170B

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type	Ord
Slave_2	0	2	1021*		IM 153-2 OD	6E5
DI 16/DO 16x...	0	4	2..3	0..1	DI 16/DO 16x24V...	6E5
	0	5				
	0	6				
	0	7				
	0	8				
	0	9				
	0	10				
	0	11				
	0	12				
	0	13				
	0	14				
	0	15				

Slave_2 [IM 153-2 OD] Properties

General

PROFIBUS address

Parameters

Address: 3

Highest address: 126

Transmission speed: 1.5 Mbps

Налаштування мережі Profibus-DP станції віддаленого доступу ET200M

The image displays the Siemens TIA Portal interface. On the left is a navigation sidebar with options like 'Начало' (Start), 'Устройства и Сети' (Devices and Networks), 'Программа контроллера' (Controller Program), 'Визуализация панелей оператора' (Operator Panel Visualization), and 'Подключение к PLC и Диагностика' (PLC Connection and Diagnostics). The main area shows a 'Первые шаги' (First Steps) wizard with instructions: 'Проект: "Project1" успешно открыт. Выбери следующий шаг:' (Project: "Project1" successfully opened. Choose the next step:). Below this, a 'Block interface' window shows a ladder logic network. Network 1 features a normally open contact labeled '%M0.0 "Пуск MM440"', a normally closed contact labeled '%MD10 "Time"', and a timer block 'T#1M_20S'. These are connected to the EN input of a 'MOVE' block. The block's ENO output is connected to a coil labeled '%M1.24.0 "Tag_4"', and its OUT1 output is connected to '%MW200 "STW"'. Network 2 shows a normally open contact '%M0.0 "Пуск MM440"', a normally closed contact '%M0.0 "Reset"', and a timer block 'T#1M_40S'. The block is a 'TON Time' block with a DB1 parameter set to 'IEC_Timer_0_DB'. Its Q output is connected to a coil '%M0.0 "Reset"', and its ET output is connected to '%MD10 "Time"'. The bottom status bar includes 'Properties', 'Info', and 'Diagnostics' tabs.

Вікно TIA Portal

Фрагмент програми керування на мові LAD

ВИСНОВКИ

Здійснено коротку характеристику технології виробництва відновлених соків. Проаналізовано будову та режим роботи міксера купажної ємності.

Базуючись на результатах розрахунків статичних навантажень та техніко-економічного обґрунтування для привода міксера вибрано приводний двигун типу 4A112MB6.

Згідно результатів ТЕО вибрано систему ЕП типу ПЧ-АД, оскільки приведені витрати для неї виявились найменшими і становлять 12540,32 грн/рік.

Для живлення приводного двигуна вибрано перетворювач частоти MicroMaster 440, номінальна потужність якого при постійному моменті навантаження складає 5,5 кВт.

Для даного електропривода побудовано природні та штучні механічні характеристики при частотному регулюванні швидкості.

Розроблено математичну модель САЕП міксера, розраховано параметри регуляторів в контурах регулювання швидкості та моменту та проведено моделювання роботи розробленої САЕП.

Досліджено роботу САЕП міксера у випадку застосування нечіткого регулятора. Застосування нечітких регуляторів дозволяє суттєво скоротити час на реалізацію САЕП.

Розроблено електричну принципову схему електропривода.

Вибрати обладнання для автоматизації лінії виробництва відновлених соків, здійснено їх налаштування в середовищі TIA Portal v13.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримав подальшого розвитку метод проектування автоматизованих систем з використанням fuzzy-регуляторів, що дозволяє суттєво скоротити час, який витрачається на проектування, оскільки відпадає необхідність проводити розрахунок параметрів регуляторів з використанням відомих критеріїв оптимізації.

Практичне значення одержаних у роботі результатів полягає в синтезі у середовищі Matlab Fuzzy Toolbox нечіткого регулятора, який можна використовувати при проектуванні систем автоматизованого електропривода.