

НАДВЕЛИКІ ІНТЕГРАЛЬНІ СХЕМИ З ПРОГРАМОВАНОЮ АРХІТЕКТУРОЮ В СИСТЕМАХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Стаття посвячена аналізу особливостей застосування НВІС із програмованою архітектурою в спеціалізованих системах. У рамках даної статті було проведено порівняльний аналіз повністю замовних НВІС, ПЛІС та НВІС з програмованою архітектурою. Показана можливість реалізації на базі Arduino системи обліку тепла в вертикальній схемі розводки системи опалення.

Ключові слова: *Arduino, системи опалення, облік тепла, НВІС, ПЛІС (FPGA), НВІС СнК, ASIC, PSoC.*

Електронні пристрої можуть мати схожу технічну реалізацію. Це має місце в тих випадках, коли вони використовуються для типових додатків, побудовані за єдиним принципом. Таким чином, стає можливим їх уніфікація на всіх рівнях.

Розробка сучасних систем управління, провідні та безпроводні комунікаційні системи, системи відеоспостереження і навіть системи обліку тепла потребує застосування все більш складної бази з характеристиками, які визначаються передовим рівнем сучасних технологій. Розробка такої елементної бази (НВІС СнК) є дуже складним інтелектуальним завданням. Для його вирішення в даний час пропонується досить потужний пакет засобів проектування, включаючи розробку проектів на поведінкових мовах (Систем С,

Verilog HDL, VHDL), а також розвинені засоби моделювання та верифікації проектів [1 – 4].

Тим не менш, вірогідність отримання з першої ітерації повністю працездатних зразків НВІС СнК є досить низькою, що пояснюється наступними причинами:

- труднощі складання вичерпного технічного завдання для складних систем;
- наявність важкопрогнозованих факторів, які проявляються лише при проведенні реальних випробувань апаратури;
- висока комбінаторна складність вирішуваних завдань і, як наслідок, наявність ризику появи помилок, що пояснюються людським фактором.

Аналіз всіляких завдань, що вирішуються, наприклад, в комплексних системах зв'язку і управління показує, що всі вони характеризуються рядом особливостей, головною з яких є можливість досить глибокої уніфікації відповідних їм функціональних груп на рівні технічних рішень, оскільки вони можуть бути побудовані на загальній системі датчиків і однакових процесорних секціях обчислювальної системи. Тому, необхідно закладати в структуру НВІС СнК різні інтерфейсні блоки і можливість програмування.

Для порівняння наведені три основних способи реалізації НВІС СнК:

- *Повністю замовні інтегральні схеми* (англ. Application-Specific Integrated Circuit, *ASIC*) - спеціалізовані мікросхеми для вирішення конкретної поставленої задачі, що надають функціонально закінчений набір модулів управління і обробки даних;
- *Програмовані логічні інтегральні схеми* (ПЛІС, англ. Field-Programmable Gate Array, *FPGA*) - мікросхеми, що використовуються в основному для роботи з цифровою інформацією (проте, є і *FPGA* з включенням апаратних блоків мікропроцесорів, АЦП / ЦАП, інтерфейсів і ін.) і володіють можливістю конфігурації внутрішньої архітектури;
- *НВІС з програмованою архітектурою* (англ. Programmable System on Chip, *PSoC*) - мікросхеми для типових додатків, які мають широкі можливості

для роботи як з цифровою, так і з аналоговою інформацією, і що володіють можливістю динамічного переконфігурування архітектури (прямо під час роботи, без необхідності переривання роботи пристрою) [5. ст.34 – 43].

Результати проведеного якісного аналізу наглядно представлені в табл. 1 [6 – 10].

Таблиця 1

Якісний порівняльний аналіз типів мікросхем

Показник	ASIC	FPGA	PSoC
Швидкодія	дуже висока	висока	висока
Щільність упаковки елементів	дуже висока	середня	дуже висока
Вартість при одиничному виробництві	дуже висока	середня	середня
Вартість при серійному виробництві	низька	висока	низька
Безповоротні витрати	великі	немає	немає
Час розробки	великий	низький	низький
Складність розробки	висока	середня	середня
Час налагодження	дуже великий	малий	малий
Складність тестування	висока	низька	низька
Час виробництва	великий	середній	середній
Час виходу на ринок	великий	середній	середній
Можливості модернізації	«жорстка» архітектура	в неробочому режимі	в робочому режимі
Ризик виробника	дуже високий	високий	високий
Ступінь автоматизації процесу проектування	середній	високий	високий
Енергоспоживання	низьке	високе	низьке
Мінімальний обсяг замовлень	високий	немає	немає

Виявлення помилок і нестиковок в, наприклад, проектах типу ASIC неминуче призводить до необхідності корекції, що виливається в істотні часові та фінансові витрати. Як бачимо з проведеного аналізу, застосування в серійній

спецапаратурі НВІС типу АSІС вимагає проведення тривалих і дорогих кваліфікаційних випробувань.

З цієї причини в даний час стали все ширше застосовуватися технології проектування, що дозволяють виконувати паралельне відпрацювання елементної бази та апаратури.

Одними із популярних варіантів такої технології проектування є застосування ПЛІС (FPGA) та НВІС з програмованою архітектурою (PSoC), що дозволяє істотно знизити часові та фінансові витрати на повторні корекції і виготовлення мікросхем. Відзначимо, що якісне порівняння призвело до того, що, як виявилось, за деякими ключовими параметрами FPGA стають неконкурентоспроможними на фоні PSoC.

Розглянемо можливості НВІС з програмованою архітектурою на базі Arduino.

Почнемо з того, що таке Arduino. Arduino - це ефективний засіб розробки програмованих електронних пристроїв, які, на відміну від персональних комп'ютерів, орієнтовані на тісну взаємодію з навколишнім світом. Arduino – це відкрита програмована апаратна платформа для роботи з різними фізичними об'єктами і являє собою просту плату з мікроконтролером, а також спеціальне середовище розробки для написання програмного забезпечення мікроконтролера.

Arduino може використовуватися для розробки інтерактивних систем, керованих різними датчиками і перемикачами. Такі системи, в свою чергу, можуть управляти роботою різних індикаторів, двигунів та інших пристроїв. Проекти Arduino можуть бути як самостійними, так і взаємодіяти з програмним забезпеченням, що працює на персональному комп'ютері (наприклад, додатками Flash, Processing, MaxMSP). Будь-яку плату Arduino можна зібрати вручну або ж купити готовий пристрій; середовище розробки для програмування такої плати має відкритий вихідний код і повністю безкоштовне.

Мова програмування Arduino є реалізацією схожої апаратної платформи "Wiring", заснованої на середовищі програмування мультимедіа "Processing" [11].

Існує кілька різних схем розводки системи опалення. У наших житлових будинках, зазвичай, застосовується вертикальна розводка опалення, або горизонтальна розводка опалення. Розглянемо ці схеми виходячи з можливості установки лічильника теплової енергії для поквартирного обліку спожитого тепла.

Вертикальне, або стоякове розведення ми можемо спостерігати в будинках старої споруди. Стоякова труба приходячи знизу від сусідів (або з підвалу) проходить через радіатор (батарею) йде вгору в наступну батарею. Тобто в даному випадку теплоносій послідовно надходить в кожен батарею поступово остигаючи.

При такій схемі системи опалення встановити тепло-лічильник на квартиру не представляється можливим. Цьому є кілька причин:

- Встановлювати прилад обліку на кожен стояк - дорого і дуже клопітно. Надалі витрати на перевірку, а крім того може знадобитися і ремонт. Тобто такий варіант установки тепло-лічильників не окупиться.

- Метрологічна проблема. Тепло-лічильник вважається працюючим коректно, коли різниця температур теплоносія між входом і виходом (подача і віддача) більш 3 °C. Втрата температури на батареї в різні періоди коливається від 0,5 °C до 1,5 °C.

Горизонтальна розводка опалення застосовується останнім часом при будівництві житла. При цій схемі розводки опалення є два трубопроводи - подачі і зворотний. Кожна батарея відводами підключається до цих трубопроводів. У кожен радіатор теплоносій надходить однієї температури. Зазвичай розводка виконана приховано в стягуванні підлоги.

При такій схемі розведення опалення квартирний тепло-лічильник, без проблем, встановлюється на тепловому вводі квартири.

Отже, на вертикальну схему розводки системи опалення тепло-лічильник поставити не являється можливим. Але необхідність в ньому залишається. Тому далі буде розглянута можливість реалізації на базі Arduino Mega ADK системи обліку тепла в вертикальній схемі розводки системи опалення.

Arduino ADK - це пристрій на основі мікроконтролера ATmega2560. З використанням мікросхеми MAX3421E в ньому реалізований USB-хост для підключення смартфонів на базі операційної системи Android. До складу пристрою також входять: 54 цифрових входи / виходи (з яких 15 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 16 аналогових входів, 4 UART (апаратних приймача для реалізації послідовних інтерфейсів), кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм ICSP для внутрішньо-схемного програмування і кнопка скидання [11].

Для реалізації вертикальної системи обліку тепла будуть необхідні, такі основні датчики: датчик температури, датчик витрати води та сама плата Arduino Mega ADK. При необхідності можливо підключити інші датчики, такі як LCD-екран Arduino TFT або OLED дисплей, терморезистор, термопару або датчики температури і вологості DHT11 і DHT22 тощо.

Принцип самої реалізації дуже легкий, підключаємо датчики до плати, потім розміщаємо в необхідних точках на схемі розводки, а саме на стояках та в приміщеннях (квартирах) та передаємо оброблені дані на комп'ютер чи на дисплей.

Висновок

Вимоги взаємної сумісності систем зв'язку і управління, економічні та експлуатаційні вимоги обумовлюють можливість глибокої уніфікації на всіх рівнях, яка передбачає наявність в таких системах деякої номенклатури типових технічних рішень. Тому, стає все більш актуальним пошук підходів до проектування, дозволяють створювати універсальні пристрої для виконання типових завдань. В рамках даної статті були розглянуті деякі з них, які існують на даний момент: повністю замовні НВІС, ПЛІС і НВІС з програмованою архітектурою.

Виходячи з проведеного вище порівняння цих трьох підходів до проектування, можна припустити, що відповідним рішенням цілком здатні стати НВІС з програмованою архітектурою, що володіють необхідною універсальністю і мають деякі виявлені переваги в порівнянні з застосуванням інших розглянутих підходів, а також більшу гнучкість у використанні.

Література:

1. Казенне Г.Г. *Основи проектування інтегральних схем і систем*. М .: Біном. Лабораторія знань, 2005.
2. Євтушенко Н., немудре В., Сирцов І. *Методологія проектування систем на кристалі. Основні принципи, методи, програмні засоби*. Електроніка. 2003. № 6.
3. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.synopsys.com>
4. [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cadence.com>
5. Шейкин М. *Дві мікросхеми - добре, а одна краще. Програмовані цифрові мікросхеми з аналоговим інтерфейсом // Елементна база електроніки. — 2012. — № 1 — ст. 34–43.*
6. Шагуріна І. *Системи на кристалі. Особливості реалізації та перспективи застосування // Електронні компоненти. 2009. № 1. - С. 37-39.*
7. Несс Р. *Щорічне дослідження ринку вбудованих систем // Електронні компоненти. 2007. № 11. С. 69-77.*
8. Шагуріна І., Шалтирь В., Волов А. *«Великі» FPGA як елементна база для реалізації систем на кристалі // Електронні компоненти. 2006. № 5. С. 83-88.*
9. Бухтеєв А., немудре В. *Системи на кристалі. Нові тенденції // Електроніка. НТБ. 2004. № 3. - С. 52-56.*
10. Ahmad Athif bin Mohd Faudzi *Programmable system on chip distributed communication and control approach for human adaptive mechanical system // Journal of Computer Science. — 2010. — August*
11. Arduino [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://arduino.ua/>