УДК 681.3.07

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ НАФТОПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПЕРВИННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ І ОБЛАДНАННЯ SIMATIC S7-300

Л.М.Заміховський, М.Я.Николайчук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, тел. (8-03422) 480-00

Представлені результати робіт з організації і дослідження апаратно-програмного комплексу для вимірювання рівня нафтопродуктів на основі ультразвукових первинних перетворювачів і обладнання Simatic S7-300, способів дистанційної параметризації і калібрування інтелектуальних первинних перетворювачів фізичних величин на основі протоколу обміну даними HART.

Представлены результаты работ по организации и исследованию аппаратно-программного комплекса для измерения уровня нефтепродуктов на основании ультразвуковых преобразователей и аппаратуры Simatic S7-300, способов дистанционной параметризации и калибровки интеллектуальных первичных преобразователей физических величин на основании протокола обмена данными HART.

There are presented the results of organization and researching work of hardware and software complex for oil products level measurement on the basis of ultrasonic sensors and Simatic S7-300 equipment, methods of remote controlled parametrization and calibration of intellectual sensors of physical quantities using HART data transmission protocol.

Організація інформаційних систем обліку нафтопродуктів є важливою науково-технічною задачею у структурі паливно-енергетичного комплексу. Враховуючи значні об'єми зберігання нафтопродуктів, а також особливості експлуатації відповідного технологічного обладнання, до інформаційних систем обліку нафтопродуктів і окремих їх компонентів ставляться жорсткі вимоги, які пов'язані в першу чергу з:

- точністю первинних перетворювачів (враховуючи значну масу продукту на одиницю рівня для резервуарів і хранилищ об'ємом до 50000 м^3);
- можливістю дистанційних способів і підтримкою протоколів параметризації та калібрування первинних перетворювачів;
- можливістю організації багаторівневого комунікаційного середовища з різнорідними сегментами (провідними, оптичними, радіо);
- широким діапазоном робочих температур вимірювальних середовищ (-40…+85°С);
- вибухобезпечним виконанням компонентів інформаційних систем, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах різної категорії (вибухобезпечна конструкція корпусів, спеціальні елементи кріплення і підключення, елементи заземлення, іскробезпечеі бар'єри, електромагнітна сумісність);
- наявністю та доступністю базового, опційного, інструментального програмного забезпечення та можливістю підготовки та перепідготовки інженерно-технічних працівників;
- відповідністю національним і міжнародним стандартам до обладнання даного класу, наявністю сертифікатів відповідності, метрологічних сертифікатів, можливістю супроводу і підтримки виробника;
- відкритістю і можливістю модернізації та інтеграції вказаних інформаційних систем з іншими компонентами автоматизованих систем управління виробництвом.

Апартно-програмний комплекс для вимірювання рівня нафтопродуктів на основі ультразвукових первинних перетворювачів і обладнання Simatic S7-300 створений на базі міжкафедральної лабораторії «Промислових контролерів концерну «Siemens»» (ІФНТУНГ)

відповідає вищеперерахованим вимогам і використовується для наукових досліджень.

На рис. 1 приведено функціональну схему міжкафедральної лабораторії «Промислових контролерів концерну «SIEMENS», до складу якої входить розроблений апаратно-програмний комплекс вимірювання рівня нафтопродуктів на основі ультразвукових первинних перетворювачів і обладнання Simatic S7-300 і який включає:

- робочі станції на базі IBM-PC: PC-1…PC-4;
- комунікаційні процесори протоколу PROFIBUS-DP/MPI: CP5611-1… CP5611-4;
- промислові шини та протоколи зв'язку: ETHERNET, PROFIBUS, HART;
- програмований логічний контролер (ПЛК): SIMATIC S7-300;
- сенсорна панель оператора: TP-170A;
- станція децентралізованої периферії: ET-200M;
- інтелектуальні первинні перетворювачі фізичних величин: Sitrans LR-200, Sitrans Probe-LU;
- комунікаційне обладнання: кабелі, роз'єми, перехідники DP/PA Link, інтерфейсні модулі;
- програмне забезпечення верхнього рівня – SCADA: система SIMATIC WinCC;
- програмне забезпечення прикладного рівня: STEP-7 [1];
- інструментальне програмне забезпечення: SIMATIC PDM [2];
- діагностичне програмне забезпечення: S7 PDIAG.

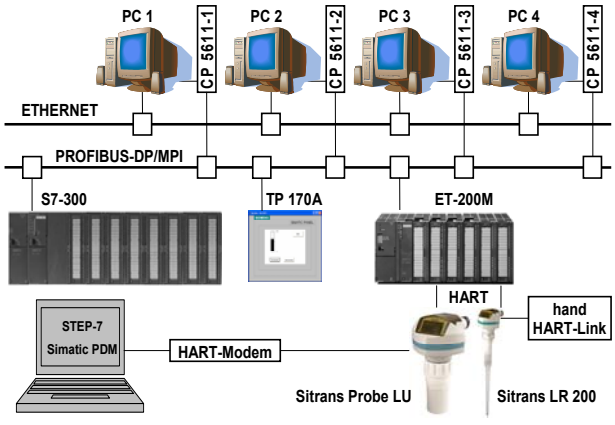


Рисунок 1 – Функціональна схема апаратно-програмного комплексу міжкафедральної лабораторії «Промислових контролерів концерну «SIEMENS»»

Основні технічні характеристики запропонованого ультразвукового первинного перетворювача рівня Sitrans Probe-LU є такими:

- два діапазони вимірювання: 0.25 … 6 м і 0.25 … 12 м;
- робоча частота: 54 кГц;
- виходи: протокол HART, струмова петля 4-20 мА з похибкою ±0,02 мА;
- роздільна здатність: ≤3 мм;
- похибка: 0,15% від діапазону вимірювання;
- робоча температура: -40 …+80ºС;
- температурна компенсація: вбудована температурна компенсація на всьому робочому температурному діапазоні;
- кут променя ультразвукового сигналу: 10 кут. град.;
- робочий тиск в резервуарі: до 0,5 бар;
- живлення: +24 В;
- програма обробки сигналів: Sonic Intelligence;
- додатковий спосіб програмування і параметризації за місцем монтажу: через інфрачервоний вибухобезпечний комунікатор.

Перевагами застосування первинного перетворювача Sitrans Probe-LU є:

- автоматичне видалення паразитних відбивань ультразвукових сигналів від перешкод і внутрішніх конструкцій резервуарів;
- значне покращення співвідношення сигнал/шум;
- можливість перерахунку і представлення рівня в одиницях об'єму або витрати.

Для вирішення задач дистанційної параметризації та калібрування інтелектуальних ПП в середині 80-х років компанією «ROSEMOUNT» (США) був розроблений протокол обміну даними HART (Highway Addessable Remote Transduser – Дистанційно Адресований Магістральний Перетворювач). На початку 90-х років даний протокол був доповнений і став відкритим. В 1993 р. для розповсюдження та подальшого розвитку протоколу HART була створена організація HCF (HART Communication Foundation) [3].

Основні технічні характеристики протоколу HART:

- топологія: "точка-точка" (стандартно) або шина;
- максимальна кількість ПП: один підлеглий і до двох ведучих (стандартний режим), 15 підлеглих і до двох ведучих (багатоточковий режим);
- максимальна протяжність лінії зв'язку: 3 км (стандартно), 100 м (багатоточковий режим);
- тип лінії: екранована вита пара;

- інтерфейс на фізичному рівні: 4-20 мА струмова петля з модульованою по частоті передачею цифрових сигналів (стандарт Bell 202);
- швидкість передачі: 1200 біт/сек;
- спосіб обміну: polling (спосіб обміну з унікальною адресацією кожного пристрою);
- максимальна довжина пакету даних – 0-25 байт;
- цикл оновлення даних: 500 мс (330 мс – в пакетному режимі);
- завадостійкість: 1 помилка на 10^5 біт, контроль парності кожного байта, байт контрольної суми для кожного пакета;
- безпека: можливість застосування у вибухонебезпечній зоні шляхом використання Ex-модулів.

Принцип організації протоколу HART базується на методі передавання даних з частотною модуляцією (FSK – Frequency Shift Keying) відповідно до широко розповсюдженого стандарту Bell 202. При цьому цифровий потік передається частотно-маніпульованими сигналами 1200 Гц (для логічної «1») і 2200 Гц (для логічного «0»), які накладаються на аналоговий струмовий сигнал 4-20 мА [3].

Складовою частиною засобів параметризації ПП є мова опису пристроїв DDL (Device Description Language), яка дозволяє різним виробникам однаковим способом описувати параметри і правила управління HART-пристроями. Опис на мові DDL виконується в текстовому форматі і компілюється в двійковий формат. Таким чином може бути попередньо підготовлено файли з необхідними параметрами, які пізніше будуть завантажені в ПП через робочі станції, портативні PC та ручні комунікатори.

На рис. 2 представлено процедуру вибору первинного перетворювача Sitrans Probe-LU з електронного каталогу пристроїв (включає більше тисячі пристроїв різних фірм виробників, що підтримують мову опису DDL, постійно оновлюється організацією HART Communication Foundation і є доступним для використання сторонніми виробниками та організаціями).

Застосовуються чотири способи дистанційної параметризації та калібрування ПП:

- за допомогою провідного або інфрачервоного ручного комунікатора з підтримкою протоколу HART;
- через комунікаційне середовище (робоча станція на базі IBM-PC → станція децентралізованої периферії ET-200M → сигнальні модулі з підтримкою протоколу обміну даними HART → інтелектуальні ПП з підтримкою HART);

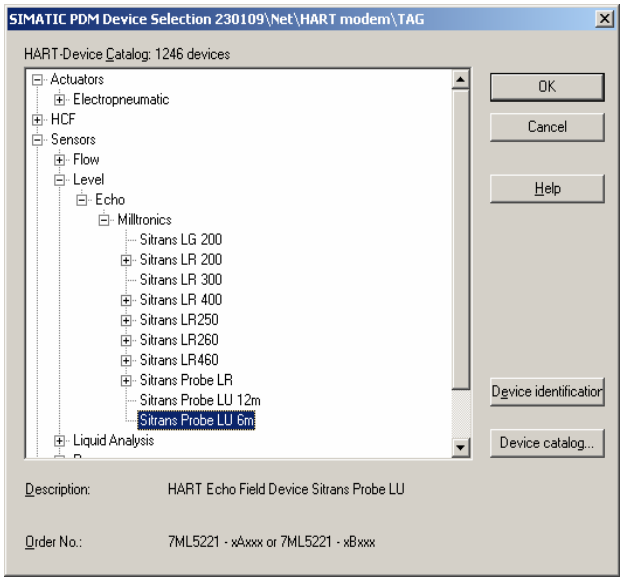


Рисунок 2 – Процедура вибору первинного перетворювача Sitrans Probe-LU з електронного каталогу на мові опису пристроїв DDL

- через комунікаційне середовище (портативний IBM-PC → HART-модем → інтелектуальні ПП з підтримкою HART);
- комбінований з використанням HART-мультиплексорів.

З перерахованого, практичнішими є 2-й, 3-й та 4-й способи параметризації та калібрування.

На рис. 3 приведено базове програмне забезпечення STEP 7 в режимі параметризації сигнального модуля SM 331 AI2×0/4…20mA HART вибухобезпечного виконання Ex.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених пошукових, конструкторських і дослідних робіт сформульовано основні вимоги до способів організації і компонентів інформаційних систем обліку нафтопродуктів.

Розроблено та створено апаратно-програмний комплекс для вимірювання рівня нафтопродуктів на основі ультразвукових первинних перетворювачів і обладнання Simatic S7-300.

Досліджено способи дистанційної параметризації і калібрування інтелектуальних первинних перетворювачів (ультразвуковий первинний перетворювач рівня Sitrans Probe-LU).

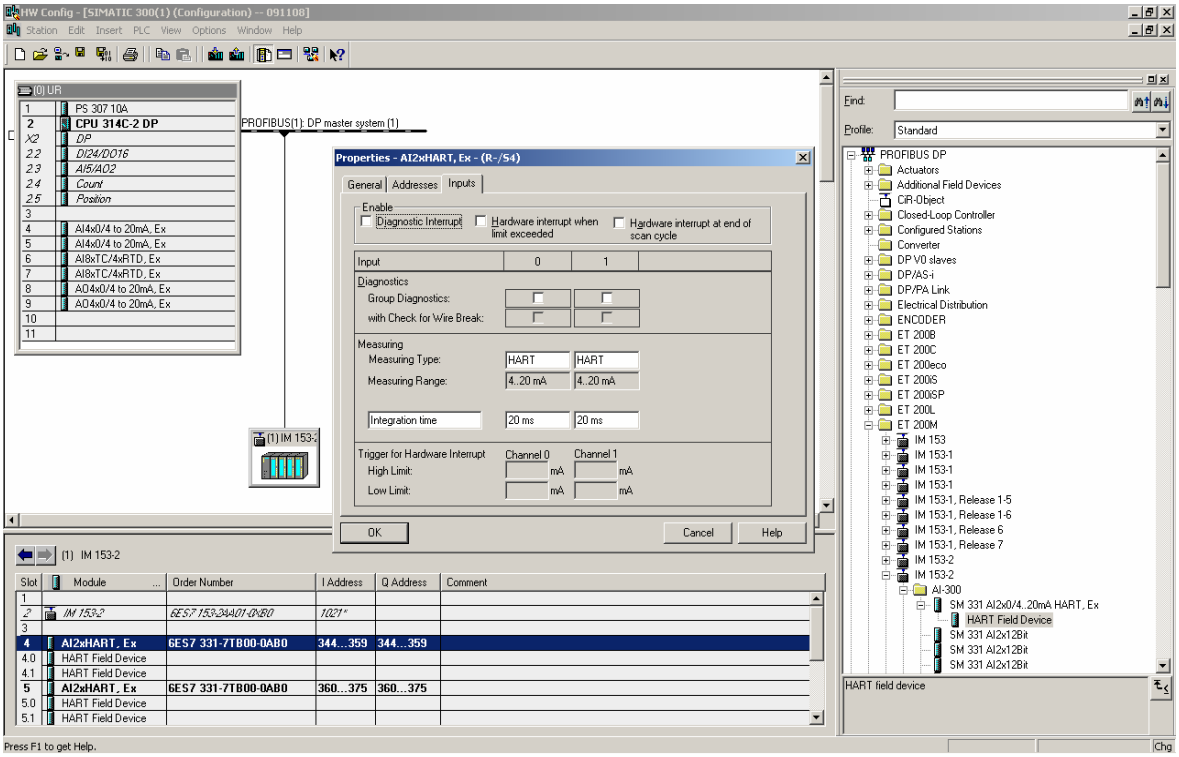


Рисунок 3 – Параметризація сигнального модуля SM 331 AI2×0/4…20mA HART вибухобезпечного виконання Ex

Література

1. SIEMENS. Программирование с помощью STEP 7 V5.3. Руководство (A5E00261405-01). 01/2004/ - 622 с.

2. SIEMENS. The Process Device Manager. Manual (A500325944-01). Edition 12/2004. – 106 p.

3. www.Siemens.com/processautomation. Siemens HART Instruments and SIMATIC PDM. Connecting Siemens HART Instruments to Simatic PDM using HART modem. Applcation Guide (AG041001). – 12 p.

4. Заміховський Л.М., Николайчук М.Я. Дистанційна параметризація та калібрування інтелектуальних первинних перетворювачів фізичних величин // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – №2. – С. 24-29.

Поступила в редакцію 24.11.2008р.