

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розроблення безпроводної мережі для збору температурних
даних на базі програмованої мікросхеми PSoC фірми Cypress»

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи КА-41
спеціальності 151 «Автоматизація

та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Глухан В.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Трембач Р.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Козбур В.Р.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Савків В.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Митник М.М.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Савків В.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Глухан Віталію Богдановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розроблення безпроводної мережі для збору температурних даних на базі програмованої мікросхеми PSoC фірми Cypress»

Керівник роботи к.т.н., доцент Трембач Р.Б.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «27» січня 2022 року № 4/7-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 16 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Технічні характеристики периметру

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1) аналітична частина; 2) проектна частина;

3) спеціальна частина; 4) Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Презентація кваліфікаційної роботи 14 аркушів формату А4

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі виконано проектування безпроводної мережі Wi-Fi на базі плати фірми Cypress, призначену для збору температурних даних. Детально розглянутий протокол передачі даних CyFi Start Network Protocol. Проведено аналітичний огляд відомих технологій та засобів передачі сигналу. Був досліджений мікроконтролер з ядром M8C і стандартними блоками, що входять до його складу.

Розглянуте середовище проектування PSoC Desiner, в якому розроблено програмну модель температурного датчика.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Технологія Wi-Fi	7
1.2 Огляд Universal Serial Bus(USB)	10
1.3 Аналіз технології WI-FI USB	14
1.4.Датчик температури	20
2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	24
2.1 Проектування мережі	24
2.2 Аналіз вихідних даних на проектування	26
2.3 Вибір апаратних засобів	27
2.4 Засоби розробки	47
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	56
3.1 Системи на кристалі (СнК)	56
3.2 Програмовані системи на кристалі	57
3.3 Побудова мережі	58
3.4. Стек протоколів СуFiSNP	61
3.5.Проектування температурного датчика	64
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	70
4.1 Значення охорони праці для забезпечення безпечних умов праці	70
4.2 Аналіз потенційних небезпек та шкідливостей виробничої сфери	71
4.3 Електромагнітне й іонізуюче випромінювання	73
4.4 Забезпечення нормальних умов праці	74
4.5 Розрахунок напруги дотику	79

ВИСНОВКИ	83
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	84
Додаток А. Лістинг програми для PSoC	86

ВСТУП

Хоча в області бездротових технологій було досягнуто значного прогресу, завдання для розробників полягає в тому, щоб знайти та вибрати найкраще рішення.

Як завжди, основні вимоги до розробників:

- низькі витрати на технічне обслуговування та низьке енергоспоживання;
- надійність необхідної продуктивності;
- простота розробки та короткий термін реалізації проекту.

Нерідко саме пошук такого оптимального рішення займає час, за який частину проекту можна було б вже реалізувати. Не кажучи вже про те, що сама технологія яка врешті решт буде обрана може застаріти – на зміну може прийти нова або ж краща її модифікація.

Для кожного класу задач які необхідно вирішити за допомогою безпроводних технологій існує чимало варіантів від різних виробників. Вибрати серед них те, що потрібно – задача далеко не з простих.

Саме тому в кваліфікаційній роботі проводиться огляд актуальних на сьогоднішній день безпроводних технологій та стандартів. Визначаються та групуються як видимі їх недоліки так і переваги.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Технологія Wi-Fi

Технологія Wi-Fi є бездротовим аналогом стандарту Ethernet, на основі якого сьогодні будується більшість офісних комп'ютерних мереж. Він був зареєстрований у 1999 році і став справжнім проривом для ноутбуків чи інших ноутбуків, таких як менеджери, торгові агенти та складські працівники.

Wi-Fi означає Wireless Fidelity, офіційну назву IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, міжнародна організація, яка розробляє стандарти електронних технологій), багатопрокольного бездротового (радіо) стандарту. Найпопулярнішим і широко використовуваним сьогодні є протокол IEEE 802.11b (зазвичай відомий як Wi-Fi), який визначає продуктивність бездротової мережі, яка використовує діапазон частот 2,4-2,4835 ГГц для передачі даних і забезпечує максимальну швидкість 11 Мбіт/с.

У такій мережі максимальна дальність передачі сигналу становить 100 метрів, але на відкритій місцевості вона може досягати більших значень (до 300-400 м).

На додаток до 802.11b, бездротовий стандарт 802.11a, який використовує 5 ГГц і забезпечує максимальну швидкість 54 Мбіт/с, також забезпечує 802.11g, який працює на частоті 2,4 ГГц і 54 Мбіт/с. Однак ці технології поки не є широко доступними через менші відстані, обчислювальну складність алгоритмів і більш високе енергоспоживання. Крім того, зараз розробляється стандарт 802.11n, який дозволить в найближчому майбутньому досягти швидкості до 320 Мбіт/с.

Як і традиційні передові технології, Wi-Fi забезпечує доступ до бази даних або сервера зберігання програмного забезпечення, доступ до Інтернету, друк файлів тощо. Однак комп'ютер, який зчитує інформацію, яку не потрібно підключати до комп'ютерної розетки. Досить розмістити Wi-Fi пристрій в радіусі 300 м від точки доступу (точки доступу), яка виконує приблизно ту ж

функцію, що і звичайна офісна АТС. У цьому випадку інформація передається за допомогою радіохвиль в діапазоні частот 2,4-2,483 ГГц.

Тож технологія Wi-Fi дозволяє вирішити три важливі завдання.

- спрощення зв'язку з мобільними комп'ютерами;
- забезпечити комфортні умови роботи діловим партнерам, які приходять в офіс з ноутбуками;
- створення внутрішньої мережі в приміщенні, де прокладка кабелів неможлива або занадто дорога.

Крім того, наявність мережі Wi-Fi є важливою частиною іміджу компанії. Це також впливає на імідж його компанії, включаючи вигідне шкіряне крісло та гарно надруковану брошуру. Бездротові технології можуть бути основою інформаційних технологій компанії та доповненням до існуючої кабельної мережі.

Доступом по Wi-Fi часто користуються кращі менеджери та співробітники ІТ-відділу», – сказав Віктор Максимов, комерційний директор компанії Art Communications, яка займається дистрибуцією та інтеграцією пристроїв бездротової передачі даних. У цій же сфері можуть працювати.

Ядро бездротової мережі Wi-Fi називається точкою доступу, яка підключається до інфраструктури наземної мережі (наприклад, офісної мережі Ethernet) і передає радіосигнали (див. рисунок 1). Точка доступу зазвичай складається з приймача, передавача, дротового інтерфейсу та програмного забезпечення для обробки даних. Після підключення навколо точки доступу створюється зона радіусом 50-100 метрів (так звана точка доступу або зона Wi-Fi), яку можна використовувати для бездротової мережі.

Щоб підключитися до точки доступу та насолоджуватися всіма перевагами бездротової мережі, вам потрібно лише досягти межі діапазону використання ноутбука чи іншого мобільного пристрою, оснащеного адаптером Wi-Fi. Більшість операційних систем автоматично виконують усі операції ідентифікації пристрою та налаштування мережі. Якщо користувач одночасно отримує доступ до кількох зон Wi-Fi, забезпечується підключення до точки

доступу, яка забезпечує найсильніший сигнал. Періодично перевіряйте наявність інших точок доступу, і якщо сигнал з нової точки сильніший, пристрій знову підключається до неї і робить абсолютно прозору і невидиму для власника налаштування.

Однією з головних переваг будь-якої мережі Wi-Fi є можливість підключити всіх користувачів до Інтернету, підключивши точку доступу безпосередньо до Інтернет-каналу, або підключивши будь-який сервер, підключений до Інтернету. . У будь-якому випадку користувачеві мобільного телефону не потрібно нічого налаштовувати – просто запустіть браузер і введіть адресу будь-якого веб-сайту.

Також кілька пристроїв з підтримкою Wi-Fi можуть підключатися безпосередньо один до одного (від пристрою до пристрою), тобто створити щось на зразок внутрішньої мережі, яка може обмінюватися файлами без використання спеціальної точки доступу, але в цьому випадку кількість обмежена.

Для пристроїв без встановленої підтримки Wi-Fi (наприклад, звичайний домашній або офісний комп'ютер) вам потрібно буде придбати спеціальну картку, яка підтримує цей стандарт. Зараз його середня вартість становить близько 30-50 доларів, і його можна підключити до комп'ютера через стандартний інтерфейс (PCI, USB, PCMCIA, тощо).

Багато експертів вважають, що Wi-Fi революція почалася з ініціативи звичайних приватних користувачів. Люди любили ділитися своїми мережевими з'єднаннями за допомогою нової бездротової технології. Щоб позначити безкоштовні точки доступу Wi-Fi, на стінах будинку розроблено систему маркування крейдою, яку можна підключити до Інтернету. Спочатку ці дії викликали негативну реакцію з боку мобільних та інтернет-операторів, але незабаром провайдери Wi-Fi почали взаємодіяти з приватними мережами.

1.2 Огляд Universal Serial Bus(USB)

USB (Universal Serial Bus) - універсальна послідовна шина для підключення зовнішніх пристроїв. Шина USB — це інтерфейс послідовного передачі даних для зовнішніх пристроїв середньої та низької швидкості.

Для підключення периферійних пристроїв до шини USB використовується чотирижильний кабель, для прийому та передачі даних – два диференціальних з'єднувальних дроти (вита пара), а для живлення периферійного пристрою – два дроти. USB-кабель живиться від 5 вольт і 500 мА, тому USB-роз'єм можна використовувати як альтернативне джерело живлення. Тому периферійні пристрої (миша, флеш-графіка тощо) можна живити безпосередньо від комп'ютера.

Існують різні версії визначення роз'єму USB.

1.2.1 USB 1.0

На початку свого існування шина USB1.0 була розроблена для підключення лише низькошвидкісних пристроїв з низькою швидкістю передачі даних.

Особливості USB1.0 обумовлені його технічними характеристиками:

- швидкісний бітрейт сигналу - 12 Мбіт/с;
- максимальна довжина кабелю для високих швидкостей - 5 м;
- бітрейт низькошвидкісного сигналу - 1,5 Мбіт/с;
- максимальна довжина кабелю для низьких тарифів - 3 м;
- максимальна кількість підключених пристроїв (включаючи множники) - 127;
- може підключати пристрої з різними темпами;
- користувачеві не потрібно встановлювати додаткові елементи, наприклад термінатор для SCSI;
- напруга живлення периферійних пристроїв - 5 В;

- максимальне споживання струму на один пристрій - 500 мА (це не означає, що пристрої з сумарним споживаним струмом $127 \times 500 \text{ мА} = 63,5 \text{ А}$ можна жити через USB).

У низькошвидкісному режимі шину потрібно було підключати наступним чином.

- руки;
- миша;
- джойстики;
- матричний принтер;
- дигітайзер;
- цифрова камера;
- модеми для звичайних телефонних ліній;
- схема управління монітором комп'ютера.

1.2.2 USB 1.1

Визначення було опубліковано у вересні 1998 року. Виправлені проблеми та помилки, виправлені у версії 1.0. Поширена перша версія. Це була перша комерційна версія, яка підтримувала максимальну швидкість передачі даних 12 Мбіт/с.

1.2.3 USB 2.0

Визначення було опубліковано в квітні 2000 року. USB 2.0 відрізняється від USB1.1 тим, що він вводить режим більш високої швидкості. Пристрої USB 2.0 мають три режими роботи:

- Низька швидкість, 10-1500 Кбіт/с (використовується для інтерактивних пристроїв: клавіатура, миша, джойстик);
- Повна швидкість, 0,5-12 Мбіт/с (аудіо- та відеотехніка);
- Висока швидкість, 25-480 Мбіт/с (відеопристрій, запам'ятовуючий пристрій).

1.2.4 USB 3.0

Остаточна версія USB 3.0 була випущена в 2008 році, а пристрій, який підтримує нову специфікацію, буде доступний у 2009-2010 роках. Оновлені стандартні роз'єми та кабелі в специфікації USB 3.0 фізично та функціонально сумісні з USB 2.0. Кабель USB 2.0 має чотири пари прийому/передачі даних, одну для живлення та одну для заземлення.

Крім того, USB 3.0 додає п'ять нових ліній (що робить кабель товщі), але нові контакти паралельні старим контактам в іншому ряду контактів. Ви можете легко визначити, чи належить кабель до певної версії стандарту, просто подивившись на роз'єм. Специфікації USB 3.0 збільшують максимальну швидкість передачі даних до 4,8 Гбіт/с, що є послідовністю понад 480 Мбіт/с, яку може забезпечити USB 2.0. USB 3.0 не тільки прискорює передачу даних, але й збільшує струм з 500 мА до 900 мА.

1.2.5 USB OTG

USB OTG (Tools. From On-The-Go) — це розширення USB 2.0, яке дозволяє легко підключати USB-аксесуари, не підключаючи їх до комп'ютера. Наприклад, цифрову камеру можна підключити безпосередньо до фотопринтера, якщо він підтримує стандарт USB OTG. Деякі USB-пристрої можна підключати до моделей КПК і комунікаторів, які підтримують USB OTG. Зазвичай це флешки, цифрові фотоапарати, клавіатури, миші та інші пристрої, які не потребують додаткового драйвера. Цей стандарт пояснюється зростаючою потребою в безпечному підключенні різних USB-пристроїв без використання комп'ютера.

При цьому пристрої працюють без персонального комп'ютера, тобто діють як одноранговий передавач (фактично це лише створює відчуття). Фактично прилади визначають, який пристрій є головним, а який слухняним. Спеціального USB-інтерфейсу немає.

1.2.6 USB Wireless

Бездротовий USB - технологія USB (офіційна специфікація доступна в травні 2005 року). Дозволяє організувати бездротове з'єднання з високою швидкістю передачі даних (до 480 Мбіт/с на 3 метри, до 110 Мбіт/с на 10 метрів).

Переваги:

- завадостійкість – використовується для розширення спектру сигналу по прямій:

- кожен біт кодується в послідовності з хорошими автокореляційними властивостями, що важливо, коли необхідно перешкоджати шляху сигналу, а також фільтрувати відбитий (наприклад, від стіни кімнати) сигнал;

- можливість контролювати рівень шуму в каналі та змінювати частоту роботи в мережі;

- працює в міжнародному несанкціонованому діапазоні частот промисловості, науки та медицини (ISM, Industrial, Scientific and Medical band) 2,4-2,483 ГГц:

- весь спектр розбитий на робочі канали з частотою 1 МГц;
- швидкість передачі даних – до 1 Мбіт/с;
- радіус дії - до 25 м (потужність передавача - до +4 дБ / м, чутливість приймача - до -97 дБ / м);

- здатність кількох мереж співіснувати в невеликих просторах завдяки бітовому кодуванню та механізмам зміни частоти;

- низька вартість розробки - безкоштовна підтримка обладнання CAD на системному рівні - Cypress PSoC Express;

- низька вартість;

- простота монтажу - поставляється у вигляді готового модуля. При використанні окремої мікросхеми потрібні як мінімум зовнішні компоненти, в обох випадках антена реалізована у вигляді доріжки, розміщеної безпосередньо на платі.

1.3 Аналіз технології WI-FI USB

1.3.1 Wireless Universal Serial Bus 1.0

Всім хороші сучасні провідні інтерфейси для комп'ютерів і електроніки FireWire і USB. З тріском вигнавши LPT і COM паралельного типу, нові послідовні інтерфейси прижилися скрізь - в якості аналогій згадаємо Serial ATA і Serial Attached SCSI (SAS) на місці SCSI і PCI-Express на зміну PCI / AGP. Так, усім гарні FireWire і USB - перші у своїй новій версії добрались до швидкостей 800 Мбіт / с, а другий обзавівся одноранговим розширенням "On-The-Go".

Wi-Fi. Стандарти IEEE802.11a / g з продуктивністю до 54 Мбіт / с і навіть IEEE802.11n з продуктивністю вдвічі більшою все одно не замінюють дротові USB / FireWire. Wi-Fi - це все-таки більшою мірою мережу, ніж інтерфейс для перекачування файлів.

Прямої конкурентів провідним інтерфейсів USB і FireWire не було, і виникла ідея нехитра: скористатися вже наявними пулом протоколів і специфікацій, щоб просто відрізати ці самі дроти і пустити обмін даними на відстані до 10 метрів за допомогою радіоканалу. Бажано, із збереженням повної аналогії з основними споживчими властивостями USB і FireWire, а саме, простотою підключення, ідентифікації, збереженням швидкості передачі і захищеності даних. Відзначу, що мається на увазі розробка бездротової технології FireWire повною аналогією WUSB

Стандарт Wireless USB 1.0 базується на концепції платформи надширокосмугової (Ultra Wideband, UWB) бездротової технології для передачі даних на короткі - до 10 метрів, відстані; з високою пропускну здатністю (до 480 Мбіт / с) і низьким енергоспоживанням. Платформа UWB - це рішення для бездротової передачі високоякісного мультимедійного контенту, наприклад відео, між пристроями побутової електроніки та периферійними пристроями ПК. Одна з основних переваг технології UWB полягає в тому, що вона не створює перешкод для інших бездротових технологій, що використовуються в даний час, таких як Wi-Fi, WiMAX і стільникового зв'язку.

Схематично інтерфейс Wireless USB можна описати таким чином: стандарт передбачає використання двох основних "шарів" для обміну даними - транспортного і фізичного рівня. Транспортний рівень базується на вище згаданій надширококутній (UWB) технології; фізичний являє собою рівень формування середовища передачі даних, де крім WUSB з легкістю можуть фігурувати W1394 (Wireless FireWire), Bluetooth та інші, до теперішнього часу ще не винайдені і не сформульовані протоколи. Стандарт Wireless USB - перший UWB-інтерфейс, доведений до комерційного стандарту.

Надширококутня модуляція (UWB, IEEE 802.15.3a), у свою чергу, дуже схожа з застосовуваною в стандарті Bluetooth: передавач генерує мільярди імпульсів у дуже широкому - порядку декількох гігагерц, частотному спектрі, а приймальня частина перетворює імпульси в дані шляхом відслідковування схожих послідовностей імпульсів ; модуляція здійснюється мультиплексуванням по ортогональним несучим частотам (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing), що в сукупності з принципом використання декількох частотних діапазонів складає технологію MultiBand OFDM. Що стосується передачі пакетів даних, тут все просто - практично повна аналогія формування транзакцій за принципом USB 2.0.

Завдяки використанню надширококутньої модуляції з низькою спектральною щільністю, сигнал як би "розмазується" у вигляді своєрідного "білого шуму" з широкого спектру частот, при цьому рекомендована спектральна щільність випромінювання не повинна перевищувати в середньому рівня -41,3 дБм / МГц. Звідси випливають два корисних практичних висновки: відсутність впливу на роботу інших засобів зв'язку і мізерне енергоспоживання.

Стандарт транспортного рівня MultiBand OFDM для Wireless USB регламентує спектральний ділянку завширшки 7,5 ГГц, який поділений на п'ять каналів і кілька окремих 528 МГц піддіапазонів в кожному каналі. У результаті виходить 14 піддіапазонів шириною 528 МГц кожен, згрупованих у 5 частотних ділянок, при цьому кожен з 14 піддіапазонів стосовно до стандарту Wireless USB має можливість підтримки обміну даними з швидкістю до 480 Мбіт / с!

Гнучкість нового бездротового стандарту саме в тому, що в різних країнах можуть бути дозволені до використання не всі піддіапазони, однак на фінальну працездатність і продуктивність це практично не впливає.

Що стосується топології Wireless USB, тут також проглядається аналогія з провідним USB - пристрої володіють власною адресою, одержуваних при підключенні або перерахування, при цьому кожен пристрій WUSB підтримує один або кілька каналів для зв'язку з хостом, може працювати як MAC Layer пристрій. Ключовим же топологічною відзнакою Wireless USB можна назвати те, що хост-контролер може підтримувати до 127 пристроїв у кластерній групі, що, втім, не виключає звичайного варіанту "точка-точка" як окремого випадку. Цікаво відзначити, що концентратори у визначенні Wireless USB відсутні як клас з причини їх повної незатребуваність в такій архітектурі: кластери співіснують в перекриваються просторової середовищі з мінімальними взаємними перешкодами, що дозволяє функціонувати декільком WUSB-кластерів у межах спільної зони дії.

Плюси такої топології - у можливості подвійного застосування, коли пристрій може в обмеженому обсязі виконувати функції хоста - ця модель дозволить пристрою отримати доступ до даних, розташованих за межами кластера, до якого в даний момент підключено цей пристрій; для цього пристрій повинен створити другий кластер, виступаючи в якості хоста з обмеженими можливостями.

Зворотна сумісність Wireless USB з провідним USB також дозволяє створювати прозорі мости на дротові USB-пристрої і хост-контролери, тобто, організовувати передачу даних між двома кластерами. Фактично, це можна назвати "роботою над помилками" USB, де усуненні для провідний версії лише з появою протоколу USB 2.0 - USB-On-The-Go.

Кожне Wireless USB пристрій, так само як його драйвери, володіють власною системою управління енергоспоживанням, без перекладання цієї проблеми на хост-контролер. Є три схеми економії енергії: нормальний обмін даними (припинення випромінювання в проміжках між посилками і скрізь, де

це має сенс у поточний момент); сплячий режим (збільшення проміжків опитування наявності каналу); роз'єднання. Сумарна потужність, споживана пристроями Wireless USB, для PHY першого покоління обмежено максимальним рівнем 130 - 160 мВт; очікується посилення цього показника.

Швидкість обміну даними інтерфейсу Wireless USB значно залежить від відстані між хостом і пристроєм і може змінюватися в багатозадачному оточенні в межах від 53,3 Мбіт / с до 480 Мбіт / с: близько 106,7 Мбіт / с на відстані до 10 метрів; 200 Мбіт / с на відстані більше 4 метрів і до 480 Мбіт / с на відстані більше 2 метрів. Приклад навскидку: типовий потік відео з якістю SDTV / DVD складає 3 -7 Мбіт / с і порядку 19 - 24 Мбіт / с в стандарті HDTV.

За словами розробників стандарту, технологія Wireless USB в перспективі буде мати дуже надійним захистом трафіку від несанкціонованого доступу, на рівні проводового стандарту USB 2.0. На практиці в першому поколінні Wireless USB буде застосоване шифрування AES-128 із застосуванням CBC-MAC (CCM) - стандартний потоковий криптоалгоритм із застосуванням блоків AES.

Технологія Wireless USB забезпечує шифрування трафіку з відкритими ключами, що застосовуються для аутентифікації. Шифрування з використанням відкритих ключів може використовувати типовий рівень шифрування і більше захищений - RSA з 3072-бітовим ключем і хешем SHA-256. Архітектура шифрування при змішаних дротових USB / WUSB з'єднаннях також має на увазі шифрування трафіку, що проходить через дротяні з'єднання, це дозволяє уникнути плутанини і помилок під час сортування трафіку на провідний / бездротової.

Програмна частина. Компанія Microsoft, яка брала участь у всіх етапах становлення стандарту, забезпечила сумісність вже існуючих драйверів майже без зміни, за винятком USB ISOC, плюс єдиний функціональний драйвер для проводових / бездротових PAL (Protocol Abstraction Layer). Програмна хост-архітектура реалізації підтримки UWB включає підтримку шин PCI і PCI Express для інтерфейсних слотові карт плюс автоматично впливає з цього

підтримку версій CardBus і ExpressCard. Крім цього, підтримуються WUSB-рішення зі стандартними інтерфейсними роз'ємами "проводового USB" (USB Dongles). Зрештою, операційній системі абсолютно не має значення, чи використовується EHCI (USB 2.0) або WHCI (Wireless USB) контролер, на практиці Wireless USB лінк сприймається операційною системою як звичайне провідне USB з'єднання.

В даний час індустріальний альянс UWB - WiMedia Alliance нараховує більше 200 компаній-учасників, які працюють над комерціалізацією своїх пристроїв в рамках специфікації стандарту Wireless USB.

Логічний питання: у яких саме випадках доцільно "перебиратися" на Wireless USB? Відповідь більш ніж очевидна - скрізь, де використовується звичайний провідний USB, і навіть там, де його поки немає. Інтерфейси USB настільки щільно увійшли в наше життя, що в більшості випадків ми приймаємо як належне, що він є в наявності у більшості комп'ютерів, смартфонів, комунікаторів, портативної цифрової техніки та побутової електроніки. У всіх цих випадках очікується частковий перехід на використання Wireless USB, однак цей процес буде відбуватися в два етапи.

За інформацією індустріальної групи USB-IF/WUSB Promoters Group, що займається сертифікацією пристроїв Wireless USB, перша хвиля роздрібних продуктів з підтримкою цього стандарту - ноутбуків, хабів, "подовжувачем" з інтерфейсом USB, вже сертифікована в третьому-четвертому кварталі 2007 року. На даному етапі мова йде про дискретних рішеннях або окремих модулях, що вбудовуються в готові вироби.

Наступна хвиля рішень з підтримкою Wireless USB буде включати в себе пристрої з контролерами, вже інтегрованими в чіпсети. Серед них - цифрові відеомагнітофони, плеєри і телевізори; принтери, компактні цифрові камери, RMP/MP3 плеєри, зовнішні HDD, мобільні телефони, смартфони і так далі.

1.3.2 Wireless Universal Serial Bus 1.1

В даний час індустріальна група Wireless USB Promoter Group займається розробкою стандарту Wireless USB 1.1, який врахує всі "вузькі місця" попередньої нинішньої версії.

Як було зазначено вище, максимальна продуктивність інтерфейсу стандарту Wireless USB 1.0 досягає 480 Мбіт / с на відстань до 3 м. Саме цей параметр в майбутній версії стандарту буде збільшено до 1 Гбіт / с.

Крім цього, у версії Wireless USB 1.1 більше уваги буде присвячено більш високочастотним діапазонами UWB - тим, що розташовуються вище 6 ГГц, це в сукупності з новими режимами енергозбереження - Sleep, Listen, Wake, Conserve, за задумом, забезпечить велику економію витрат батарей.

У плані підвищення захищеності обміну даними в специфікації Wireless USB 1.1 передбачається активне використання технології NFC (Near Field Communication). Це дозволить реалізувати на практиці можливості класу "touch and go", серед яких такі цікаві функції, як, наприклад, програми для бездротових платежів, коли для оплати або ідентифікації за допомогою шифрованих даних буде досить піднести до приймача смарт-картку або мобільний телефон.

У плані спрощення використання інтерфейсу у версії Wireless USB 1.1 передбачається реалізація такого режиму, коли для ідентифікації буде достатньо всього лише розмістити пристрій у безпосередній близькості від хоста, в результаті чого відбудеться миттєве розпізнавання, без необхідності введення додаткових ручних установок - у повній аналогії з провідним USB.

У підсумку, очікується, що фінальна версія Wireless USB 1.1 завершена в першому півріччі 2008 року. Апроксимуємо традиційні для подібних специфікацій терміни реалізації можна прогнозувати з високою часткою ймовірності, що роздрібні вироби з підтримкою Wireless USB 1.1 з'являться на прилавках в наступне півріччя.

Навряд чи розповсюдження Wireless USB в найближчому часі призведе до смерті інших "локальних" бездротових інтерфейсів - на зразок Bluetooth.

1.3.3 Cypress Wireless USB

Однією з останніх розробок фірми Cypress в групі продукції USB є серія WirelessUSB. WirelessUSB - це протокол, розроблений Cypress для бездротового з'єднання через USB шину на невеликі відстані у діапазоні 2.4ГГц

Технологія Cypress WirelessUSB з'явилася відносно недавно, за цей час вже з'явилося кілька сімейств радіопередавачів цієї серії з інтерфейсами SPI, останнє – сімейство LP з низьким споживанням. Це необхідно, якщо вам потрібно працювати на складних системах, таких як побутова техніка, «Розумний дім», мережі управління процесами, VoIP-пристрої зі швидкістю до 1 МБ/с на короткі відстані (до 20 м) з живленням від звичайних батарей, комп'ютерні аксесуари, такі як бездротова миша або клавіатура.

1.3.4 WirelessUSB EX

Продукція серії WirelessUSB EX дозволяє з'єднувати пристрою з комп'ютером, ноутбуком або будь-яким іншим пристроєм, що мають шину USB. Для цієї серії використовується передача даних із стрибкоподібною зміною частоти (FHSS) зі швидкістю до 217кбіт / с. Спеціальних драйверів для продукції Wireless USB EX не потрібна, вона підключається як пристрої класу USB HID. Підключення зовнішнього мікроконтролера здійснюється через послідовний порт SPI.

1.4. Датчик температури

Датчик температури - це прилад для вимірювання температури в різних середовищах. Дія різних видів датчиків базується на температурній залежності електронного опору. Датчик температури розміщується в герметичних корпусах, які захищають його від кліматичних і механічних впливів.

Виділяють такі групи датчиків температури:

- занурювані;
- зануренням з кабельними виводами;
- поверхневі.

Датчики температури зануренням і датчики температури зануренням з кабельними висновками використовуються для вимірювання температури рідких і газоподібних середовищ, які є хімічно неагресивними.

Датчики температури поверхневі застосовуються для вимірювання температури поверхні твердих тіл у різних галузях промисловості.

Датчик температури має наступні переваги в процесі експлуатації:

- невеликі розміри;
- висока точність вимірювань в різних діапазонах;
- хороші показники теплової інерції.

Залежно від діапазону температури, в межах якого температура вимірюється і реєструється, засвічується відповідний колір : червоний, зелений, і синій. Коли температура піднімається вище або нижче певного порогу, зумер повідомляє про аварійний стан. Проект включає наступні користувальницькі модулі.

■ ADC: Цей модуль перетворює аналогові вхідні дані в цифрову форму. Модуль ADC використовується, щоб отримати цифрові значення для температури.

■ LED: Цей модуль використовується, щоб вивести на екран висновок, заснований на даних від CapSense.

■ EzI2Cs: модуль EzI2Cs конфігурує PSoC на багатофункціональній платі як ведений пристрій I2C. Дані з веденого пристрою доступні платі міст, яка налаштована як ведучий пристрій I2C.

Прикладний програмний інтерфейс FlashTemp зміює показники датчика на 1 позначку з зміною градуса на 1 (°C). Так як вихідна напруга рівняється до

абсолютного нуля(-273°C), великий зсув напруги до кімнатної температури обмежує повний динамічний інтерфейс і обмежує точність без калібровки.

Температурний датчик дає велику напругу зсуву, внаслідок того, що операційна температура мікроконтролера PSoC приблизно на 300°C вище абсолютного нуля. Ця напруга зсуву - основний межа точності без калібрування.

Модуль FlashTemp пов'язаний із користувацьким модулем Incremental ADC (ADCINC12), але сконфігурований, щоб використовувати диференційні входи. Функції таймера і вказівника цифрових блоків були замінені програмним забезпеченням Interrupt Service Routine (ISR). Це дозволяє FlashTemp використовувати один аналоговий ключ конденсатора блоку PSoC.

Аналоговий блок сконфігурований як інтегратор з відмінними входами, які можуть бути скинуті. Входи – це анод і катод захищеної зони температурного датчика.

Радіочастотна плата розширення передає дані про температуру, отримані від вмонтованого терморезистора. Концентратор отримує ці дані і відсилає їх на головний комп'ютер, який виводить дані про температуру на екран в текстовому або графічному вигляді.

Проект включає наступні користувацькі модулі:

- CYFISNP: цей модуль реалізує весь зірковий мережний без-провідниковий інтерфейс а також всі моделі протоколів, які йдуть в додаток до низькорівневого радіозв'язку та радіоуправління MCU.
- ADCINC: інкрементний ADC використовується, щоб обчислити рахунки пропорційні напруженням в P0.0 і P0.1. Ці значення використовуються, щоб виміряти навколишню температуру.
- DigBuf: модуль генерує переривання на наростаючому фронті Output1.
- PGA: модуль полегшує маршрут аналогових входів до аналогового блоку ADC.

- TX8: модуль використовується для послідовної передачі з головним комп'ютером і для відлагодження.
- Timer8: модуль реалізує 8-розрядний таймер, який синхронізований дільником SysClk. Він використовується для калібрування будильника, який синхронізований системним осцилятором на 32кГц.

Виходячи з огляду основних технологій USB, розглянутих вище, можна зробити висновок, що технологія Wireless USB найоптимальніше підходить для реалізації потрібної мережі.

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1. Проектування мережі

Розглянемо відмінності між двома головними різновидами мереж. Основними перевагами бездротових мереж перед кабельними є:

- Необмежений доступ до покриття бездротової локальної мережі із збереженням доступу до інформаційних ресурсів організації.
- Можливість налаштувати бездротову мережу, якщо важко або неможливо налаштувати традиційну дротову мережу.
- Можливість створення внутрішньої мобільної мережі.
- Високошвидкісне бездротове з'єднання.
- Вартість роботи бездротової мережі наближається до нуля.
- Інтеграція віддалених комп'ютерів.

Недоліками бездротових мереж є:

- Низький рівень даних і захист мережі Wi-Fi.
- Швидкий термін служби батареї з безперервною роботою передавача на обладнаних мобільних пристроях Wi-Fi.

В даній кваліфікаційній роботі буде розроблятися мережа, призначена для збору інформації на певній відстані (до 20 метрів). Актуальність такої мережі очевидною в випадках, коли в приміщенні потрібно зберігати відповідний температурний режим для збереження цілісності тої чи іншої продукції. Також її можна використовувати в якості системи керування виробничим процесом.

Мережа матиме топологію «зірка» з такою структурою (для кращого розуміння планованої топології мережі її загальна структура показана на рисунку 2.1). Також потрібно створювати програмні модулі для елементів мережі від точки до точки.

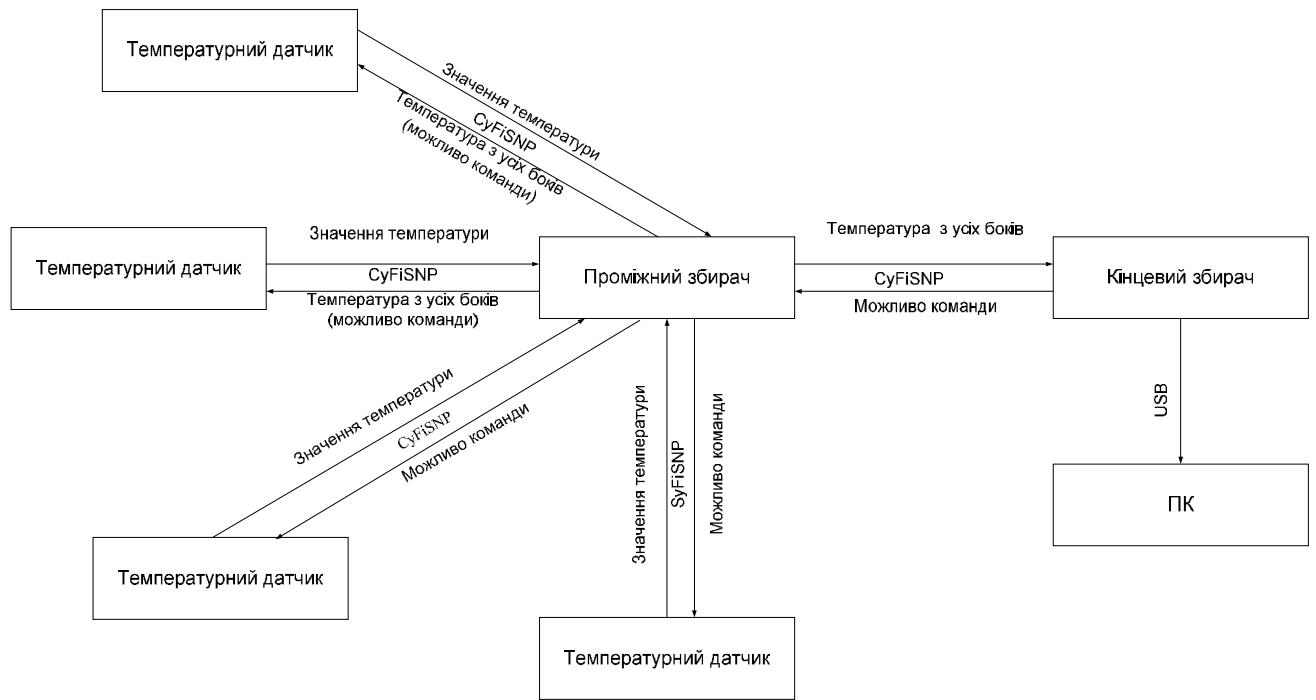


Рисунок 2.1-Топологія мережі

Нині LP асоціюється з низьким енергетичним споживанням. Це саме те, що вам потрібно, якщо вам потрібно бігти зі швидкістю до 1 МБ/с на невеликій відстані зі звичайною батареєю. За допомогою цих передавачів, які доступні у вигляді готового модуля розміром 2x3 см крім мікросхеми, можна виготовляти складні системи, такі як дистанційне керування іграшками та технікою, «Розумний дім», мережі управління процесами, комп'ютери та інше. додаткові пристрої, такі як дротова миша або клавіатура.

Cypress WirelessUSB LP – радіоприйомопередавачі, що працюють у міжнародному не ліцензованому діапазоні частот для виробництва, науки та медицини (ISM, Industrial, Scientific and Medical band) 2,4 – 2,483 ГГц. ISM - різні діапазони радіочастотного спектру, що виділені на основі міжнародних угод для некомерційного використання в перерахованих вище областях . В 2001 р. частоти з 2,4 по 2,4835 ГГц (UHF) були виділені для бездротових мереж (WLAN) і інших бездротових технологій, таких як Bluetooth.

Щоб не створювати перешкод іншим користувачам, пристрої повинні бути відносно малопотужними і їх дія обмежується невеликими відстанями

Cypress WirelessUSB LP використовують модуляцію розширення спектру прямою послідовністю (DSSS, Direct-Sequencing Spread Spectrum).

З появою програмованих систем на кристалі (PSoC) фірми Cypress розробники отримали потужний інструмент для проектування; система на кристалі за ціною восьмібітного мікроконтролера. У чіпах PSoC вбудовані масиви аналогових і цифрових блоків, на порядок більше функціональних, ніж фіксована периферія. Такі стандартні елементи мікроконтролерів як АЦП, ЦАП, таймери, лічильники, ШІМ'ї, UART легко реалізуються в PSoC. Архітектура системи (периферійний пакет) може змінюватися під час виконання. Це означає, що при проектуванні системи ви можете виділити ті самі конфігуровані одиниці для виконання різних завдань (якщо робота розділена за часом), щоб уникнути марної втрати ресурсів.

Крім того, елементи зазвичай не входять до складу 8-бітових м / к, такі як фільтри, підсилювачі, генератори випадкових чисел також можна розмістити в цих чіпах. Таким чином одна мікросхема PSoC замінює кілька компонентів схеми побудованої на стандартних мікроконтролерах. Всі функції, внутрішні з'єднання, внутрішня конфігурація, і навіть контакти введення виведення перепрограмується користувачем.

2.2 Аналіз вихідних даних на проектування

Всі виробники намагаються надавати разом із самими мікросхемами також приклади програм. Як правило такі приклади спираються на створені для них бібліотеки функцій. Не менш важливим є добре побудована та чітка документація що майже завжди теж є доступною. Але якщо два попередніх аспекти є безкоштовними то більшість середовищ та компіляторів є платні. Фірми надають програмне забезпечення безоплатно лише тоді коли дохід від реалізації цільових процесорів окупає витрати на розробку такого програмного забезпечення.

Все програмне забезпечення фірми Cypress є безкоштовним, що сприяє популяризації, збільшенню відгуків а отже і покращенню самого середовища. Крім того, це дозволяє значно зменшити витрати на проектування, а отже і підвищити рентабельність проектів без втрати якості кінцевої продукції.

В цьому розділі була розроблена структура мережі збору температурних даних. Вирішино використовувати мікросхему PSoC Cypress. Проектування пристроїв буде виконуватися на програмному забезпеченні Cypress, яке можна скачати зареєструвавшись на сайті компанії.

2.3. Вибір апаратних засобів

Набір CY3271 PSoC® FirstTouch™ Starter Kit with CYFi™ Low-Power RF дає змогу вимірювати температуру, освітленість, ємність завдяки своїм платам розширення. Також із встроєним Wi-Fi прийомопередавачем, він може служити пристроєм для створення мережі.

Набір CY3271 складається з п'яти плат:

- Міст (FTPC)
- Багатофункціональна плата розширення (FTMF)
- Плата розширення (FTRF)
- Блок живлення (AAA)
- Блок живлення CR2032 .

2.3.1 Міст(FTPC)

Використання:

- Програмує всі пристрої PSoC з наборі CY3271;
- Служить мостом між всіма платами в CY3271 системі і ПК, використовує USB-I2C інтерфейс.
- Характерною особливістю є радіочастотний(РЧ) прийомопередавач CyFi з низькою споживаною потужністю(з РЧ вихідною потужністю до +20

Дб). Коли вона об'єднується на платі PSoC, це діє як концентратор в бездротових мережах СуФі.

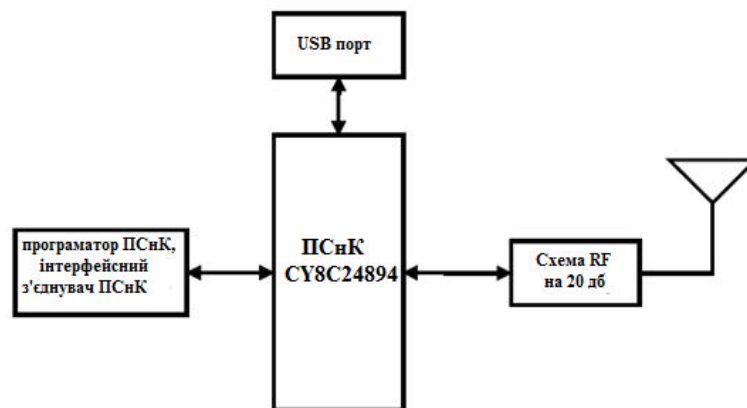


Рисунок 2.2 - Блок-схема FTPC

Розглянемо детальніше архітектуру ядра плати міст.

2.3.2 Ядро

PSoC — це 8-розрядний мікроконтролер з ядром M8C, з налаштованими цифровими аксесуарами та налаштованими аналоговими елементами. PSoC має невеликі стандартні аксесуари та блок регульованих елементів, які відрізняють ці мікроконтролери від пристроїв того ж цінового діапазону. Індивідуальні елементи (блоки) поділяються на дві групи:

- призначений для побудови аналога, ЦАП, АЦП, компаратора, активного фільтра тощо;
- цифрові, вбудовані лічильники, ШІМ, послідовні канали передачі, послідовні інтерфейси з послідовними пристроями (SPI), універсальні асинхронні передавачі (UART), регістри зміщення зі зворотним зв'язком для створення псевдовипадкової послідовності (PSP), контроль використання коду (CRC), тощо.

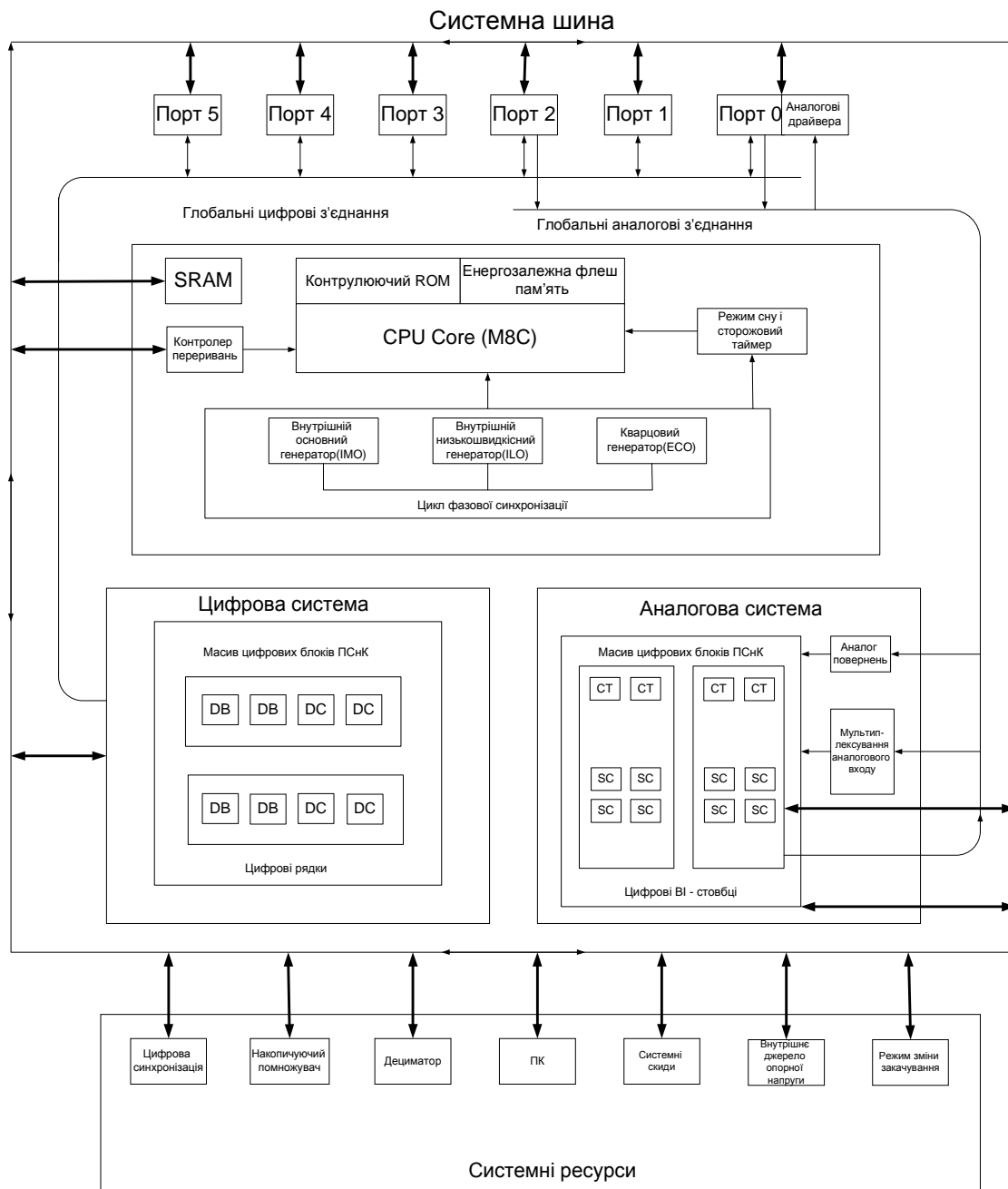


Рисунок 2.3 - Структурна схема мікропроцесора

Процедура налаштування блоків дуже цікава - оскільки керуючі біти розташовані в просторі вводу-виводу ядра, конфігурація аналогової та цифрової периферійних пристроїв полягає в записі відповідних значень в ці журнали під час виконання програми. Структура системи (периферійний пакет) може змінюватися під час виконання програми. Це означає, що при проектуванні системи ви можете виділити ті самі конфігуровані одиниці для виконання

різних завдань (якщо робота розділена за часом), щоб уникнути марної втрати ресурсів.

Ще однією позитивною особливістю PSoC є те, що відсутні всілякі «пропалювані фузи» (fuse), і всі специфічні установки LVD, POR, тип тактового генератора і т. д. виробляються з програми під час виконання і можуть змінюватися динамічно під час роботи. Цікавим додатковим властивістю є наявність SMP (switch mode pump) -механізму, що дозволяє PSoC працювати від напруги живлення 1 В.

Ядро M8C використовується не тільки в PSoC, але і в інших мікроконтролерах виробництва Cypress, у розгляді цього сімейства автор обмежить тільки мікросхемами, підтримуваними PSoC Designer.

Ядро M8C має систему команд, яка озволя працювати з достатнім комфортом на асемблері, а також розробляти і приміняти мови високого рівня. В даний час існує компілятор C виробництва ImageCraft, який інтегрований в середу розробки. Заслуговує на увагу спільнота користувачів PSoC, яка веде розробку програмних засобів та інших мов програмування, наприклад, FORTH. Слід відзначити велику активність співтовариства користувачів PSoC, спрямовану на розробку відкритих проектів і коштів розробки. Це має значення, так як середовище розробки дозволяє включати в себе модулі, розроблені користувачами, і чим більше таких модулів, тим більше імовірність знайти готовий модуль для вирішення специфічного завдання.

Ядро M8C можна класифікувати як CISC, так як існує можливість використовувати в інструкціях операції з пам'яттю, і кількість тактів на виконання інструкції різному для різних інструкцій і типів адресації. Через застосований механізм конфігурації потрібна велика адресуються простір, в якому будуть знаходитися регістри конфігурації. У M8C регістри конфігурації розташовані у окремому просторі, так званому просторі конфігурації, і для доступу використовуються спеціальні інструкції. Простір конфігурації містить два банка по 256 регістрів. Простір даних містить 256 байт і він повністю заповнений у всіх PSoC. Програмна пам'ять PSoC має дві області: постійну

пам'ять, в якою зберігається код супервізора SRAM, і репрограмовану пам'ять користувача Flash. Код супервізора запускається після скидання з живлення (POR), і, мабуть, цим кодом підтримується режим програмування в системі (ISSP). З коду користувача за допомогою спеціальної інструкції може бути викликаний код супервізора. Це використовуються переважно для роботи з Flash, за допомогою набору системних функцій, параметри яких передаються через акумулятор і зарезервовані осередки пам'яті. Розглянемо роботу деяких блоків ядра більш докладно.

2.3.2.1 Головний внутрішній генератор (ІМО)

Головний внутрішній генератор є базовим джерелом тактового сигналу майже для всіх інших джерел у системі PSoC. Цей генератор створює опорну частоту 24 МГц, що використовується іншими схемами. В деяких серіях PSoC є можливість вибору режиму роботи генератора на зниженій частоті - 6 МГц замість 24 МГц. Головний генератор є RC-генератором і його точність складає $\pm 2,5\%$ без застосування зовнішніх компонентів. Це досягається завантаженням калібрувальних значень в керуючий регістр IMO_TR з окремої області ПЗУ (Supervisory ROM, SRAM), яка програмується на заводі - виробнику чіпа.

Завантаження цих калібрувальних значень вивиконується кодом у файлі boot.asm, який автоматично генерується при створенні проекту в PSoC Designer. Якщо потрібна більша точність головного генератора, то в системі PSoC передбачена можливість синхронізації його з генератором, використовуючим зовнішній кварцовий резонатор 32 768 Гц (ECO). Головний генератор через мультиплексор зв'язується з основною шиною тактової частоти системи (лінія SYSCLK). Завдяки вказаному мультиплексору в якості системної частоти може виступати сигнал EXTCLK, що подається з контакту мікросхеми. Системна частота SYSCLK є опорною для частоти SYSCLKX2 (подвоєна системна), а також для дільників, формуючих частоти CPUCLK (тактова частота процесорного ядра), VC1 і VC2 (тактові частоти для цифрових і аналогових блоків), VC3 (тактова частота для цифрових блоків і одне з джерел

переривання). Крім того, частота SYSCLK використовується для прив'язки асинхронних сигналів, що надходять з портів вводу-виводу або виникають в системі.

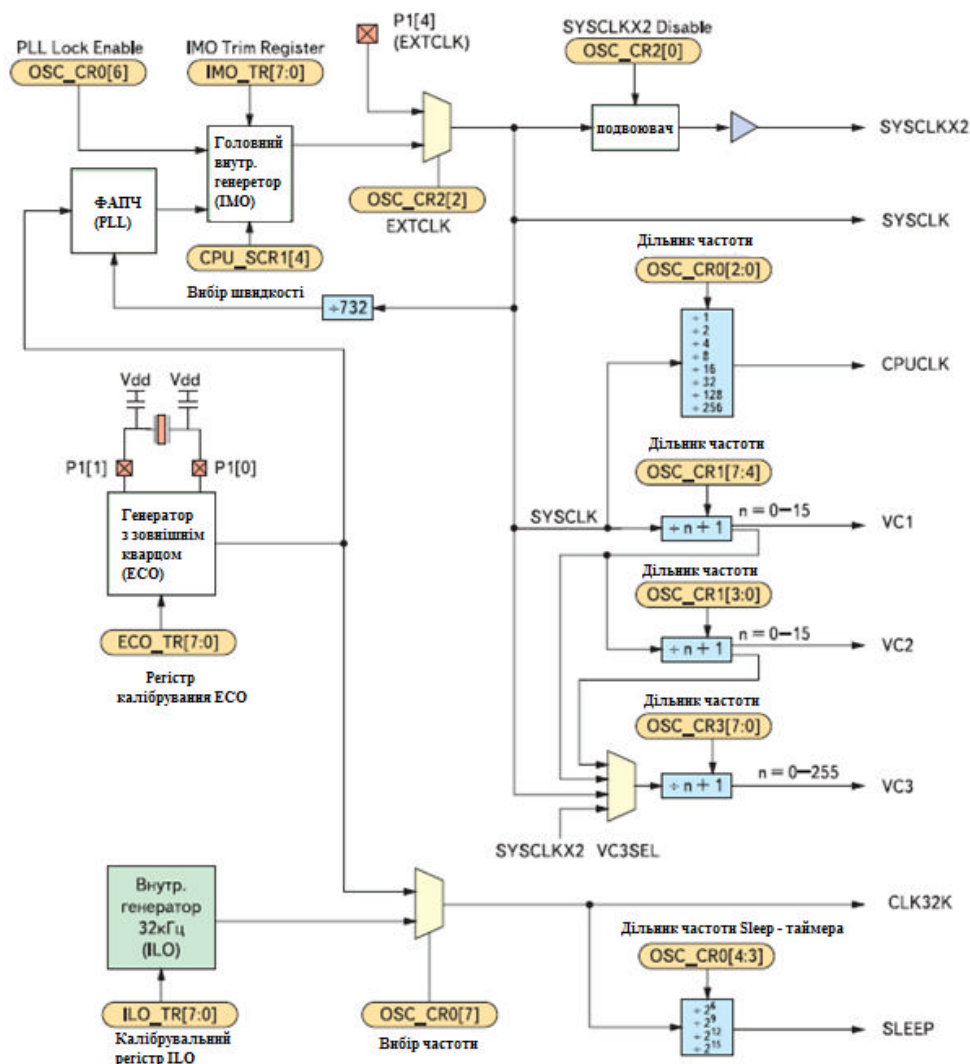


Рисунок 2.4 - Структура блоку генераторів

2.3.2.2. Внутрішній низькошвидкісний генератор (ILO)

Внутрішній низькошвидкісний генератор використовується як тактовий сигнал для сторожового таймера і таймера режиму «сну» (частота SLEEP), а крім того, може виступати і як джерело частоти для цифрових блоків (CLK32K). Генератор ILO також є RC-генератором, створює частоту 32 кГц і також калібрується значеннями з SRAM, проте точність його нижче, ніж у головного генератора. Якщо необхідна велика точність для частоти CLK32K, то

генератор ІЛО може бути відключений, а для створення CLK32K буде використовуватися генератор ЕСО.

2.3.2.3 Блок системного помножувача

Блок системного помножувача (рис. 2.5) є повністю апаратним системним ресурсом, що не вимагає будь-якого конфігурування. Наявність цього блоку в складі системи залежить від серії PSoC; в деяких серіях можуть бути присутніми два незалежних помножувача.

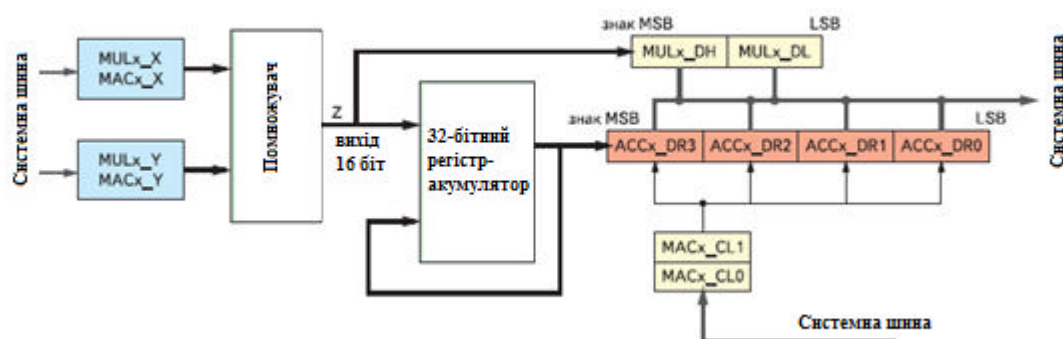


Рисунок 2.5 - Блок системного помножувача

Доступ до помножувача здійснюється через регістри, відображені на простір регістрів вводу-виводу процесорного ядра. Помножувач може працювати в двох режимах: просто множення і множення з накопиченням результатів. У першому випадку відразу після запису 8-розрядного значення в регістр MULx_X або MULx_Y результат буде перебувати в регістрах MULx_DH і MULx_DL. У другому випадку функція множення з накопиченням буде виконана при записі в регістр MACx_X або MACx_Y, а результат буде перебувати в регістрах ACCx_DR (3-0). Накопичують регістри можуть бути скинуті записом в регістр MACx_CL0 або в регістр MACx_CL1. Для виконання множення не потрібно вводити очікування з боку процесора - результат готовий відразу ж після запису операнда в один із вхідних регістрів множення теля і доступний для читання наступної інструкції, виконуваної процесором.

2.3.2.4 Блок децимації

Блок децимації призначений для апаратної підтримки функцій цифрової обробки сигналів і використовується в PSoC для реалізації дельта-сигма і інкрементуючого АЦП. Наявність цього блоку і його тип залежать від серії PSoC. Існують два можливі типу блоку децимації. Блок першого типу дозволяє здійснити окреме або подвійне інтегрування вхідного дискретного 1-бітного сигналу. Кодованому значенню вхідного сигналу ставиться у відповідності зважене значення - вхідний сигнал, дорівнює одиниці, має вагу «+1», а сигнал, рівний нулю, - «-1». Таким чином, інтегрування сигналу являє собою підсумовування ваг за певний період часу. На кожному такті частоти роботи блоку інтегральне значення збільшується або зменшується на одиницю в залежність від сигналу на вході. Блок децимації першого типу реалізує інтегруючу частину цифрового Sinc2 - фільтра, що є частиною дельта-сигма АЦП . Диференціююча частина в цьому випадку реалізується програмно. Блок децимації другого типу перед являє собою повноцінний апаратний Sinc2-фільтр.

2.3.2.5 Контролер I2C

Контролер I2C є перетворювач з паралельної шини у дводротову послідовну.

Для того щоб зменшити навантаження на процесор, цей блок здійснює необхідну базову підтримку протоколу I2C. Контролер I2C може функціонувати в режимі веденого, ведучого і в режимі з декількома ведучими на шині. У режимі веденого контролер підтримує тактові частоти 50, 100 і 400 кГц. Взаємодія контролера з процесором здійснюється через регістри вводу-виводу і переривання. Оскільки контролер реалізує лише базову підтримку протоколу, повна реалізація функціональності здійснюється з боку програмного забезпечення. В апаратній реалізації контролера є кілька обмежень:

- немає апаратного порівняння адреси, тому в режимі веденого кожен отриманий байт адреси викликає переривання, а порівняння повинно здійснюватися програмно;
- немає автоматичного підтвердження прийому, оскільки прийняті і передані дані не буферизуються.

Для інтерфейсу з контролером використовуються чотири регістри. Регістр I2C_CFG призначений для конфігурації контролера - вибору режиму роботи, швидкості використаних переривань. Регістр I2C_SCR використовується для управління передачею, а також для контролю стану шини. Регістр I2C_DR використовується для переданих і прийнятих даних. I2C_MSCR є регістром управління і статусу при роботі контролера в режимі ведучого. Завдяки тому, що в бібліотеці користувальницьких модулів присутні кілька програмно-апаратних реалізацій контролера I2C, необхідність додаткового програмування може виникнути лише у виняткових випадках.

2.3.2.6 Контролер USB

Контролер USB реалізує специфікацію USB 2.0 для повношвидкісних пристроїв (Full-Speed) з швидкістю передачі 12 Мбіт/с. До складу контролера USB входять наступні компоненти:

- полноскоростной приемопередатчик USB;
- автомат управління послідовним інтерфейс (Serial Interface Engine, SIE);
- 256 байт виділеного статичного ОЗУ;
- арбітр пам'яті PSoC (PMA);

Приймач містить вбудований регулятор напруги для створення необхідний для шини рівнів напруги, а також вбудований підтягаючий резистор 1,5 кОм на лінії D +. Автомат SIE апаратно здійснює наступні дії:

- кодування переданих та декодування прийнятих даних;
- перевірка адреси;
- генерація відповідних квітуючих пакетів ACK / NAK / Stall;
- перевірка безпомилковості прийнятих пакетів;

- ідентифікація типу прийнятих пакетів (SETUP, IN, OUT);
- ідентифікація маркера початку кадру SOF (Start-of-Frame) і підрахунок їх числа;
- запис або зчитування даних в виділеній пам'яті USB у відповідності з установками арбітра пам'яті.

Крім того, автомат SIE генерує переривання для обробки в програмі наступних необхідних для реалізації інтерфейса USB подій:

- заповнення і зчитування буферів даних у виділеній пам'яті USB;
- налаштування каналів арбітра пам'яті;
- декодування запитів USB;
- перевірка і установка правильних маркерів DATA0, DATA1.

Автомат SIE підтримує 5 кінцевих точок USB - кінцеву точку управління з адресою 0, підтримуючу запити SETUP, IN і OUT, і чотири кінцевих точки з адресами 1-4, які підтримують запити IN і OUT для транзакцій передачі масивів даних (Bulk), переривань (Interrupt) або ізохронних даних (Isochronous). Виділена пам'ять USB є 256 байтовою статичною пам'яттю, проте вона не доступна напряму для процесорного ядра M8C. Отримати доступ до неї можна тільки через регістри арбітра пам'яті PMA, який є інтерфейсом до даної пам'яті для двох блоків - процесора M8C і автомата SIE. Блок PMA надає вісім каналів для управління даними. Всі ці канали можуть використовуватися M8C, але з боку SIE чотири кінцівки точки з адресами 1-4 жорстко пов'язані з каналами 1-4 блоку PMA. На програмне забезпечення накладається обов'язок стежити за тим, щоб один і той же канал не використовувався одночасно і M8C, і SIE. Якщо процесору треба отримати доступ до тієї області пам'яті, яка в даний момент використовується SIE, то повинні використовуватися два канали, налаштовані на однакові діапазони адресів.

2.3.2.7 Схеми скидання

Схеми скидання призначені для ініціалізації конфігураційних регістрів і процесора в початковій стану. Можливі чотири умови, що призводять до скидання:

- початковий скидання при подачі напруги живлення (Power-on-Reset, POR) або при його падінні;
- скидання при подачі сигналу на контакт XRES;
- скидання від сторожового таймера (WDR);
- внутрішній скидання, що виникає при початковому завантаженні, якщо виявлено помилки читання флеш-пам'яті.

Скидання POR являє собою дві роздільні схеми - неprecізійного (Imprecise POR, IPOR) і прецизійного скидання (Precision POR, PPOR). Схеми IPOR має невисоку точність, і її поріг спрацьовування знаходиться нижче більш точного порога схеми PPOR, котрий калібрується при початковій завантаженні. Це дозволяє розділити причину виникнення скидання POR і, як наслідок, отримати швидший перехід до робочого режиму у разі короткочасного «просажування» живлячої напруги.

Зовнішній скидання (External Reset) виникає при подачі сигналу високого рівня на контакт XRES. Цей контакт має внутрішній резистор, що притягає його до землі, тому зовнішнього резистора не потрібно.

Під час дії схем скидання POR або XRES головний внутрішній генератор ІМО вимикається для заощадження енергії. Крім того, робота цих схем скидання змінює поведінку контактів P1 [0] і P1 [1], призначені чинних для «прошивки» мікросхеми PSoC. Після виникнення скидання POR і приблизно на 8 мс після закінчення його дії на контакт P1 [0] видається високий рівень напруги, а контакт P1 [1] конфігурується як контакт з резистивною підтяжкою до землі. Потім контакт P1 [0] ще на 8 мс, також як і P1 [1], конфігурується як контакт з резистивною підтяжкою до землі. Після цього ці контакти переводяться в високоімпедансний стан. При виникненні скидання XRES контакти P1 [0] і P1 [1] після закінчення дії цього сигналу на 200 мкс

конфігуруються як контакти з резистивної подтяжкою до землі. Ці послідовності потрібні для того, щоб просигналізувати програматору PSoC, що він може перехопити управління і здійснити прошивку або читання флеш-пам'яті. Скидання від сторожового таймера (WDR) виникає при його переповненні. Сторожовий таймер може бути запущений користувачем при скиданні біта PORS в керуючому регістрі CPU_SCR0. Однак так як цей біт може бути встановлений тільки при виникненні скидання POR або WRES, то можливості відключити сторожовий таймер після запуску не існує. Для того щоб не відбувалося скидання WDR, необхідно регулярно, не рідше одного разу за два періоди частоти CLK32K, скидати таймер при допомозі записи будь-якого значення в регістр RES_WDT. При виникненні скидання WDR оперативна пам'ять очищається, проте це можна запобігти, якщо встановити біт IRAMDIS в регістрі CPU_SCR1 - це приведе до того, що перші 216 осередків ОЗУ зберігають свої значення. При будь-якому з варіантів скидання процесор проходить через процедуру початкової ініціалізації, коли виконується спеціальна функція SWBootReset, що знаходиться в SROM. Ця функція перевіряє контрольну суму калібрувальних значень, записаних в SROM і, в разі її правильності, ініціалізує регістри процесора і ОЗП нулями (тільки першу сторінку при багатосторінкової організації пам'яті) і переходить до виконання коду користувача, починаючи з адреси 0000h у флеш-пам'яті. У випадку неправильної контрольної суми виконується внутрішній скидання і встановлюється біт IRESS в регістрі CPU_SCR1, свідчить, що процес початкової ініціалізації виконувався неодноразово. Функція SWBootReset може бути викликана програмно - для цього необхідно встановити в нульове значення регістр-акумулятор процесора і виконати посібник SSC.

2.3.2.8 Схема контролю напруги живлення

Схема контролю напруги живлення (Low Voltage Detect, LVD) контролює напругу на контакті Vdd і викликає переривання при його падінні нижче порогу, обраного користувачем в регістрі VLT_CR. Крім того, ця ж схема може

викликати пониження тактової частоти процесора при падінні напруги, якщо встановлений біт LVDTBEN.

2.3.2.9 Імпульсний регулятор підвищення напруги

Вбудований імпульсний регулятор підвищення напруги (Switch Mode Pump, SMP) призначений для генерації живлячої напруги Vdd при використанні батарейного живлення. При включенні мікросхеми PSoC пі до тих пір, поки напруга на контакті живлення Vdd не досягне порогового рівня схеми POR, всі внутрішні схеми PSoC утримуються у вимкненому стані. Для його реалізації необхідні три зовнішніх компонента - індуктивність, діод і конденсатор. При замкнутому ключі SMP електрична енергія накопичується в індуктивності, а при розмиканні заряджає конденсатор. Ключ переключається з частотою 1,3 МГц (Шпаруватість 50%), завдяки чому напруга на конденсаторі досягає необхідного рівня, заданого в регістрі VLT_CR.

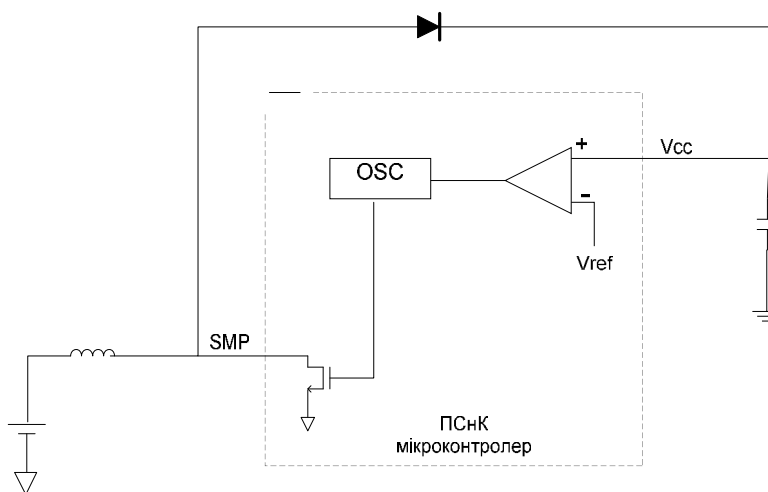


Рисунок 2.6 - Регулятор підвищення напруги.

2.3.2.10. Сенсор температури

Внутрішній формувач опорної напруги Vbandgap представляє собою схему, що створює опорну напругу 1,3 В з напруги забороненої зони напівпровідника, рівного 1,2 В. Крім буфера, що формує опорне напруга, цей блок містить і схему вибірки-зберігання, виконану на КМОП-ключі і

конденсатори, що дозволяє використовувати опорну напругу при вимкненому буфері. Крім опорної напруги цей блок формує пропорційну температурі напругу, тобто є вбудованим сенсором температури. Ця напруга змінюється на 3 мВ при зміні температури тури на 1 ° С. Даний температурно-залежність ний вихід блоку приєднаний до одного з входів аналогового блоку ASC21, що дозволяє в програмі відстежувати зміни температури кристала. Однак оскільки це температурно-залежна напруга формуються відносно до температури абсолютного нуля (-273 ° С), то присутній досить велике зміщення на виході температурного сенсора, оскільки робоча температура PSoC знаходиться в межах від -40 до +85 ° С (+125 ° С). Тому при використанні даного датчика потрібно проводити його калібрування.

2.3.2.11 Флеш-пам'ять

Флеш-пам'ять, крім зберігання власності програми, може бути використана для збереження будь-яких параметрів, стан яких має бути відновлено після включення живлення. Для реалізації записи у флеш-пам'ять можна скористатися бібліотечним модулем емуляції EEPROM, або прямим викликом процедур для виконання очищення і запису блоку, що знаходяться в SRAM. Другий варіант може виявитися більш кращим, якщо потрібно зменшити розмір програми, оскільки модуль емуляції EEPROM дозволяє змінювати тільки до обраної кількості байт в блоці флеш-пам'яті, але ціною чималих витрат ОЗУ і пам'яті програм. Використовуючи виклики процедур з SRAM, можна заощадити до кілобайта в обсязі коду програми. Виклик даних функцій не представляє ніяких складностей . Для цих операцій необхідно розрахувати значення довжини імпульсів програмування (CLOCKW) і очищення (CLOCKE), а також величини затримки DELAY. Ці параметри залежать від температури, від частоти роботи процесора і індивідуальних особливостей чіпу (рис. 10) і потрібні для вибору оптимальних значень при «прошивці» флеш-пам'яті, яка виконується для продовження терміну служби пам'яті цього типу. Параметри M, B іMult можна отримати, викликавши

знаходиться в SRAM функцію читання калібрувальних таблиць TableRead. Значення температури можна отримати від згаданого вбудованого датчика, або задавши його константою.

У даному прикладі для виконання функцій з SRAM використовується макровизначення SSC_Action, оголошене у файлі m8ssc.inc. Слід не забувати про те, що за замовчуванням в проекті, створеному в PSoC Designer, всі блоки флеш-пам'яті захищені від запису. Тому той блок, до якого передбачається здійснювати доступ, потрібно оголосити незахищеним, модифікувавши файл flashsecurity.txt.

Читання збережених даних здійснюється інструкцією gomx.

2.3.3 Багатофункціональна плата розширення (FTMF)

Застосування:

Плата розширення MultiFunction (FTMF) є невідомою частиною PSoC, і декілька датчиків і приводів, які дають можливість легкому експериментуванню:

- 7-елементний повзунок CapSense ;
- датчик наближення CapSense;
- терморезистор;
- датчик рівня розсіяного світла;
- (червоний або зелений або синій) потрійний кластер ;

Роз'єм FTMF також має інтерфейс I2C і чотири невикористані GPIO для того, щоб моделювати в нашій власній системі.

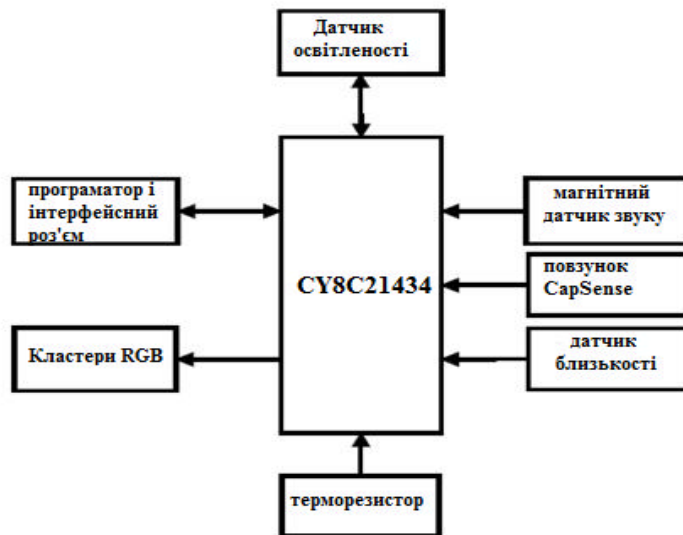


Рисунок 2.7 - Блок-схема FTMF

2.3.4 Плата розширення (FTRF)

Застосування:

- Об'єднана з одним з блоків живлення, вона може діяти як автономний бездротовий вузол CyFi з вбудованим терморезистором для вимірювань температури.
- Плату з її розетковим роз'ємом його можна використовуватися як CyFi PC модуль з низькою споживаною потужністю, щоб додати бездротовий зв'язок до плат, які з'єднані з нею. Наприклад, під'єднана багатофункціональна плата розширення (FTMF) до карти FTRF дозволяє нам за допомогою бездротових технологій передати значення датчики на FTMF до PC.
- Її штекерний роз'єм має інтерфейс I2C і невикористаний GPIOs. Це дозволяє нам використовувати FTRF як CyFi PC модуль з низькою споживаною потужністю для того, щоб моделювати у нашій власній системі.

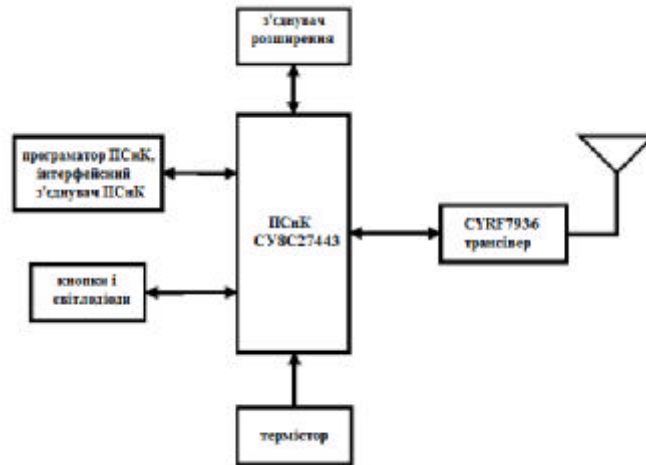


Рисунок 2.8 - Блок-схема FTRF

2.3.4 Блок живлення (AAA)

Блок живлення (AAA) містить 2 батареї класу AAA, і може використовуватися, щоб привести в дію або FTRF, FTMF, або обидва блоки послідовно.

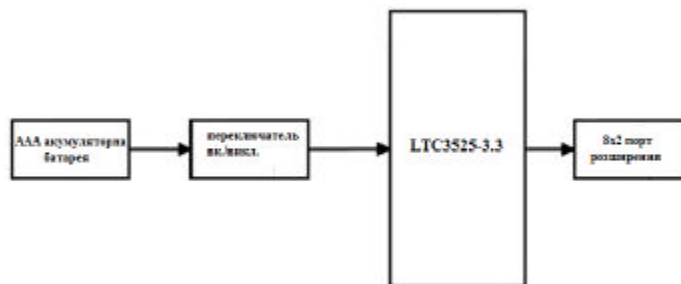


Рисунок 2.9 - Блок схема блоку живлення (AAA)

2.3.5 Блок живлення (CR2032)

Блок живлення CR2032 містить батарею CR2032, і може використовуватися, щоб привести в дію FTRF з ультра низькою споживаною потужністю.

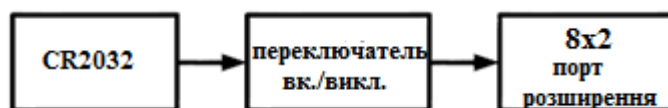


Рисунок 2.10 - Блок схема блоку живлення (CR2032)

2.3.6 Прийомопередавач CYRF7936

CYRF7936 CyFi™ прийомопередавач, розроблений для вбудованих додатків бездротового зв'язку низької потужності. Він може використовуватися тільки з програмованою системою на мікросхемі PSoC Cypress. Об'єднаний з PSoC і стеком мережевого протоколу CyFi, CYRF7936 може використовуватися, щоб реалізувати повну безпроводну систему CyFi.

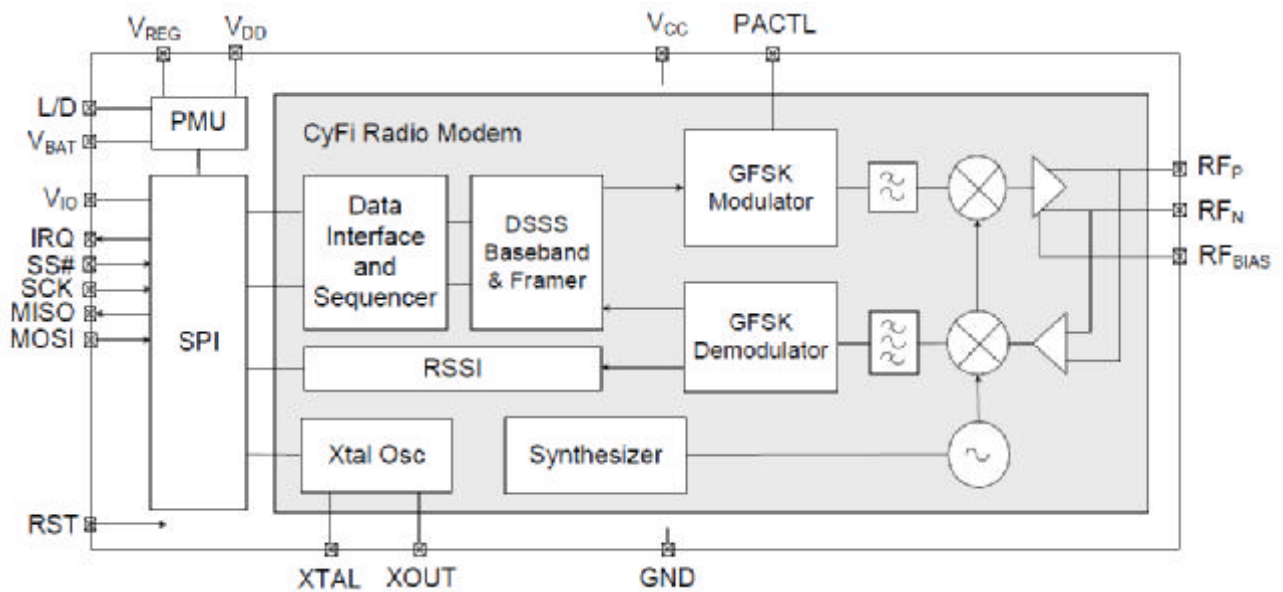


Рисунок 2.11 - Функціональна схема мікросхеми CYRF7936

Опції:

- Працює в неліцензованому, в усьому світі індустріальному, науковому, і медичний (ISM) смуга (2.400 ГГц до 2.483 ГГц)
- операційний струм 21 мА
- живлення до +4 dBm
- чутливість до -97 dBm
- струм в режимі сну менше ніж 1 мА
- DSSS швидкості передачі даних до 250 Кбіт / с, Гауссова частота - hft маніпулювання (GFSK) швидкість передачі даних 1 Мбіт / с
- розширений спектр прямої послідовності на 2.4 ГГц (DSSS) прийомопередатчик радіо

- низька кількість зовнішніх компонентів
- автоматичний секвенсер транзакції (ATS) - ніяке втручання MCU
- структурування, довжина, CRC16, і автоматичний підтверджують (АСК)
- блок живлення (PMU) для MCU
- швидко запускаються і швидко утворюють канал зміни
- розділяють 16-байтове передачу і отримують FIFOs
- динамічний прийом швидкості передачі даних
- отримують індикацію потужності сигналу (RSSI)
- інтерфейс мікроконтролера SPI на 4 МГц
- підтримує програми, якими виконують керування батареєю
- операційний напруга від 1.8 V до 3.6 V
- робоча температура від -10 ° C до 55 ° C

Сфери використання:

- Бездротові сенсорні мережі.
- Бездротове управління приводом.
- Домашня автоматизація.
- Комерційна автоматизація будівлі.
- Автоматичні зчитувачі метражу.
- Сільське господарство.
- Пульти дистанційного керування.
- Побутова електроніка.
- Персональне здоров'я та придатність.
- Іграшки.

2.3.7 Параметри енергоспоживання та живлення CYRF7936

Мікросхеми Cypress WirelessUSB LP (Low power) були розроблені для систем в яких один вузол має зовнішнє живлення(розетка) а решта живиться від батарей. Отже немало роль відіграє енергоспоживання.

Мікросхеми сімейства Cypress WirelessUSB LP можуть працювати на напругах 1,8 – 3,6 В. Також вони мають як складову частину пристрій контролю за живленням (PMU, power management unit) що може бути сконфігурований для подачі на решту пристрою напруги певної величини. Окрема мікросхема CYRF69213 має вбудований регулятор і може подавати сама на себе і на решту плати 3,3 В з 5 В що подаються на вхід.

Технологія Auto-Transaction Sequencer™ керує всім процесом передачі пакетів, скорочуючи час перебування пристрою в режимі високого енергоспоживання. Частина протоколу реалізована апаратно (фреймування, автоматична перевірка).

Пікове споживання 26 мА з радіаційною потужністю -0 дБм доступне лише під час пакетної передачі. Решту часу - енергозберігаючі режими. На малюнку нижче наведені основні параметри споживання струму під час нормальної роботи пристрою (рисунок 2.12) Параметри тактової частоти залежать від конфігурації мікросхеми, швидкості шини SPI, а також часу відгуку віддаленого вузла.

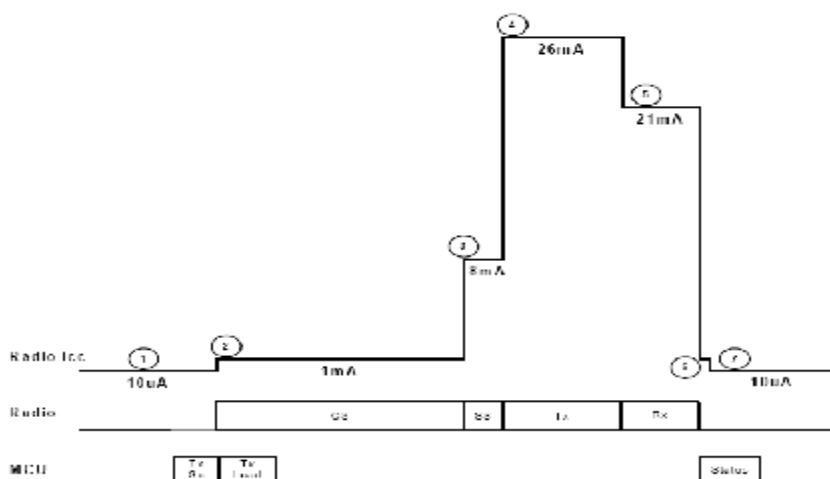


Рисунок 2.12 - Струмоспоживання під час відсилки пакету

На рисунку 2.12 показано: 1 - режим сну - генератор зупинений; 2 - починає працювати генератор (менше 1 мс), завантажуються дані, що надсилаються; 3 - генератор стабілізований - синтезатор запускається; 4 - синтезатор налаштований на задану частоту (менше 100 мкс) - передавач запускається

автоматично; 5 - передача завершена (до 500 мкс) - перехід на пакет перевірки АСК в очікуванні отримання; 6 - отриманий пакет АСК - перехід в режим очікування; 7- Сон (якщо встановлено).

2.4 Засоби розробки

Звичайно, що одним з основних факторів вибору середовища і взагалі засобів розробки є рівень ознайомленості з конкретним середовищем і досвід його використання, проте я вирішив не шукати легких шляхів і свій проект я зробив на новому і цікавому середовищі PSoC Designer.

2.4.1 Середовище проектування PSoC Designer

Спочатку користувач вибирає готові модулі, які можна помістити в один або кілька блоків з бібліотеки. Кожен блок має документ і опис API, тобто набір функцій, які необхідно викликати для роботи з модулем. Також серед модулів користувача є загальні бібліотечні функції, модулі, які не змінюють конфігурацію блоків і зв'язок між блоками. При виборі блоку показується, скільки ресурсів (конфігурованих блоків, пам'яті програм, змінних в пам'яті даних) буде потрібно при використанні даного модуля. Потім користувач розміщує вибрані модулі в блоках і переходить до фази проектування, яка з'єднується один з одним і з входом-виводом.

Можливо створення реформуються проектів, що містять кілька конфігурацій. У цьому випадку кількість ресурсів, яка займається певними модулями, може перевищувати можливості чіпа, так як один і той же блок може використовуватися в різні моменти часу різними користувацькими модулями. Кількість конфігурацій обмежено тільки вільною пам'яттю кристала.

Після цього запускається процес генерації додатків, що створює бібліотеки та заголовні файли. Під час генерації програми перевіряється відсутність помилок проектування. Також створюється «скелет» програми, який буде використовуватися для написання програм, що працюють з отриманими

додатковими пристроями. Конфігурація — це програма, яка завантажує відповідні значення в просторовий регістр конфігурації для процесу. Якщо використовується одна конфігурація, то ця програма виконується один раз при запуску. Якщо створено кілька конфігурацій, то, викликаючи відповідні функції API, їх можна завантажувати і вивантажувати з необхідності. Враховуючи те, що конфігурація займає небагато програмної пам'яті, можливості PSoC навіть з невеликою кількістю конфігурованих блоків можуть бути дуже непоганими. Наступним кроком є розробка користувачького додатка, який працює подібно до пристрою з «жорстким» аксесуаром. Потім він виконує процедуру компіляції коду «make». Для налагодження потрібний внутрішньосхемний емулятор. Емулятор не використовує прийняту дефакто методику використання JTAG, а ґрунтується на емуляційних кристалах. Мінусом такого підходу є більш висока вартість засобів розробки. Але такий емулятор не обмежений швидкістю обміну по JTAG і забезпечує виконання трасування без впливу на відлагоджувану програму. Тобто налагодження таким способом ведеться в реальному часу. Зовні емулятор представляє собою коробочку, що підключається до LPT-порту(нові версії комплектуються перехідником для підключення до USB); до цієї коробки і підключається емуляційна головка (POD) з встановленим емуляційним кристалом. До емуляційної голівки підключаються різні перехідники (адаптери), які дозволяють налагоджувати пристрій з будь-яким типом корпусу. Ще один елемент, входить в комплект емулятора - це маска (MASK). Ця маска закриває невикористані контакти емуляційної головки при роботі з адаптерами мікросхем, що мають різну кількість ніжок.

PSoC Designer – це два інструмента в одному. Він поєднує повнофункціональне інтегроване середовище розробки з потужним візуальним інтерфейсом програмування для того, щоб створити вбудовані системи для Cypress PSoC® Mixed-Signal Controllers і Programmable System-on-Chip™. Якщо сказати коротко, то це програма, в якій створюються, розробляються, редагуються і налагоджуються всі проекти PSoC.

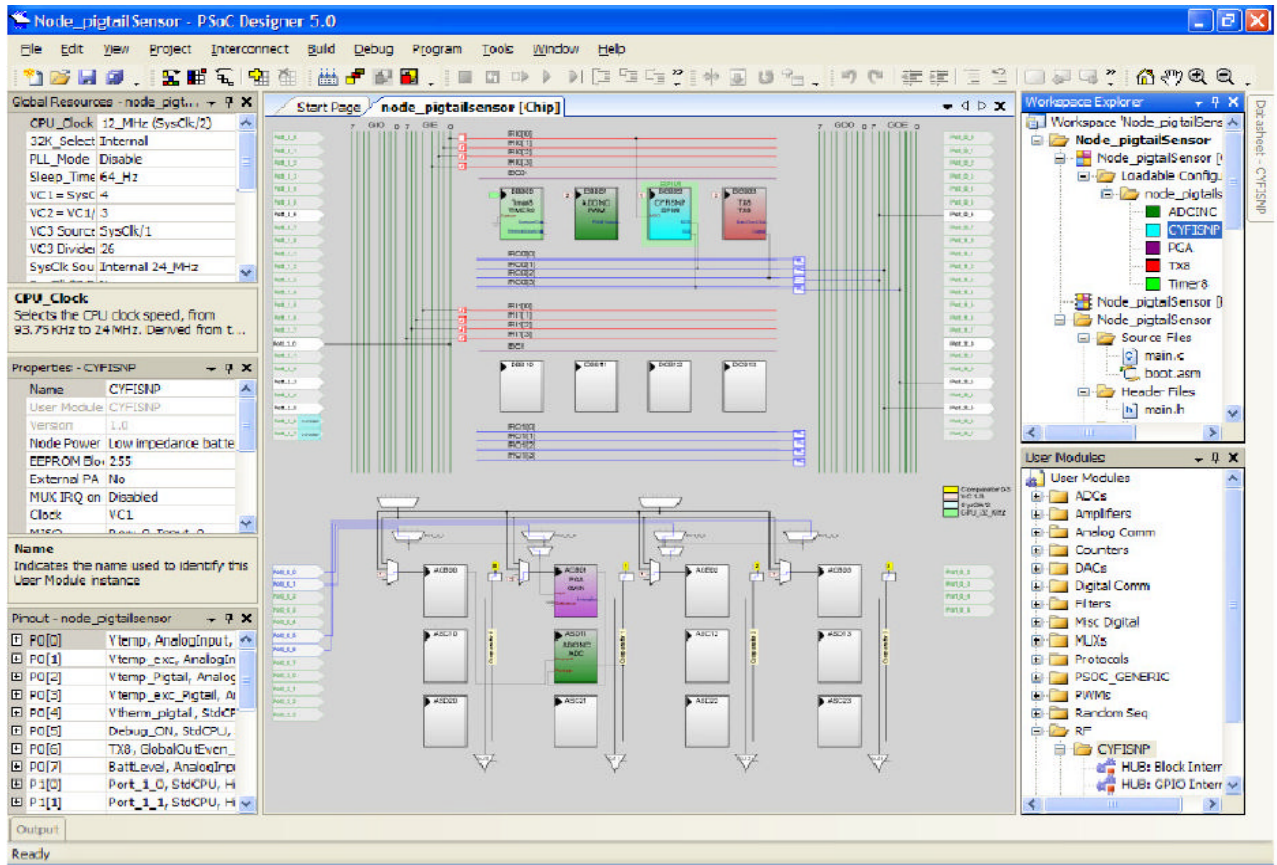


Рисунок 2.13 - Вікно PSoC Designer

2.4.2 PSoC Programmer

Це гнучкий інтегрований додаток програмування Cypress для програмування пристроїв PSoC.

PSoC Programmer може виконуватися як автономний додаток або може бути викликаний як COM-об'єкт з інших програм. Інтерфейс PSoC Programmer гнучкий і може бути представлений зсередини інших програм. Є кілька різних інтерфейсів, які Ви можете вибрати відповідно до Ваших потреб і переваг та потреб Вашої програми з меню View.

Один з варіантів – вигляд Simple(простий).ві був розроблений,для виклику з іншої програми,яка передає всі параметри конфігурації PSoC Programmer-у,коли він викликається. Щоб зберегти інтерфейс простим, опції для сімейства задаючого пристрою, пристрої, налаштувань живлення, і інших опцій приховані в цьому інтерфейсі. Якщо Ви хотіли б використовувати просте

уявлення як автономного програміста, Ви повинні перейти на Modern або Classic вигляди, щоб встановити ці опції. Всі опції збережені при перемиканні уявлень.

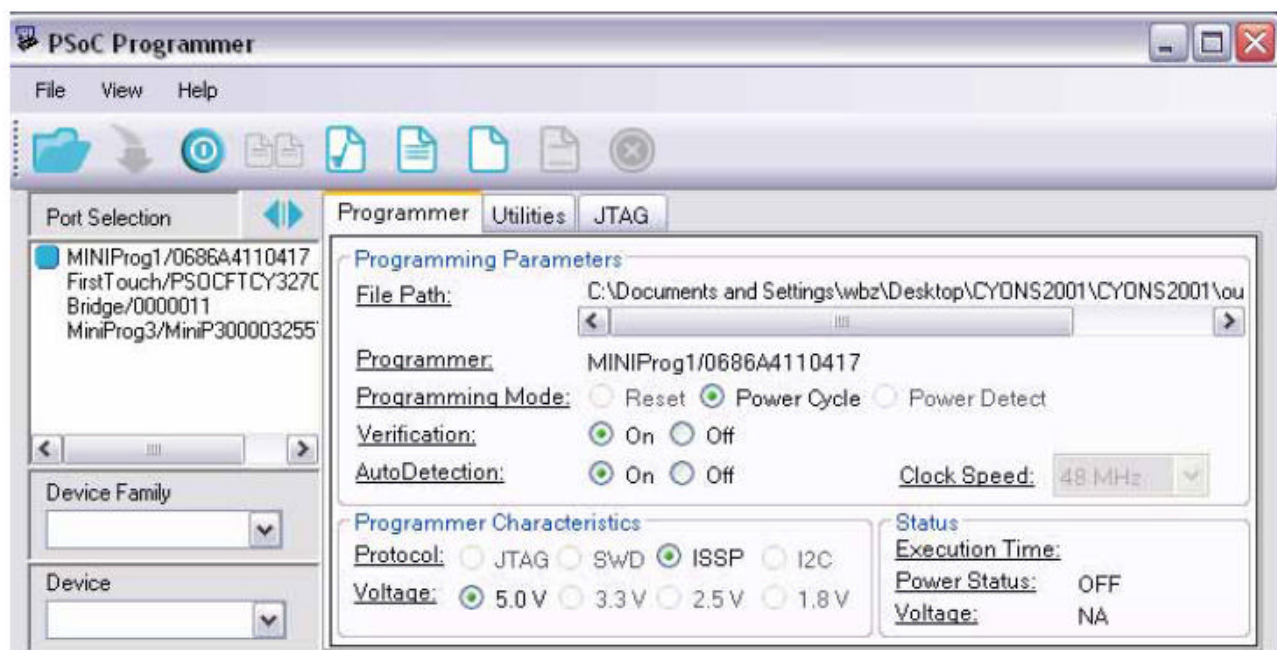


Рисунок 2.14 - Вікно PSoC Programmer

Щоб вибрати порт, потрібно клікнути на порт, який ми збираємося під'єднувати до програмованого пристрою.

При зміні портів PSoC Programmer намагається з'єднатися з обраним портом і виводить на екран стан порту у правому нижньому куті вікна. Якщо Ви були раніше з'єднані з пристроєм на інший порт, PSoC Programmer від'єднується від вихідного пристрою перш, ніж з'єднатися з новим.

Порти USB додані до списку порту автоматично, коли пристрій програмування з'єднується і видаляється зі списку.

Установка базового і часткового пристрою дозволяє операціями програмування виконувати дії, засновані на характеристиках пристрою PSoC. Наприклад, частини CY8C24794 вимагають Power Cycle Programming Mode тому що контакт скидання не доступний для режиму скидання програмування.

Розміри флеш визначається при виборі пристрою PSoC. Розмір флеш важливий, коли виконується перевірка роботи.

За замовчуванням PSoC Programmer встановлений в AutoDetect пристрій. Programmer запросить пристрій і набір пристроїв, заснованих на результаті. Ви можете лише натиснути кнопку Program, коли Ви готові до програмування і належні пристрої будуть вибрані.

Щоб вибрати пристрій з AutoDetect потрібно:

1. Клацнути по випадальному списку сімейства пристроїв та вибрати цільове сімейство пристрою.

2. Клацнути по випадальному полю пристрою і вибрати цільовий пристрій, пов'язаний з цільовим сімейством пристрою.

Потім вибирається режим програмування. Він вибирається тоді, коли PSoC Programmer отримує пристрій для того, щоб програмувати.

Є три режими:

- Скидання – використовується для програмування заголовка в платі з автономним джерелом живлення . У цьому режимі, цільова плата запасе енергію і програмер використовує контакт скидання, щоб її отримати.

- Цикл включення і виключення живлення - використовується для того, щоб програмер отримував енергію ,коли вимагає її. Для цього він запускає круговий процес.

- Виявлення енергії - використовується для того, щоб запрограмувати, коли програміст виявляє живлення, що застосовується до плати.

Тактова частота для MiniProg3 вибирається, якщо Ви використовуєте JTAG Протоколу. Можна обрати такі тактові частоти: 48 мгц, 24 мгц, 16 мгц, 12 мгц, 8 мгц, 6 мгц, 3,2 мгц, 3.0 мгц, 1,6 мгц, і 1,5 МГц.

Щоб запрограмувати пристрій потрібно:

1. Завантажте файл HEX.

2. Клацніть по Connect.

3. Клацніть по Program або натискання [F5]

Робота програми стирає, перевіряє, захищає, і обчислює контрольну суму. Перевірені виконується до того, як виконується захист, таким чином перевіряються всі блоки.

Вимкнення перевірки. Коли Ви налагоджує свою програму, Ви можете робити зміни, відновлювати і перепрограмувати пристрій дуже часто. Щоб заощадити деякий час під час цього процесу, Ви можете вимкнути перевірку. Це зберігає приблизно 30% повного часу програмування. Для продуктивного програмування вимикати перевірку не потрібно.

Перевірка процесу програмування.

Для перевірки програмування пристрою клацають по Утиліті>, перевірити або натискають [F8]. Це відрізняється від перевірки, зробленої автоматично під час програмування, оскільки захищені блоки не перевіряються. Якщо пристрій зчитано, то операція перевірки не відбувається. На закінчення, PSoC Programmer визначає число захищених блоків. Результати перевірки процедури заповнюють текстове вікно.

Щоб зберегти або скопіювати результати клацають правою кнопкою по текстовому вікна і вибирають Copy або Save As із випадального меню.

PSoC Programmer пропонує користувачам простий GUI, який з'єднується з програмними апаратними засобами, щоб програмувати і сконфігурувати PSoC, таймери, і конфігуровані пристрої стандартної функції. Також, якщо з PSoC Programmer є Bridge Control Panel, який може використовуватися, щоб налагодити, зобразити у вигляді графіка і зареєструвати послідовну передачу даних I2C, використовуючи різне підтримуване програмне забезпечення Кипариса. PSoC Programmer також надає апаратний рівень клієнтам, щоб розробити прикладні програми або використовувати існуючі приклади коду для того, щоб протестувати проекти апаратні засоби.

PSoC Programmer підтримує і PSoC Creator і PSoC Designer в єдиній установці.

2.4.3 Cypress Sense and Control Dashboard (SCD)

Це додаток, який використовується для того, щоб з'єднувати один або кілька датчиків до персональних комп'ютерів орієнтованих на Windows. SCD

включає реєстрації даних і контроль з'єднаних проводом і бездротових датчиків створених в PSoC.

Деякі функції SCD включають реєстрацію даних, калібрування, аварійні сигнали, і агрегацію даних від декількох датчиків. В CY3271, SCD використовується, щоб за допомогою бездротових технологій отримати дані від датчиків, з'єднаних з PC, використовуючи плату розширення RF.

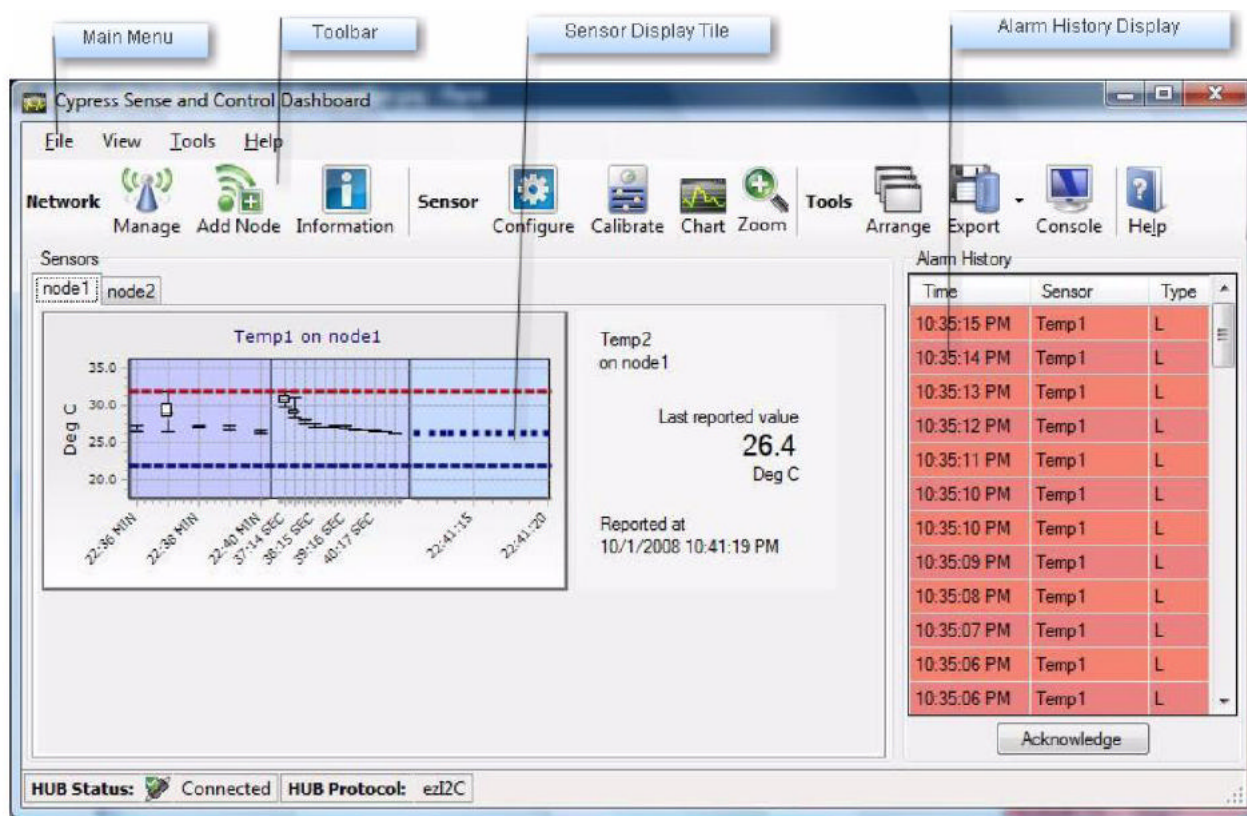


Рисунок 2.15 - Головне вікно SCD

На головному вікні знаходяться дві головні панелі:

- Панель датчика. Ця панель виводить на екран мозаїки датчика і займає ліву частину головного вікна програми. Якщо Ви змінюєте розміри основного вікна програми, панель датчика змінює розміри динамічно в обох осях. Мозаїки датчика заповнюють нижню панель датчика, коли основні показники зменшуються або заповнюють верхню панель датчика, оскільки основні показники збільшуються.

•Історія аварійних сигналів. Таблиця історії аварійного сигналу знаходиться праворуч від основного вікна програми. Ця таблиця виводить на екран "Час" (мітка часу аварійного сигналу), «Датчик» (ім'я датчика, який ініціював аварійний сигнал), і "Тип" (Н або L, залежно від того, чи були ініційовані високий чи низький аварійний сигнал.) Нові аварійні сигнали виводяться нагорі таблиці.

Кнопка Acknowledge дозволяє візуальне диференціювання між новими аварійними сигналами і вже затвердженими аварійними сигналами. Коли Ви натискаєте кнопку Acknowledge, поточний колір зміни аварійноє сигнали так, щоб вхідні аварійні сигнали відрізнялися від старих. Підтверджені аварійні сигнали з'являються з сірим фоном, і в невизнаних є червоний фон.

У кожного датчика, контрольованого SCD, може бути відповідна мозаїка , розташована в панелі датчика основного вікна програми. Мозаїка датчика виводить на екран дані датчика в графіку текстового формату.

Властивості мозаїки датчика графіка:

- Ім'я датчика відображено в заголовку мозаїки датчика графіка.
- Масштаб Осі Y коригується динамічно, без втручання користувача, щоб розмістити діапазон графічного дані.
- Реальний час, нецілісні дані зображені у вигляді графіка, оскільки квадрат відзначає точкою щодо мітки часу, в якій це було записано. Точки даних переміщують графік вліво або вправо в залежності від протікання часу.
- Якщо високі або низькі аварійні сигнали визначені для датчика, вони представлені на графіку як горизонтальні рядки в значеннях з меж аварійного сигналу. Сині лінії на екрані – це нижня межа аварійних сигналів, червона лінія – верхня.

Якщо Ви обираєте текстову опцію для дисплея мозаїки датчика, то мозаїка датчика дивиться наступним чином:

- Текстова мозаїка датчика виводить на екран ім'я датчика у верхньому лівому кутку, вирівняному по лівому краю. Якщо датчик знаходиться на сайті, то заголовок буде "[Ім'я Датчика] на [Ім'я вузла]".
- Числове значення останньої точки даних, про яку повідомляє ІД датчика, виведений на екран як текст.
- Датчик фізичний модуль виведений на екран нижче числового значення останніх даних, про які повідомляє датчик.
- Мітка часу точки даних виведена на екран у нижньому лівому кутку текстової мозаїки датчика.

Мозаїки дисплея датчика можна перебудувати, використовуючи діалогове вікно Re-arrange. Це діалогове вікно викликано, використовуючи Tools > Re-arrange Tiles > пункт меню Sensors. Опція Re-arrangement Tiles доступна тільки з заснованим на прокручуванні інтерфейсом.

Щоб додати новий вузол або відредагувати мережну конфігурацію потрібно вибрати File > New Network Configuration або натиснути Manage Network з панелі інструментів. Обидва варіанти відкривають діалогове вікно управління мережею.

Якщо Ви нажимаєте кнопку Finish, мастер з'єднання вузлів припиняє свою роботу. Якщо Ви хочете редагувати вузли й надалі, то переконайтесь чи стоїть прапорець біля пункту Node configuration. Щоб зберегти Вашу мережну конфігурацію, використовуйте File > Save Configuration або File > Save Configuration As. Конфігурація мережі збережена як XML-файл.

В даному розділі детально розглянутий набір CY3271 PSoC® FirstTouch™ Starter Kit with CyFi™ Low-Power RF, зокрема, плати міст (FTPC), багатофункціональна плата розширення (FTMF), плата розширення (FTRF), блок живлення (AAA), блок живлення CR2032. Описано програмне забезпечення Cypress, що дає змогу працювати з мікросхемами PSoC: PSoC Designer, PSoC Programmer і PSoC SND.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Системи на кристалі

За останнє десятиліття швидко розвивалися нові галузі проектування електронного обладнання, наприклад, проектування обладнання на основі чіпів (СнК). У сучасній технічній літературі розроблено таке визначення СнК: СнК – це VLSI, що містить повний набір функціональних блоків, інтегрованих на кристалі для самостійного використання в електронному обладнанні. Найбільш поширене використання такої схеми для різноманітних вбудованих систем. СнК може містити як цифрові, так і аналогові вузли. Основним цифровим вузлом зазвичай є процесор, що виконує обробку цифрових даних і сигналів програмним забезпеченням. Для виконання певної функції СнК має безліч цифрових вузлів і аналогових схем, які націлені на конкретні області застосування СнК. Прикладами таких периферійних вузлів, залежно від використання СнК, є різні таймери, лічильники, логічні елементи, ЦАП, АЦП тощо. Різні типи модулів пам'яті (SRAM, DRAM, Flash, ROM, EEPROM) можуть бути вставлені або підключені до СнК як зовнішні блоки. Зв'язок із зовнішнім середовищем здійснюється за допомогою послідовних або паралельних портів, а також комунікаційного інтерфейсу. Конфігурація вузлів СнК визначається їх функціональним призначенням. Розташування з'єднань між системними вузлами може бути дуже різноманітним, наприклад, використовувати стандартну шину (наприклад, AMBA) або виділений локальний інтерфейс. Сьогодні кристалічні системи займають один з найбільших сегментів ринку мікроелектроніки.

Це пояснюється великим інтересом як основних виробників СнК, так і інженерів-розробників, які використовують СнК, таких як Texas Instruments,

Analog Devices, Altera, Atmel, Xilinx, Cirrus Logic, Cypress, NXP, RDC, Sharp, Marvell, NetSilicon та інші.

3.2 Програмовані системи на кристалі

Одним із способів класифікації СнК є їх класифікація за типом бази елементів, які використовуються для їх реалізації. Вибір елементної бази визначається кількістю кінцевих виробів, часом проектування, складністю СнК тощо. Однією з найпоширеніших класифікацій СнК є чіп-програмована система (ПСнК). ПСнК зазвичай розуміється як мікросхема з інтегрованим процесором, пам'яттю, логікою та периферійними пристроями. У цьому випадку остаточна конфігурація ПСнК програмується інженером під конкретне завдання. Клас ПСнК можна розділити на однорідні та блочні системні підкласи. В одному і тому ж ПСнК одні й ті ж кристалічні зони можуть використовуватися для реалізації різних функцій під час програмування. Зазвичай розробник сам розміщує необхідні функціональні вузли на кристалі, вузол, який називається м'яким ядром. Для проектування такої системи можна використовувати блоки інтелектуальної власності (Intellectual Property, IP) – готове ядро, яке реалізує певні функції. Один тип MSP має високу гнучкість і універсальність застосування, але отримання IP-ядра вимагає значних фінансових витрат. У реалізації апаратного блоку ПСнК так зване тверде ядро, тобто кристалічні поля, призначені для виконання специфічних функцій, які виконує технологія ASIC. Реалізація твердотільного ядра зменшує універсальність, але зменшує площу кристала та значно підвищує продуктивність системи в цілому.

З появою програмованих систем на кристалі (PSoC) фірми Cypress розробники отримали потужний інструмент для проектування (систему на кристалі по це- не 8-бітного мікроконтролера). У чіпах PSoC вбудовані масиви аналогових і цифрових блоків, на порядок більше функціональних, ніж фіксована периферія. Такі стандартні елементи мікроконтролерів, як АЦП,

ЦАП, таймери, ічильники, шин, UART, легко реалізуються в PSoC. Крім того, елементи, зазвичай не входять до складу 8-бітних мікроконтролерів, наприклад фільтри, підсилювачі, генератори випадкових чисел також можна розмістити в цих чіпах. Відповідно, одна мікросхема PSoC замінює декілька компонентів схеми, побудованої на стандартних мікроконтролерах. Всі функції, внутрішнє сполучення, внутрішня конфігурація і навіть контакти вводу/ виводу перепрограмується користувачем. Дані системи – ідеальний варіант для обробки сигналів з різними типами датчиків. Аналогова периферія PSoC фірми Cypress дозволяє легко посилювати і оцифровувати аналогові сигнали. Крім того, наявні в бібліотеці готові модулі API-функцій для управління LCD-індикатором зі стандартним протоколом Hitachi HD44780, які дозволяють без зусиль відобразити вимірювані величини.

3.3 Побудова мережі

Розроблено три типи вузлів бездротової мережі:

- Датчик - вузол, який передає інформацію від внутрішнього датчика. Містить передавач Cypress WirelessUSB, датчик температури, датчик освітленості та процесор. Мета: Отримати показники температури на місці та показники освітлення на місці. Передайте цю інформацію хосту.

- Проміжний колектор - вузол, який збирає дані від віддаленого датчика, здійснює зв'язок між віддаленими датчиками та передає всю збережену інформацію до кінцевого колектора. Містить передавач Cypress WirelessUSB і процесор. Призначення: отримувати дані від віддаленого датчика і, при необхідності, передавати їх на інший датчик для відображення даних, отриманих від одного датчика. Синхронізуйте роботу між вузлами мережі. Вся отримана інформація відправляється на кінцевий пристрій збору даних
Джерело живлення: Блок живлення розрахований на 220 В.

- Термінальний колектор - вузол, який збирає всю інформацію від датчика і передає її на комп'ютер. Містить передавач Cypress WirelessUSB і

центральний процесор з вбудованим інтерфейсом USB HID. Призначення: отримувати дані від проміжного вузла збору даних, тобто всі дані від віддаленого датчика, і зберігати, аналізувати та обробляти їх на комп'ютері через USB. Живлення: USB-порт комп'ютера.

Вузол-сенсор - це вузол в бездротовій сенсорній мережі, яка здатна до виконання деякої обробки, збору сенсорної інформації та передачі з іншими з'єднаними вузлами в мережі. Іншими словами вузли датчика - стандартні блоки для сенсорної мережі.

Основні компоненти вузла-сенсора - мікроконтролер, прийомопередавач, зовнішня пам'ять, джерело живлення і один або більше датчиків.

3.3.1. Мікроконтролер

Мікроконтролер виконує завдання, обробляє дані і управляє функціональністю інших компонентів у вузлів-сенсорів. Він є найбільш підходящий при виборі для вузла-сенсора. Мікроконтролери - найкращі варіанти для вбудованих систем. Через їх гнучкості при з'єднатися з іншими пристроями, програмована, споживана потужність менше, оскільки ці пристрої можуть "заснути" і частина контролера може бути активною. У мікропроцесорі загального призначення споживана потужність - більше ніж мікроконтроллер, тому це не підходящий вибір для вузла-сенсора. Цифрові сигнальні процесори є підходящими для широкосмугового бездротового зв'язку. Але в бездротовій сенсорній мережі, бездротовий зв'язок повинен бути скромним тобто, більш простий, легше виконувати завдання модуляції і обробки сигналів фактичного виявлення даних. Тому переваги DSP не так дуже важливі до бездротового вузла-сенсора.

3.3.2. Прийомопередавач

Є різні варіанти бездротових середовищ передачі - радіочастота, оптичний зв'язок (Лазер) і інфрачервоне випромінювання. Лазер вимагає меншої кількості енергії, але потребує відповідний кут огляду для передачі і

також чутливий до атмосферних умов. Інфрачервоне випромінювання як лазер, не потребує ніякої антени, але обмежена в її ширококомовній ємності. Радіочастота (РЧ) є найбільш релевантною і вона відповідає більшості програм WSN. Функціональність передавача та одержувача об'єднана в єдиний пристрій.

3.3.3. Зовнішня пам'ять

З енергетичної точки зору найбільш відповідними видами пам'яті є пам'ять на мікросхемі мікроконтролера і флеш-пам'яті. Флеш-пам'ять використовується через її вартості і ємність зберігання. Вимоги до пам'яті є дуже залежними від програми.

3.3.4. Джерело живлення

Споживана потужність у вузлі датчика використовується для виявлення, передачі та обробки даних. Більше енергії потрібно для передачі даних у вузлі датчика. Енергетичні витрати для виявлення і обробки даних є меншими. Витрати енергії передачі зазвичай високі в порівнянні з іншим, а саме, розпізнання і обробки даних. Батареї - основне джерело живлення для вузлів датчика. Дві головних використовуваних політики економії електроенергії є динамічним управлінням живленням (DPM) і динамічним масштабування напруги (DVS). DPM піклується про завершення роботи частин вузла-датчика, які зараз не використовуються або не активні. Схема DVS змінює рівні потужності в залежності від недетермінованої робочого навантаження. Змінюючи напругу поряд з частотою, можливо отримати квадратне скорочення споживаної потужності.

3.3.5. Датчики

Датчики - пристрої, які вимірюють фізичні стани такі як температура і тиск. Датчики виявляють або вимірюють фізичні дані про область, яка буде контролюватися. Безперервний аналоговий сигнал, виявлений датчиками,

оцифрований аналого-цифровим перетворювачем відправляється до контролерів для подальшої обробки. Характеристики та вимоги вузла-датчика повинні бути невеликими, витратити надзвичайно низьку енергію, працювати у високій об'ємній щільності, і бути адаптивними до середовища.

3.4. Стек протоколів CyFiSNP

CyFiSNP - CyFi Start Network Protocol - мозок рішення CyFi. Протокол виконаний на пристрої PSoC і містить алгоритми і дії, яким підпорядковується PSoC, при управлінні прийомопередавача CyFi і максимізує надійність і ефективність живлення в бездротовій системі.

Стек протоколів реалізовує функціональність вузла безпроводної мережі з топологією "Зірки", яка складається з одного хаба і до 250 вузлів. Він забезпечує надійні два шляхи передачі між концентратором і вузлом. Динамічна швидкість передачі даних до 1 Мбіт / с), вихідна потужність відповідно до рівня шуму каналу і рівня пакетних втрат.

Функціональний опис:

Вузол: будову PSoC з радіопередавачем та іншими апаратними засобами, які передають дані за допомогою бездротових технологій до концентратора.

Концентратор: пристрій PSoC з радіо, який отримує дані за допомогою бездротових технологій від одного або більше вузлів.

Виробничий ID: Кожен радіомодем CyFi містить 4-байтовий виробничий ID (MID), який був нанесений лазером під час виробництва.

Адресація: у кожного вузла мережі є 8-розрядний ID пристрою, який коливається від 1 до 250 (ID пристрою 0 зарезервований). ID пристрою передається до додатку як частина пакетної структури.

При початковому з'єднанні вузол запрошує від концентратора ID чи може назначити власний ID пристрою.

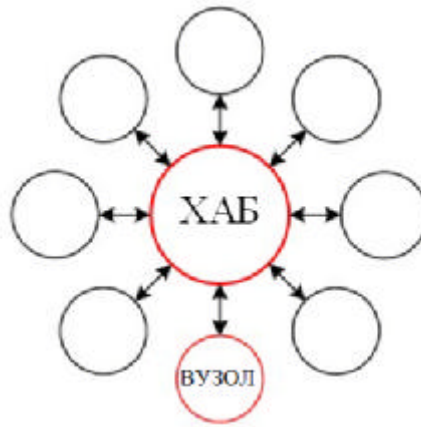


Рисунок 3.1 - Схема мережі з СуFiSNP

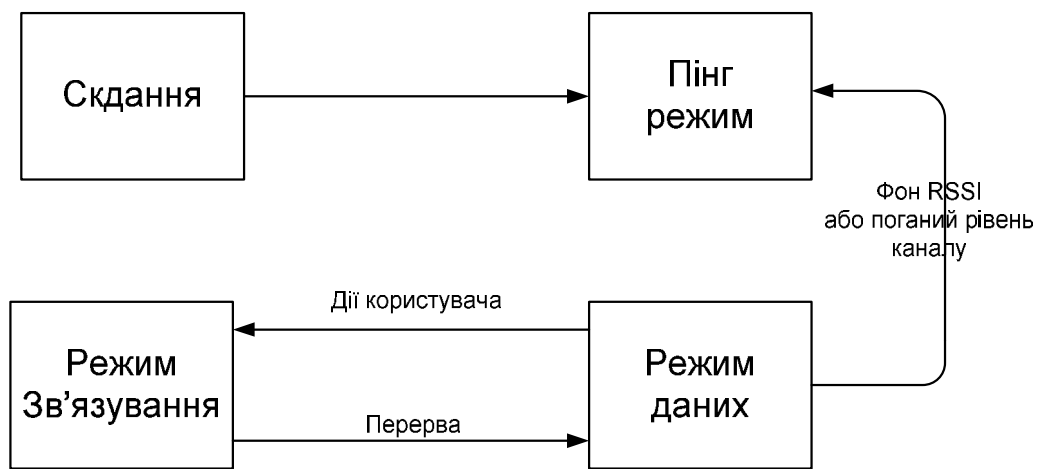


Рисунок 3.2 - Алгоритм роботи концентратора

Режим Ping використовується концентратором, щоб знайти доступний канал; канали недоступні, якщо вони використовуються іншим концентратором з тим же самим SOP-кодом, або якщо є шум, що перевищує норму на каналі. Після прибуття в новий канал концентратор бере 32 вибірки RSSI(Receive Signal Strength Indicator) і якщо якась вибірка більше ніж інтерференційний поріг, концентратор йде в інший канал в підмножину. Якщо пройшов один повний цикл через підмножина каналу, то інтерференційний поріг поступово збільшується. Якщо вибірки RSSI показують тихий канал, то концентратор відправляє запит ping. Якщо AutoAck (сигнал успішного виконання)

отриманий, концентратор йде в інший канал в підмножину. В іншому випадку в канал вводиться режим даних.

Режим даних дозволяє даними бути переданими від вузла до концентратора. Концентратор безперервно отримує пакети даних від вузлів. Коли допустимі дані отримані від вузла, концентратор повертає сигнал AutoACK вузлу і відправляє дані далі. Концентратор контролює рівень перешкод і переключається в пінг режим, якщо інтерференційний поріг RSSI досягнутий. Це гарантує, що концентратор працює на тихому каналі і здатний до отримання пакетів від вузлів.

Режим зв'язування зазвичай вмикається по волі користувача. В ньому можна робити починаючи від змін мережних параметрів концентратора до з'єднання мережних параметрів. Концентратор прислуховується до запитів зв'язування на кожному каналі приблизно кожні 320 мс перш, ніж вибрати інший канал, використовуючи алгоритм вибору каналу, щоб пом'якшити інтерференцію каналу. За звичай, перший критичний запит, отриманий концентратором, зберігається з інформацією про вузол в флеш-пам'яті концентратора. В результаті, концентратор повертає дані до вузла по закінченні критичного процесу.

Механізм виходу з критичного режиму дозволяє концентратору розблокувати раніше заблокований вузол. Після цього флеш-пам'ять концентратора обнуляється.

Якщо у вузла є мережеві параметри, збережені в його флеш-пам'яті, то вузол переміщається, щоб режим з'єднання . Якщо ніякі мережеві параметри не доступні, то вузол чекає в неактивному режимі до ініційованої дії користувача.

Режим з'єднання використовується при включенні живлення або при серйозних комунікаційних порушеннях. Після введення режиму підключення вузол використовує параметри мережі концентратора, щоб обрати канал, використовуючи алгоритм вибору каналу. Вузол передає запити підключення. Якщо AutoACK отримано вузол призупиняється і чекає відповіді підключення.

Якщо концентратор в режимі даних отримує запит підключення від одного з його вузлів, це відправляє позитивну відповідь підключення на вузол і скидає його біти послідовності. Якщо вузол отримує позитивну відповідь підключення, він переміщується в режим даних. Якщо вузол не отримує позитивну відповідь підключення, він вибирає інший канал, використовуючи алгоритм вибору каналу і повторює процедуру. Якщо вузол не отримує позитивну відповідь підключення на якомусь із каналів у підмножині, він засинає до певної дії користувача, щоб зекономити енергію

3.5.Проектування температурного датчика

Створення пристрою засобами Cypress було описано в попередньому розділі. Зараз я розкажу більш детально про сам процес.

Після запуску PSoC Designer середовище проектування видає стартову сторінку на якій сказано, як потрібно створювати новий проект. Прослідуювши цим показанням, задавши ім'я нашого проекту PSoC Designer автоматично створює необхідні файли налаштувань.

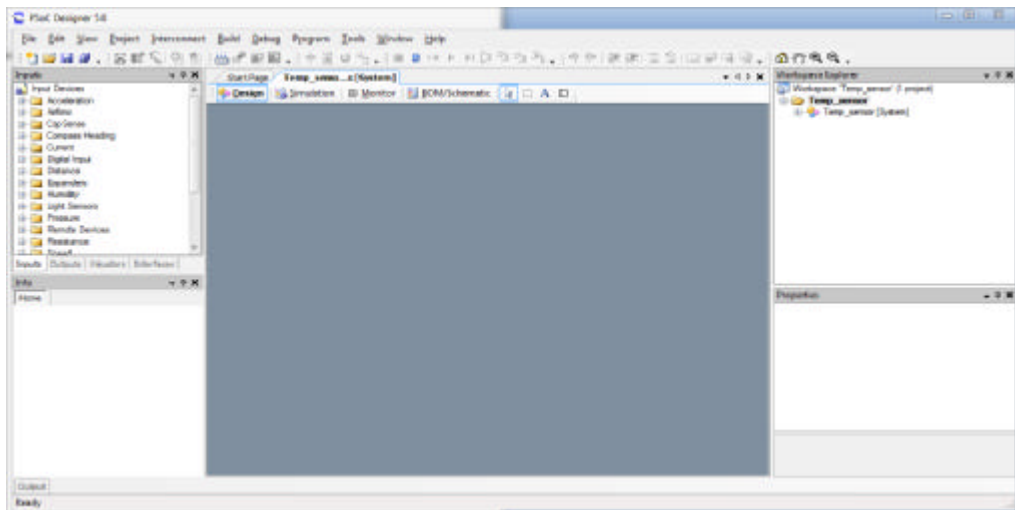


Рисунок 3.3 - Стартове вікно PSoC Designer

Для реалізації температурного датчика, ми знаходимо потрібні нам елементи в бібліотеці компонентів Cypress. Вона знаходиться в лівому

верхньому куті екрану. Бібліотека умовно розбита на 4 відділи(Inputs, Outputs, Valuators і Interfaces),розроблені у вигляді дерева. Вибираємо елемент Thermistor – Multifunction boar з Input devices -> PSoC CY3271 First touch kit, 3 світлодіоди On/Off– червоний,зелений,синій – з Output devices-> Display->LED->Single color->, зумер Buzzer PWM з Output devices-> PSoC CY3271 First touch kit. Шляхом перетягування компонентів переносимо їх в наше робоче середовище.

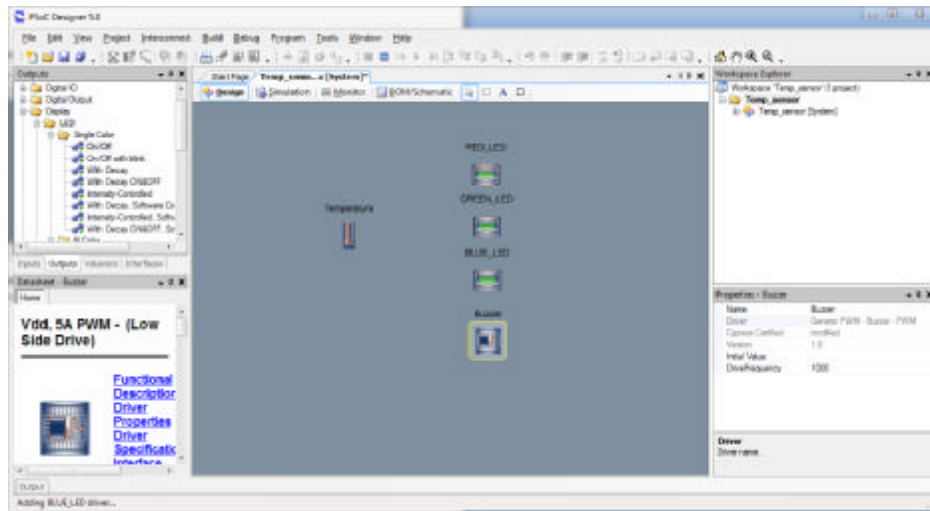


Рисунок 3.4 - Перенесення компонентів в робоче середовище

Потім організуємо і з'єднаємо компоненти. Для цього ми додаємо так званий блок оцінювання - SetPointRegion з Valuators-> Transfer Function Valuators, який допоможе нам встановити відповідні зв'язки між нашими компонентами. SetPointRegion це прилад,в якому ми визначаємо межі температур для світлодіодів і зумера, клікаючи правою кнопкою миші по відповідному елементу.

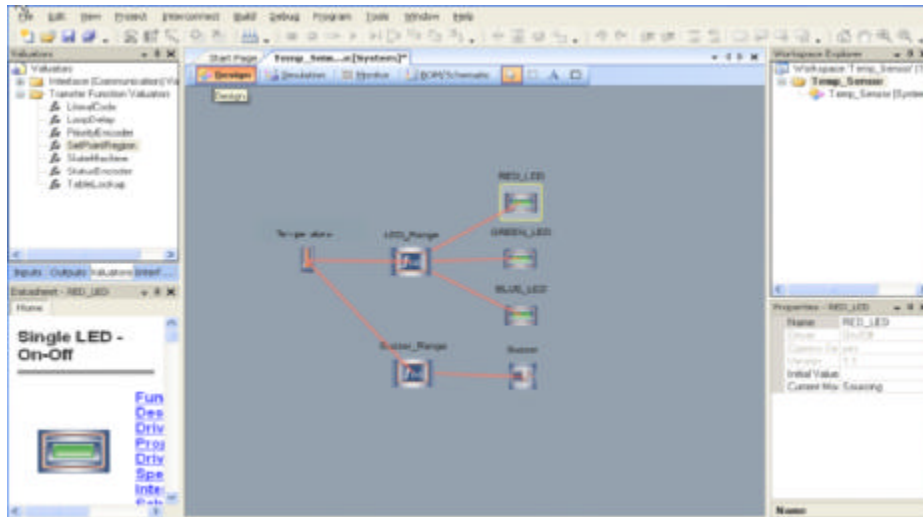


Рисунок 3.5 - Встановлення зв'язків

Наступним кроком є налаштування конфігурації пристрою. Цей пункт передбачає вибір сімейства пристрою, частоти дискретизації, напруги живлення, Flash-інтерфейсу та розміру зарезервованої ROM.

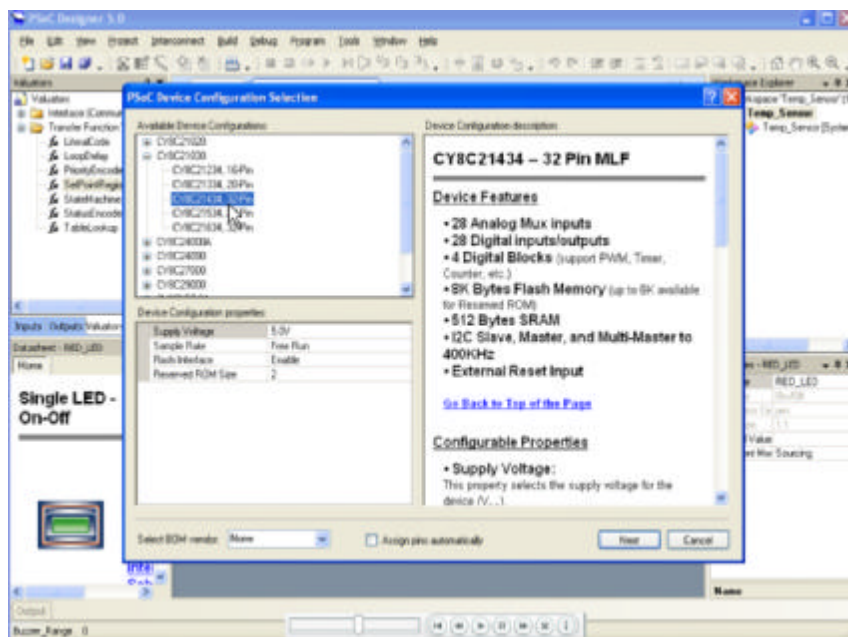


Рисунок 3.6 - Налаштування конфігурації пристрою

Далі з'являється вікно, в якому ми розставляємо наші компоненти на відповідні порти або ж нажимаємо кнопку автоматичного розподілу.

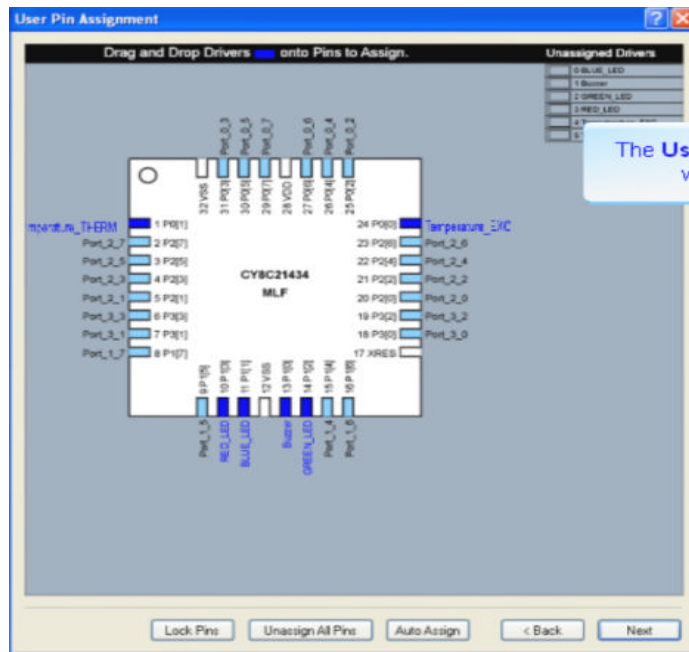


Рисунок 3.7 - Розташування на портах

Тепер потрібно запрограмувати наш датчик. PSoC Designer дає змогу вибрати мову, яка є більш зручною для користувача між C і assembler. Я реалізував датчик на мові C. Після написання програми, вона компілюється і емулюється. Текст програми поданий у додатку.

В данному розділі була розроблена ком'ютерна мережа. Спроектований температурний датчик в середовищі PSoC Designer.

Для розробки безкабельної мережі, призначеної знімати виміри температури використовувався набір CY3271 PSoC® FirstTouch™ Starter Kit with CyFi™ Low-Power RF. До його складу входять декілька плат: міст (FTPC), багатофункціональна плата розширення (FTMF), плата розширення (FTRF), блок живлення (AAA), блок живлення CR2032 .



Рисунок 3.8 - Зовнішній вигляд пристрою Міст

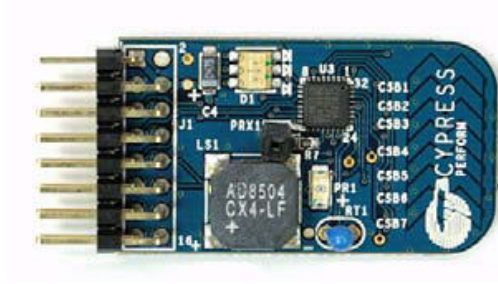


Рисунок 3.9 - Зовнішній вигляд пристрою FTMF



Рисунок 3.10 - Зовнішній вигляд пристрою FTRF



Рисунок 3.11 - Зовнішній вигляд батареї AAA

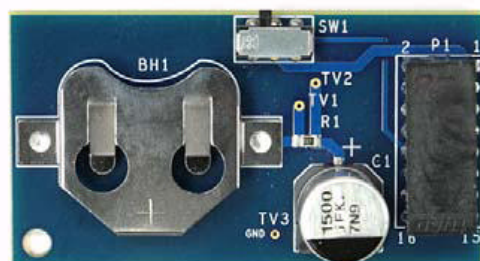


Рисунок 3.12 - Зовнішній вигляд батареї CR2032

При проектуванні температурного датчика використовувалося середовище PSoC Designer корпорації Cypress.

Нижче наведені технічні характеристики PSoC Designer:

Системні вимоги	Мінімальні	Рекомендовані
Швидкодія процесора	750 МГц	1 ГГц
Оперативна пам'ять	256 Мб	512 Мб
Вільного місця на диску	150 Мб	200 Мб
Графіка монітора SVGA (High Color 16-Bit)	1024x768	1280x1024

Доступний EPP Parallel Port for In-Circuit Emulator.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Значення охорони праці для забезпечення безпечних умов праці

Охорона праці – це складова частина безпеки життєдіяльності, що являє собою систему законодавчих актів та відповідні їм соціально-економічні, організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи та засоби, що забезпечують збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Система охорони праці включає техніку безпеки, виробничу санітарію, пожежну безпеку, правові та організаційні аспекти охорони праці, а також розслідування виробничих нещасних випадків.

Складність завдань, що стоять перед охороною праці, вимагають використання досягнень і висновків багатьох наукових дисциплін, безпосередньо чи ні зв'язаних з задачами створення здорових та безпечних умов праці. В першу чергу це відноситься до соціально-правових наук, а також до досліджень в галузі наукової організації праці, технічної естетики, ергономіки, соціальної та інженерної психології. Так, як головним об'єктом охорони праці є, звичайно, людина в процесі праці, то при розробці вимог виробничої санітарії використовують результати досліджень ряду медичних та біологічних дисциплін. Питання охорони праці тісно пов'язані також з розробкою міроприємств по забезпеченню попередження пожежі вибухів [22].

Охорона праці покликана уберегти працівників від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, забезпечувати найбільш сприятливі умови праці, що сприяє підвищенню продуктивності праці.

Під виробничою безпекою розуміють можливість несприятливого впливу на організм працівників в реальних умовах праці. Система організаційних заходів і технічних засобів, що забезпечують, відсутність небезпеки виробничого травматизму, названа технікою безпеки.

Ускладнення функціональної структури діяльності в зв'язку з застосуванням електронно-обчислювальних систем, відеотерміналів пред'являє

підвищені вимоги до працівників, робота яких пов'язана з комп'ютером.

4.2 Аналіз потенційних небезпек та шкідливостей виробничої сфери

В процесі праці людина вступає у взаємодію з предметами праці, засобами виробництва, іншими людьми. Крім того, на неї впливають параметри виробничої обстановки, в якій відбувається праця – температура, вологість і рух повітря, шум, вібрація, шкідливі речовини, різні випромінювання і т. п. Все це в сукупності характеризує певні умови, в яких відбувається праця людини. Від умов праці в великій степені залежать здоров'я та працездатність людини, її відношення до праці і результатів праці. При поганих умовах різко знижується продуктивність праці та створюються передумови для виникнення травм і професійних захворювань.

Якщо праця є умовою існування суспільства і людини (тобто однією з умов збереження і зміцнення суспільного та індивідуального здоров'я), то конкретні види праці, які здійснюються в певних умовах виробництва, можуть у деяких випадках негативно позначитися на стані здоров'я тих, хто працює.

Серед виробничих факторів прийнято розрізняти шкідливі фактори і небезпечні фактори. Небезпечним називається виробничий фактор, дія якого на працюючого в певних умовах призводить до травми чи раптового різкого погіршення здоров'я. Якщо ж виробничий фактор призводить до захворювання чи зниження працездатності, то його вважають шкідливим. В залежності від рівня і часу дії шкідливий виробничий фактор може стати небезпечним.

Розподіл робіт за категоріями проводиться органами охорони здоров'я на підставі гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, а також за прийнятими категоріями оцінки умов праці.

До групи шкідливих виробничих факторів трудового процесу належать фізичні перевантаження (статичні, динамічні), нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження органів чуття,

монотонність праці, емоційні перевантаження).

Трудовий процес здійснюється в певних умовах виробничого середовища. Це сукупність факторів фізичної, хімічної, біологічної природи, що діють на людину разом із соціально-економічними факторами в процесі її трудової діяльності. Виробниче середовище і фактори трудового процесу, які ще називають психофізіологічними факторами, становлять в сукупності умови праці.

До найважливіших шкідливих фізичних факторів відносяться: підвищена запиленість повітря робочої зони, мікроклімат виробничих приміщень, підвищений рівень інфрачервоної радіації, підвищений рівень ультрафіолетової радіації, підвищений рівень вібрації, шуму, інфра- та ультразвуку на робочому місці, підвищений чи знижений барометричний тиск, підвищений рівень іонізуючого і/чи електромагнітного випромінювання в робочій зоні, підвищена напруженість електричного і/чи магнітного полів, підвищений рівень статичної електрики, небезпечний рівень напруги в електричному колі, при замиканні якого струм може пройти через тіло людини, підвищена чи знижена іонізація повітря, фактори, які визначають умови роботи зору (відсутність чи брак природного світла, недостача чи великі перепади освітлення робочої зони, підвищена яскравість світла, пряма та відбита близькість, знижена контрастність, підвищена пульсація потоку світла).

Призводить до травм незадовільний стан виробничого середовища, зокрема недостатня освітленість робочого місця, наявність відблисків й значних перепадів у рівнях освітленості робочих та навколишніх предметів, значна запиленість повітря, через що забруднюються засклені поверхні стін та ліхтарів споруди, знижується природна освітленість. Дослідження показали, що на продуктивність праці великою мірою впливає освітленість робочих місць на виробництві, а також правильна організація робочого місця та правильно підібраний колір стін і стелі виробничого приміщення. Наприклад, природне освітлення збільшує продуктивність праці до 10%. Однак при роботі з комп'ютерами пряме сонячне проміння викликає збільшення контрастності

оточуючих предметів, що розсіює увагу і посилює втомлюваність організму.

Якщо виробничий шум перевищує допустимі рівні, то знижується продуктивність праці на 3-15% і навіть в деяких випадках до 20%, в залежності від його рівня, виду виконуваної роботи та інших факторів. Чим напруженіша праця, тим сильніший негативний вплив шуму на її продуктивність.

Для підвищення працездатності поряд з покращенням умов праці велике значення має встановлення раціональних, науково обгрунтованих режимів праці та відпочинку.

Таблиця 4.1 – Потенційно небезпечні виробничі фактори

Виробничий об'єкт	Небезпечний фактор (технологічна операція)	Діапазон	Фактичне значення	Нормативне значення
Акустичний вимірювач	Магнітне поле	60кГ – 30МГц	$E_H=50\text{В/М}$	$E_H=30\text{В/М}$
	Електричний струм	$U=220\text{В}$, $I=2\text{А}$, $f=50\text{Гц}$	Можливість ураження електричним струмом	
ЕОМ	Видимий діапазон	320 – 400 нм	$2,5\text{ Вт/м}^2$	$10,0\text{ Вт/м}^2$
		400 – 700 нм	3 Вт/м^2	
	ІЧ випромінювання	700 нм – 1 мм	$5,0\text{ Вт/м}^2$	$100,0\text{ Вт/м}^2$
	Яскравість		90 кД/м^2	Не менше 35 кД/м^2

4.3 Електромагнітне й іонізуюче випромінювання

Більшість вчених вважають, що як короткочасний, так і тривалий вплив усіх видів випромінювання від екрана монітора не небезпечно для здоров'я

персоналу, що обслуговує комп'ютери. Однак вичерпних даних щодо небезпеки впливу випромінювання від моніторів на працюючих з комп'ютерами не існує і дослідження в цьому напрямку продовжуються [13].

Максимальний рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці оператора комп'ютера звичайно не перевищує 10 мкбєр/год, а інтенсивність ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювань від екрана монітора лежить у межах 10...100 мВт/м².

Для зниження впливу цих видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори зі зниженим рівнем випромінювання, встановлювати захисні екрани, а також дотримуватися регламентованих режимів праці і відпочинку.

4.4 Забезпечення нормальних умов праці

Забезпечення здорових і безпечних умов праці у виробничій сфері досягається при проектуванні за рахунок дотримання діючих нормативних документів, а для існуючих об'єктів – шляхом порівняння фактичних значень з нормативними і при виявленні відхилень розробкою та впровадженням заходів щодо створення умов праці згідно вимог нормативних документів.

При високій температурі повітря понижується увага, з'являється поспішливість і необачність; при низькій – зменшується рухомість кінцівок внаслідок інтенсивної тепловіддачі організму. Впливає на тепловіддачу організму і вологість повітря: нормально при температурі біля 18⁰ С вологість повинна знаходитися в межах від 35 до 70%. При меншій відносній вологості повітря рахується сухим, при більшій – з підвищеною вологістю. Це негативно впливає на організмі людини. Сухе повітря приводить до підвищеного випаровування і внаслідок цього з'являється сухість слизових оболонок і шкіри. Дуже вологе повітря, навпаки, послаблює випаровування.

При роботі з ЕОМ слід, наскільки можливо, зменшити засліпленість від прямого та відбитого блищання, відмежуватися від постійної пульсації

зображення, які посилюють загальну і зорову втому. Необхідно забезпечити як кількісні, так і якісні параметри освітлення.

Рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.003-83 „Шум. Загальні вимоги безпеки”. Рівні звуку у приміщеннях та у машинному залі – 65 дБА рекомендується забезпечити рівень шуму не більше 75 дБА.

Дані про характеристики метеорологічних умов у виробничих приміщеннях наводяться в таблиці 4.2.

Для створення та підтримання необхідних санітарно-гігієнічних умов виробничих приміщень застосовується опалення та вентиляція, характеристика яких наводиться в таблиці 4.3. Нормативна зорова робота передбачає створення на робочих місцях освітлення згідно санітарних норм і правил, значення наводяться в таблиці 4.4.

При недостатньому природньому освітленні використовують загальне освітлення – при якому в денний час використовується одночасно природне і штучне освітлення.

Таблиця 4.2 – Нормативні характеристики метеорологічних умов у виробничих приміщеннях

Виробниче приміщення	Категорія Робіт	Поріод року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Приміщення застосування приладу	Іа - легка	Теплий	23 – 25	40 – 60	0,1 (не більше 0,2)
		Холодний	22 – 24	40 – 60	0,1 (не більше 0,2)

Таблиця 4.3 – Характеристика системи вентиляції

Виробниче приміщення	Вид вентиляції	Вентиляційне обладнання	Кратність повітрообміну, 1/год
Приміщення застосування приладу	Механічна місцева	Кондиціонери повного кондиціювання повітря Samsung	2

Штучне освітлення застосовується для освітлення робочих поверхонь в темний період доби чи при недостатньому природньому освітленні. Створюється воно штучними джерелами світла (лампами).

Таблиця 4.4 – Характеристика штучної освітленості робочих місць

Виробниче приміщення	Освітленість, Лк				Тип світильників
	Загальна	Комбінована	Аварійна	Евакуаційна	
Приміщення застосування приладу	400	–	–	–	ЛПО з ЛБ-80

4.4.1 Заходи щодо збереження працездатності та профілактики загальних і зорових порушень

Рекомендації полягають в наступному [9]:

- у дисплейних класах температура повітря повинна становити 19-21°C, відносна вологість повітря 55-65%, швидкість руху повітря не більше 0,2 м/с, відповідно до вимог “Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень” №4088 - 86 для категорій робіт 1а - 1б;

- рівні звуку та еквівалентні рівні звуку у приміщеннях, де працюють математики-програмісти та оператори ЕОМ, які працюють з ЕОМ, не повинні перевищувати 50 дБА, а на робочих місцях у приміщеннях, де розташовані шумні агрегати обчислювальних машин, рекомендується забезпечити рівень шуму не більше 75 дБА.

Необхідне проведення комплексу заходів щодо боротьби зі статичною електрикою. Найбільш допустимим і простим способом є підтримання відносної вологості повітря на рівні 55-65%, що можна забезпечити з допомогою побутових зволожувачів, типу "ІОН". Підлоги в дисплейних класах мають бути застелені антистатичним лінолеумом. Програмістам та операторам можна рекомендувати носити одяг, особливо першого шару, з натуральних матеріалів. Всі полімерні покриття (чохли) ЕОМ слід складати у найбільш віддаленому від операторів місці приміщення.

Враховуючи специфіку зорової роботи з ВДТ, першочерговим завданням є забезпечення необхідних умов візуальної роботи користувачів ЕОМ за рахунок найкращого розподілу яскравостей у полі зору працюючого та максимально можливого зменшення засліпленості від прямого і відбитого блищання та відмежування від постійної пульсації зображення на ВТ та інших перешкод, які посилюють загальну та зорову втоми. Необхідно забезпечити як кількісні, так і якісні параметри освітлення. Для цього слід перш за все правильно вибрати приміщення.

4.4.2 Вибір приміщення

При виборі приміщення для РМ і ВТ необхідно враховувати, що вікна можуть давати відблиски на екранах дисплеїв і викликати значну засліпленість у сидячих перед ними, особливо влітку та в сонячні дні.

Для розміщення РМ і ВТ найбільш придатні приміщення з однобічним розміщенням світлових отворів, які обов'язково мають бути обладнані сонцезахисними пристроями: шторами, жалюзі і т. д. Площа засклення не повинна перевищувати 25% від площі стіни з вікнами. Для мінімізації

засвічування від сонячних променів екранів ВТ вікна мають бути орієнтовані на північ (північний захід, північний схід).

Необхідно забезпечити відповідне оформлення інтер'єра, бо давати відблиски на екранах і сліпити працюючих можуть не тільки вікна, але й інші поверхні великої яскравості, у тому числі стеля, стіни, поверхні столів, шаф і навіть одяг персоналу. Тому все повинне мати невисокі коефіцієнти віддзеркалення. Світлий і особливо блискучий одяг працюючих вкрай небажані. Коефіцієнти віддзеркалення робочого стола, корпусу та клавіатури ВТ необхідно передбачити в межах 0,2 - 0,5, стелі – 0,6 - 0,7, стін – 0,2 - 0,5, підлоги – 0,1 - 0,2, шаф та стелажів – 0,25 - 0,35. Всі оздоблювальні матеріали приміщення повинні бути матовими.

4.4.3 Гігієнічні та світлотехнічні рекомендації

Система освітлення має бути загальною і загально локалізованою. Вибір типу світильника за світлорозподілом та способом розміщення світильників у приміщенні залежить від висоти приміщення, розташування РМ у приміщенні та від їх кількості.

РМ з ВТ слід розміщувати рядами, паралельними до стіни з вікнами, таким чином, щоб площа екрану ВТ була перпендикулярною площині вікон. Найбільш оптимальними є світильники навкісного світла. Це – дзеркальні світильники з параболо-циліндричними відбивачами. З відповідних вітчизняних світильників можна рекомендувати для освітлення люмінесцентні дволампові дзеркальні світильники з решіткою типу ЛПО-12-Кососвет, люмінесцентні дволампові дзеркальні світильники з решіткою типу ЛСП-12-Кососвет.

Світильники мають бути розташовані над проходами між рядами РМ суцільною лінією або з проміжками залежно від кількості світильників у лінії, необхідної для забезпечення на РМ нормованої освітленості.

Однією з умов профілактики функціональних професійних порушень,

збереження здоров'я та працездатності програмістів є фізіологічно обґрунтована організація праці.

Для профілактики порушень та підтримання працездатності необхідно дотримувати регламентовані перерви для відпочинку. У період роботи за дисплеєм у режимі праці та відпочинку необхідно передбачити через кожні 40-45 хвилин трихвилинні та п'ятихвилинні перерви для відпочинку. Середня сумарна тривалість роботи з відеотерміналом за день не повинна перевищувати 4 годин, а за тиждень – 20 годин.

Сумарну тривалість роботи з відеотерміналом (4 години) краще розподілити на дві частини і працювати по 2 години у першу та другу половини робочого дня. При використанні захисних засобів час роботи з ВДТ може бути збільшеним.

У період виконання трудового процесу у програмістів значно знижена загальна м'язова активність при локальному напруженні кистей рук. Для зниження монотонності в роботі перерви для відпочинку необхідно супроводжувати гімнастичними вправами для підтримання загального м'язового тону, а також профілактики кістково-м'язових порушень у поперековому відділі хребта.

Для кистей рук необхідно робити спеціальні вправи. Раз на день рекомендується виконання комплексу вправ гімнастики для очей.

Рекомендації враховані при розробці вимог, які увійшли до “Санітарних норм та вимог при роботі з візуальними дисплейними терміналами”. Зараз вони знаходяться на затвердженні в Міністерстві охорони здоров'я.

Впровадження рекомендацій значно знизить скарги користувачів ЕОМ на втому і запобігатиме розвитку загальних і зорових порушень.

4.5 Розрахунок напруги дотику

Оскільки пристрій може використовуватись у приміщеннях і жититись безпосередньо від електромережі то виникає можливість ураження

електричним струмом. Для запобігання таким випадкам рахуємо напругу дотику не струмопровідної частини пристрою, що опинилась під напругою.

$$u_{\partial} = \varphi_p + \varphi_n \quad (4.1)$$

де u_{∂} - напруга дотику;

φ_p - потенціал руки;

φ_n - потенціал ноги.

Потенціал руки φ_p чисельно дорівнює потенціалу корпусу або напрузі відносно землі u_3 .

$$\varphi_p = u_3 = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi \cdot x_3}$$

де I_3 - струм замикання на землю;

ρ - питомий електричний опір ґрунту;

x_3 - відстань від центру електроду.

По мірі віддалення від заземлювача напруга дотику зростає і стає рівною напрузі відносно землі, $\varphi_y = 0$.

$$u_{\partial} = u_3 - 0$$

Якщо у виразі (6.1) підставити значення потенціалів, то отримаємо, що напруга дотику до заземленої не струмопровідної частини приладу визначається з такого виразу

$$u_{\partial} = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi \cdot x_3} \cdot \frac{x - x_3}{x} \quad (4.2)$$

де x - радіус заземлювача.

Зробимо пере позначення : $\alpha_1 = \frac{x - x_3}{x}$

Де α_1 - коефіцієнт напруги дотику, $\alpha_1 \leq 1$.

З виразу (4.2) можна обрахувати напругу дотику без врахувань електричних опорів в ланці. Повний опір ланки людини складає:

$$R_{ch} = R_h + R_{вз} + R_n = R_h / \alpha_2$$

Звідки

$$\alpha_2 = \frac{R_h}{R_{ch}} = \frac{R_h}{R_h + R_{вз} R_n} \quad (4.3)$$

де R_h – опір людини, $R_h=1000$ Ом;

$R_{вз}$ – опір взуття, $R_{вз}=100000$ Ом;

R_n – опір підлоги, $R_n=168 \cdot 10^4$ Ом.

Напруга дотику з врахуванням додаткових опорів визначається з такого виразу:

$$u_d = u_3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \quad (4.4)$$

напругу заземлення знаходимо за формулою:

$$u_3 = I_3 \cdot R_3 \quad (4.5)$$

де I_3 – сила струму однофазного замикання.

Сила струму однофазного замикання може бути розрахована за формулою:

$$I_3 = \frac{u_\phi}{\sqrt{3} \cdot (R_3 + R_p)},$$

де, R_3 – опір робочого заземлення нейтралі, $R_{вз} < 10$ Ом;

R_p – опір розтікання струму в місці замикання фазного дотику на землю, $R_p=12$ Ом.

Підставляючи числові значення опорів у вираз для визначення сили струму однофазного замикання, отримаємо:

$$I_3 = \frac{220}{\sqrt{3}(10+12)} = 5,78 \text{ A}.$$

Напруга заземлення згідно з рівнянням (4.5) буде

$$U_3 = 5,78 \cdot 10 = 57,8 \text{ В}.$$

Коефіцієнт, який враховує падіння напруги в додаткових опорах людини згідно з формулою (4.3)

$$\alpha_2 = \frac{1000}{1000 + 7,8 \cdot 10^4 + 100000} = 5,586 \cdot 10^{-3}$$

Напруга дотику з врахуванням додаткових опорів згідно виразу (4.4)

$$u_{\partial} = 57,8 \cdot 1 \cdot 5,586 \cdot 10^{-3} = 0,0557 \text{ В.}$$

Розглянемо другий, більш несприятливий випадок, коли додаткові опори дорівнюють нулю. В такому випадку $\alpha_2 = 1$, а напруга дотику без врахування додаткових опорів в ланці людини

$$u_{\partial} = 57,8 \cdot 1 \cdot 1 = 57,8 \text{ В}$$

З приведених вище розрахунків можна зробити висновок, що у другому випадку (коли додаткові опори людини відсутні) напруга дотику вища на декілька порядків і чисельно дорівнює напрузі відносно землі.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено бездротову мережу для збору температурних даних з послідовним інтерфейсом. Використання такої мережі є доцільним в на виробництві, де потрібно слідкувати за температурою продукції.

Був спроектований температурний датчик з відповідними температурні порогами на мікросхемі Cypress First Touch with LP RF. На даний час актуальним є використання сімейства з низьким споживанням LP. Це якраз те що потрібно, якщо необхідне функціонування на невеликих відстанях з живленням від звичайних батарейок на пристойній швидкості – до 1 МБіт/с. За допомогою цих прийомопередавачів можна зробити все від пультів для іграшок чи побутової техніки до складної системи типу „Розумний будинок”, мережі контролю за виробничим процесом, комп’ютерної периферії як, наприклад, безпроводна мишка чи клавіатура.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. J.M. Rabaey, M.J. Ammer, J.L. da Silva Jr., D. Patel, S.Roundy, PicoRadio supports ad hoc ultra-low power I.F. Akyildiz et al. / Computer Networks 38 (2008) 393–422 421 wireless networking, IEEE Computer Magazine (2008) 4248
2. http://www.3dnews.ru/communication/wusb_three.html
3. A. Savvides, C. Han, M. Srivastava, Dynamic fine-grained localization in ad-hoc networks of sensors, Proceedings of ACM MobiCom'01, Rome, Italy, July 2008, pp. 166–179.
4. <http://www.bestreferat.ru/184480.html>
5. <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/ir.htm>
6. <http://www.efo.ru/doc/Cypress/Cypress.pl?1152>
7. <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Cypress/PSoC/start.htm>
8. <http://www.cypress.com/?docID=32058>
9. <http://www.cypress.com/?id=2522>
10. <http://www.cypress.com/?docID=28342>
11. http://download.cypress.com/technical_training/PSoC_Designer_101/presentation/player.html
12. <http://www.psoc-master.com/papers/5-common/9-develop4.html>
13. http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/Vnulp/KSM/2010_688/01.pdf
14. http://kit-e.ru/articles/sensor/2009_7_102.php
15. http://www.easycom.com.ua/netlan/wi-fi_-_razvitiye_i_osnovnyye_prinjipy_samogo_rasprostranennogo_standarta_besprovodnykh_seteyi/?lang=ukr
16. <http://www.promwad.com/library/system-on-chip-basis-successful-product-ru.html>
17. Денисенко Г. Ф. Охрана труда. – М.: Химия, 1983.
18. Павлов С. П., Губонка З. И. Охрана труда в приборостроении. – М.: Высшая школа, 1986.
19. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології»./ В.Б.

Савків., Ю.Б. Капаціла, Р.І. Михайлишин//:- Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021, – 46с.

Додаток А.

Лістинг програми для PSoC

```
C main line
----- */

#include <m8c.h>          /* part specific constants and macros */
#include "PSoC_API.h"    /* PSoC API definitions for all User Modules */
#define BUFSIZE         1
#define RWBOUNDARY     1
#define MIN             -101
#define MAX             551
#define COUNT_VALUES   23
#define REF_RESISTOR    10000
#define REF_VOLTAGE     0x2FB
#define DUTYCYCLE      50

//Defines for enabling Temperature Input
#define ReadVTEMPInput (ABF_CR0 = 0x00)
#define ReadVTEMP_EXCInput (ABF_CR0 = 0x80)

const int arTherm[2][COUNT_VALUES] =
{
    {2301, 2505, 2725, 2960, 3211, 3477, 3757, 4051, 4358, 4675, 5000, 5331,
    5664, 5998, 6328, 6652, 6967, 7269, 7557, 7829, 8083, 8317, 8462},
    {5500, 5200, 4900, 4600, 4300, 4000, 3700, 3400, 3100, 2800, 2500, 2200,
    1900, 1600, 1300, 1000, 700, 400, 100, -200, -500, -800, -1000} // array of
temperature values (in hundredths of a deg C)
//      1      3      5      7      9      11      13
15      17      19      21      23
};

struct I2C_Regs
{
    BYTE blueLed;
    BYTE buzzer;
    BYTE greenLed;
    BYTE redLed;
    BYTE pwmPeriod;
    BYTE tempRange;
    int temp;
} Data_Regs;

void main(void)
{
    BYTE bPointIndex;
    long lvtherm;
    long ivalue1, ivalue2, itemp1, itemp2;
    int temperature, i, Value;
    int compareValue, period;

    EzI2Cs_SetRamBuffer(sizeof(Data_Regs), RWBOUNDARY, (BYTE *) &Data_Regs);
    M8C_EnableGInt;

    EzI2Cs_Start(); /*I2C start */
    LED_RED_Start();
    LED_GREEN_Start();
    LED_BLUE_Start();
    Data_Regs.temp=0;
}
```

```

while(1)
{
    ADC10_Start(ADC10_FULLRANGE);    // Start the User Module
    ADC10_iCal(0x1FF, ADC10_CAL_VBG); // Calibrate the ADC so 1.3V =
0x01FF
    ADC10_StartADC();

    ReadVTEMPInput;                // Enable the Analog Column Input Mux to
// read Port0.0/VTemp input

    while(ADC10_fIsDataAvailable() == 0){};    /*checking for the
availability of data */
    lVtherm = ADC10_iGetDataClearFlag();    /* Get the data and clear the
flag */

    ReadVTEMP_EXCInput;            // Enable the Analog Column Input Mux to
// read Port0.7/VTemp_exc input

    for(i=0; i<20000; i++)
    {
        ;                // Give a delay before changing Analog input
source
    }
    while(ADC10_fIsDataAvailable() == 0){};    /*checking for the
availability of data */
    ivaluel = ADC10_iGetDataClearFlag();    /* Get the data and clear the
flag */

    ADC10_Stop();
    ADC10_StopADC();

    //ivaluel = REF_VOLTAGE;                // Excitation voltage
    lVtherm *= REF_RESISTOR;                // Calculate the thermistor voltage
value

    lVtherm /= ivaluel;                    // get voltage ratio of
thermistor voltage and excitation voltage

    if ((int)lVtherm < arTherm[0][0])
    {
        // The voltage ratio is too low, so the temperature is greater
than what can be measured
        lVtherm = MAX;
    }
    else if((int)lVtherm > arTherm[0][COUNT_VALUES-1])
    {
        // The voltage ratio is too high, so the temperature is less
than what can be measured.
        lVtherm = MIN;
    }
    else
    {
        // Scan through the voltage ratio values in the piecewise
linear curve fit data to find
// the appropriate line to interpolate
        for(bPointIndex = 0; bPointIndex < (COUNT_VALUES-2);
bPointIndex++)
        {
            if (lVtherm < arTherm[0][bPointIndex+1]) break;
        }

        // Retrieve the voltage ratios for interpolation
        ivaluel = arTherm[0][bPointIndex];

```

```

        ivalue2 = arTherm[0][bPointIndex + 1];

// Retrieve the temperatures for interpolation
        itemp1 = arTherm[1][bPointIndex];
        itemp2 = arTherm[1][bPointIndex + 1];

        // Interpolate to find the temperature in hundredths of a deg
C
        lVtherm = (((long) ivalue2 - lVtherm) * (itemp1 - itemp2)) /
(ivalue2 - ivaluel1) + itemp2;

// Divide the result by 10 in order to get the temperature in tenths
of a deg C.
// Round to the nearest tenth rather than truncating

// First, get the temperature value as an integer
ivaluel1 = lVtherm;

// Next, get the sign and absolute value of the temperature
if (ivaluel1 < 0)
{
    bPointIndex = 1;
    ivaluel1 = 0 - ivaluel1;
}
else
{
    bPointIndex = 0;
}

// Calculate the truncated form
ivalue2 = ivaluel1 / 10;

// Multiply the truncated form by 10 and add 5
// If the result is less than or equal to the original undivided
number, then the
// Truncated value must be incremented by 1.
if ((ivalue2 * 10 + 5) <= ivaluel1)
{
    ivalue2++;
}

// Change the sign to negative if necessary
if (bPointIndex)
{
    ivalue2 = 0 - ivalue2;
}

// Store the temperature value
lVtherm = ivalue2;
}

if ((lVtherm >= -100) && (lVtherm < 160))
{
    PWM8_Stop();
    LED_GREEN_Off();           // Turn ON blue LED if temp is between
-10 and 16

    LED_RED_Off();
    LED_BLUE_On();
}
}

```



```

else if ((lVtherm >= 160) && (lVtherm < 280))
{
    PWM8_Stop();
    LED_GREEN_On();           // Turn on Green LED if temp
between 16 and 28
    LED_RED_Off();
    LED_BLUE_Off();

}
else if ((lVtherm >= 280) && (lVtherm < 550))
{
    PWM8_Stop();
    LED_GREEN_Off();         // Turn on Red LED if temp between 28
and 55
    LED_RED_On();
    LED_BLUE_Off();
}
else
{
    PWM8_Start();
    PWM8_EnableInt();
    period = PWM8_PERIOD;
    compareValue = ((int)(period + 1) * (int)DUTYCYCLE)/100;
    PWM8_WritePulseWidth(compareValue);
}
temperature = (int) lVtherm;
Data_Regs.temp = temperature ;
}
}

```