

РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПРАЛЬНИМ АВТОМАТОМ ЗА ПРИНЦИПАМИ СУЧАСНИХ SCADA

© Демида Б., 2011

Рзглянуто АСУТП за принципами сучасної SCADA-системи, що є робочим взірцем системи управління промисловим пральним автоматом на підприємстві. Окрім загальних алгоритмів керування, реалізовано множину сервісних функцій, наприклад, збереження описів програм у локальній базі даних, моніторинг стану системи, виведення даних на вищий рівень управління підприємством.

Ключові слова: АСУТП, розподілені системи збирання інформації та управління, SCADA.

Proposed for consideration in the automation process of the principles of modern SCADA-system is a working model system for industrial washing machine in the enterprise. In addition to general control algorithms implemented set of service functions, such as descriptions of conservation programs in the local database, monitoring system status, output data to a higher level of Management now.

Keywords: automation process, distributed system of data collection and management, SCADA.

Вступ

Концепція SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерське керування й збирання даних) визначена всім ходом розвитку систем керування й результатами науково-технічного прогресу в АСУТП. Застосування SCADA-технологій дає змогу досягти високого рівня автоматизації під час вирішення завдань розроблення, розподілених систем керування, збирання, обробки, передавання, зберігання й відображення інформації.

Дружність людино-машинного інтерфейсу (HMI/MMI), надаваного SCADA-системами, повнота й наочність інформації, представленої на екрані, доступність "важелів" керування, зручність користування підказками й довідковою системою тощо підвищують ефективність взаємодії диспетчера із системою й зводять до нуля його критичні помилки при керуванні.

Слід зазначити, що концепція SCADA в основу якої покладено автоматизоване розроблення систем керування, дає змогу виконати ще ряд завдань, які довгий час вважалися нерозв'язними: скоротити строки розроблення проектів з автоматизації й прямі фінансові витрати на їхнє розроблення, експлуатацію та розширення [1–3].

Основні вимоги до розподіленої системи АСУТП відповідно до цієї концепції:

- приймання інформації про контрольовані технологічні параметри від контролерів нижніх рівнів і датчиків;
- збереження прийнятої інформації в архівах;
- графічне представлення ходу технологічного процесу з відображенням поточних значень контрольованих параметрів;
- приймання команд оператора і передавання їх на адресу контролерів нижніх рівнів і виконавчих механізмів у ручному режимі управління;
- реєстрація подій, пов'язаних з контрольованим технологічним процесом і діями персоналу, відповідального за експлуатацію обслуговування системи;

- оповіщення експлуатаційного й обслуговувального персоналу про виявлені аварійні події, пов'язані з контрольованим технологічним процесом і функціонуванням програмно-апаратних засобів АСУТП із реєстрацією дій персоналу в аварійних ситуаціях;
- формування звітних документів на основі архівної інформації;
- експорт інформації для обміну з автоматизованою системою керування підприємством;
- автоматичне керування технологічним процесом відповідно до заданих алгоритмів.

Постановка задачі

1. Структура системи

Структура системи повинна бути багаторівнева (рис. 1).

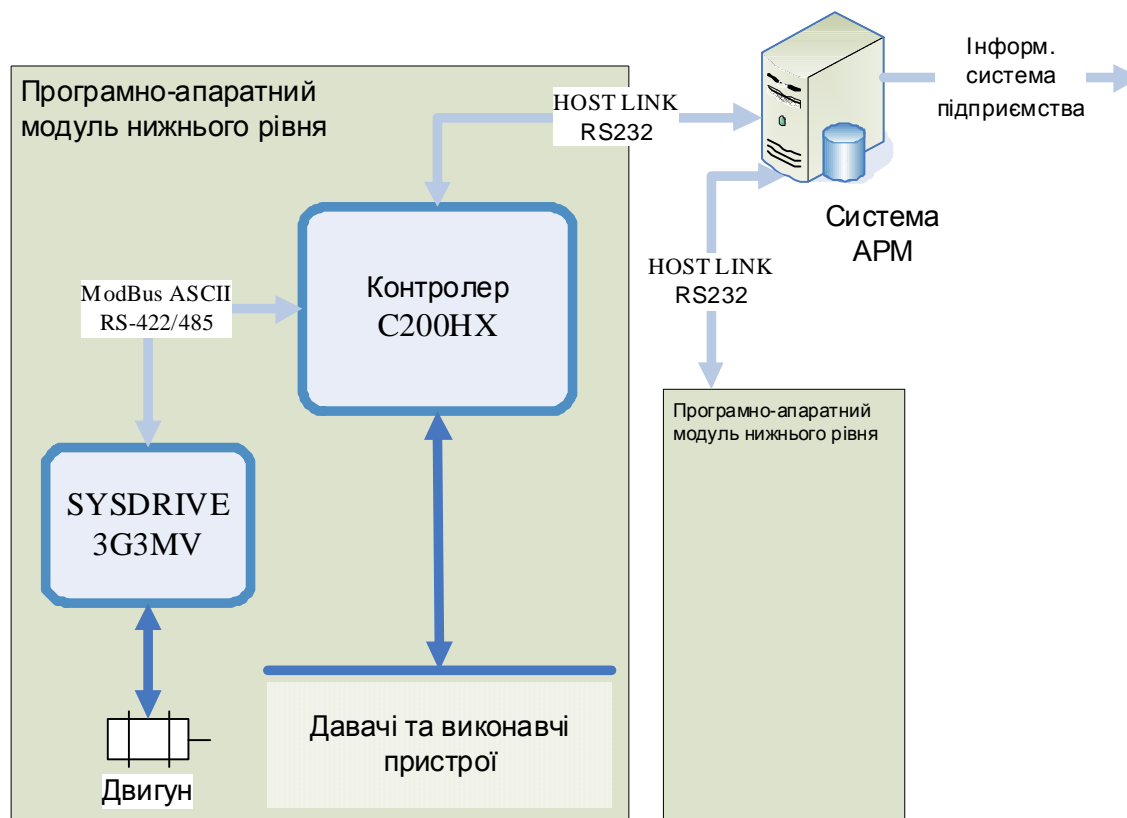


Рис. 1. Загальна структура системи

На нижньому рівні знаходяться давачі та виконавчі механізми, пов'язані з вищим, контролерним рівнем через систему вводу-виводу централізованого типу. На рівні контролера знаходиться C200HX фірми OMRON, котрий також керує електродвигуном через мікропроцесорний частотний перетворювач серії SYSDRIVE 3G3MV. Для цього зв'язку може застосовуватись протокол CompoBus/D, або RS-422/485 з протоколом ModBus ASCII. На верхньому рівні організовано АРМ диспетчера з мнемосхемами технологічного процесу, котре розгорнуте на персональному комп'ютері типу IBM PC. Зв'язок з нижнім рівнем організовано через багатопортову плату вводу-виводу по інтерфейсу RS232 з протоколом HOST LINK за методом зірки. Один АРМ дає змогу обслуговувати до 8-ми контролерів промислових пральних автоматів.

2. Контрольовані технологічні параметри

Контрольовані параметри системи, їх діапазони регулювання та характеристики точності:

- кількість води в барабані прального автомата, 0-999 л., точність – 1 л.;
- дозатор хімічних додатків в кількості 6 шт, 0-999 см³, точність – 1 см³;
- температура нагрівання баку, 0-100 °С, точність – 1°С;
- час тривалості одного циклу, 0-999 хв., точність – 1 хв.;

- час тривалості паузи в циклі прання, 0-999 сек., точність – 1 сек.;
- час тривалості обертання барабану в циклі прання, 0-999 сек., точність – 1 сек.;
- час тривалості обертання барабану в циклі віджиму (режим роботи центрифуги), 0-999 хв., точність – 1 хв.

Кожна програма прання складається з циклів, кількість котрих у програмі може бути довільною. Кожна програма може комплектуватись новим згенерованим циклом, або вибраним з бази вже збереженим. Програму з усіма контрольованими параметрами необхідно зберігати в базі даних з можливістю призначення наочного графічного елементу – іконки.

3. Деталізація задачі

Предметом розгляду в даній роботі та основними завданнями є:

- розроблення структури системи;
- вибір апаратних засобів;
- організація вводу–виводу на контролерному рівні;
- декомпозиція задач технологічного процесу на функціональні блоки;
- алгоритмізація функціональних блоків;
- програмна реалізація функціональних блоків для контролера C200HX фірми OMRON на мові LD;
- розроблення модуля комунікації з верхнім рівнем;
- АРМ та графічного інтерфейсу оператора.

Опис програми контролера C200HG

Відповідно до концепції розподілених SCADA систем (рис.1), програма на рівні контролера повинна забезпечити максимально можливу автономність роботи пристрою. Для цього програму розіб'ємо на функціонально завершені блоки.

1. Блокова структура програми

У табл. 1 подано структуру блоків програми контролера.

Таблиця 1

Структура блоків програми контролера

№ з/п	Мітка блоку	Коментар блоку в програмі	Опис роботи блоку
1	2	3	4
1	SetCommPC_PLC	Settings values of COM-PORT for communications PLC-PC	Встановлення параметрів COM-Port зв'язку ПЛК – ПК
2	DELAY_INVERTER	Time delay (3 sec.) before Start Inverter	Встановлення затримки старту інвертора
3	EI_Motor_Contr	Electro Motor Operation	Контроль електродвигуна
4	CONTROLLO_COND	Control Conditions of Machine before Start	Контроль стану машини перед стартом (закритий люк і т.д.)
5	START PROGRAM_USER	Manual Start Program Selected by User	Старт програми в ручному режимі
6	START PROGRAM_AUTO	Initialize Data at Program Start (SubProgram 3), Select Program which should be run (SubProgram 4)	Старт програми – ініціалізація даних вибраного циклу, звертання до підпрограм 3, 4
7	PROGRAM FINISH	Clear Program – Data Finish (SubProgram 2), Program would be finished if no Program selected too (SubProgram 3)	Завершення програми – очищення даних, або вихід по таймеру, звертання до підпрограм 2, 3
8	LAUNDRY PROGRAM	Laundry Program	Програма прання
9	CLEAR PROGRAM	Clear Machine Program	Програма промивання машини
10	CONTEG_LITRI_IM	Calculate Loaded Water Level	Обрахунок кількості води для завантаження

1	2	3	4
11	TEMP CONTROL	Control Current Water Temperature	Контроль поточної температури води
12	WATER_IN	Water Loading Phase	Фаза завантаження води
13	SWATER_IN	Load Water via Soap Reservuar	Промивка резервуару для реагентів, або точне завантаження води
14	SOAP	Loads needed Quantity of Soap	Завантаження к-сті для 6 реагентів
15	WORK TIME	Calculate Work Time	Обчислення загального часу прання
16	WATER_OUT	Dumping of Laundry Water	Фаза вивантаження води
17	CENTRIFUGY	Centrifuges Phase of Laundering	Фаза роботи центрифуги
18	COMMANDS	Machine Commands	Команди виконавчим пристроям
19	WARM TO	Warming Water to Needed Temperature Temp. is stored in DM0030	Фаза нагрівання води
20	LAUNDRY_ROT	Laundry Rotation (SubProgram 5) Rotate Right Direction -> Pause Rotate Left Direction -> Pause	Управління режимом обертання у фазі прання, звертання до підпрограм 5
21	CENTRIF_SPEED	Multi Speed Centrifuges Process	Управління режимом обертання для авторозподілу в фазі центрифуги
22	DEFINE_SUBROUT1	Mark of the Beginning of a Define Subroutine Program 1 (SubProgram 1)	Визначення мітки початку підпрограми 1
23	SET CONST	Set Program Constancies at Starting of PLC Work	Завантаження констант вибраного циклу прання в ПЛК з ПК
24	END_SUBROUT1	Mark of the Ending of a Define Subroutine Program 1 (SubProgram 1)	Визначення мітки завершення підпрограми 1
25	BEG_TEST_1	Mark of the Beginning of a Define Subroutine Program 2 (SubProgram 2)	Визначення мітки початку підпрограми 2
26	SET DEFAULT	Clear Last Program Data and set default Program Data	Очищення даних з комірок констант після завершення програми
27	END_TEST_1	Mark of the Ending of a Define Subroutine Program 2 (SubProgram 2)	Визначення мітки завершення підпрограми 2
28	DEFINE_SUBROUT2	Mark of the Beginning of a Define Subroutine Program 3 (SubProgram 3)	Визначення мітки початку підпрограми 3
29	CLEAR DATA	Clear Data Before Starting New Program	Очищення даних перед стартом програми
30	END_SUBROUT2	Mark of the Ending of a Define Subroutine Program 3 (SubProgram 3)	Визначення мітки завершення підпрограми 3
31	DEFINE_SUBROUT3	Mark of the Beginning of a Define Subroutine Program 4 (SubProgram 4)	Визначення мітки початку підпрограми 4
32	HAND_MODE_PROGR	Start Machine Program in Hand Mode	Старт машини в ручному режимі
33	END_SUBROUT3	Mark of the Ending of a Define Subroutine Program 3 (SubProgram 4)	Визначення мітки завершення підпрограми 4
34	DEFINE_SUBROUT4	Mark of the Beginning of a Define Subroutine Program 4 (SubProgram 5)	Визначення мітки початку підпрограми 5
35	CHANGE DIR	Change Rotation Direction	Зміна напрямку обертання
36	END_SUBROUT4	Mark of the Ending of a Define Subroutine Program 4 (SubProgram 5)	Визначення мітки завершення підпрограми 4
37	END	END OF PROGRAM	Кінець програми

Як видно з табл. 1, структура блоків програми побудована на принципах об'єктно-орієнтованих програмування. Наприклад, блок *LAUNDRY PROGRAM* викликає функціональні блоки *WATER_IN*, *SWATER_IN*, *WARM TO*, *LAUNDRY_ROT*, *CENTRIFUGY*, *COMMANDS* та інші, котрі, своєю чергою, можуть звертатись до інших блоків. Загальну блок-схему роботи програми подано на рис. 2.

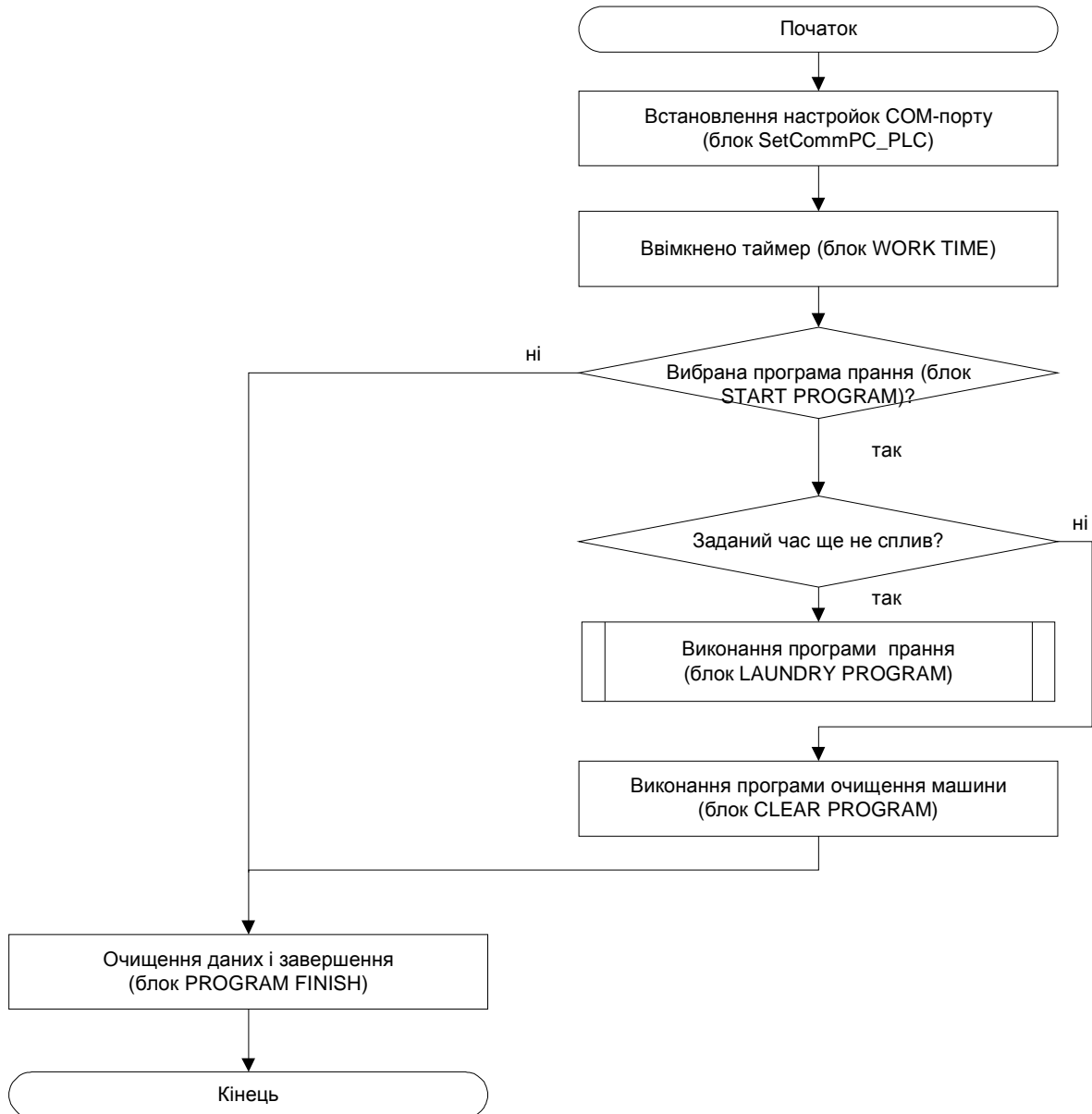


Рис. 2. Загальна блок-схема роботи програми контролера

Отже, після включення контролера, блок *SetCommPC_PLC* встановлює параметри зв'язку з ПК і через логічну змінну *ALWAYS_1* передає готовність до роботи іншим блокам. Розглянемо структуру блоків, задіяних в одній з основних типових функцій програми – виконання циклу прання *LAUNDRY PROGRAM* (рис. 3).

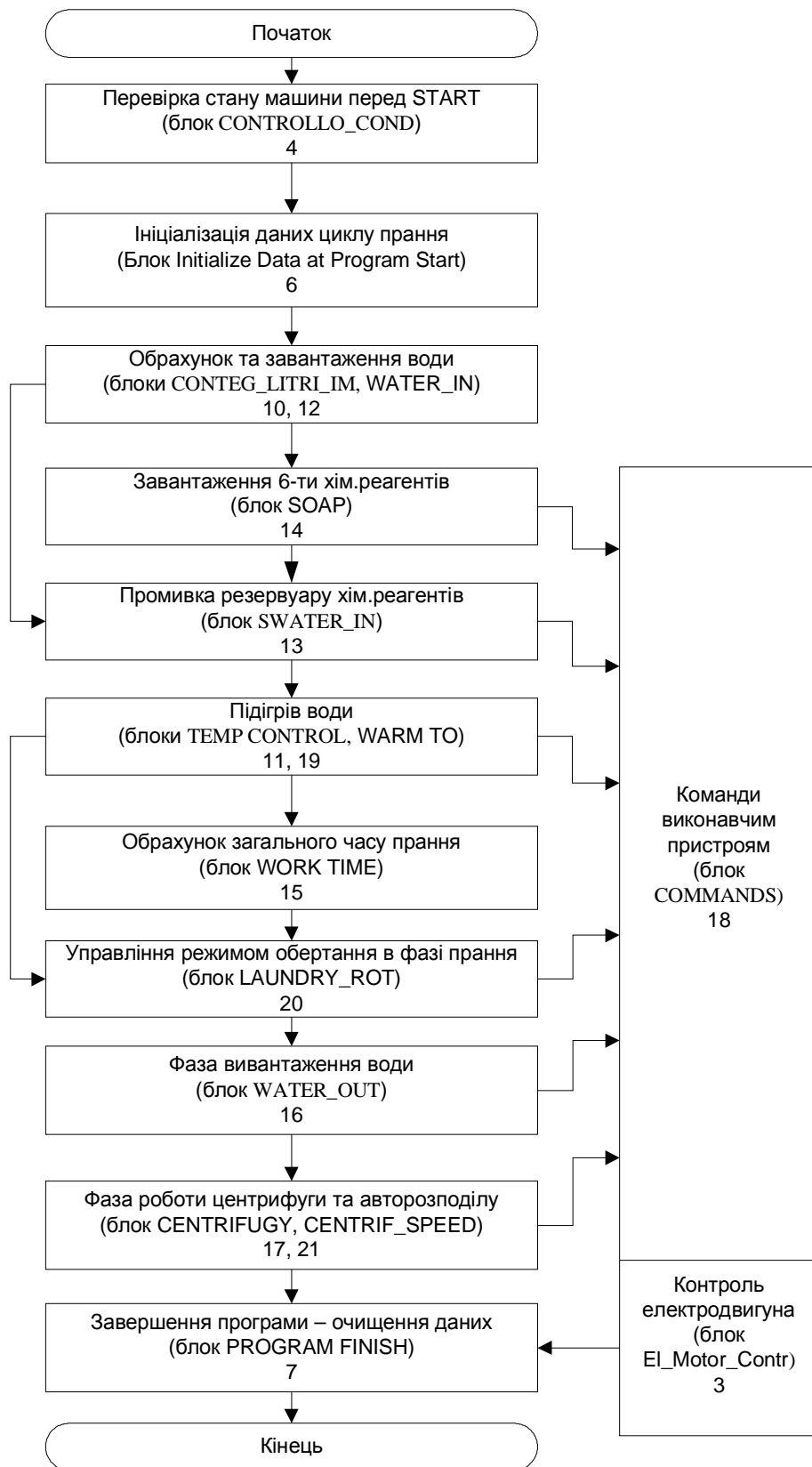


Рис. 3. Блок-схема роботи програми LAUNDRY PROGRAM

2. Список змінних програми

Змінні в програмі поділяються на фізичні змінні – теги – та логічні змінні. Фізичні змінні є вхідні та вихідні, бітові та аналогові. Приклад застосованих у програмі фізичних змінних та прив’язка їх до пристроїв вводу-виводу подано в табл. 2.

Таблиця фізичних змінних

ВВІД-ВИВІД	ADR	ТЕГ	ОПИС ЗМІННОЇ
Пристрій вводу C200H-OD221	000.00	EC_H_OPENED	Кінець циклу – люк є відкритий
	000.01	EC_H_CLOSED	Кінець циклу – люк є закритий
	000.02	IMP_CONTALITRI	Імпульси з лічильника води (1 імп=2.5 L)
	000.03	IMP_CONTALIT_SC	Імпульси з лічильника води резерв (1 імп=2.5 L)
	000.04	MOT_STOP	Двигун зупинений
	000.05	MOT_ERROR	Помилка двигуна
Пристрій виводу C200H-OD21A	001.00	T_ROTATION_LEFT	Тригер команд напрямку обертання двигуна
	001.01	T_ROTATIN_RIGHT	вліво – вправо
	001.02	T_SPEED_1	Тригер зміни швидкості – розряд 1 інвертора
	001.03	T_SPEED_2	Тригер зміни швидкості – розряд 2 інвертора
	001.04	T_SOAP1_IN	Тригер старту насосу дозатор хімічних додатків 1
	001.05	T_SOAP2_IN	Тригер старту насосу дозатор хімічних додатків 2
	001.06	T_SOAP3_IN	Тригер старту насосу дозатор хімічних додатків 3
	001.07	T_SOAP4_IN	Тригер старту насосу дозатор хімічних додатків 4
	001.08	T_SOAP5_IN	Тригер старту насосу дозатор хімічних додатків 5
	001.09	T_SOAP6_IN	Тригер старту насосу дозатор хімічних додатків 6
	001.10	T_WATER_IN	Тригер команди набору води
	001.11	T_SOAP_WATER_IN	Тригер команди набору води для зливу додатків
	001.12	STEAM_VALVE	Відкрити клапан пари для нагріву
	001.13	T_WATER_OUT	Тригер клапану випуску води
	001.14	EV_CHIUS_OBLO	Клапан закривання люку
	001.15	T_SPEED_3	Тригер зміни швидкості розряд 3 інвертора
C200H-TS102	101	TEMPER_ACQUA	Покази температури води на TS102
	103	TEMPERATURE	Поточна температура води

Приклад застосованих у програмі фізичних змінних та прив'язку їх до пристроїв вводу-виводу подано в табл. 3.

Таблиця 3

Таблиця прикладу логічних змінних програми

Тип, модуль	ADR	ТЕГ	ОПИС ЗМІННОЇ	
1	2	3	4	
Бітова змінна LAUNDRY PROGRAM	200.00	WORK_CYCLE	GENERAL WORK CYCLE	
	200.01	F_WATER_IN	WATER LOADING PHASE	
	200.02	F_SOAP_IN	SOAP LOADING PHASE	
	200.03	F_SWATER_IN	SOAP WATER PHASE	
	200.04	F_HEATING	HEATING PHASE	
	200.05	F_WORKTIME	THIS PHASE CALCULATE WORKTIME	
	200.06	F_WATER_OUT	WATER DUMPING PHASE	
	200.07	F_CENTRIFUGY	CENTRIFUGY PHASE	
	200.08	CLEAR_CYCLE	CLEAR MACHINE AFTER LAUNDRING	
Бітова змінна SetCommPC_PLC	201	CAN_COM_PC	CANALE BIT DI COMANDO DA PERSONAL COMPUTER	
	201.00	PC_PROG_READY	PROGRAM DATA IS LOADED FROM PC	
	201.01	PC_START	COMMAND FROM PC TO START JOB	
	201.02	PC_STOP_ALL	COMMAND FROM PC TO STOP LAUNDRING	
	201.03	PC_COMM_LEFT	PC COMMAND TO START ROTATION IN LEFT DIR	
	201.04	PC_COMM_RIGHT	PC COMMAND TO START ROTATION IN RIGHT DIRECTION	
		201.05	PC_CENTRIFUGE	COMMAND FROM PC TO START CENTRIFUGE
		201.06	PC_WATER_OUT	COMMAND FROM PC TO DUMP WATER
		201.07	PC_CLEAR	Command from PC to CLEAR variable data in PLC
		201.08	PC_LAUNDRY_ROT	Flag of LAUDRY rotation from PC
		201.15	PC_PAUSE	COMMAND FROM PC TO PAUSE

1	2	3	4
	253.13	ALWAYS_1	Control of Machine Ready to the START program (close hatch)
Аналогова змінна Часовий тип	TIM001	TIM_ACCENSIONE	ТАЙМЕР ОЧІКУВАННЯ ВКЛЮЧЕННЯ ПАНЕЛІ
	TIM002	TIM_SAP_1	SOAP 1 LOADING TIMER
	TIM003	CL_ROT_PAUSE	PAUSE BEFORE STARTING ROTATION
	TIM011	WORK_TIME	TIME OF MOTOR WORKING
	TIM012	PAUSE_TIME	TIME OF MOTOR PAUSE
	TIM013	DUMP_TIME	TIME OF WATER DUMPING
	TIM014	CENTRIF_TIME	CENTRIFUGE TIME
	TIM015	1_MIN_TIMER	1 MINUTE TIMER
	TIM017	H_PHASE_PAUSE	TIME OF PAUSE BETWEEN HEATING PHASES
	TIM018	TIME_WATER	TIMER TO GIVE WATER VALUES
	TIM019	TIME_TEMP	TIMER TO GIVE TEMP ACTIVITY VALUES
	TIM020	CENTR_PHASE	TIME FOR EACH CENTRIFUGY PHASE
Аналогова змінна 16-ти розрядний тип	DM0000	DT_LAUNDRY_TIME	ASSIGNED LAUNDRY TIME (MIN)
	DM0001	DT_WORK_TIME	ASSIGNED TIME OF MOTOR WORKING
	DM0002	DT_PAUSE_TIME	ASSIGNED TIME OF MOTOR PAUSE
	DM0011	DT_CENTR_TIME	ASSIGNED CENTRIFUGE TIME
	DM0020	DT_SOAP1	ASSIGNED LOADING TIME OF SOAP 1 (1 U = 1.5 CC)(FUT)
	DM0021	DT_SOAP2	ASSIGNED LOADING TIME FOR SOAP 2 (1 U = 1.5 CC)(FUT)
	DM0022	DT_SOAP3	ASSIGNED LOADING TIME FOR SOAP 3 (1 U = 1.5 CC)(FUT)
	DM0023	DT_SOAP4	ASSIGNED LOADING TIME FOR SOAP 4 (1 U = 1.5 CC)(FUT)
DM0024	DT_SOAP5	ASSIGNED LOADING TIME OF SOAP 5 (1 U = 1.5 CC)(FUT)	

3. Інструментарій розроблення програми для контролера мовою Ladder Diagram

Розроблення, налагодження й виконання програм керування локальними контролерами здійснюються за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, широко представленого на ринку [4]. Для створення релейно-контактної схеми контролера C200HX фірми OMRON, завантаження, відлагодження використано інструментарій розроблення SYSWIN version 3.4 OMRON Europe B. V., приклад графічної екранної форми якого наведено на рис. 4.

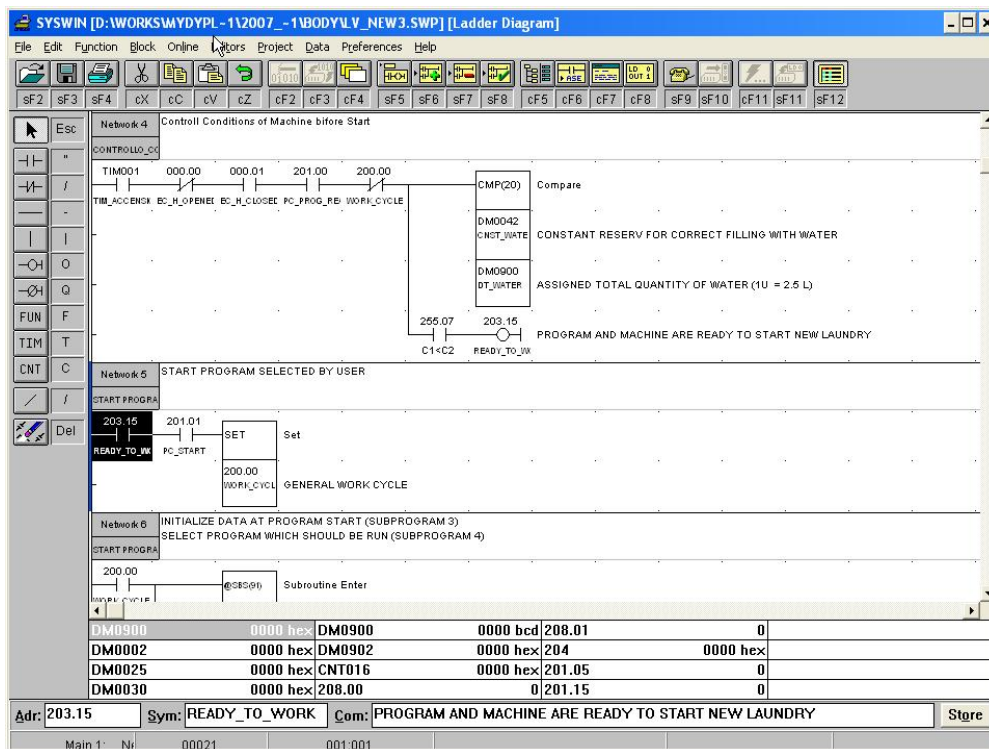


Рис. 4. Графічна екранна форма TOOLS SYSWIN 3.4 для розроблення програми ПЛК на мові LD

Висновки

Побудова розподіленої АСУТП на принципах сучасних SCADA-систем порівняно із традиційними системами централізованого типу дає змогу:

- **мінімізувати затрати** на рівні виникнення інформації та управляючих впливів, оскільки відсутня надлишковість апаратних засобів. Вартість обладнання прямо пропорційна кількості приєднань чи пристроїв. Зниження вартості відбувається також за рахунок різкого зменшення кількості контрольних кабелів, які зазвичай використовуються у традиційних системах;
- **істотно скоротити час впровадження** АСУТП на виробництвах або **час реконструкції** наявних за рахунок зменшення обсягу монтажних робіт;
- **підвищити гнучкість і здатність до нарощування**. В АСУТП можна інтегрувати будь-які додаткові сучасні пристрої автоматики, вимірювання і регулювання;
- **забезпечити значно вищу інформованість** оперативного персоналу про події на виробництві за рахунок повноти надходження інформації із сучасних інтелектуальних пристроїв;
- **забезпечити можливість інтеграції** АСУ або її компонентів в інші автоматизовані системи, зокрема оперативно-інформаційні комплекси інших виробників.

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. *Цифровые системы автоматизации и управления*. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.: ил. 2. *Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы) // Мир компьютерной автоматизации (3/1999)*, <http://ankey.ru/tech/scada/intro.htm>. 3. Блинов И.В. *Анализ тенденций развития SCADA-систем для АСУТП электроэнергетических объектов и АСДУЭС*. – ДонНТУ. 4. Перевалов В. Д. *Алгоритмические языки и программирование АСУТП : учеб. пособие по курсу “Алгоритм. яз. и программир.” [для студентов спец. 0646] / В. Д. Перевалов. – Саратов : СПИ, 1980. – 79 с.*

УДК 519.6

О. Гожий

Чорноморський державний університет ім. Петра Могили,
кафедра інформаційних технологій і програмних систем

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ У ЗАДАЧАХ СЦЕНАРНОГО ПЛАНУВАННЯ

© Гожий О., 2011

Проаналізовано головні типи невизначеностей, які з'являються під час розв'язання задач сценарного планування. Запропоновано для подолання невизначеностей в задачах сценарного планування визначати інформаційні ситуації та відповідно до інформаційних ситуацій та типів невизначеності системно використовувати методи аналізу та прийняття рішень.

Ключові слова: невизначеність, планування, аналіз, прийняття рішень.

The main types of uncertain are analysed which take place at the decision of tasks of the scenario planning. It is offered for overcoming of uncertain in the tasks of the scenario planning to determine informative situations and in accordance with informative situations and types of uncertain system to use the methods of analysis and making decision.

Key words: uncertainty, planning, analysis, decision-making.

Постановка проблеми

Одним з сучасних прикладних напрямів, в якому ключове значення має велика кількість невизначеностей і конкуруючих цілей, є сценарне планування. Сценарне планування є потужним