

## Технічні науки

На рис. 12 результат моделювання системи синхронізації, у вигляді стабільної символічної послідовності. Слід вказати на наявність початкового тремтіння зображення на Symbol Clock дисплеї і наступну фазову синхронізацію, яка вказує на відслідковувану поведінку системи синхронізації.

## Висновки

- в системах космічного та супутникового зв'язку застосовуються системи фазової, символічної та тактової синхронізації;
- схема відновлення несучої на основі петлі Костаса (Costas loop) забезпечує виконання функції максимальної правдоподібності;
- у схемі синхронізації Гарднера відбувається процедура символічної та фазової синхронізації з виділенням сигналу синхронізації від прийнятого приймачем сигналу;
- використання цифрової схеми синхронізації дозволяє отримати значення EVM на рівні 5,8%;
- оцінка затримки при використанні схеми цифрової синхронізації отримана з точністю 99,6 %.
- з допомогою Simulink – моделі системи супутникового зв'язку можна дослідити особливості реалізації систем синхронізації у цифрових супутникових каналах зв'язку.

## Література

1. Бойко Ю.М. Імітаційна реалізація способів завадостійкого кодування/декодування при вирішенні завдань підвищення вірності передавання інформації в супутникових каналах зв'язку //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький. – 2012. - №1. – С. 190-200.
2. Сердюков П.Н. Защищенные радиосистемы цифровой передачи информации /П.Н. Сердюков, А.В. Бельчиков, А.В. Дронов и др. – М.: АСТ, 2006. – 403 с.
3. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации /А.И. Фалько, В.Л. Банкет, П.В.Ивашенко; Под. ред. А.Г. Зюко. - М: Радио и связь, 1985. - 304 с.
4. Банкет В. Л. Цифровые методы в спутниковой связи /В.Л. Банкет, В.М. Дорофеев. – М.: Радио и связь, 1988. – 240 с.
5. Бойко Ю.М. Аналіз цифрових методів модуляції/демодуляції в системах зв'язку та передачі інформації// Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький. – 2011. - №1. – С. 99-103.
6. Gardner, F. M., "A BPSK/QPSK Timing-Error Detector for Sampled Receivers", IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-34, No. 5, May 1986, pp. 423-429.
7. Juliy Boiko, Victor Stetsiuk, Victor Michan. Improving noise immunity of QPSK demodulation of signals in digital satellite communication systems// TCSET'2012 IEEE. 21-24 February, Lviv – Slavske.
8. Бойко Ю.М. Питання визначення завадостійкості передачі інформації супутникової системи Metop/Fengyun. IV Всеукраїнська науково-практична конференція: Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України. Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, 18 листопада 2011р. С 61-63.
9. Бойко Ю.М. Систематизація показників розрахунку енергетичного бюджету лінії "Супутниковий ретранслятор Metop/Fengyun - наземна станція". IV - й Міжнародний радіоелектронний форум: прикладна радіоелектроніка. Стан і перспективи розвитку" ММФ-2011. 19-20 жовтня, Том 1, Часть 2, ХНУРЕ, Харків, С. 42-46.

Надійшла 10.5.2012 р.

Рецензент: д.т.н. Троцишин І.В.

УДК 621

К.Л. ГОРЯЩЕНКО

Хмельницький національний університет

С.Г. МАХРОВА

Буковинський державний медичний університет

## РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ CODESYS

*Розглянуто застосування сучасних програмних середовищ розробки програмного забезпечення для програмованих логічних контролерів на прикладі CoDeSys.*

*Application of modern software development environments software for programmable logic controllers on the example of CoDeSys.*

Ключові слова: програмований логічний контролер, SCADA.

Сучасні системи керування базуються на розробці та використанні інтелектуальних систем, функціонування яких стало можливим завдяки застосуванню новітніх технічних засобів - програмованих логічних контролерів, пристроїв розширення вводу-виводу, а також сучасного програмного забезпечення,

що дозволяє реалізувати процес взаємодії між користувачем та системою керування.

Для керування різноманітними технологічними процесами вже давно відомо застосування SCADA-систем. SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition) виходячи з назви, призначена для диспетчерського керування та збору даних. Для кінцевого розробника, на ринку присутні різні SCADA системи від відомих виробників, це: IGSS; Indusoft Web Studio; InTouch; Mitsubishi GX Developer; Trace Mode; CoDeSys.

SCADA системи дозволяють на даний момент реалізувати створення програми збору даних від системи, що контролюється, так і беруть на себе функції створення програмного забезпечення під конкретну версію чи модель контролера системи керування.

Розробка програмного коду керування визначається згідно IEC 61131-3. За цим стандартом, що є частиною міжнародного стандарту MEK 61131, запропоновано використання таких мов як:

Фірми, що випускають програмовані логічні контролери (ПЛК), надають зазвичай разом з ними середовище програмування, що дозволяє писати прикладне програмне забезпечення однією або декількома мовами програмування. Ці мови зазвичай у більшій чи меншій мірі відповідають рекомендаціям норм IEC 61131-3:

- LD (Ladder Diagram) східчаста діаграма (мова релейних схем) - схема, наближена до класичного технічного електричного креслення;
- FBD (Function Block Diagram) - діаграма (мова) функційних блоків - послідовність ліній, що містять функційні блоки;
- ST (Structured Text) структурований текст - мова, близька до мови Pascal;
- IL (Instruction List) список інструкцій - вид асемблера;
- SFC (Sequential Function Chart) послідовний ряд блоків (мова діаграм станів) - послідовність програмових блоків з умовними переходами, використовується для програмування автоматів.

Найбільше розповсюдження набули графічні мови LD та FBD, а також паскале-подібна мова ST.

Кожний з програмних продуктів, що використовуються для створення програми керування характеризується своїми плюсами та мінусами. Наприклад, середовище Mitsubishi GX Developer є платним програмним продуктом, що використовується тільки для контролерів серії GX фірми Mitsubishi. Для кінцевого споживача цей програмний продукт надає можливість створення програми керування тільки в мові LD із застосуванням викликів спеціалізованих команд контролерів Mitsubishi того чи іншого типу.

Trace Mode, розробки російської фірми Adastra дозволяє не тільки розробити програму візуалізації взаємодії користувача з програмованими контролерами, а також володіє інструментами створення програмного коду для безпосередньо обраної моделі контролера. Програма Trace Mode, як і більшість аналогічних програм такого рівня є також платною.

В цьому розрізі дуже вигідно відрізняється середовище програмування CoDeSys фірми 3S.

Функції автоматичного оголошення і форматування змінних і адаптивний інструмент асистент введення дозволяють не навіть найдосвідченішому фахівцеві швидко знайти з CoDeSys спільну мову. Всі команди допускають швидке введення з клавіатури, крім того, користувач може працювати з відсортованими списками і вибрати потрібні йому назви мишею.

У графічному інтерфейсі CoDeSys реалізовані спливаючі меню, що викликаються правою кнопкою миші, і розвинена система контекстної допомоги. Машинний код, що генерується автоматично, відрізняється високою продуктивністю, чому сприяють інкрементальний компілятор і інші інтелектуальні алгоритми, оптимізовані для обробки великих проектів з тисячами змінних і сотнями програмних компонентів. Крім покрокової відладки і візуалізації об'єктів управління підтримується трасування значень змінних, гаряче коректування коду і маса інших корисних речей.

Пакет CoDeSys складається з трьох частин: редакторів для роботи з початковими текстами контролерних програм, інтегрованих компіляторів, що перетворюють ці тексти на виконуваний код, і налагоджувально-діагностичних засобів. Підтримуються всі п'ять мов, визначених в стандарті IEC 61131-3 (IL, FBD, LD, ST і SFC). У CoDeSys є і додатковий, шостий редактор, що дозволяє програмувати на CFC (Continuous Function Chart, безперервний функціональні схеми, схеми FBD з вільним розміщенням). Конфігуратор завдань дозволяє розробляти ефективні багатозадачні застосування. Користувач може використовувати як вже існуючі бібліотеки, так і створювати власні.

У режимі on-line вікна редакторів автоматично перетворюються на монітори виконань, що дозволяють бачити поточні значення змінних прямо в тексті програми, при цьому для доступу до діалогового вікна редагування значення досить клацнути мишею на відповідній змінній (логічні змінні перемикаються з TRUE в FALSE миттєво). Підтримується груповий запис в ПЛК значень відразу декілька змінних, а також фіксація змінних (у кожному робочому циклі вибраним змінним примусово привласнюються задані значення). При використанні функції контролю виконання (Power Flow) пройдені рядки тексту програми (у текстових редакторах) або ланцюга (у графічних редакторах) виділяються кольором, що дозволяє легко з'ясувати, які фрагменти коду ніколи не отримують управління.

Можливості пакету CoDeSys, покликані зробити його якомога зручнішим для розробника, цим далеко не вичерпуються. Досить сказати, що CoDeSys дозволяє зберігати в пам'яті ПЛК будь-які необхідні для роботи файли і дані.

В чому перевага середовища CoDeSys над іншими програмами? По-перше, це безкоштовність

оболонки робочого середовища, в якому можна створювати повнофункціональний проект із використанням навіть одночасно всіх мов програмування. По-друге, це наявність "програмного ПЛК" - віртуального програмованого логічного контролера, ядром якого буде безпосередньо ЕОМ користувача. Такий ПЛК вимагає наявності інтерфейсних плат підключення ЕОМ до зовнішнього обладнання. По-третє, можливість проведення симуляції роботи програми у контролері з одночасною взаємодією із візуальними компонентами середовища.

На рис. 1. показано типове вікно редактора CoDeSys з відкритим проектом (файл з розширенням .pro).

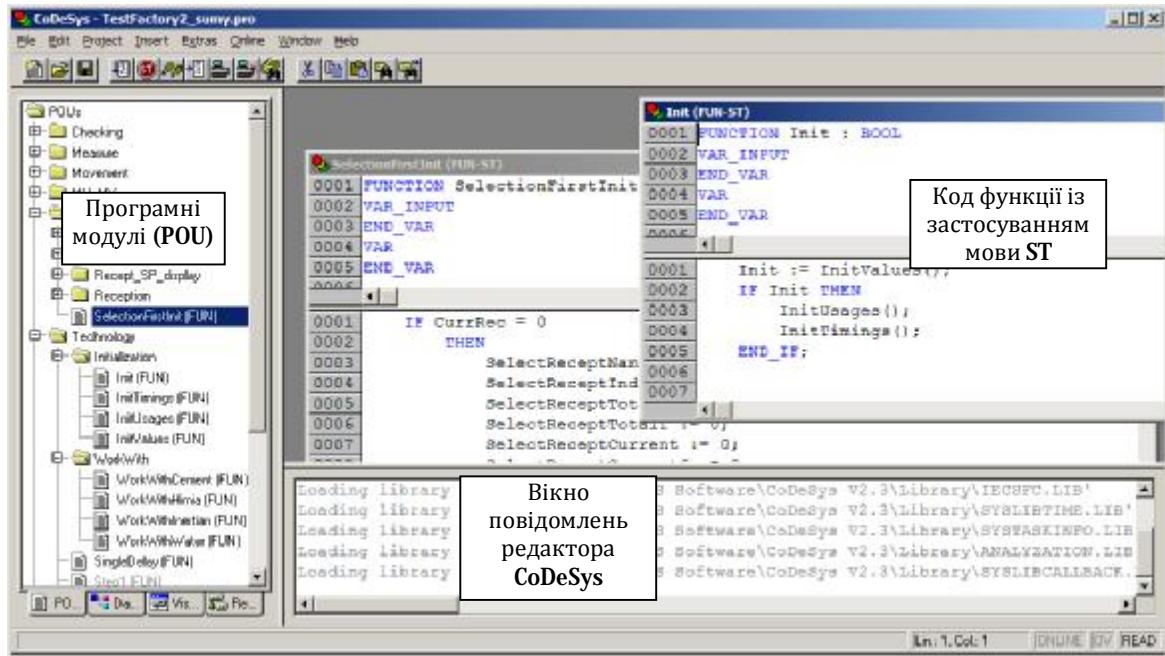


Рис. 1. Редактор CoDeSys із відкритим проектом

Як можна побачити, редактор дозволяє користувачу отримати доступ до зручного деревовидного переліку функцій (POU, Program Organization Unit), менеджера даних проекту, менеджера вікон користувацького доступу та менеджера ресурсів проекту.

Важливою стороною менеджера CoDeSys є зручність перенесення проекту з одного ПЛК до іншого. Від ПЛК вимагається наявність стандартного інтерфейсу обміну, що визначений фірмою 3S, а також наявності так-званих таргет-файлів. Все це дозволяє створити проект, що переміщується від одного типу ПЛК до іншого з мінімальними витратами часу. На рис. 2. показано вікно вибору ПЛК для розміщення вихідного коду.

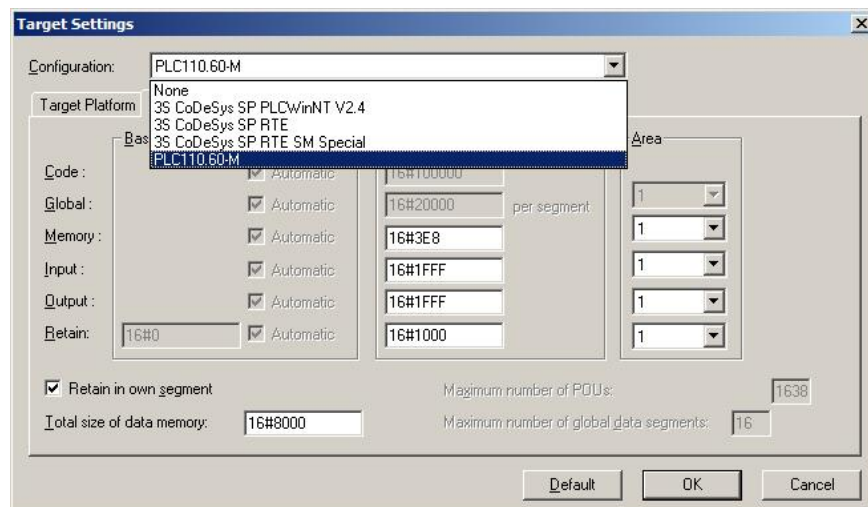


Рис. 2. Target Settings

Не менш зручним є вікно коригування параметрів окремих модулів (рис. 3), що доступні в конфігурації обраного ПЛК. Так, наприклад, не потрібно бути спеціалістом з програмування інтерфейсу ModBus – достатньо вибрати параметри в менеджері конфігурації ПЛК, встановити спеціалізовані параметри (тип, розмір, базовий адрес), а подальша робота залишається прихованою за середовищем

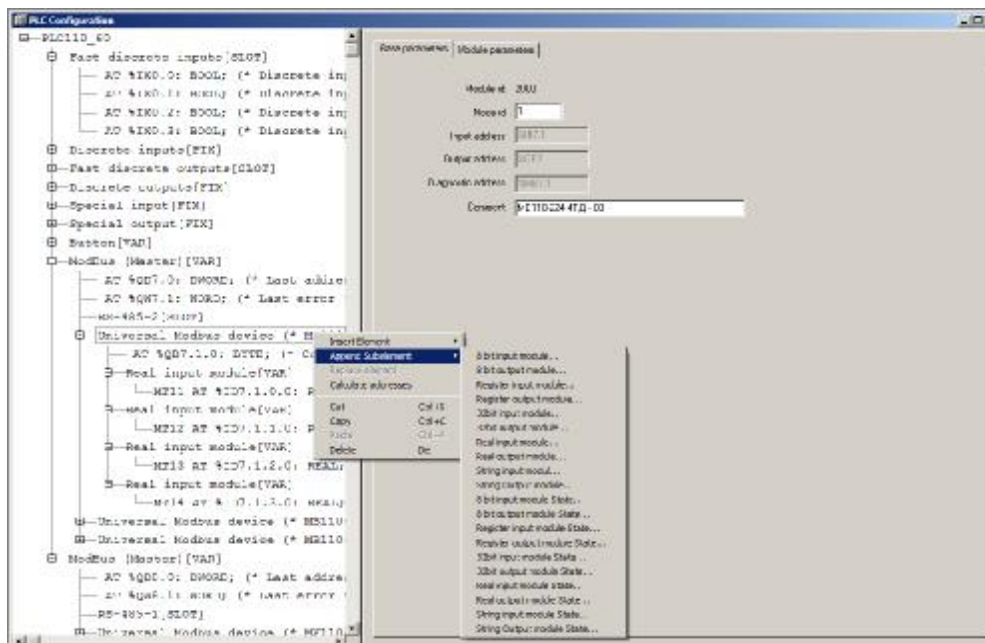


Рис. 3. Вікно коригування параметрів окремих модулів

Середовище CoDeSys володіє зручною організацією змінних, що використовуються в програмі. Для запису глобальних змінних проекту відводиться окремий розділ глобальних ресурсів, де можна описати не тільки конфігурацію проекту, а також і змінні, що використовуються в проекті:

```

VAR_GLOBAL
    Prj_ver          : DINT := 52;
END_VAR

VAR_GLOBAL RETAIN
    ZeroMaterial     : REAL := 0;
    ZeroWater        : REAL := 0;
    ShebenEqual      : BOOL := TRUE;
END_VAR

VAR_GLOBAL RETAIN PERSISTENT
    CyclesCount      : DINT := 0;
END_VAR

```

Причому присутня гнучкість в описі застосування змінних. Так ключове слово RETAIN в секції дозволяє створити змінні, значення яких буде зберігатись у енергонезалежній пам'яті ПЛК. А вказання ключового слова PERSISTENT створює в пам'яті ПЛК змінні, значення яких не змінюється навіть при перезаписуванні програми користування ПЛК.

**Висновок.** Середовище програмування CoDeSys є зручним середовищем для вивчення основ створення програмних продуктів для ПЛК. Є безкоштовною програмою, що підтримує процес створення програмного коду, відлагодження, а також імітації роботи. Єдиним обмеженням є середовище CoDeSys HMI – середовище взаємодії ПЛК та візуалізаційної частини проекту. CoDeSys HMI без реєстрації працює безперервно до 2 годин.

### Література

1. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3// 3S - Smart Software Solutions GmbH, Редакция RU 2.4, для CoDeSys V2.3.6.x. – 2006. – 453 с.

Надійшла 4.5.2012 р.  
Рецензент: д.т.н. проф. Троцишин І.В.