

Програмований контролер WAGO 750-841

WAGO 750-841, рис.6.4, є оновленою версією Ethernet TCP/IP програмованого контролера сімейства WAGO-I/O-SYSTEM, яка має значно збільшений об'єм пам'яті.

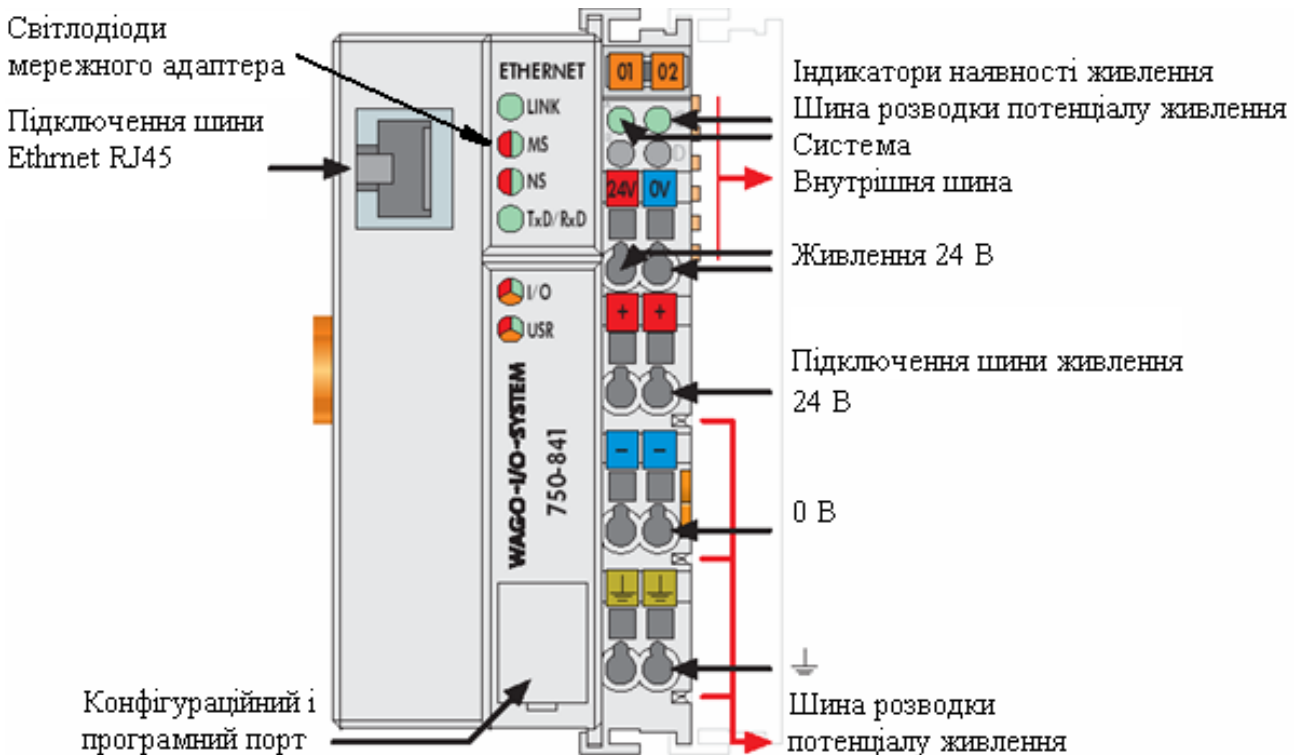


Рисунок 6.4 – Fieldbus контролер ETHERNET TCP/IP

Оснащений 100-Mbit портом Ethernet, контролер підтримує протоколи ModbusTCP і EtherNet/IP. WAGO 750-841 є безініціативним контролером, тому працює під управлінням будь-якого інтелектуального пристрою, наприклад комп'ютера зі SCADA-програмою.

Він програмується інструментальною системою програмування WAGO-I/OPRO САА (CoDeSys) відповідно до стандарту IEC 61131-3, використовуючи 512 Кбайт пам'яті програм, 128 Кбайт пам'яті даних і 24 Кбайт незалежної пам'яті.

Контролер побудований на базі 32-бітового процесора, який працює в мультитзадачному режимі і має вбудований годинник - таймер реального часу.

Контролер має напругу живлення $\approx 24\text{В}$. Експлуатаційний режим контролера відображається за допомогою індикаторів у формі світлодіодів. В деяких випадках, вони є різноколірними (червоними/зеленими або червоними/зеленими/рожевими).

Від того, яким кольором в даний момент горить світлодіод можна визначити стан зв'язку. Характеристика свічення приведена в табл.6.1.

Таблиця 6.1 Характеристика світлодіодів лицевої панелі мережного адаптера

Світлодіод	Колір	Значення
LINK	зелений	Зв'язок фізичної мережі існує
MS	червоний/зелений	MS-світлодіод указує статус модуля
NS	червоний/зелений	NS-світлодіод указує стан мережі
TxD/RxD	зелений	Відбувається обмін даними
IO	червоний/зелений/рожевий	Світлодіод В/В указує операцію вузла і повідомляє про помилки
USR	червоний/зелений/рожевий	Світлодіод USR управляється програмою користувача
A	зелений	Статус наявності напруги в системі
B or C	зелений	Статус надходження напруги на силовий контакт - перемичку

У нижній частині мережного адаптера під захисною ступкою знаходиться конфігураційний і програмний порт, а також операційний перемикач режимів.

Конфігураційний і програмний порт зв'язку використовується для програмування контролера за допомогою середовища розробки WAGO-I/O-PRO САА (CoDeSys), а також для завантаження мікропрограм. Операційний вимикач режиму має три положення:

- у верхньому положенні - обробка програми активована;
- у середній позиції – програмований пристрій працює, додаток контролера зупинений;
- нижнє положення вимикача режиму - апаратні засоби скинуті, змінні встановлені в нуль або приведені в початковий стан.

Програмування контролерів WAGO

Програмування контролерів виробництва WAGO здійснюється за допомогою широко відомої інструментальній системи CoDeSys (скорочення від слів Controller Development System). Як і будь-яке хороше середовище, що задовольняє вимогам МЕК 61131-3, CoDeSys включає 5 спеціалізованих редакторів для кожної із стандартних мов програмування: релейно-контактні схеми (LD), Функціональні блокові діаграми (FBD), Список Інструкцій (IL), Структурований текст (ST), Послідовні функціональні схеми (SFC). Редактори підтримуються великою кількістю допоміжних інструментів, які прискорюють програмування. Редактори FBD, LD і SFC автоматично розміщують свої графічні елементи і сполучення відповідно до структури діаграми. Це прискорює ввід, гарантує логічно узгоджене відображення і практично позбавляє від ручного вводу.

CoDeSys допомагає користувачеві при створенні оголошень змінних. Змінні і їх властивості задаються в діалоговому вікні, яке відкривається автоматично при введенні нового ідентифікатора. За бажанням текст коду і оголошення змінних автоматично форматується і виділяється кольором. Це

полегшує сприйняття і позитивно впливає на якість і зрештою на ефективність роботи.

Коли необхідно ввести ім'я змінної, ключове слово, назву підпрограми з бібліотеки або з поточного проекту на допомогу приходять асистент вводу. Асистент вводу зводить до мінімуму ручну працю і пов'язані з цим помилки, оператор просто вибирає потрібні елементи із структурованого відсортованого списку.

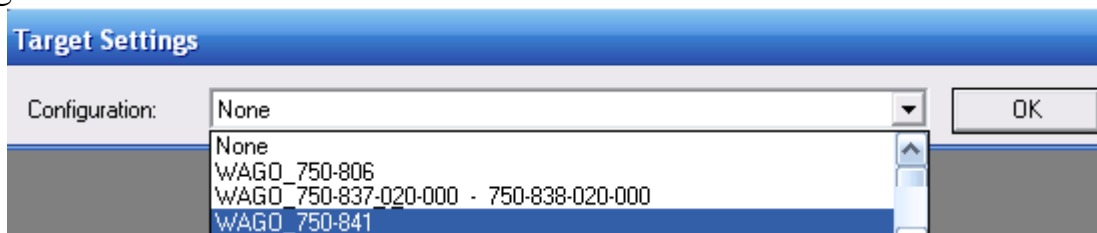
Вбудований компілятор створює швидкий машинний код безпосередньо з МЕК-додатку. CoDeSys має багато передових засобів, що допомагають у налагодженні, тестуванні і супроводі додатків[30].

Методика створення проекту у системі програмування CoDeSys

Створити FBD-мовою проект автоматичного регулювання продуктивності живильника сипких матеріалів за ПІД-аналоговим законом регулювання.

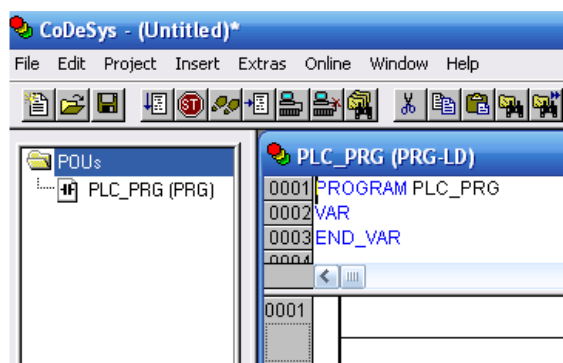
Розроблення проекту


Запустити CoDeSys V2.3 і, використовуючи в меню шлях File-> New, лівою клавішею миші відкрити вікно настройки цільової платформи Target Settings:



Зі списку Configuration вибрати контролер WAGO-750-841 і натиснути ліву клавішу миші. У діалоговому вікні New POU, що відкриється, позначити FBD-мову, вибрати Program, як тип POU, залишити головний шаблон PLC_PRG і натиснути ОК.

На екрані з'являться два вікна, зліва вікно організатора проекту POUs, а справа робоче поле для створення програмного коду:



Щоб здійснити конфігурування контролера, у нижній частині організатора проекту POUs треба відкрити вкладку  (Resources), лівою клавішею миші позначити в неї PLC Configuration, натиснути праву клавішу і вибрати Edit object. У діалоговому вікні конфігурації PLC, що з'явиться, розкрити Hardware configuration і вибрати "К-Bus[FIX]". Натиснути праву клавішу миші, щоб відкрити контекстне меню, і вибрати "Append Subelement".

У вікні I/O-Configuration, що відкривається, знаходиться список усіх існуючих аналогових (Analog) і дискретних (Digital) модулів вводу (Input) і модулів виводу (Output).

Хоча для реалізації регулювання продуктивності живильника сипких матеріалів потрібні тільки аналогові модулі вводу-виводу, при конфігуруванні контролера необхідно вказати всі скомпоновані в ньому модулі. Припустимо, що в контролері встановлені два модулі вводу – аналоговий AI 0750-0461 2 AI PT 100 (RTD) і дискретний DI 0750-0402 4 DI 24V DC 3.0ms, а також два модулі виводу - аналоговий AO 0750-0554 2 AO 4-20mA і дискретний DO 0750-0504 4 DO 24V DC 0.5mA.

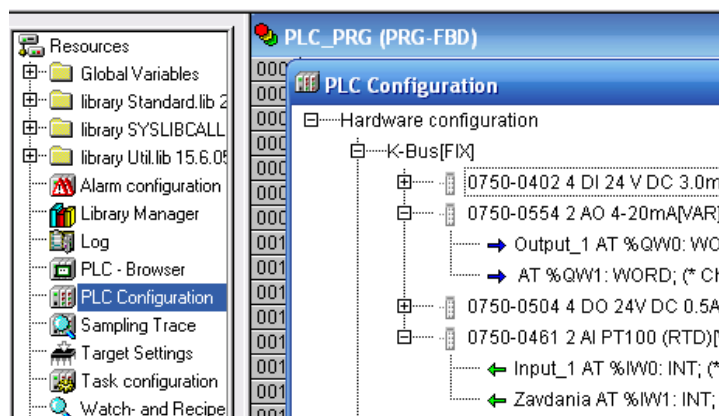
Щоб додати дискретний модуль вводу у проект, необхідно у лівому вікні відкрити каталог, двічі натиснувши ліву клавішу миші на теці “Digital Input”, і кнопкою Insert пересунути модуль DI 0750-0402 4 DI 24V DC 3.0ms у праву частину вікна конфігурації. Вибрати з теки “Analog Output” аналоговий модуль виводу AO 0750-0554 2 AO 4-20mA і за допомогою кнопки Insert пересунути його у праву частину вікна конфігурації. Таким самим чином пересунути у праве вікно дискретний модуль виводу з каталогу Digital Output і аналоговий модуль вводу з каталогу Analog Input.

Кінцевий модуль 750-600 при конфігуруванні модулів вводу – виводу не враховується. Закрити вікно, натиснувши кнопку “ОК”.

Відкрити “K-Bus[FIX]” і натиснути ліву клавішу миші. Через вкладку Module parameters визначити, як здійснюється управління входами-виходами - за допомогою контролера чи протоколу Ethernet (fieldbus 1 = Modbus/TCP або fieldbus 2 = Ethernet/IP). Оскільки входами і виходами управлятиме контролер, вибрати PLC.

Після цього присвоїти ім'я змінним, яка відстежує сигнал з датчика витрати і, яка керує продуктивністю живильника.

Оскільки при керуванні використовується модуль аналогового виводу двічі клацнути лівою клавішею по його назві AO 0750-0554 2 AO 4-20mA, щоб відкрити канали з адресами. Для оголошення змінної навести курсор на адресу відповідного каналу модуля, натиснути ліву клавішу миші і адресу охопить рамка. Після повторного натиснення лівої клавіші відкриється текстове поле, в якому ввести ім'я вихідної змінної Output_1 для адреси %QW0. Так само призначити ім'я вхідної змінної Input_1 для адреси %IW0 і зовнішнього завдання Zavidania для адреси %IW1 модуля вводу AI 0750-0461 2 AI PT 100 (RTD):



Створення програмного коду

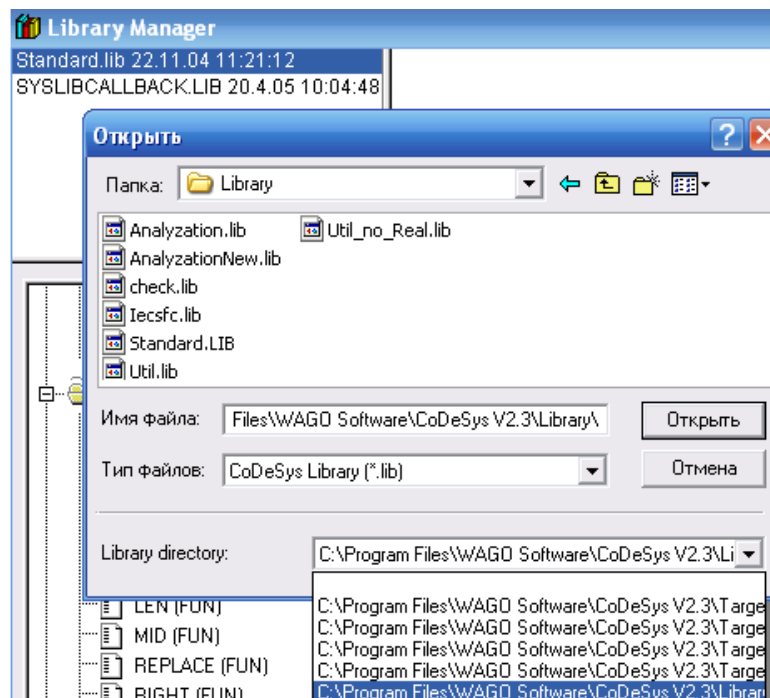
Пропорційно-інтегрально-диференційний закон (ПІД) – це найбільш широко вживаний закон в автоматичних регуляторах.

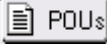
Передаюча функція ПІД – алгоритму керування має вигляд:

$$Y = Y_OFFSET + KP \left(e(t) + \frac{1}{TN} \int_0^{TN} e(t) + TV \frac{de(t)}{dt} \right)$$

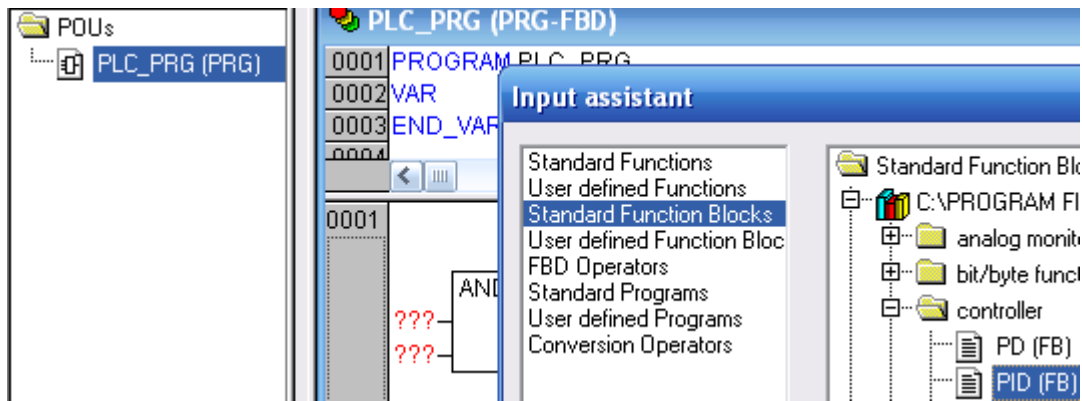
де Y_OFFSET – стаціонарне значення вихідного сигналу, KP – коефіцієнт передачі, TN – постійна інтегрування, TV – постійна диференціювання, $e(t)$ – сигнал неузгодження (SET_POINT-ACTUAL).

Щоб створити функціональний блок ПІД-регулятора у вікні розробки проекту, необхідно в Library Manager (Менеджер бібліотеки), який знаходиться на вкладці Resources організатора проекту, додати бібліотеку UTIL.LIB. Для цього двічі натиснути ліву клавішу миші на Library Manager, щоб викликати його вікно, і натиснути на ньому праву клавішу миші. З меню, що відкриється, вибрати Additional Library і вибрати директорію C:\Program Files\WAGO-Software\CoDeSys V2.3\Library\UTIL.LIB. Після натиснення лівої клавіші миші, Util.Lib з'явиться у вікні бібліотеки. Позначити лівою клавішею миші цей файл і натиснути кнопку «Открыть», щоб його завантажити:



Для створення програми з функціональним блоком ПІД-регулятора, кнопкою  відкрити вкладку POU's організатора програми і двічі клацнути лівою клавішею миші по PLC_PRG. Відкриється робоче поле, на якому установити курсор праворуч від ???, натиснути праву клавішу миші та в меню, що відкриється, виконати команду Vox. З'явиться блок AND.

Натиснути F2 на клавіатурі EOM, зі списку, що з'явиться, вибрати Standart Function Blocks->Controller->PID(FB) і натиснути клавішу ОК:



З'явиться блок ПІД-регулятора, натиснути клавішу Enter.

Клацнути лівою клавішею миші по знакам питання і задати ім'я – Regulator. Натиснути на клавіатурі клавішу Enter і у вікні Declare Variable, що з'явиться, вказати клас Var і тип PID змінної.

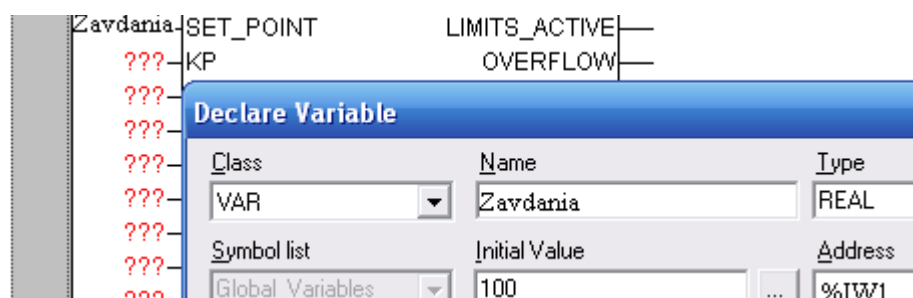
Натиснути ОК і для усіх входів і виходів функціонального блока оголосити змінні, керуючись інтерфейсом функціонального блока ПІД-регулятора:

ACTUAL	REAL	сигнал зворотного зв'язку
SET_POINT	REAL	завдання
KP	REAL	коефіцієнт
TN	DWORD	постійна інтегрування
TV	DWORD	постійна диференціювання
Y_OFFSET	REAL	стаціонарне значення
Y_MIN	REAL	мінімальне допустиме значення
Y_MAX	REAL	максимальне допустиме значення
MANUAL	BOOL	ручний режим
RESET	BOOL	скидання

та виходами:

Y	REAL	керуюча дія
LIMITS_ACTIVE	BOOL	ознака досягнення порогових значень
OVERFLOW	BOOL	ознака помилки переповнення

Щоб оголосити вхідні змінні, клацнути лівою клавішею миші по знакам питання біля відповідного входу, надрукувати ім'я і клацнути клавішею Enter, відкриється вікно Declare Variable, в якому заповнити вільні рядки:



Для оголошення вихідної змінної Y натиснути праву клавішу миші на квадраті біля цього виходу і з меню, що відкриється, вибрати Assign. З'являться знаки питання біля виходу. Натиснути на клавіатурі клавішу Enter і у вікні

Declare Variable, що з'явиться, оголосити змінну Output_1. Установити курсор біля іншого виходу, надрукувати **activ** і клацнути клавішею **Enter** для відкриття вікна оголошення змінної. Таке саме зробити з останнім виходом **Overflow**. Робоче поле проекту **PLC_PRG** отримає вигляд:

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for a PLC program named **PLC_PRG (PRG-FBD)**. On the left, a tree view shows the project structure, with **PLC Configuration** selected. The main workspace shows the variable declaration for a **Regulator** block:

```


0002 VAR
0003   regulator: PID;
0004   Input_1: REAL;
0005   Zavdania: REAL := 100;
0006   Kp: REAL := 1;
0007   Tn: DWORD := 5;
0008   Tv: DWORD := 1;
0009   ymanu: DWORD;
0010   yoffset: REAL := 0;
0011   minim: REAL := 30;
0012   maxim: REAL := 200;
0013   manu: BOOL := 0;
0014   res: BOOL;
0015   Output_1: REAL;
0016   activ: BOOL;
0017   over: BOOL;
0018   PID: PID;
0019 END_VAR
  
```

Below the declaration, a ladder logic diagram shows the **Regulator** block (PID) with the following connections:



- Input_1** is connected to the **ACTUAL** input.
- Zavdania** is connected to the **SET_POINT** input.
- Kp** is connected to the **KP** input.
- Tn** is connected to the **TN** input.
- Tv** is connected to the **TV** input.
- ymanu** is connected to the **Y_MANUAL** input.
- yoffset** is connected to the **Y_OFFSET** input.
- minim** is connected to the **Y_MIN** input.
- maxim** is connected to the **Y_MAX** input.
- manu** is connected to the **MANUAL** input.
- res** is connected to the **RESET** input.
- The **Y** output is connected to **Output_1**.
- The **LIMITS_ACTIVE** output is connected to **activ**.
- The **OVERFLOW** output is connected to **over**.

Для перевірки програми виконати компіляцію проекту, використовуючи в меню шлях **Project -> Build** або клавішу **F11** на клавіатурі EOM. Результати компіляції з'являться у нижній частині робочого екрану. Кращий результат: **0 Error(s), 0 Warning(s)**. Якщо є помилки, то перейти у вікно повідомлень і клацнути кнопкою миші на тексті повідомлення. Це призведе до переміщення курсору в місце, де виникла помилка.




Для перегляду роботи функціонального ПІД-блока в панелі інструментів увійти у меню **Online**, позначити опцію **Simulation Mode** і натиснути ліву клавішу миші на опції **Login**. На робочому полі активізуються змінні. Логічні покажуть у відповідному кольорі початковий статус, а дійсні - початкове значення. Щоб змінити, при необхідності, початкове значення змінної необхідно двічі клацнути по її імені і у вікні, що з'явиться, встановити нове значення. Для збереження встановленого значення виконати команду **Online->Write Values**.

Для запуску програми, в меню Online натиснути лівою клав'яшею миші опцію Run або кнопку  в панелі інструментів.

Значення вихідної змінної Output_1 почнуть змінюватися відповідно до ПДД закону регулювання.


Щоб зупинити виконання програми треба лівою клав'яшею миші в панелі інструментів натиснути кнопку , або в меню Online опцію Stop. Для того щоб програму скинути, натиснути лівою клав'яшею миші кнопку  в панелі інструментів, або опцію Logout в меню Online.

Для наочного дослідження динаміки роботи функціонального блока необхідно провести трасування даних. Трасування дозволяє переглядати значення змінних у певному відрізку часу. Для переходу у вікно трасування на вкладці ресурсів організатора проекту вибрати Sampling Trace і двічі клацнути лівою клав'яшею миші. Для визначення списку трасованих змінних і налаштування параметрів трасування призначене діалогове вікно Trace Configuration, яке викликається з меню, що відкривається правою клав'яшею миші. Для додавання вихідної змінної «PLC_PRG.Output_1» ПДД-регулятора необхідно використати поле вводу Input of trace variable. Після завершення вводу натиснути кнопку Insert і назва змінної з'явиться у списку змінних Variables і у рядку Trace вікна Sampling Trace. Надати колір змінної, що трасується, вибравши її в одному з кольорових рядків вікна.

При роботі у вікні трасування на панелі інструментів відображаються кнопки    (Start Trace, Read Trace, Stop Trace), які призначені для управління накопиченням і відображенням даних. Аналогічний набір команд доступний в меню Extras:

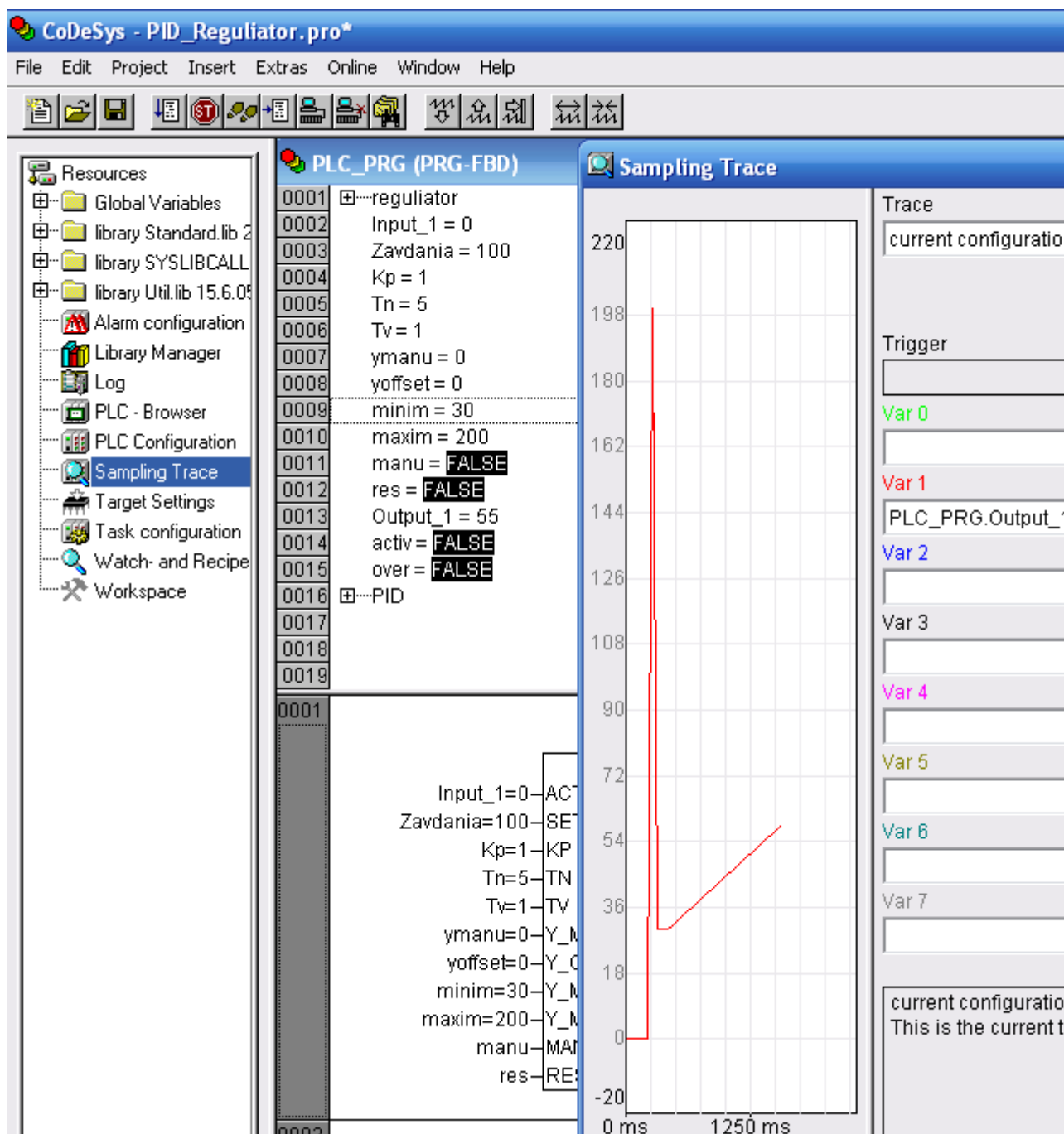
- Extras->Start Trace - конфігурація трасування передається в ПЛК, і починається процес запису значень змінних в кільцевий буфер;
- Extras->Read Trace - значення змінних зчитуються з буфера трасування і відображаються у вигляді графіків;
- Extras->Auto Read Trace - якщо вибрана ця команда, то поточний буфер трасування читається автоматично і значення безперервно зображаються на екрані.

Запуск програми здійснюється в режимі симуляції, використовуючи Online->Simulation Mode.

Для запуску трасування у меню Online натиснути лівою клав'яшею миші Login, а в меню Extras спочатку - Start Trace, а потім Auto Read Trace. Щоб у вікні Sampling Trace розпочалось відображення графіка у панелі інструментів натиснути кнопку  (Run).

Щоб змінити початкове значення змінних необхідно після входу в меню Online-> Login двічі клацнути по змінній і у вікні, що з'явиться, встановити нові значення. Для збереження встановлених значень виконати команду Online->Write Values [14].

Вкладка ресурсу проекту, робоче поле програмного коду і вікно трасування ПДД-алгоритму мають вигляд:



Сполучення з контролером

При першому підключенні контролера до CoDeSys необхідно виконати певні настройки. У меню Online відкрийте діалог Communication parameters. Натиснути кнопку New для настроювання нового сполучення. Якщо контролер запускається з даного комп'ютера вибрати драйвер RS232, і перевірити параметри вікна конфігурації, які містять наступні дані установки: Baudrate=19200, Parity=Even, Зупинка bits=1, Моторола byteorder=No. В меню Online вибрати Communication Parameters, а в меню Gatenay -> Local.

Переконайтеся в правильності настройки каналу сполучення. Зняти прапорець в меню Online -> Simulation. З'єднання з контролером встановлюється з середовища програмування CoDeSys командою Online->Login в панелі інструментів. Команда Online -> Run запускає проект [30].