

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"
Кафедра „Електронних обчислювальних машин”



Проектування мікрокомп'ютера

Методичні вказівки
до курсового проекту з дисципліни “ Мікропроцесорні системи ”
для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»,
спеціалізація «КСМ», «КФС»

Затверджено
на засіданні
кафедри електронних обчислювальних машин
Протокол №1 від 28.08.2023р.

Львів – 2023

Проектування мікрокомп'ютера:

Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни “Мікропроцесорні системи” для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», спеціалізація «КСМ», «КФС»
/ Укладач: В. Пуйда – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2023, 48с.

Укладач: В. Пуйда, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск: Мельник А. О., д.т.н., професор, завідувач кафедри ЕОМ

Рецензент: Парамуд Я.С. канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

ВСТУП...	4
1. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ	4
2. ОСНОВНІ ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ	5
3. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ТА ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ	7
4. ПОЛІТИКА АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ	13
5. ЗАХИСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	13
6. МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ	14
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	38
ДОДАТКИ	41

ВСТУП

Мета курсового проекту: закріплення теоретичних знань та практичних навичок проектування мікрокомп'ютерів, набутих при вивченні дисципліни “Мікропроцесорні системи”. Отримання навиків та оволодіння методикою проектування апаратних засобів та програмного забезпечення мікрокомп'ютерів систем обробки та керування на базі мікропроцесорних компонентів.

В результаті виконання курсового проекту студенти повинні знати: архітектуру базового мікропроцесорного сімейства, принципи організації та функціонування мікрокомп'ютера, *вміти* спроектувати схему електричну функціональну та схему електричну принципову центрального процесора, вузла пам'яті і вузла вводу-виводу; розробити програму початкової ініціалізації мікрокомп'ютера, драйвер пристрою вводу-виводу та основного алгоритму функціонування мікрокомп'ютера.

Зміст курсового проекту.

Спроектувати мікрокомп'ютер заданого функціонального призначення з використанням рекомендованих компонентів та вузлів. Розробити схему електричну функціональну та схему електричну принципову, схеми алгоритмів і програми початкової ініціалізації мікрокомп'ютера, програми-драйвера вузла вводу-виводу та основного алгоритму функціонування мікрокомп'ютера.

РЕКОМЕНДОВАНА ТЕМАТИКА курсового проекту

- Введення в МПС аналогових сигналів
- Цифровий генератор частоти на базі мікроконтролера.
- Організація телеметрії в інформаційно-вимірювальних системах на базі інтерфесу RS-485.
- Керування кроковим двигуном.
- Введення в МПС відеозображень з аналогової відеокамери.
- Введення в МПС відеозображень з цифрової відеокамери.
- Виведення текстової інформації на символний індикатор.
- Виведення графічної інформації на LCD.
- Введення даних з вузла GPS.
- Цифровий USB-осцилограф.

PS: це НЕ назви тем, а тільки «тематика», «напрямок для формулювання теми»

Приклад теми КП: «Мікрокомп'ютер для керування кроковим двигуном».

1. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

В а р і а н т №

ПОЧАТКОВІ ДАНІ

1. Тип мікропроцесора - задається викладачем з можливістю погодженої заміни типу або обирається студентом самостійно у відповідності до обраної теми КП.
2. Підсистема вводу-виводу (периферійний пристрій):
тип м/сх або інтегрованого вузла - задається викладачем з можливістю погодженої заміни типу або обирається студентом самостійно у відповідності до обраної теми КП.
3. Пам'ять: тип м/сх вибирається студентом самостійно.

2. ОСНОВНІ ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1. Отримати в індивідуальному порядку тип мікропроцесора та тип інтерфейсу периферійного пристрою (при відсутності в структурі мікропроцесора необхідного інтегрованого вузла периферійного пристрою вибрати зовнішню м/сх.) або обрати самостійно у відповідності до своєї теми КП. Самостійно завантажити з сайту виробника інформацію про мікропроцесор, відповідний периферійний пристрій та рекомендоване виробником мікропроцесора програмне середовище (IDE) для розроблення та відлагодження програмного забезпечення.

2.2. Самостійно сформулювати тему КП, опираючись, рекомендовану тематику та власні професійні інтереси і погодити тему КП з керівником. Рекомендується вибір теми КП у відповідності до теми бакалаврської роботи.

2.3. Розробити електричну функціональну схему мікрокомп'ютера та основні режими функціонування мікрокомп'ютера у відповідності до сформульованої теми КП. Розкрити основні вузли внутрішньої структури мікропроцесора, вузол синхронізації (PLL), вузол Reset та структуру заданого периферійного пристрою. Схему розмістити в додатку.

2.4. Розробити схему електричну принципову та перелік елементів до неї. Описати особливості схемної реалізації та функціонування основних вузлів з відображенням в записці фрагментів схеми відповідного вузла та часових діаграм функціонування у відповідному режимі. Схему розмістити в додатку.

2.5. Вибрати інтегроване середовище (IDE) для розроблення і відлагодження в режимі симулятора програмного забезпечення заданого мікропроцесора.

2.6. Розробити алгоритми, програми та відлагодити в режимі симулятора: програмний модуль ініціалізації мікрокомп'ютера (вузла синхронізації, системи переривань тощо), ініціалізації заданого периферійного пристрою в одному з режимів функціонування та програмний модуль оброблення даних чи керування компонентами МПС у відповідності до теми КП. При необхідності провести математичне моделювання відповідного алгоритму в стандартному пакеті, наприклад, Matlab. Лістинги програм розмістити в додатку.

2.7. Оформити записку та графічну частину (ф.А3-ф.А4 в додатках).

РЕКОМЕНДОВАНІ ТИПИ СІМЕЙСТВ МП компонентів для використання в курсовому проєкті:

- ADuC79xx з ядром ARM7
- STM3Fxx з ядром ARM Cortex-M3
- ATSAM4Exx з ядром ARM Cortex-M4
- ATXMEGAxx з ядром AVR

РЕКОМЕНДОВАНІ ТИПИ ПАМ'ЯТІ:

- Cypress Parallel NOR Flash Memory
- Cypress Spansion Serial NOR Flash Memory
- Cypress FRAM

РЕКОМЕНДОВАНІ ТИПИ ІНТЕРФЕЙСІВ ТА ПЕРИФЕРІЙНИХ ВУЗЛІВ:

- I2C
- USB
- USART
- SPI
- I/O – паралельні порти
- CAN

- ADC (АЦП)
- DAC (ЦАП)
- LCD символні індикатори
- TFT графічні індикатори
- SD світлодіодні індикатори різних типів
- Клавіатура
- Аналогові та цифрові сенсори різного функціонального призначення (введення відеоінформації, температури, тиску, вологості, акселерометри тощо)

РЕКОМЕНДОВАНІ СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, інтернет ресурс (вибираються студентом самостійно у відповідності до заданого типу МП компонента),наприклад:

1. STM32CubeMX

https://my.st.com/cas/login?service=https%3A%2F%2Fmy.st.com%2Fcontent%2Fmy_st.com%2Fen%2Fproducts%2Fdevelopment-tools%2Fsoftware-development-tools%2Fstm32-software-development-tools%2Fstm32-configurators-and-code-generators%2Fstm32cubemx.html

Для цього необхідно відкрити на вказаному сайті власний *Account (Create Account)*.

2. Keil

<http://www.keil.com/>

3. Microchip Studio for AVR® and SAM Devices)

<https://www.microchip.com/development-tools/>

4. IAR Embedded Workbench

<https://www.iar.com/iar-embedded-workbench/partners/arm/>

5. Visual Studio 2019

<https://visualstudio.microsoft.com/downloads/>

ГРАФІК ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ.

№п/п	Зміст роботи	К-сть годин
1	Формулювання теми КП, опираючись на заданий мікропроцесор та периферійний пристрій, рекомендовану тематику і власні професійні інтереси. Погодження теми КП з керівником.	5
2	Розроблення схеми електричної функціональної мікрокомп'ютера та основних режимів функціонування у відповідності до теми КП.	20
3	Розроблення схеми електричної принципової та переліку елементів до неї. Проектування вузлів мікрокомп'ютера: <ul style="list-style-type: none"> - центральний процесор (вузол синхронізації, вузол RESET); - пам'ять (адресний простір, вузол програмної пам'яті, вузол пам'яті даних, засоби та методика програмування пам'яті типу Flash); - периферійний пристрій; - живлення 	30
4	Вибір середовища (IDE) для розроблення програмного забезпечення. Розроблення алгоритмів, програм та відлагодження на симуляторі програмних модулів початкової ініціалізації мікрокомп'ютера, драйвера периферійного пристрою та	25

	програмного модуля основного алгоритму оброблення даних чи керування компонентами МПС у відповідності до теми КР.	
5	Оформлення записки	5
6	Оформлення графічної частини: - схема електрична функціональна мікрокомп'ютера; - схема електрична принципова та перелік елементів; - схема алгоритму програмного модуля оброблення даних чи керування компонентами МПС у відповідності до теми КР	5

3. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ТА ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

3.1. Вимоги до структури, змісту та до обсягу пояснювальної записки

Пояснювальна записка повинна у короткій і чіткій формі розкривати основні власні результати, отримані при виконанні курсової роботи, висновки. Супроводжуватись ілюстраціями, графіками, діаграмами, схемами, тощо.

Склад пояснювальної записки: титульний аркуш; анотація українською мовою; зміст; перелік скорочень, символів і спеціальних термінів (за необхідності); технічне завдання на курсовий проект; вступ, розроблення схеми електричної функціональної мікрокомп'ютера та основних режимів функціонування; розроблення схеми електричної принципової та переліку елементів до неї; проектування вузлів мікрокомп'ютера (центральний процесор - вузол синхронізації, вузол RESET; пам'ять - адресний простір, вузол програмної пам'яті, вузол пам'яті даних, засоби та методика програмування пам'яті типу Flash; периферійний пристрій; живлення); висновки; список літератури; додатки.

Анотація українською мовою. В анотації подаються короткі відомості про КП. В тексті анотації наводиться функціональне призначення та основні режими функціонування мікрокомп'ютера МПС; конкретні результати розробки в КП; пропозиції щодо особливостей та можливості використання отриманих результатів. Обсяг тексту анотації - не більше 1 сторінки. В анотації рекомендується застосовувати загальноприйняті терміни та скорочення слів.

У **Змісті** послідовно перелічують заголовки розділів, підрозділів (параграфів), додатків і вказують номери сторінок, з яких вони починаються.

Перелік скорочень, символів і спеціальних термінів, а також їх визначення (пояснення) вносять у записку тільки у разі необхідності.

Технічне завдання на виконання курсового проекту повинно містити початкові дані і вимоги до основних режимів функціонування мікрокомп'ютера МПС та програмного забезпечення.

Вступ.

У вступі має бути коротко охарактеризовано сучасний стан рішення задачі по темі КП, питання які розробляються у КП, вказується область можливого використання розроблених технічних рішень.

Розділ 1. Розроблення основних режимів функціонування та схеми електричної функціональної.

Розкривається структура мікрокомп'ютера МПС з вибраними конкретними компонентами для реалізації, основні режими функціонування, основні інтерфейси та протоколи обміну інформацією між вузлами та зовнішнім середовищем. Функціональна схема розміщується по тексту у вигляді рисунку без штампу та в додатку у вигляді листа з штампом.

Розділ 2. Розроблення схеми електричної принципової.

Розкриваються особливості схемної реалізації та функціонування основних вузлів з відображенням в записці фрагментів принципової схеми відповідного вузла та часових

діаграм функціонування у відповідному режимі. Фрагменти вузлів принципової схеми розміщуються по тексту у вигляді рисунків, а в додатку розміщується повна принципова схема у вигляді листа з штампом.

Розділ 3. Розроблення програмного забезпечення мікрокомп'ютера МПС.

Наводиться програмна модель мікропроцесора та периферійного пристрою. Розробляється схема алгоритму основного режиму функціонування та схеми алгоритмів програмних модулів. Наводиться коротка характеристика використаної системи для розроблення програмного забезпечення (IDE). Розробляються програмні модулі: модуль основного алгоритму функціонування, модуль ініціалізації мікрокомп'ютера, модуль драйвера периферійного пристрою, наводяться скріншоти процесу створення проекту та відлагодження програмних модулів, по тексту наводяться схеми алгоритмів програмних модулів у вигляді рисунків без штампів, основні функції, звертання до них та їх параметри. Лістинги схем алгоритмів та програмних модулів у вигляді листів з штампами розміщуються в додатку.

Висновки. Викласти основні результати отримані в КП та їх відповідність вимогам завдання на КП.

Список літератури. У список літератури включають усі джерела, використані студентом під час виконання роботи, зокрема при розробці пояснювальної записки. Список літератури складають в алфавітному порядку або за порядком використання літератури у пояснювальній записці. У тексті записки повинна вказуватися вся література, що включена до списку. Рекомендації щодо бібліографічного опису друкованих робіт для списку літератури наведені нижче.

Додатки. В додатках розміщуються схеми, специфікації, діаграми, таблиці, тексти програм та інші допоміжні матеріали.

Обсяг пояснювальної записки: титульний аркуш 1 стор.; анотація українською мовою до 1 стор.; зміст; перелік скорочень, символів і спеціальних термінів (за необхідності) до 1 стор.; вступ до 1 стор; технічне завдання до 1 стор.; основні розділи (1-3) 30-45 стор.; висновки до 1 стор. друкованого тексту на аркушах форматом А4, шрифтом Times New Roman 14 розміру з міжрядковим інтервалом 1,5.

3.2. Загальні вимоги

Пояснювальна записка оформляється українською мовою. Обсяг записки 30-50 стор. Текст розміщується на одному боці аркуша паперу формату А4. Можна використовувати папір розміром у межах від 203х288 мм до 210х297 мм. Можна подавати таблиці та ілюстрації на аркушах формату А3. Аркуші текстової частини пояснювальної записки рамками не обводяться. На аркушах пояснювальної записки необхідно залишити поля з усіх чотирьох боків: розмір лівого поля - не менш ніж 25 мм, правого - не менш ніж 10 мм, верхнього і нижнього - не менше 20 мм. На аркушах, де починаються розділи, зміст, анотації, вступ, висновки, список літератури рекомендується збільшувати розмір верхнього поля до 40 мм. Схеми електрична функціональна та принципова наводяться на окремих листах формату А3-А1 в залежності від апаратної і структурної складності пристрою та розробляється згідно стандартів ЄСКД. Перелік елементів складається на аркуші формату А4 і оформляється згідно стандартів ЄСКД. Графічні схеми алгоритмів виконуються згідно вимог міжнародного стандарту ISO 5807-85 "Обробка інформації. Символи і умовні позначення граф-схем даних, програм та систем, схем програмних мереж і системних ресурсів".

Пояснювальна записка, оформлена з використанням комп'ютера, повинна бути надрукована на принтері чітким шрифтом з контурами символів середньої жирності. Записка може бути оформлена з використанням текстового редактора MS WORD шрифтом Times New Roman 14 розміру з міжрядковим інтервалом 1,5. Допускається виконання пояснювальної записки рукописом

Великі і малі букви, надрядкові і підрядкові індекси у формулах повинні позначатися чітко. Розміри знаків для формул рекомендуються такі; великі літери і цифри 6-8 мм, малі - 3-4 мм, пежашики степені, індекси - не менше ніж 2 мм.

Таблиці, рисунки, креслення, схеми, фотографії у тексті записки повниш бути, оформлені на стандартних аркушах формату А4.

При першій згадці у тексті іноземних фірм, маловідомих прізвищ або географічних назв їх пишуть як в українській транскрипції, так і мовою оригіналу.

Пояснювальна записка повинна бути брошюрована.

3.2.1. Перелік скорочень символів та спеціальних термінів

Перелік не загальноприйнятих (вузькоспеціальних) скорочень, символів і термінів включають у записку у тих випадках, коли їх загальна кількість більша за 20 та кожне із них повторюється у тексті не метне ніж 3-5 рази. Скорочення, символи і терміни розміщуються у переліку стовпцем, в якому зліва наводять скорочення, символи, спеціальні терміни, а справа-їх детальну розшифровку.

Відсутність у записці переліку скорочень символів, термінів замінюється їх детальною розшифровкою при першій згадці або безпосередньо у тексті (у дужках), або у примітці.

3.2.2. Рубрикація записки, нумерація сторінок

Текст основної частини пояснювальної записки поділяють на розділи, підрозділи, пункти та підпункти. Заголовки структурних частин пояснювальної записки "ЗМІСТ", "ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ", "АНОТАЦІЯ" "ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ", "ВСТУП", "РОЗДІЛ", "ВИСНОВКИ", "СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ", "ДОДАТКИ" друкують великими літерами симетрично до тексту. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу в розрядці упідбір до тексту. В кінці заголовка, надрукованого упідбір до тексту, ставиться крапка.

Розділи повинні бути пронумеровані арабськими цифрами послідовно у всій записці. Вступ, висновки, список літератури не нумеруються. Після номера розділу ставиться крапка.

Підрозділи нумеруються арабськими цифрами послідовно у всьому розділу. Номер підрозділу повинен містити номер розділу і порядковий номер підрозділу, розділених крапкою. Наприклад: "7.3." - третій підрозділ (параграф) сьомого розділу.

Пункти нумеруються арабськими цифрами послідовно у всьому підрозділі. Номер пункту повинен включати у себе номер розділу, підрозділу і пункту, розділених крапками. У кінці номера пункту також ставлять крапку. Наприклад; "7.3.4." - четвертий пункт третього підрозділу сьомого розділу.

Пункти можуть містити підпункти. Номер підпункту містить номери розділу, підрозділу, пункту і підпункту, розділені крапками. У кінці номера підпункту ставиться крапка.

Розділи та підрозділи повинні мати заголовки. Заголовки розділів друкуються великими, заголовки підрозділів - малими літерами (крім першої великої). Якщо заголовок складається з двох і більше речень, між ними ставиться крапка. У кінці заголовка розділу крапка не ставиться. У кінці заголовка підрозділу крапка ставиться. Підкреслювати заголовки і переносити слова у заголовках не рекомендується.

Номер відповідного розділу або підрозділу ставиться на початку заголовка, номер пункту (підпункту) - на початку першого рядка абзацу, яким починається відповідний пункт (підпункт). Цифри номеру пункту (підпункту) не повинні виступати

за границю абзацу.

Нумерація сторінок записки повинна бути наскрізною: перша сторінка – титульний лист, друга - анотація українською мовою, третя – технічне завдання. Номер сторінки проставляють арабськими цифрами у правому верхньому куті (крапку після цифри не ставлять). На титульному аркуші номер сторінки не проставляють.

Коли у записку включені рисунки і таблиці, що розмішені на окремих сторінках, їх нумерують у загальному порядку. Коли рисунок або таблиця розмішені на аркуші формату А4, їх рахують як одну сторінку. Список літератури та додатки потрібно включати у загальну нумерацію.

Формули в пояснювальній записці (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Номери формул пишуть біля правого берега аркуша на рівні відповідної формули в круглих дужках, наприклад: (3.1) (перша формула третього розділу).

Примітки до тексту і таблиць, в яких вказують довідкові і пояснювальні дані, нумерують послідовно у межах однієї сторінки. Якщо приміток на одному аркуші декілька, то після слова "Примітки" ставлять двокрапку та наводять зміст приміток. - Якщо є одна примітка, то її не нумерують і після слова "Примітка" ставлять крапку. Примітки можна розміщувати в кінці сторінки або підрозділу.

3.2.3. Ілюстрації

Кількість ілюстрацій пояснювальної записки визначається її змістом і повинна бути достатньою для того, щоб надати тексту ясності і конкретності.

Всі ілюстрації (фотографії, схеми, креслення) у записці повинні називатися однаково - рисунками. Рисунки позначаються скорочено; "Рис." Рисунки нумеруються послідовно у розділі арабськими цифрами. Номер рисунка повинен містити номер розділу і порядковий номер рисунка, які розділяються крапкою, наприклад: "Рис.1.2." - другий рисунок першого розділу. При посиланні на рисунок потрібно вказувати його повний номер, наприклад: (рис. 1. 2), (рис. 2.6). Повторні посилання на рисунки потрібно подавати із скороченим словом "див.", наприклад (див. рис. 1.2).

Рисунки рекомендується розміщувати зразу після посилання на них у тексті записки так, щоб їх можна було розглядати без обертання аркуша. Якщо це неможливо, рисунки розміщують так, щоб для їх розгляду потрібно було обернути аркуш за годинниковою стрілкою.

Кожний рисунок повинен мати підпис, що виконують під рисунком в один рядок з номером. Підписи під рисунками і написи на рисунках виконують креслярським шрифтом однакового розміру протягом усій роботи.

3.2.4. Таблиці

Цифрові дані та іншу однотипну інформацію рекомендується оформляти у вигляді таблиці.

Кожна таблиця позначається словом "Таблиця" з порядковим номером, що розміщується за словом "Таблиця" з правого боку. Таблиця може мати заголовок, який розміщується у наступному рядку після слова "Таблиця". Слово "Таблиця" і заголовок починаються з великої літери. Підкреслювати слово "Таблиця" і заголовок недоцільно.

Номер таблиці пишеться у розділі арабськими цифрами, Номер таблиці включає у себе номер розділу і порядковий номер таблиці, що розділені крапкою. Наприклад: "Таблиця 3.2." - друга таблиця третього розділу. При посиланнях на таблицю слово "Таблиця" пишуть скорочено і вказують її повний номер, наприклад:

(табл. 3.2.). Повторні посилання на таблицю потрібно давати із скороченим словом "див.", наприклад: (див. табл. 3.2.).

За логікою побудови таблиці її логічний суб'єкт, або підмет (позначення тих предметів, які в ній характеризуються), розміщують у бойовику, головці чи в них обох, а не у прографці; логічний підмет таблиці, або присудок (тобто дані, якими характеризується присудок) - у прографці, а не в головці чи боковику. Кожен заголовок над графою стосується всіх даних цієї графи, кожен заголовок рядка в боковику - всіх даних цього рядка. Заголовок кожної графи в головці таблиці має бути по можливості коротким. Слід уникати повторів тематичного заголовка в заголовках граф, одиниці виміру зазначати у тематичному заголовку, виносити до узагальнюючих заголовків слова, що повторюються. Боковик, як і головка, вимагає лаконічності. Повторювані слова тут також виносять в об'єднувальні рубрики; загальні для всіх заголовків боковика слова розміщують у заголовку над ним. У прографці повторювані елементи, які мають відношення до всієї таблиці, виносять у тематичний заголовок або в заголовок графи; однорідні числові дані розміщують так, щоб їх класи збігалися; неоднорідні - посередині графи; лапки використовують тільки замість однакових слів, які стоять одне під одним.

Заголовки граф таблиц повинні починатися з великих літер, підзаголовки - з малих, якщо вони складають одне речення з заголовком і з великих - коли вони самостійні. Не рекомендується ділити заголовки граф таблиці за діагоналлю. Не рекомендується включати у таблицю графу "№ п/п". Висота рядків таблиці повинна бути не меншою за 8мм.

Таблицю рекомендується розміщувати після першої згадки про неї у тексті і так, щоб її можна було читати без обертання аркуша. Коли таке розміщення неможливе, таблицю розміщують так, щоб її можна було читати після повертання аркуша за годинниковою стрілкою. При перенесенні таблиці на іншу сторінку над верхнім правим кутом розміщують слова "Продовження табл. А.Б." (А - номер розділу, Б - порядковий номер таблиці). Коли заголовки граф таблиці об'ємні, при перенесенні таблиці їх можна не повторювати; у цьому випадку нумерують графи таблиці і повторюють їх нумерацію на наступній сторінці.

При повторенні у графі таблиці тексту, який включає одне слово, його можна замінювати лапками. Якщо текст, що повторюється, містить два або більше слів, то при першому повторенні його замінюють словом "теж", а надалі - лапками. При повторенні цифр, марок, математичних і хімічних знаків, символів ставити лапки не дозволяється. Якщо цифрові або інші дані у будь-якому рядку графи таблиці не наводять, то в ній ставлять прочерк.

3.2.5. Формули

При використанні формул необхідно дотримуватися певних техніко- орфографічних правил. Найбільші, а також довгі і громіздкі формули, котрі містять знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку; а не одну під однією. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту.

Пояснення - значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій їх подано у формулі. Значення кожного символа і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають словом "де" без двокрапки.

Рівняння і формули треба виділяти з тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули потрібно залишити не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння

не вміщується в один рядок, його слід перенести після знака рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (-), множення (x) чи ділення (:).

Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання надалі у тексті. Інші нумерувати не рекомендується.

Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого берега сторінки без крапок від формули до її номера. Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядка. Якщо формула знаходиться у рамці, то номер такої формули записують зовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дробу подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Номер групи формул, розміщених на окремих рядках і об'єднаних фігурною дужкою (парантезом), ставиться справа від вістря парантеза, яке знаходиться в середині групи формул і повернене у бік номера. Загальне правило пунктуації в тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації. Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації: а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього вимагає побудова тексту, що передує формулі. Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна за однією і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера. Розділові знаки між формулами при парантезі ставлять всередині парантеза. Після таких громіздких математичних виразів, як визначники і матриці, можна розділові знаки не ставити.

3.2.6. Посилання на використані джерела

При написанні пояснювальної записки потрібно давати посилання на джерела, матеріали або окремі результати з яких використані в розрахунковій роботі, або на ідеях і висновках яких розроблюються проблеми, задачі, питання роботи. Такі посилання дають змогу відшукати документи і перевірити достовірність відомостей про цитування документа, дають необхідну інформацію щодо нього, допомагають з'ясувати його зміст, мову тексту, обсяг. Посилатися слід на останні видання публікацій. На більш ранні видання можна посилатися лише в тих випадках, коли в цих є матеріал, який не включено до останнього видання. Якщо використовують відомості, матеріали з монографій, оглядових статей, інших джерел з великою кількістю сторінок, тоді в посиланні необхідно точно вказати номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул з джерела, на яке дано посилання в пояснювальній записці. Посилання в тексті пояснювальної записки на джерела слід зазначити порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, "...у працях і [1-7]",

При необхідності зробити посилання на стандарти, технічні умови, інструкції вказують позначення і назву документа або позначення і назву документа та номер і назву розділу. Включати окремі підрозділи, пункти, ілюстрації недоцільно.

7.8. Список літератури.

При оформленні списку літератури до роботи користуються такими самими правилами, як і при оформленні технічних видань.

Джерела інформації, включені у список літератури до роботи, подаються на мові оригіналу. Джерела, надруковані мовою з особливою графікою (грузинська, арабська, китайська, японська), подаються у перекладі.

Приклад оформлення списку літератури.

- *Нормативно-технічні документи:*

1. ДСТУ 3582-97 "Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила".

3.2.7. Додатки

За необхідності до додатків доцільно включати допоміжний матеріал, необхідний для повноти сприйняття роботи: проміжні математичні доведення, формули та розрахунки; таблиці допоміжних цифрових даних; інструкції і методики, опис алгоритмів і програм вирішення задач на комп'ютері, які розроблені в процесі виконання роботи; ілюстрації допоміжного характеру.

Додатки оформлюють як продовження пояснювальної записки на наступних його сторінках, розміщуючи їх у порядку появи посилань у тексті.

Кожний додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово "Додаток X" та велика літера, що позначає додаток. Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, і, ї, Й, О, Ч, Ї, наприклад, "Додаток А", "Додаток Б" і т.д. Один додаток позначається як "Додаток А".

Текст кожного додатка за необхідності може бути поділений на розділи й підрозділи, які нумерують у межах кожного додатка. У цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку, наприклад. А.2 - другий розділ додатка А; В.3.1 - перший підрозділ третього розділу додатка В.

Ілюстрації, таблиці і формули, які розмішені в додатках, нумерують у межах кожного додатка, наприклад: рис. А.1.2 - другий рисунок першого розділу додатка А; формула (В.1) перша формула додатка В.

4. ПОЛІТИКА АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Політика щодо академічної доброчесності учасників освітнього процесу формується на основі дотримання принципів академічної доброчесності з урахуванням норм «Положення про академічну доброчесність у Національному університеті «Львівська політехніка» (затверджене вченою радою університету від 20.06.2017 р., протокол № 35).

У ВСІХ розділах слід зробити посилання на літературні джерела використаних методів, алгоритмів, рисунків, таблиць тощо. Не рекомендується розміщати КОПІЇ текстових матеріалів з джерел, тому що це вважається ЦИТАТОЮ і тоді треба брати цей текст в «...». Рекомендовано викласти інформацію СВОЇМИ СЛОВАМИ і надати посилання на джерело [...].

У ВСІХ розділах та додатках повинні бути викладені ВЛАСНІ РЕЗУЛЬТАТИ роботи студента, отримані в процесі виконання курсового проекту (розроблення структурних схем, алгоритмів, UML діаграм, функціональних та принципових схем тощо).

5. ЗАХИСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

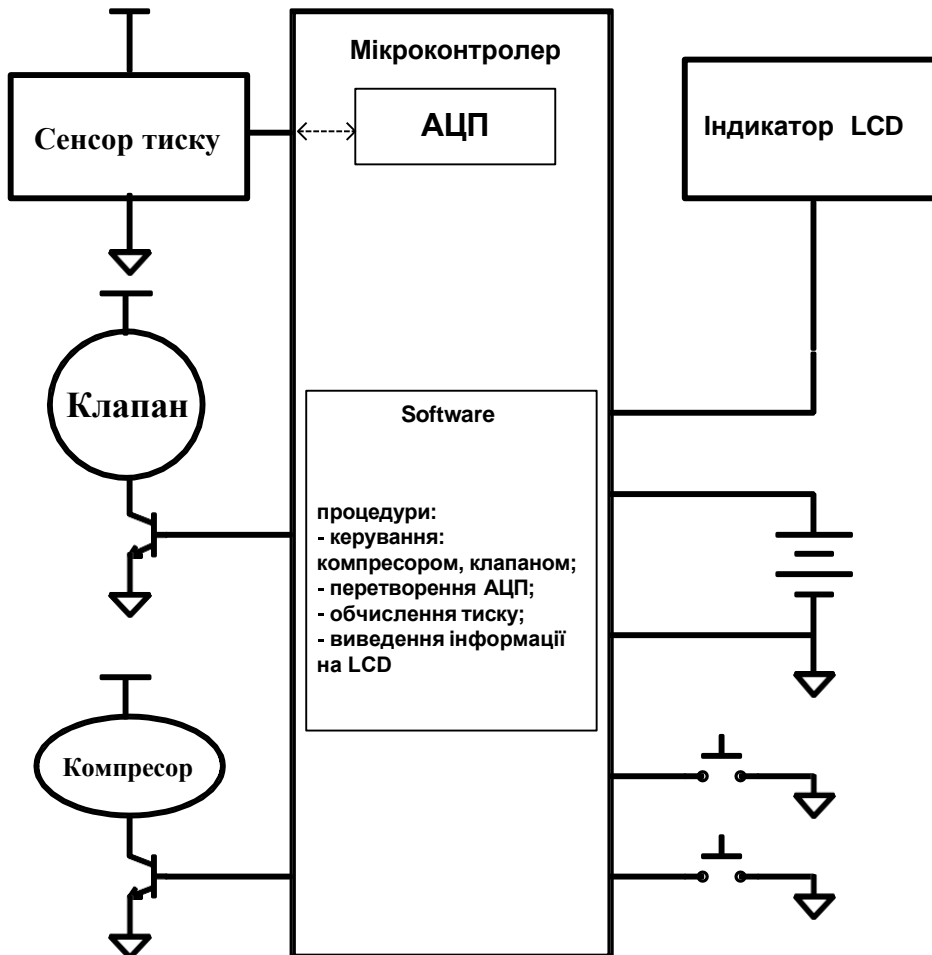
Готовий курсовий проект представляється керівнику для перевірки. При необхідності вона може бути повернута студенту на доопрацювання. До захисту приймається робота, оформлена згідно приведених вище вимог, разом з електронним варіантом. Електронний варіант має вигляд папки в яку входять: текст пояснювальної записки до КП, файли розроблених програм, схеми електрична функціональна та принципова. Назва папки формується з номера групи і прізвища виконавця КП. Назви файлів і папок повинні бути виконані латинськими літерами та цифрами.

В процесі захисту роботи студент показує пояснювальну записку, розроблені схеми, роботу розроблених програм на комп'ютері і дає пояснення та відповіді на поставлені питання.

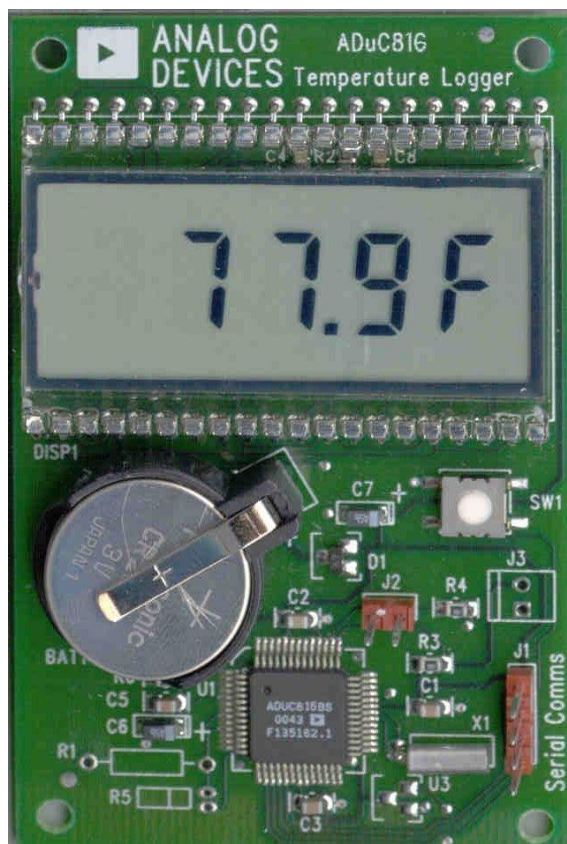
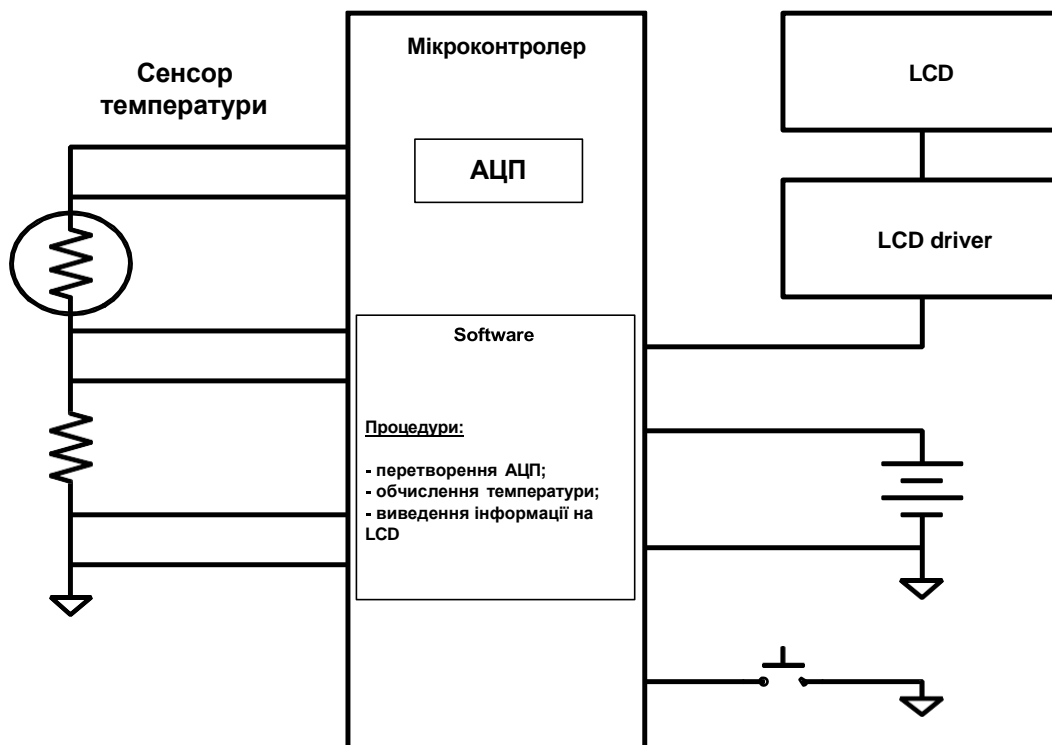
6. МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

6.1. ПРИКЛАДИ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

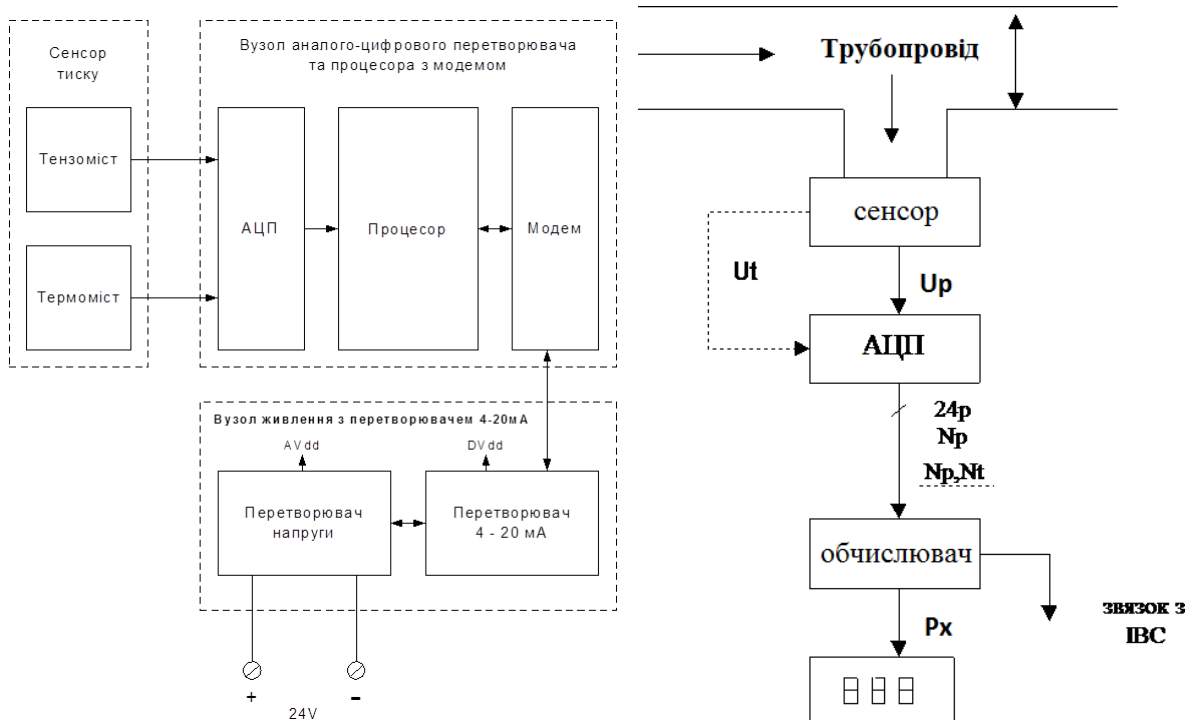
Портативний тонометр



Вимірювач температури



Мікропроцесорний вимірювач тиску промислового призначення



6.2. Приклад основних технічних характеристик мікропроцесора

Part#	MCU Core	MCU Speed (MIPS)	Flash (kbytes)	SRAM (bytes)	GPIO Pins	Resolution (Bits)	ADC Speed (KSPS)	ADC # Channels	Other	12 Bit DAC Outputs	Price* (1000-4999)
ADUC832	8052 (12-clk)	1.3	62	2304	34	12	247	8	PWM	2	\$8.76

32 kHz зовн. кв. рез., PLL

Power Supply Currents Normal Mode

DV_{DD} Current⁴

AV_{DD} Current

DV_{DD} Current

6

1.7

23

20

3

1.7

12

10

mA max

mA max

mA max

mA typ

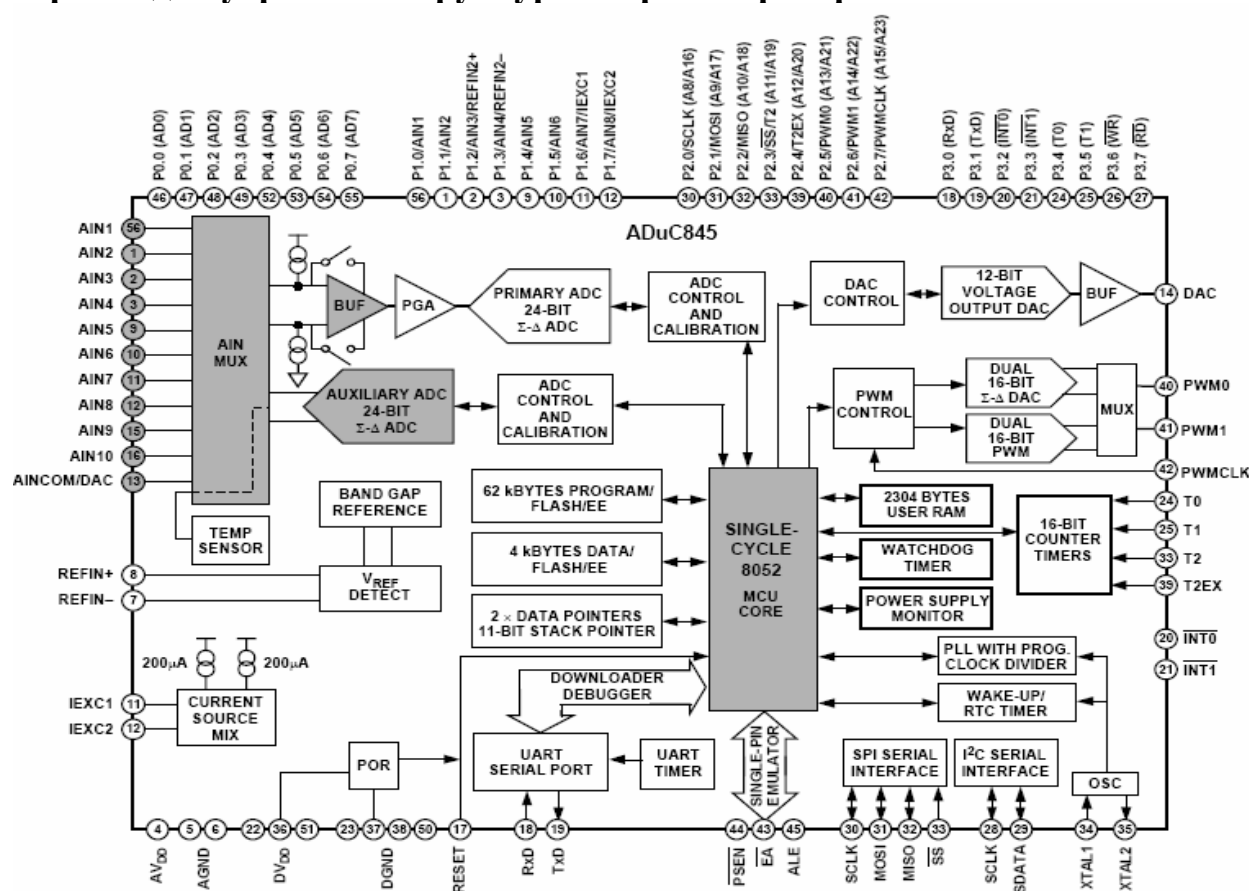
Core CLK = 2.097 MHz

Core CLK = 2.097 MHz

Core CLK = 16.78 MHz

Core CLK = 16.78 MHz

6.3. Приклад внутрішньої структури мікроконтролера



ядро Intel 8052:

- 8-розрядний операційний пристрій;
- шина адресу програмної пам'яті – 16p;
- шина даних двонаправлена – 8p;
- інтегрована програмна пам'ять – 8 Кбайт;
- інтегрована RAM – 256 байт;
- 4 банки по 8 регістрів загального призначення;
- вузол переривань;

інтегрована на кристалі пам'ять типу Flash:

- програм (62Кб);
 - та даних (4Кб);
- пам'ять даних типу XRAM:
- зовнішня - до 16Мб
 - інтегрована на кристалі – 2Кб;
- інтегрована додаткова периферія:
- АЦП - 12р, сигма-дельта 16,24 р;
 - інтерфейси UART, SPI, I2C;
 - DAC – 12р;
 - watchdog timer;
 -

6.4. Приклад реалізації вузла синхронізації

На рис. А.3 наведено приклади реалізації вузла синхронізації на базі резонатора X1 і резистора R1, які під'єднуються до входів EXTAL, XTAL мікроконтролера. У випадку коли в процесі генерації частоти роботи контролера використовується внутрішній вузол PLL сигнали EXTAL і XTAL під'єднуються до протилежних ніжок резонатора. Якщо мікроконтролер тактується резонатором напряму, без використання вузла PLL, то сигнал EXTAL має бути під'єднаним до землі.

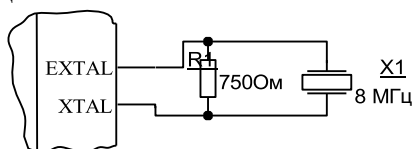


Рис.А.3. Вузол синхронізації на базі кварцевого резонатора.

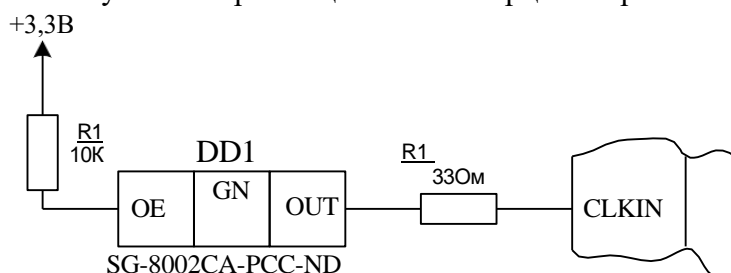
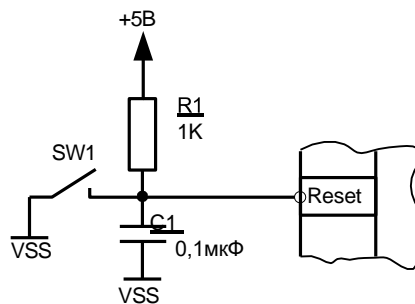


Рис.А.4. Вузол синхронізації на базі вібратора SG-8002CA-PCC-ND.

На рис. А.4 наведено приклади реалізації вузла синхронізації на базі вібратора DD1. При подачі рівня логічної «1» на вхід OE модуля DD1 починається генерація безперервних прямокутних синхроімпульсів на виході OUT, що підключений до входу CLKIN мікроконтролера. Далі частота синхроімпульсів множиться вузлом PLL мікроконтролера до частот ядра і системної магістралі.

6.5. Приклади реалізації вузла Reset

На рис.А.1 наведено приклади реалізації вузла Reset на базі RC ланки (формула для розрахунку значень R і C наведена на рис.А.1). На рис.А.2 наведено варіант реалізації цього вузла на базі інтегральної мікросхеми TL7705A.



$$U(t) = U_{\text{живл}} * (1 - e^{-t/T}), \quad T = R1 * C1$$

Рис.А. 1. Вузол скиду (Reset) на базі RC ланки.

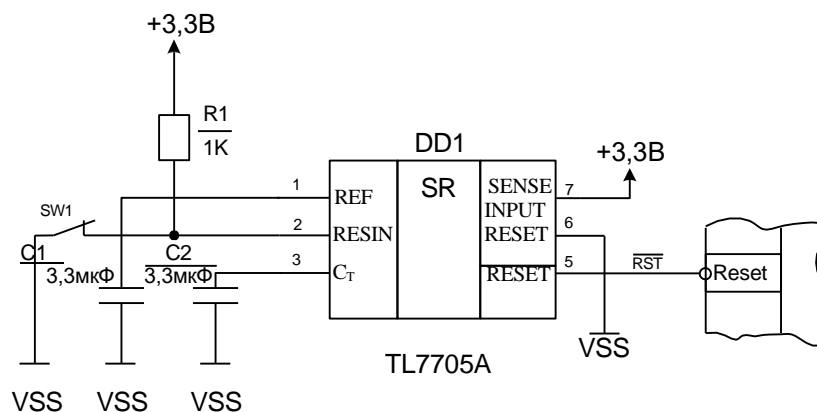


Рис.А.2. Вузол скиду (Reset) на базі мікросхеми TL7705A.

6.6. Приклади реалізації підсистеми пам'яті

6.6.1. Підключення статичного ОЗП

Статичний ОЗП реалізований на базі мікросхеми MCM6323A-10. Це 64K * 16 біт 3,3В асинхронна швидка статична пам'ять довільного доступу. Статична природа позбавляє потреби зовнішнього підведення тактових імпульсів. Внутрішня електрична схема притаманна КМОН пам'яті зменшує споживання і забезпечує високу надійність.

Оснащене сигналами *Вибір кристалу* (\overline{E}), *Дозвіл запису* (\overline{W}) і *Дозвіл виводу* (читання) (\overline{G}). Окремі входи для забезпечення по-байтного доступу (\overline{LB} і \overline{UB}). \overline{LB} контролює 8 DQa бітів, а \overline{UB} - 8 DQb бітів. Мікросхема знаходиться в 44 контактному корпусі: TS Package 44-Lead TSOP TYPE II CASE 924A-02, який розроблено для оптимальної надійності при використанні в друкованих платах.

Таблиця А.1.

Призначення сигналів ОЗП MCM6323A-10

Назви сигналів	Призначення сигналів
A	Адресний вхід
\overline{E}	Вибір кристалу
\overline{W}	Дозвіл запису
\overline{G}	Дозвіл читання
\overline{UB}	Старший байт
\overline{LB}	Молодший байт
DQa	Молодші розряди ввід/вивід

DQb	Старші розряди ввід/вивід
VDD	Цифрове живлення 3,3В ± 0,3В
VSS	Цифрова земля
NC	Не під'єднано

Таблиця А.2.

Таблиця істинності ОЗП MCM6323A-10

\overline{E}	\overline{G}	\overline{W}	\overline{LB}	\overline{UB}	Mode	VDD Current	DQa	DQb
H	X	X	X	X	Not Selected	I _{SB1} , I _{SB2}	High-Z	High-Z
L	H	H	X	X	Output Disabled	I _{DDA}	High-Z	High-Z
L	X	X	H	H	Output Disabled	I _{DDA}	High-Z	High-Z
L	L	H	L	H	Low Byte Read	I _{DDA}	D _{out}	High-Z
L	L	H	H	L	High Byte Read	I _{DDA}	High-Z	D _{out}
L	L	H	L	L	Word Read	I _{DDA}	D _{out}	D _{out}
L	X	L	L	H	Low Byte Write	I _{DDA}	D _{in}	High-Z
L	X	L	H	L	High Byte Write	I _{DDA}	High-Z	D _{in}
L	X	L	L	L	Word Write	I _{DDA}	D _{in}	D _{in}

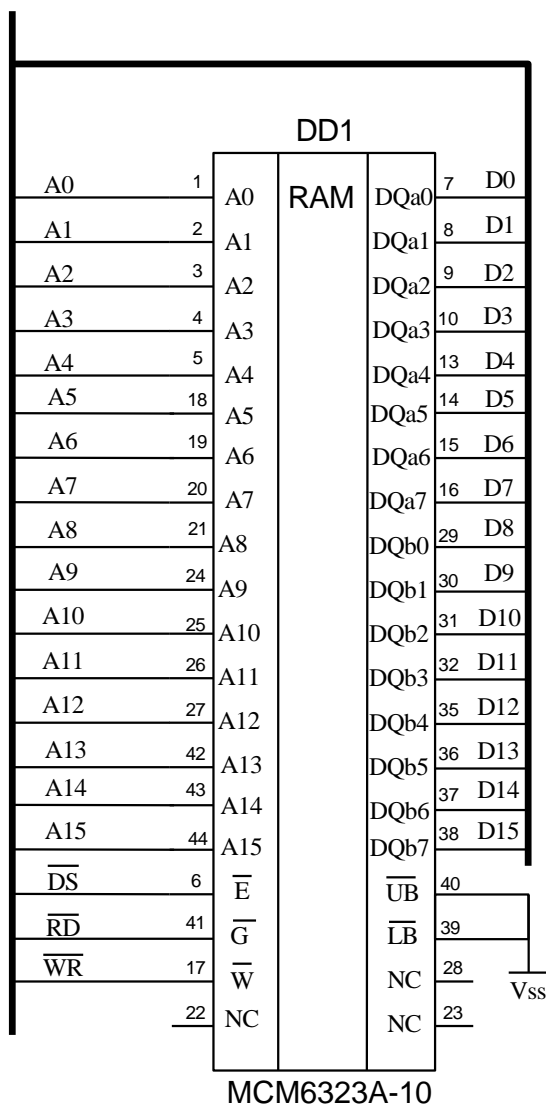


Рис.А. 5. Приклад підключення статичного ОЗП. Схема електрична принципова.

На рис. А. 5. відображено підключення статичного ОЗП до мікро контролера через шину. Відображаються наступні сигнали мікроконтролера з 16-ти розрядними шинами адрес та даних:

- A[0:15] – лінії адрес;
- D[0:15] – лінії даних;
- \overline{DS} - вибір кристалу;
- \overline{WR} - дозвіл запису;
- \overline{RD} - дозвіл читання;
- Vss – цифрова земля.

6.6.2. Підключення динамічного ОЗП і ПЗП типу EEPROM

На рис.А.6. наведено фрагмент схеми електричної принципової, що ілюструє під'єднання вузлів динамічного ОЗП (DD6) і ПЗП на базі мікросхеми Flash пам'яті до мікроконтролера.

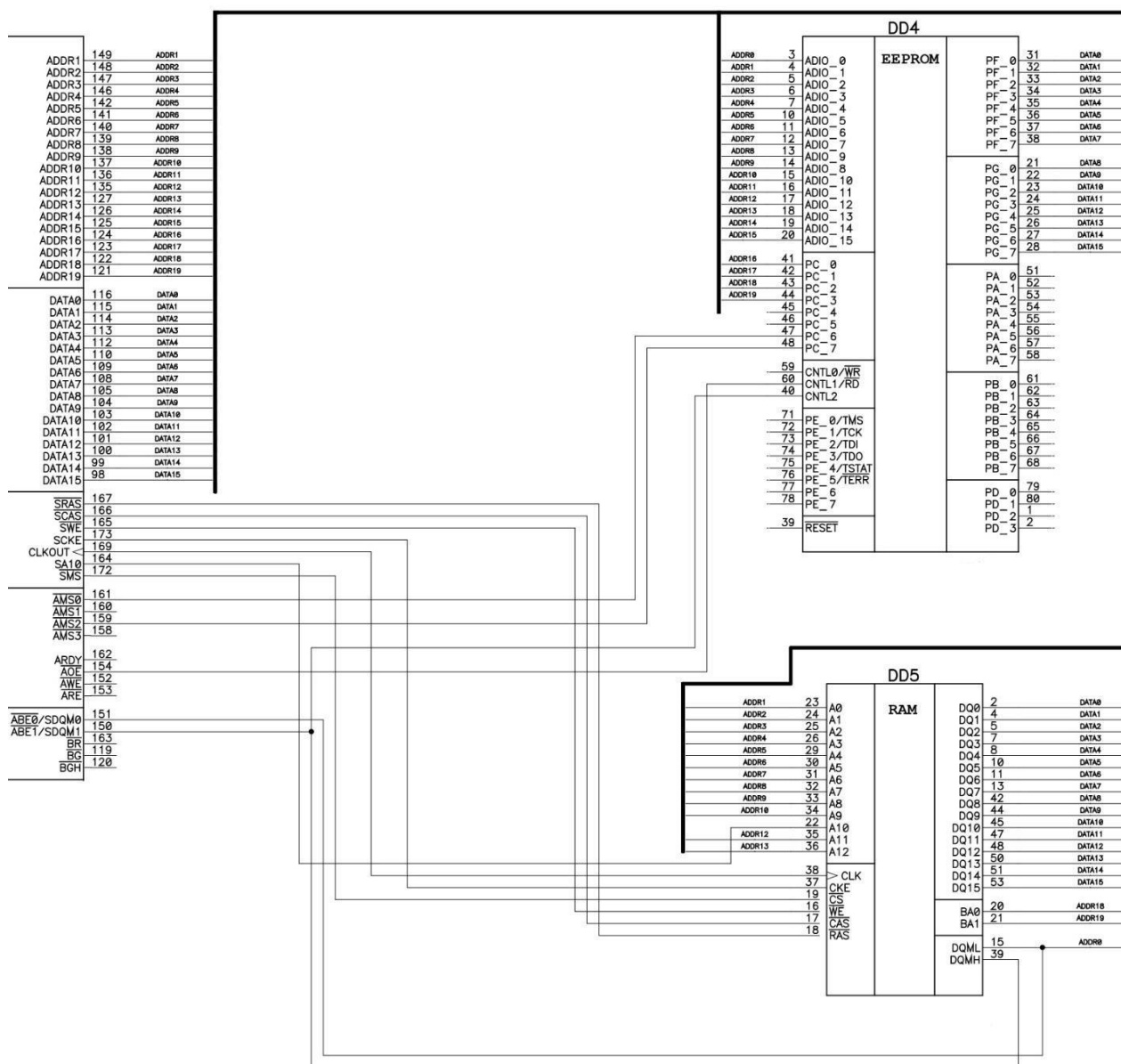


Рис.А.6. Приклад під'єднання динамічного ОЗП і ПЗП до мікроконтролера.
Схема електрична принципова.

Підсистема зовнішньої пам'яті ОЗП побудова з використанням модуля MT48LC16M4A2 виробництва Micron.

Основні властивості:

- повністю сумісна з PC-100 і PC-133;
- повністю синхронна; всі сигнали захоплюються при передньому фронті синхросигналу;
- має внутрішній конвеєр, що дозволяє міняти стовпцеву адресу кожного циклу;
- час регенерації 64 мс;
- організація $16\text{ М} * 8 * 4$.

Пам'ять готова до роботи через 132 мс після стабілізації синхросигналу на системній шині.

В підсистемі використовуються 1 модуль зовнішньої пам'яті ОЗП типу SDRAM, який взаємодіє з мікроконтролером на частоті CLK. Для цього вихід CLKOUT мікроконтролера з'єднаний з входом CLK пам'яті. Вибір банку пам'яті здійснюється за допомогою сигналу \overline{SMS} мікро контролера і \overline{CS} пам'яті. Входи \overline{CAS} , \overline{RAS} , \overline{WE} використовуються для введення команд для пам'яті і формуються модулем керування зовнішньою пам'яттю мікроконтролера. Сигнал CKE дозволяє надходження синхросигналу до пам'яті. Пам'ять має 13 адресних розрядів A0-A12 з'єднаних з адресними лініями ADDR[1:10], ADDR11, ADDR12 магістралі адрес. Адресний вхід A10 використовується при регенерації пам'яті і тому з'єднаний з виходом мікроконтролера SA10. 16-ти розрядна магістраль даних під'єднана до виходів DQ0-DQ15. Доступ до окремих молодшого і старшого байт здійснюється сигналами DQML, DQMН відповідно. Загальна ємність зовнішньої оперативної пам'яті підсистеми складає 64 Мбайт.

Підсистема зовнішньої пам'яті початкового завантаження типу Flash побудована з використанням модуля PSD4256G6V виробництва STMicroelectronics. Це 1 МБ пам'яті типу Flash, в якій зберігається програма, що завантажується при ввімкненні системи, або при апаратному скиді. Дана пам'ять має програмовані порти, що можуть використовуватися для збільшення кількості керуючих сигналів, замість дешифратора. 20-ти розрядні входи адрес пам'яті (ADIO[0-15], PC[0-3]) під'єднані до відповідних сигналів шини адрес підсистеми. 16-ти розрядні виходи даних під'єднані до відповідних ліній магістралі даних. шину даних, що під'єднуються до відповідних сигналів мікроконтролера. Сигнал читання пам'яті \overline{RD} управляється сигналом мікроконтролера \overline{AOE} . Читання молодшого байту відбувається шляхом встановлення непарної адреси на шині адрес сигналом мікроконтролера SDQM0, що заводиться на молодший розряд адресного входу пам'яті. Читання старшого розряду даних відбувається встановленням мікроконтролером сигналу SDQM0, що заведений на вхід CNTL2 мікросхеми пам'яті. Пам'ять програмується за допомогою інтерфейсу JTAG, лінії якого заведені на відповідні сигнали комутованого порту PE. Сигнал $\overline{F_RESET}$ JTAG інтерфейсу заведений на вхід \overline{RESET} пам'яті і використовується при програмуванні та генерації сигналу апаратного скиду вузлом скиду (reset).

6.6.3. Підключення статичного ОЗП через комутовані ША/ШД

На рис.А.7. наведено фрагмент схеми електричної функціональної, що ілюструє під'єднання вузла статичного ОЗП (DD3) через комутовані шину адрес і шину даних до мікроконтролера (DD1).

Для запису до пам'яті інформації на лінії порту P0 подають молодші адреси, які зберігають в регістрі (DD2) подачею на лінію ALE високого рівня. Потім встановлюють на лінії ALE низький рівень і на лінії порту P0 подають дані. При цьому на лініях порту P2 присутні старші адреси. Вид звертання до пам'яті визначається сигналами \overline{WR} , \overline{RD} .

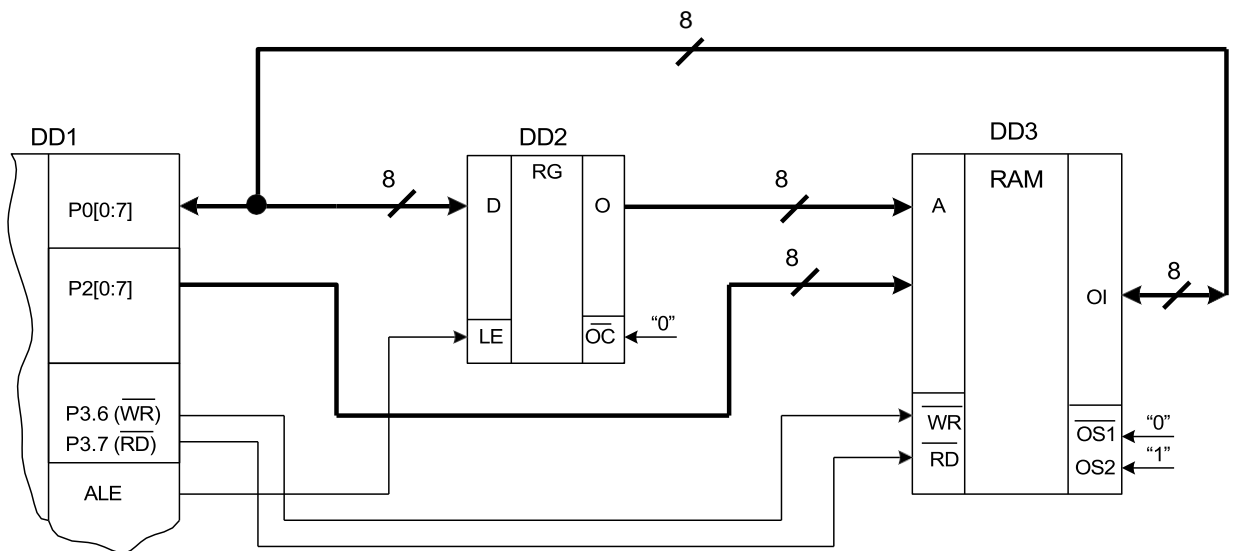


Рис.А.7. Приклад під'єднання статичного ОЗП через комутовані ША/ШД.
Схема електрична функціональна.

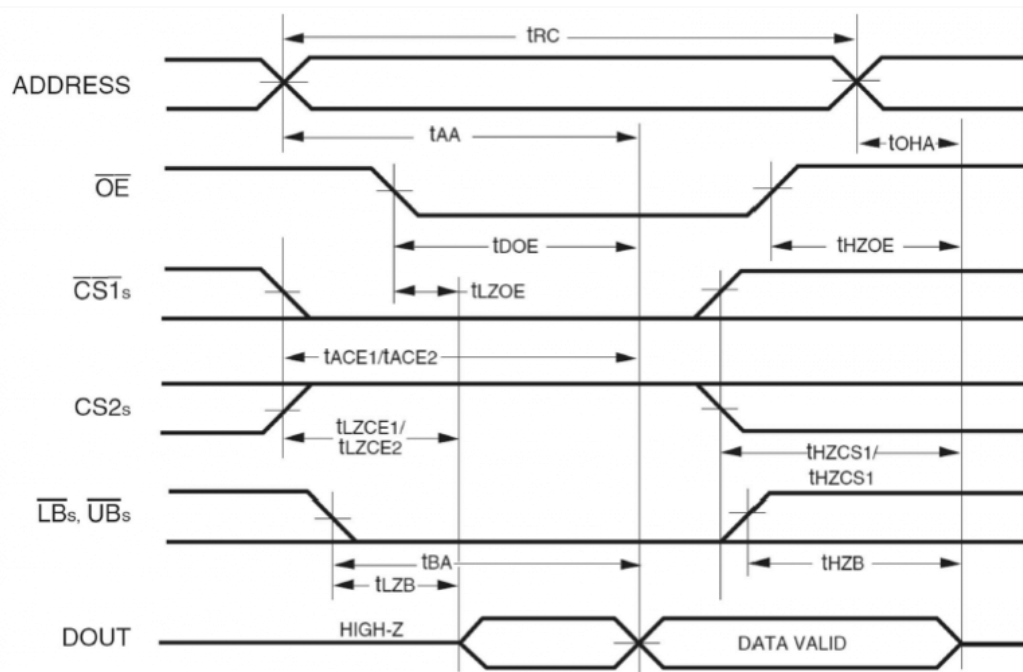
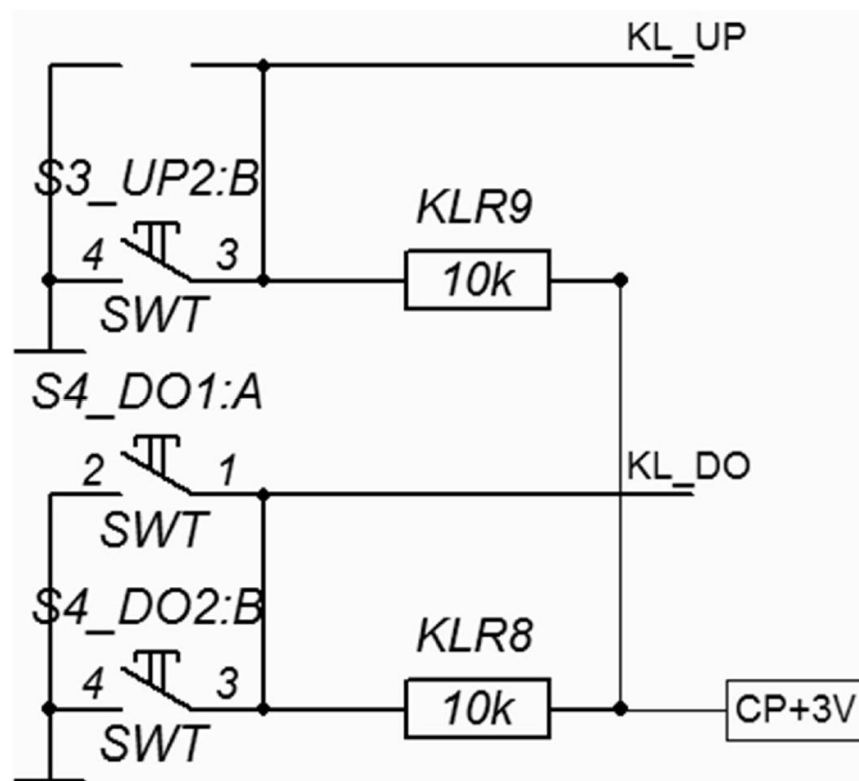


Рис.А.8. Приклад часової діаграми режиму читання ОЗП IS62WV51216BLL
(на рисунку або в таблиці вказати конкретні значення часових величин t_{RC} , t_{AA} ,..)

6.7. Приклади реалізації вузлів підсистеми вводу-виводу

6.7.1. Фрагмент схеми вузла клавіатури



6.7.2. Фрагменти драйвера клавіатури

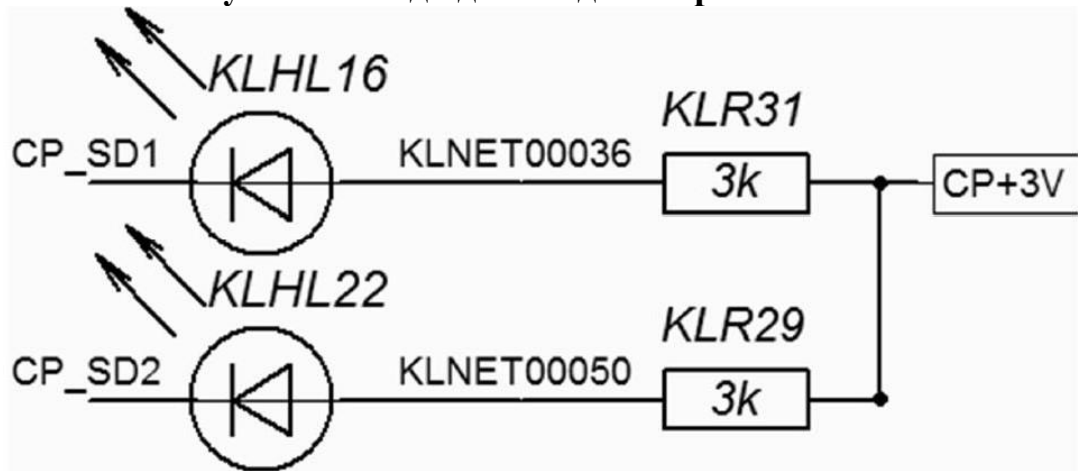
Ініціалізація порту на ввід

```
void PortB_In_Init(void)
{
    GPIO_InitTypeDef                GPIO_InitStructure;
    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOB, ENABLE);
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin     =   GPIO_Pin_11 |   GPIO_Pin_12   ;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode    =   GPIO_Mode_IN;   GPIO_InitStructure.GPIO_Speed    =
    GPIO_Speed_100MHz;
    GPIO_InitStructure.GPIO_OType   = GPIO_OType_PP;
    GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd    = GPIO_PuPd_NOPULL;
    GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStructure);
}
```

Опитування кнопок

```
KL_bit=GPIO_ReadInputDataBit(GPIOB, GPIO_Pin_11);
    if(KL_bit==0) goto DownCheck;
KL_bit=GPIO_ReadInputDataBit(GPIOB, GPIO_Pin_12);
    if(KL_bit==0) goto UpCheck;
```


Фрагмент схеми вузла світлодіодних індикаторів



Фрагменти драйвера світлодіодних індикаторів

Ініціалізація порту на вивід

```
void PortE_Out_Init(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;
    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOE, ENABLE);
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_10 | GPIO_Pin_11;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;
    GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
    GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_NOPULL;
    GPIO_Init(GPIOE, &GPIO_InitStructure);
}
```

Включення/виключення світлодіода

```
SD1_On
{
    GPIO_ResetBits(GPIOE, GPIO_Pin_10);
}
SD1_Off
{
    GPIO_SetBits(GPIOE, GPIO_Pin_10);
}
```

Фрагменти драйвера вузла UART

Конфігурація UART

```
mov  RCAP2H,#0FFh ; конфігурація UART на 9600 бод
mov  RCAP2L,#-5
mov  TH2,#0FFh
mov  TL2,#-5
mov  SCON,#52h
mov  T2CON,#34h
ret
```

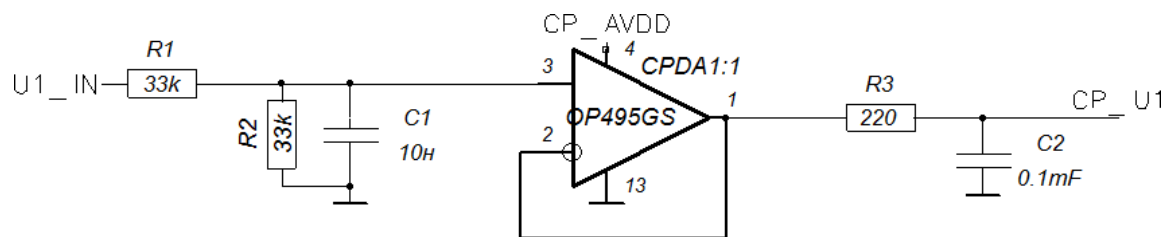
Вивід байта

```
SENDCHAR:                                ; передача символу з A в UART
JNB   TI,$                               ; очікування завершення передачі
                                           ; попереднього символу
CLR   TI                                 ; очищає TI
MOV   SBUF,A                             ; передача символу
RET
```

Читання байта

```
GETCHAR:                                ; прийом символу
JNB   RI,$                               ; чекає прийому символу в SBUF
MOV   A,SBUF
CLR   RI
RET
```

6.8. Приклад схеми вхідного каналу АЦП



Фрагменти драйвера вузла АЦП

```
extern unsigned int  GetCan(char);
int  A;
A=GetCan(0);
```

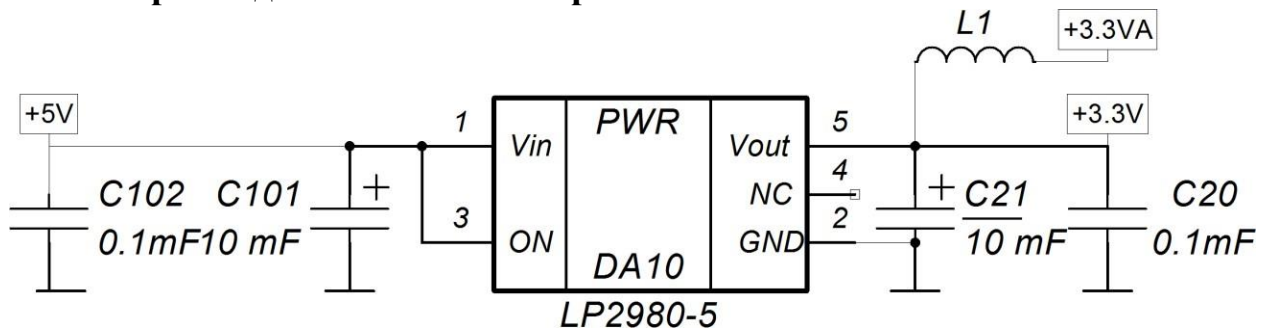
;асемблерний модуль

_GetCan:

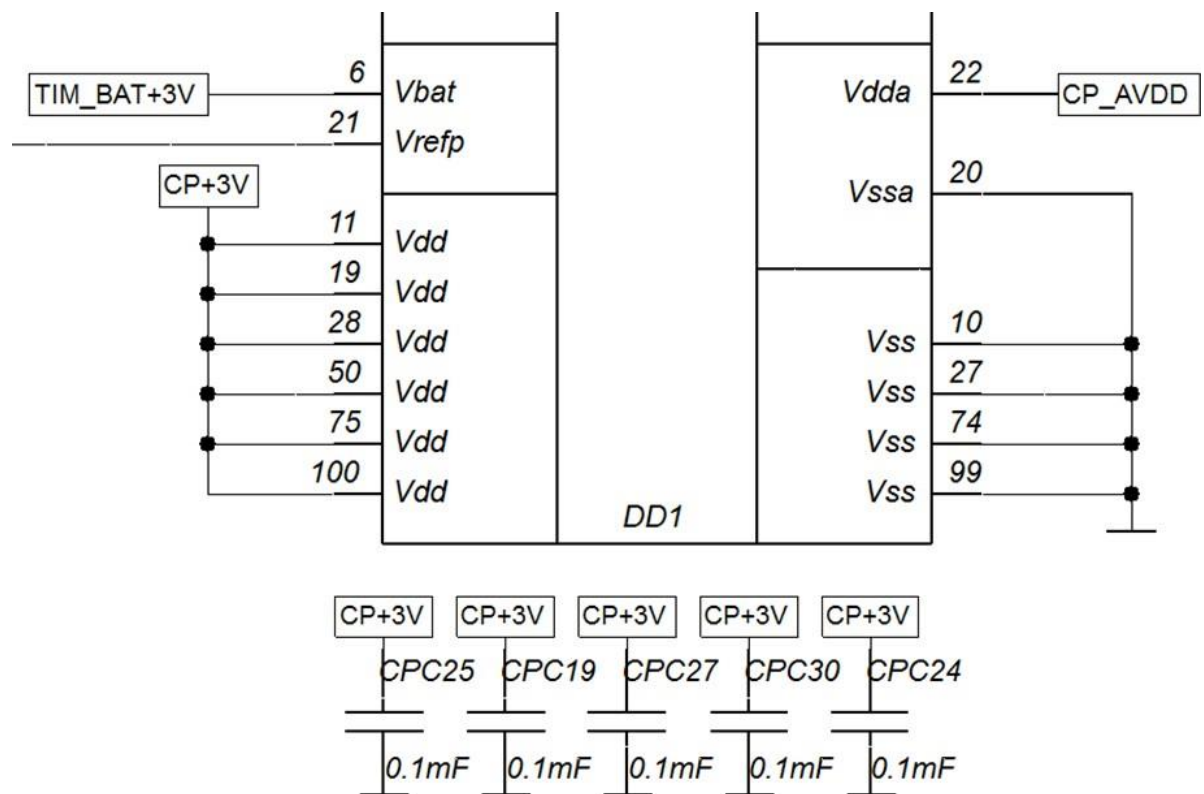
```
MOV  ADCCON1,#080h ; вкл. живлення АЦП
MOV  ADCCON2,r7    ; вибір каналу
SETB SCONV         ; запуск одиночного перетворення
JNB  ADCI,$        ; очікування завершення перетворення
CLR  ADCI
MOV  A,ADCDATAH    ; передача результату (12 р.)
ANL  A,#0Fh
MOV  R6,A
MOV  R7,ADCDATAH
RET
```


6.10. Приклади схем вузла живлення

6.10.1. Приклад схеми стабілізатора

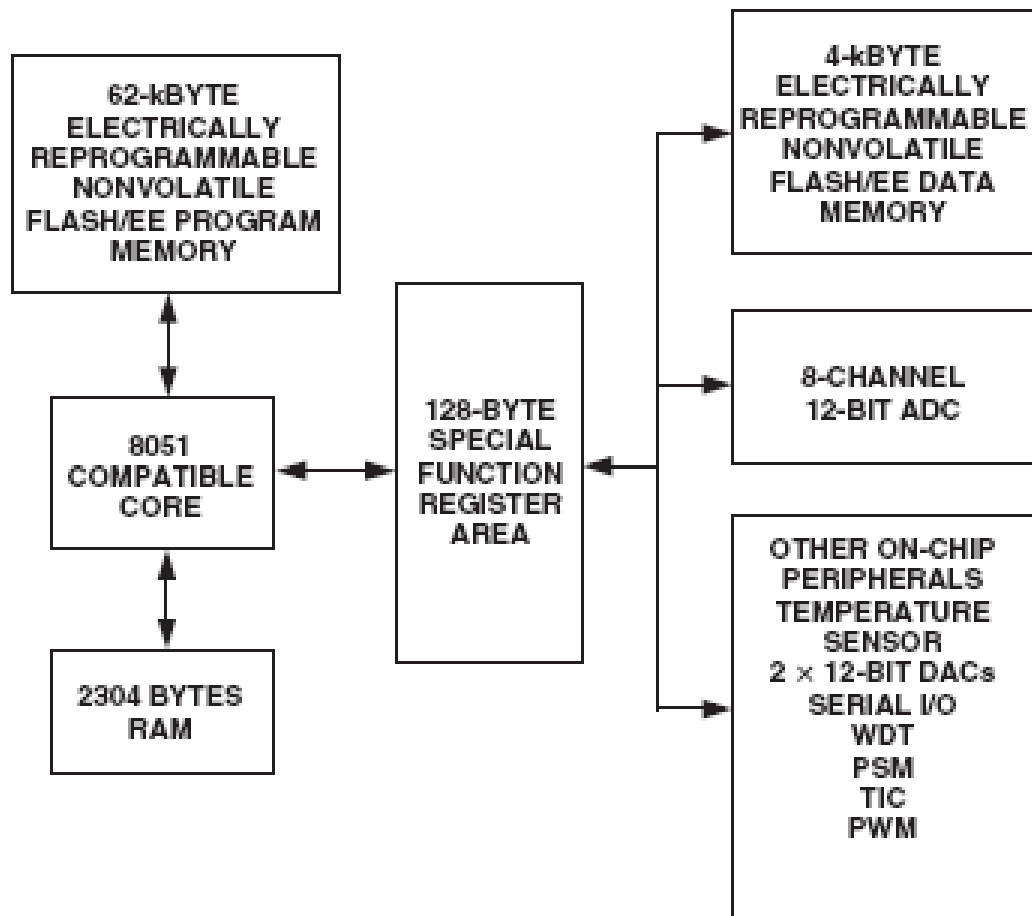


6.10.2. Приклад фрагменту схеми вузла живлення STM32F407



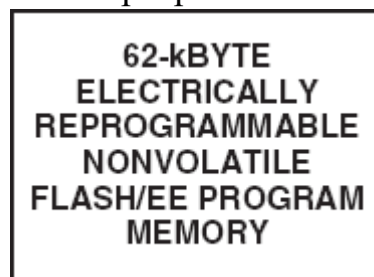
6.11. ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.11.1. Приклад програмної моделі

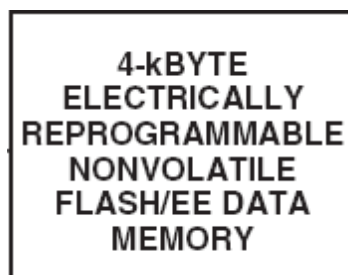


6.11.2. Приклад структури пам'яті

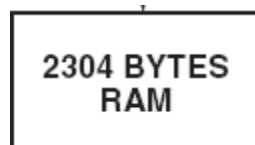
Інтегрована програмна пам'ять Flash:



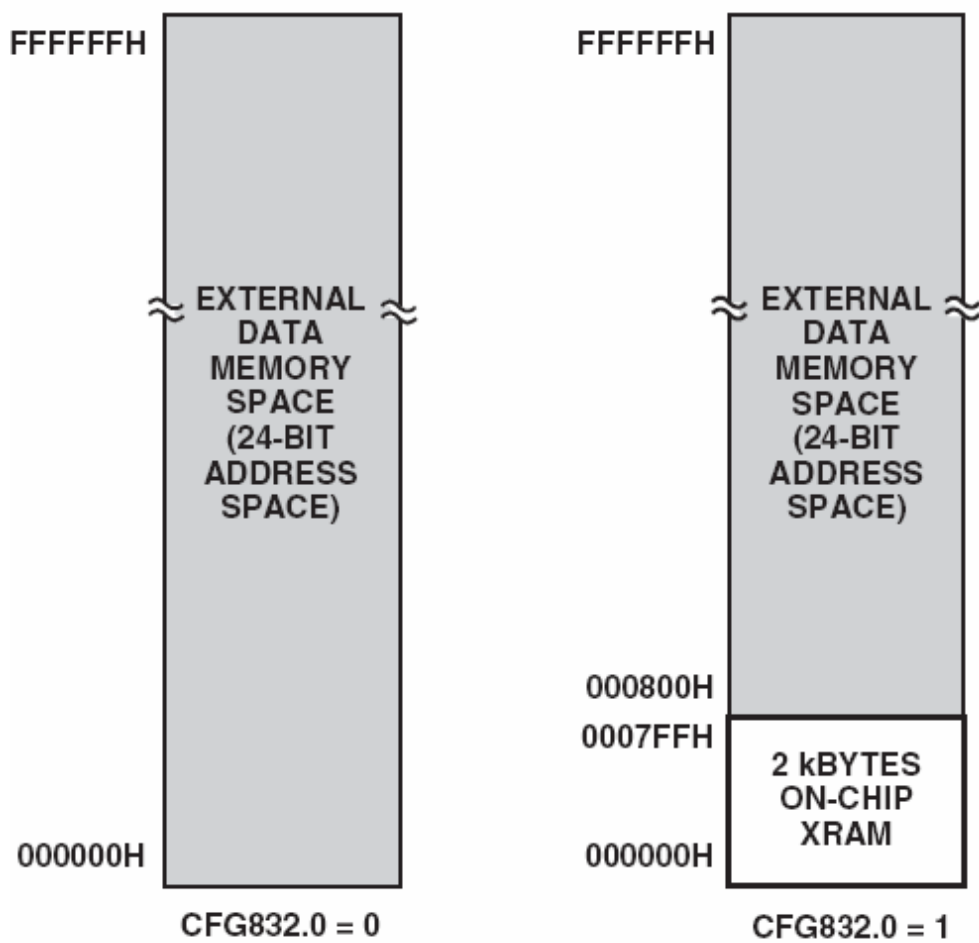
Інтегрована Flash даних:



Інтегрована RAM - 256RAM+2048XRAM:



Пам'ять даних XRAM:



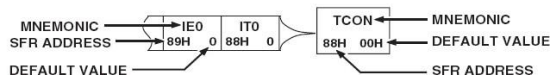
6.11.3. Спеціальні функціональні регістри та регістри периферійних пристроїв

Адреса	Символ	Найменування
0E0H	*ACC	Акумулятор (Accumulator)
0F0H	*Y	Регістр розширювач акумулятора (Multiplication Register)
0D0H	*PSW	Слово стану програми (Program Status Word)
080H	*P0	Порт 0 (SFR P0)
090H	*P1	Порт 1 (SFR P1)
0A0H	*P2	Порт 2 (SFR P2)
0B0H	*P3	Порт 3 (SFR P3)
081H	SP	Регістр показчик стека (Stack Pointer)
083H	DPH	Старший байт регістра показчика даних DPTR (Data Pointer High)
082H	DPL	Молодший байт регістра показчика даних DPTR (Data Pointer Low)
08CH	TH0	Старший байт таймера 0 0
084H	TL0	Молодший байт таймера 0 0
08DH	TH1	Старший байт таймера 1 0
08BH	TL1	Молодший байт таймера 1 0
089H	TMOD	Регістр режимів таймерів лічильників (Timer/Counter Mode Control Register)
088H	*TCON	Регістр керування статусу таймерів (Timer/Counter Control Register)
0B8H	*IP	Регістр пріоритетів (Interrupt Priority Control Register)
0A8H	*IE	Регістр маски переривання (Interrupt Enable Register)
087H	PCON	Регістр керування потужністю (Power Control Register)
098H	*SCON	Регістр керування приймачом/передавачом (Serial Port Control Register)
099H	SBUF	Буфер приймачом/передавачом (Serial Data Buffer)

ISPI FFH 0	WCOL FEH 0	SPE FDH 0	SPIM FCH 0	CPOL FBH 0	CPHA FAH 1	SPR1 F9H 0	SPR0 F8H 0	BITS	SPICON ¹ F8H 04H	DAC0L F9H 00H	DAC0H FAH 00H	DAC1L FBH 00H	DAC1H FCH 00H	DACCON FDH 04H	RESERVED	RESERVED
F7H 0	F6H 0	F5H 0	F4H 0	F3H 0	F2H 0	F1H 0	F0H 0	BITS	B ¹ F0H 00H	ADCOFSL ³ F1H 00H	ADCOFSH ³ F2H 20H	ADCGAINL ³ F3H 00H	ADCGAINH ³ F4H 00H	ADCCON3 F5H 00H	RESERVED	SPIDAT F7H 00H
MDO EFH 0	MDE EEH 0	MCO EDH 0	MDI ECH 0	I2CM EBH 0	I2CRS EAH 0	I2CTX E9H 0	I2CI E8H 0	BITS	I2CCON ¹ E8H 00H	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	ADCCON1 EFH 00H
E7H 0	E6H 0	E5H 0	E4H 0	E3H 0	E2H 0	E1H 0	E0H 0	BITS	ACC ¹ E0H 00H	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED
ADCI DFH 0	DMA DEH 0	CCONV DDH 0	SCONV DCH 0	CS3 DBH 0	CS2 DAH 0	CS1 D9H 0	CS0 D8H 0	BITS	ADCCON2 ¹ D8H 00H	ADCDATAL D9H 00H	ADCDATAH DAH 00H	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	PSMCON DFH DEH
CY D7H 0	AC D6H 0	F0 D5H 0	RS1 D4H 0	RS0 D3H 0	OV D2H 0	FI D1H 0	P D0H 0	BITS	PSW ¹ D0H 00H	RESERVED	DMAL D2H 00H	DMAH D3H 00H	DMAP D4H 00H	RESERVED	RESERVED	PLLCON D7H 53H
TF2 CFH 0	EXF2 CEH 0	RCLK CDH 0	TCLK CCH 0	EXEN2 CBH 0	TR2 CAH 0	CNT2 C9H 0	CAP2 C8H 0	BITS	T2CON ¹ C8H 00H	RESERVED	RCAP2L CAH 00H	RCAP2H CBH 00H	TL2 CCH 00H	TH2 CDH 00H	RESERVED	RESERVED
PRE3 C7H 0	PRE2 C6H 0	PRE1 C5H 0	PRE0 C4H 0	WDIR C3H 0	WDS C2H 0	WDE C1H 0	WDWR C0H 0	BITS	WDCON ¹ C0H 10H	RESERVED	CHIPID C2H 2XH	RESERVED	RESERVED	RESERVED	EDARL C6H 00H	EDARH C7H 00H
PSI BFH 0	PADC BEH 0	PT2 BDH 0	PS BCH 0	PT1 BBH 0	PX1 BAH 0	PT0 B9H 0	PX0 B8H 0	BITS	IP ¹ B8H 00H	ECON B9H 00H	RESERVED	RESERVED	EDATA1 BCH 00H	EDATA2 BDH 00H	EDATA3 BEH 00H	EDATA4 BFH 00H
RD B7H 1	WR B6H 1	T1 B5H 1	T0 B4H 1	INT1 B3H 1	INT0 B2H 1	TxD B1H 1	RxD B0H 1	BITS	P3 ¹ B0H FFH	PWM0L B1H 00H	PWM0H B2H 00H	PWM1L B3H 00H	PWM1H B4H 00H	NOT USED	NOT USED	SPH B7H 00H
EA AFH 0	EADC AEH 0	ET2 ADH 0	ES ACH 0	ET1 ABH 0	EX1 AAH 0	ET0 A9H 0	EX0 A8H 0	BITS	IE ¹ A8H 00H	IEIP2 A9H A0H	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	PWMCON AEH 00H	CFG832 AFH 00H
A7H 1	A6H 1	A5H 1	A4H 1	A3H 1	A2H 1	A1H 1	A0H 1	BITS	P2 ¹ A0H FFH	TIMECON A1H 00H	HTHSEC A2H 00H	SEC A3H 00H	MIN A4H 00H	hour A5H 00H	INTVAL A6H 00H	DPCON A7H 00H
SM0 9FH 0	SM1 9EH 0	SM2 9DH 0	REN 9CH 0	TB8 9BH 0	RB8 9AH 0	T1 99H 0	RI 98H 0	BITS	SCON ¹ 98H 00H	SBUF 99H 00H	I2CDAT 9AH 00H	I2CADD 9BH 55H	NOT USED	T3FD 9DH 00H	T3CON 9EH 00H	NOT USED
97H 1	96H 1	95H 1	94H 1	93H 1	92H 1	T2EX 91H 1	T2 90H 1	BITS	P1 ^{1,2} 90H FFH	NOT USED	NOT USED	NOT USED	NOT USED	NOT USED	NOT USED	NOT USED
TF1 8FH 0	TR1 8EH 0	TF0 8DH 0	TR0 8CH 0	IE1 8BH 0	IT1 8AH 0	IE0 89H 0	IT0 88H 0	BITS	TCON ¹ 88H 00H	TMOD 89H 00H	TL0 8AH 00H	TL1 8BH 00H	TH0 8CH 00H	TH1 8DH 00H	RESERVED	RESERVED
87H 1	86H 1	85H 1	84H 1	83H 1	82H 1	81H 1	80H 1	BITS	P0 ¹ 80H FFH	SP 81H 07H	DPL 82H 00H	DPH 83H 00H	DPP 84H 00H	RESERVED	RESERVED	PCON 87H 00H

SFR MAP KEY:

THESE BITS ARE CONTAINED IN THIS BYTE.



6.11.4. Приклад короткої характеристики системи команд

Система команд може бути поділена на окремі групи:

- множення — множення цілих і дробових чисел і множення з накопиченням;
- арифметичних — всі арифметичні операції, крім множення;
- зсуву — операції простого і циклічного зсуву;
- логічних — функції двійкової логіки, як наприклад I, АБО, і НЕ;
- AGU — операції обчислення адреси;
- маніпулювання бітами — інструкції, для маніпулювання значеннями на рівні бітів;
- розгалуження — інструкції, які підтримують цикли;
- пересилки — операції пересилки даних;
- контроль програми — команди які контролюють потік виконання програми.

Команда	Паралельне переміщення	Опис
IMACL	—	Знакове ціле множення з накопиченням з повною точністю
IMACUS	—	Знакове/беззнакове ціле множення з накопиченням з повною точністю
IMACUU	—	Беззнакове/беззнакове ціле множення з накопиченням з повною точністю
IMPYL	—	Знакове ціле множення з повною точністю
IMPY.W	—	Знакове ціле число множення з результатом цілого числа
IMPYSU	—	Знакове/беззнакове ціле множення з повною точністю
IMPYUU	—	Беззнакове/беззнакове ціле множення з повною точністю
MAC	+	Знакове дробове множення з накопиченням
MACR	+	Знакове дробове множення з накопиченням із заокругленням
MACSU	—	Знакове/беззнакове дробове множення з накопиченням
MPY	+	Знакове дробове множення
MPYR	+	Знакове дробове множення із заокругленням
MPYSU	—	Знакове/беззнакове дробове множення

6.12. Приклад математичного моделювання алгоритму.

6.12.1. Апроксимація характеристики тензосенсора.

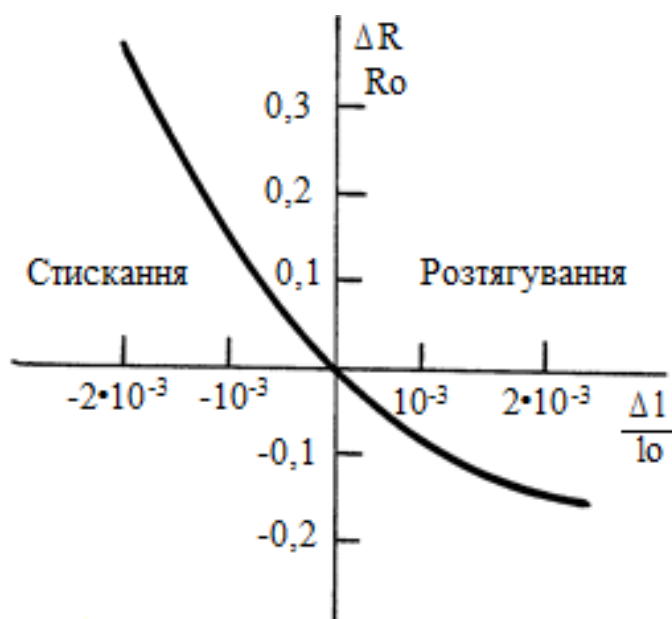
Тензорезистивні сенсори

Поширеними сенсорами тиску є тензорезистивні сенсори, електричний опір яких змінюється при механічних деформаціях. Активний опір резистивного сенсора зв'язаний з питомим електричним опором ρ матеріалу, довжиною провідника L і площею поперечного перерізу S : $R = \rho L / S$, тому зміна опору може відбуватись внаслідок впливу кожного з цих параметрів.

Тензосенсор промислового призначення



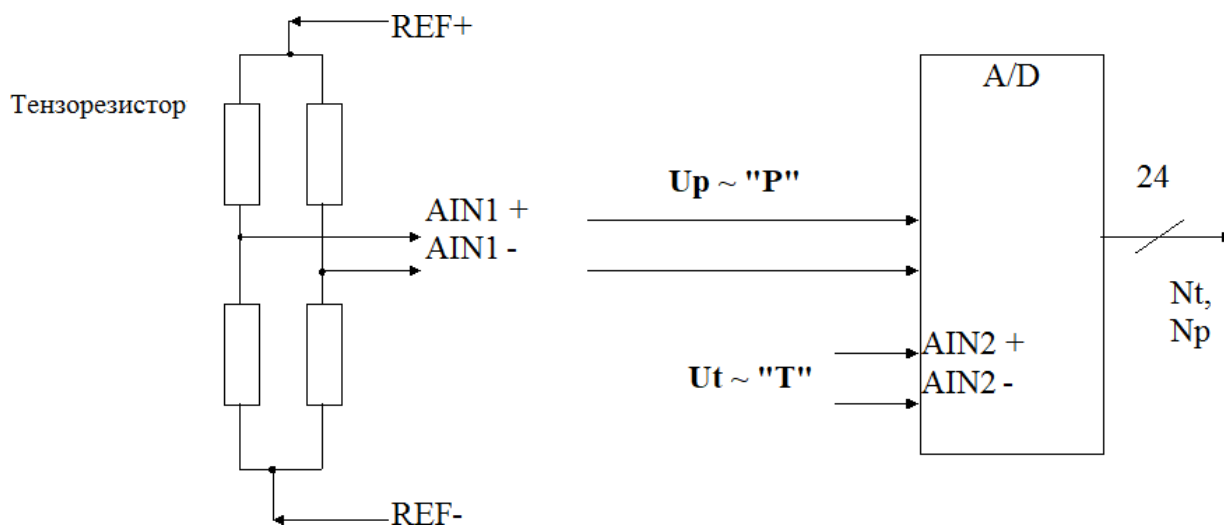
Як правило характеристика таких сенсорів є нелінійною:



Для досягнення заданої точності вимірювань проводиться апроксимація характеристики.

Апроксимація характеристики тензосенсора

Сенсор формує сигнал напруги U_p пропорційний тиску «P» та при температурній корекції сигнал напруги U_t пропорційний температурі «T» вимірювального середовища.



Виміряний тиск обчислюється:

$P_x = f(U_p)$ – без температурної корекції;

$P_x = f(U_p, U_t)$ – з температурною корекцією

Задача математичного моделювання:

знайти аналітичний вираз для:

- $f(U_p)$;
- $f(U_p, U_t)$.

Апроксимація виконується відповідними математичними методами як правило з використанням стандартних пакетів, наприклад, Matlab тощо.

Для цього необхідно сформулювати табличне представлення характеристики:

P_x $P_x = f(N_p)$ $P_x = f(N_p, N_t)$	N_p	N_t
ToC=-40		
0	116217	-8127131
5	714077	-8101653
.
55	6675569	-7854682
60	7270027	-7827176
ToC=-30		

6.12.2. Приклад розрахованих коефіцієнтів апроксимації характеристики $P_x = f(U_p)$ поліномом:

$$y = a[0] + a[1] \cdot x^1 + a[2] \cdot x^2 + a[3] \cdot x^3 + a[4] \cdot x^4 + a[5] \cdot x^5 + a[6] \cdot x^6 + a[7] \cdot x^7 + a[8] \cdot x^8 + a[9] \cdot x^9$$

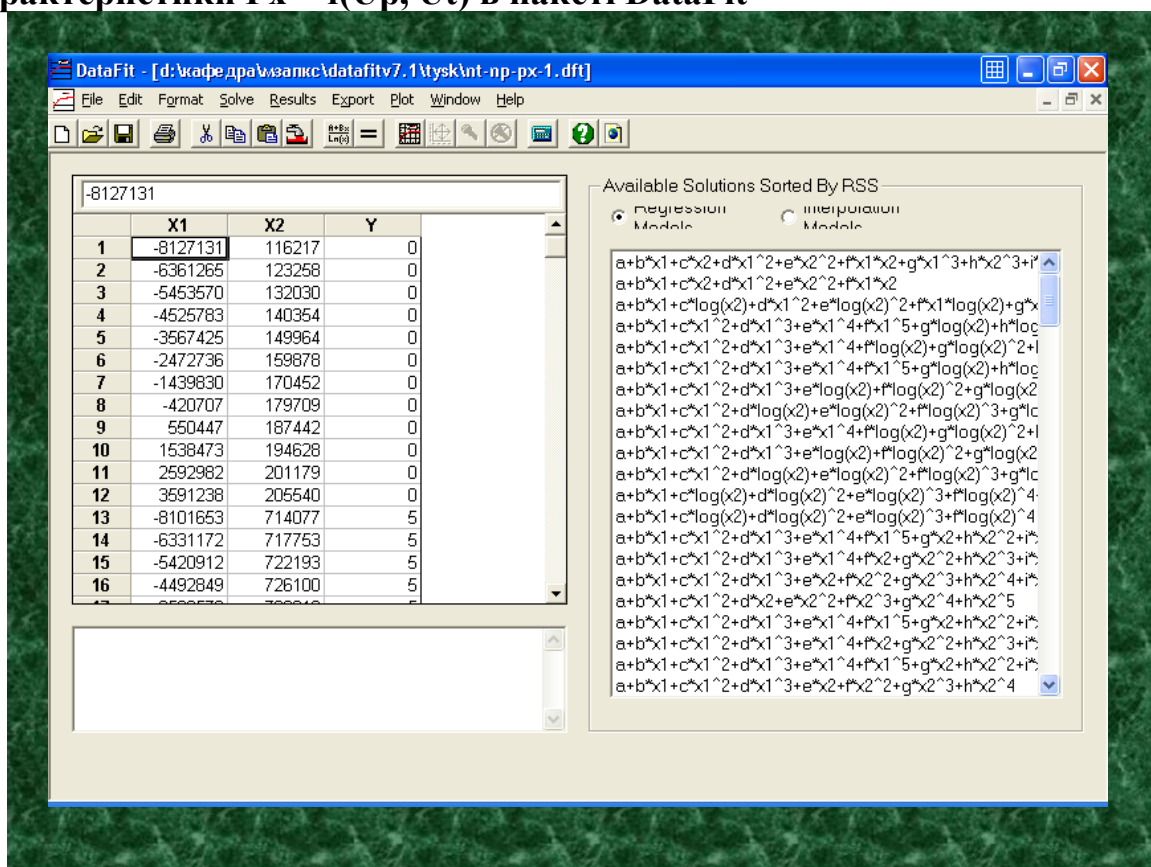
Коефіцієнти

```
a[0] = 343.617255
a[1] = -3.9612367
a[2] = -0.0327895
a[3] = 0.0008157
a[4] = 0.0000575
a[5] = -1.17117E-0006
a[6] = -2.37287E-0008
a[7] = 5.20850E-0010
a[8] = 1.13320E-0012
a[9] = -4.12225E-0014
```

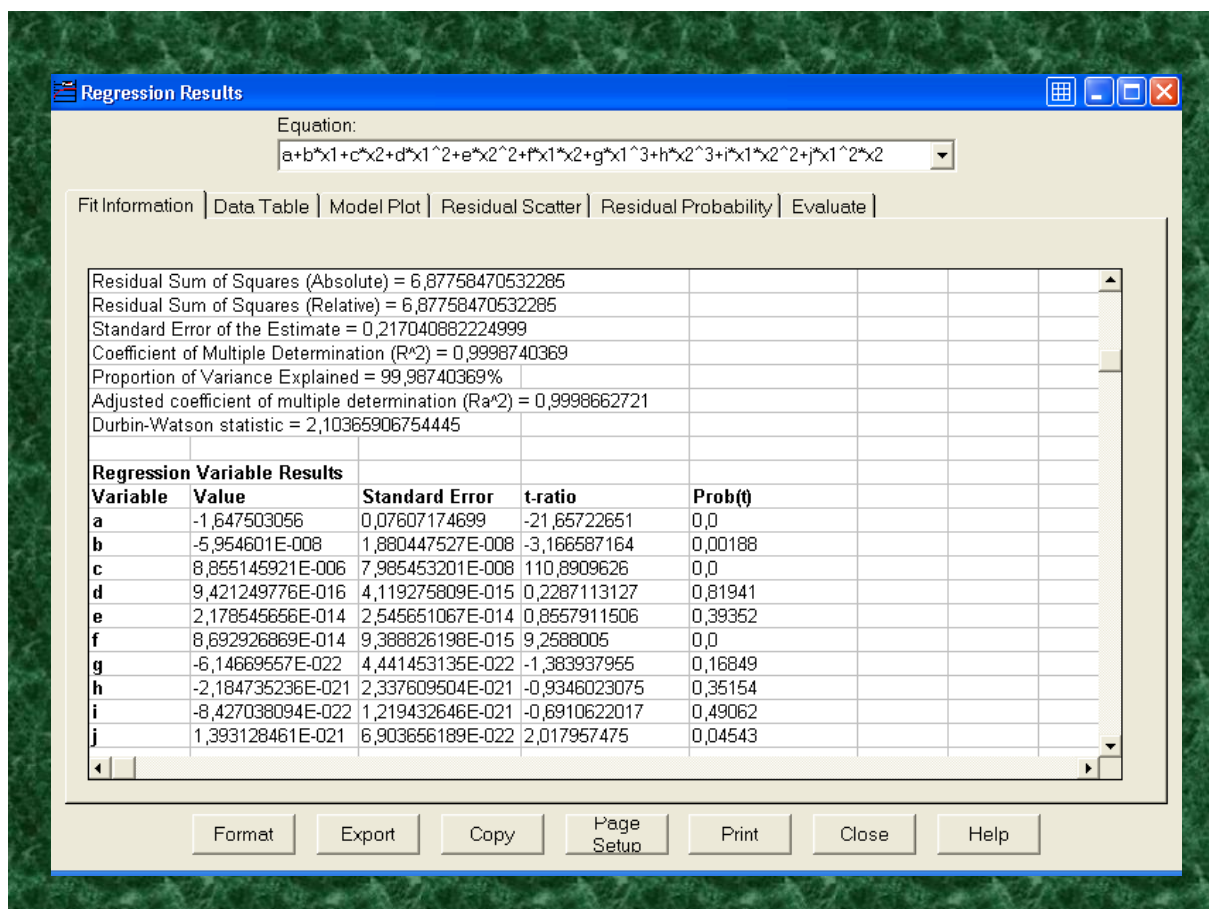
$$\mathbf{y} = \mathbf{f}(\mathbf{x});$$
$$\mathbf{x} = \mathbf{Np};$$
$$\mathbf{y} = \mathbf{P}\mathbf{x};$$
$$\mathbf{P}\mathbf{x} = \mathbf{f}(\mathbf{N}\mathbf{p}).$$

Коефіцієнти $a[0], a[1], \dots$ - обчислені в стандартному пакеті

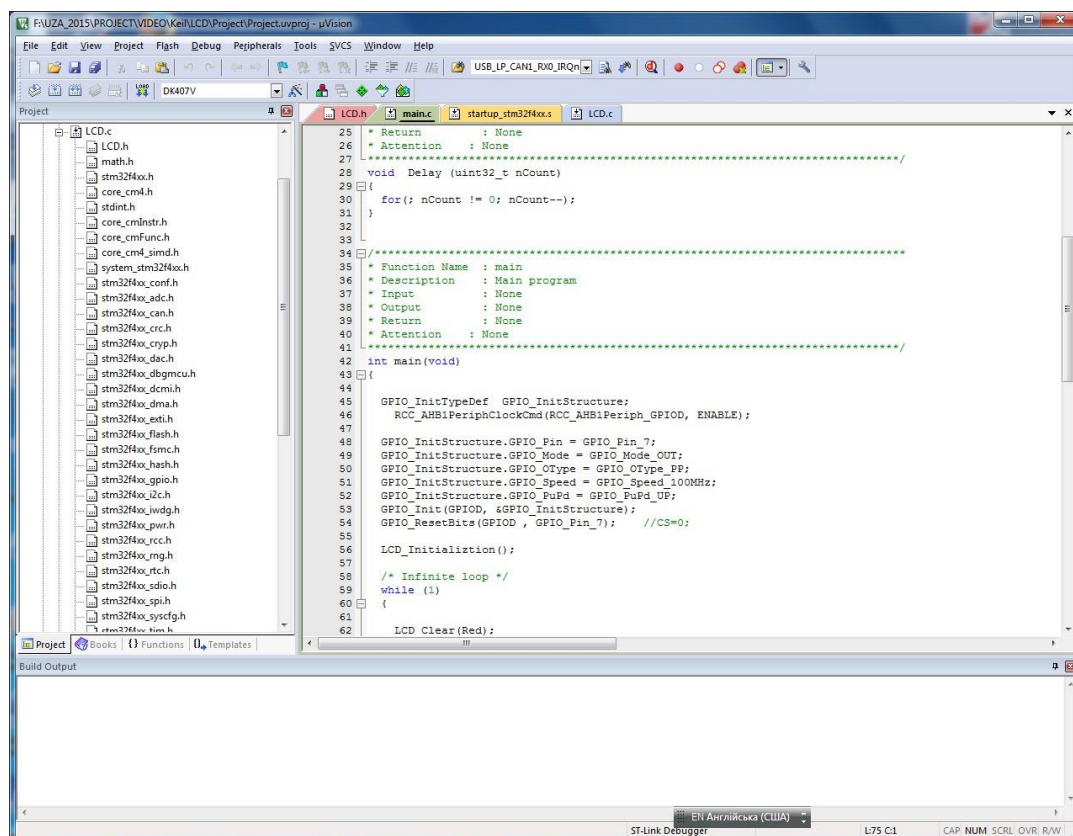
6.12.3. Приклад розрахування коефіцієнтів апроксимації характеристики $P_x = f(U_p, U_t)$ в пакеті DataFit



6.12.4. Розраховані коефіцієнти апроксимації характеристики $P_x = f(U_p, U_t)$ в пакеті DataFit



6.12.5. Приклад відображення процесу відлагодження програмних модулів



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни “ Мікропроцесорні системи ”.* Віртуальне навчальне середовище.
2. *Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “ Мікропроцесорні системи ”.* Віртуальне навчальне середовище.
3. Microcontroller ARM7TDMI, інтернет ресурс
4. <http://www.analog.com/en/products/processors-dsp/analog-microcontrollers/arm7-core-products/aduc7128.html#product-overview>
5. ADSP-21xx Processors, інтернет ресурс
<http://www.analog.com/en/products/processors-dsp/adsp-21xx-processors.html#adsp-21xx-processors>
6. Blackfin Processors, інтернет ресурс
<http://www.analog.com/en/products/processors-dsp/blackfin.html#blackfin>
7. STM32Fx Series, інтернет ресурс
<http://www.st.com/web/en/catalog/mmc/FM141/SC1169/SS1577>
<http://www.st.com/web/en/catalog/mmc/FM141/SC1169/SS1576>
<http://www.st.com/web/en/catalog/mmc/FM141/SC1169/SS1577>

<http://www.st.com/web/en/catalog/mmc/FM141/SC1169/SS1858>

8. ARM Cortex M3 processor, інтернет ресурс
<http://www.analog.com/en/products/processors-dsp/analog-microcontrollers/arm-cortex-m3-processor.html>
9. SAM4x ARM Cortex-M4 Microcontrollers, інтернет ресурс
<http://www.atmel.com/products/microcontrollers/arm/sam4e.aspx>
<http://www.atmel.com/products/microcontrollers/arm/sam4n.aspx>
10. AVR XMEGA Microcontrollers, інтернет ресурс
http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/avr_xmega.aspx
11. Cypress Traveo Family of 32-bit ARM Cortex-R5 Core, інтернет ресурс
<http://www.spansion.com/Products/microcontrollers/32-bit-ARM-Core/Traveo/Pages/default.aspx>
12. Cypress Spansion FCR4 Family of 32-bit ARM Core Microcontrollers, інтернет ресурс
http://www.spansion.com/Products/microcontrollers/32-bit-ARM-Core/FCR4/Pages/overview_32fcr4.aspx
13. NAND Flash Memory, інтернет ресурс <http://www.cypress.com/products/nand-flash-memory>
14. FRAM, інтернет ресурс <http://www.cypress.com/search/all/FRAM>
15. I2C-bus specification and user manual , інтернет ресурс
http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf
16. LCD MODULE BC1602E series, інтернет ресурс
http://www.sos.sk/a_info/resource/d/bolymin/BC1602E_Series_VER01.pdf
17. Середовища для розробки програмного забезпечення, інтернет ресурс:
1. STM32CubeMX
https://my.st.com/cas/login?service=https%3A%2F%2Fmy.st.com%2Fcontent%2Fmy_st_com%2Fen%2Fproducts%2Fdevelopment-tools%2Fsoftware-development-tools%2Fstm32-software-development-tools%2Fstm32-configurators-and-code-generators%2Fstm32cubemx.html

Для цього необхідно відкрити на вказаному сайті власний **Account (Create Account)**.

2. Keil

<http://www.keil.com/>

3. Atmel Studio (Microchip Studio for AVR® and SAM Devices)

<https://www.microchip.com/en-us/development-tools-tools-and-software/microchip-studio-for-avr-and-sam-devices>

<https://www.microchip.com/development-tools/>

4. IAR Embedded Workbench

<https://www.iar.com/iar-embedded-workbench/partners/arm/>

5. Visual Studio 2019

<https://visualstudio.microsoft.com/downloads/>

VisualGDB

<https://visualgdb.com/download/>

ДОДАТКИ

Додаток А. Взірець титульної сторінки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"
Кафедра „Електронних обчислювальних машин”



Курсовий проект

з дисципліни “Мікропроцесорні системи”

на тему:

“Мікрокомп’ютер для виводу символної інформації на LCD ”

Виконав:

ст. гр. **КІ-41**
ПІБ

Перевірив:

доцент каф. ЕОМ
Пуйда В.Я.

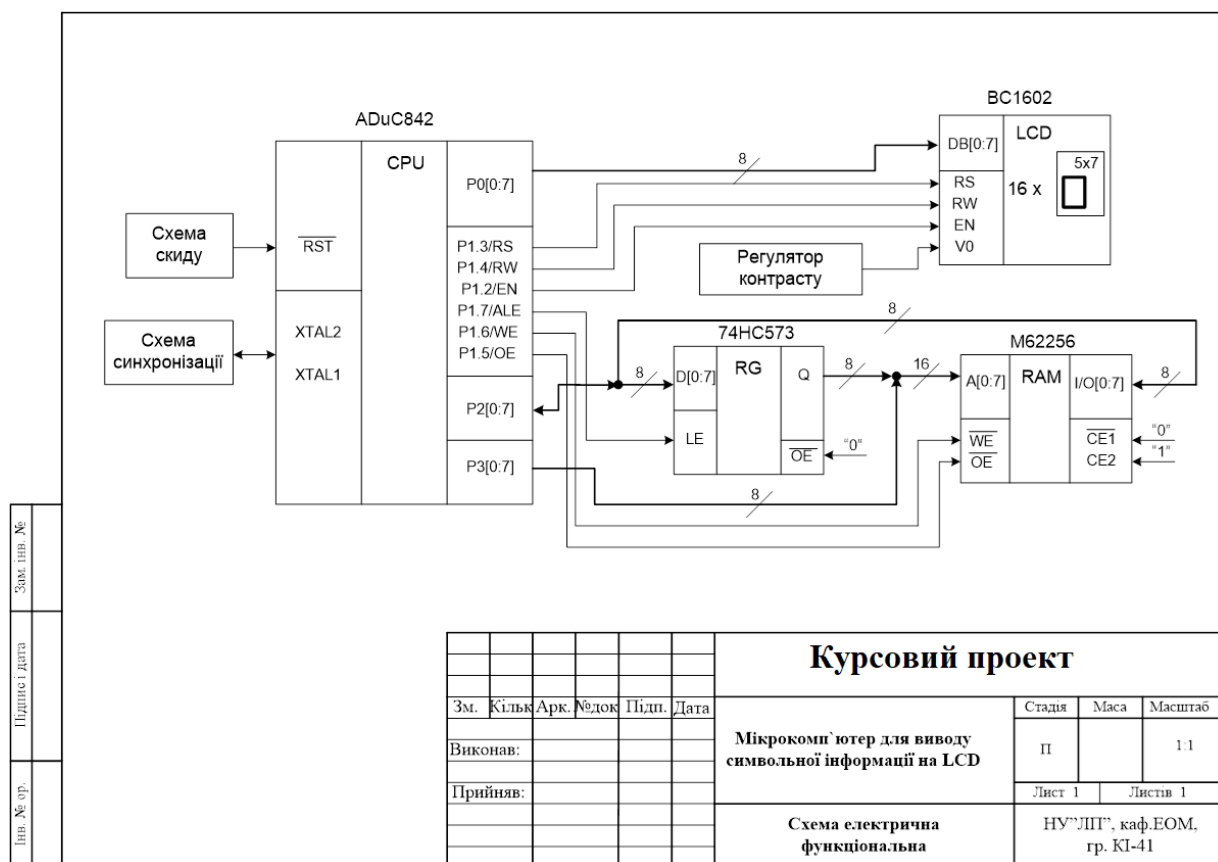
Львів – **2023**

Додаток Б. Штамп для листів графічної частини

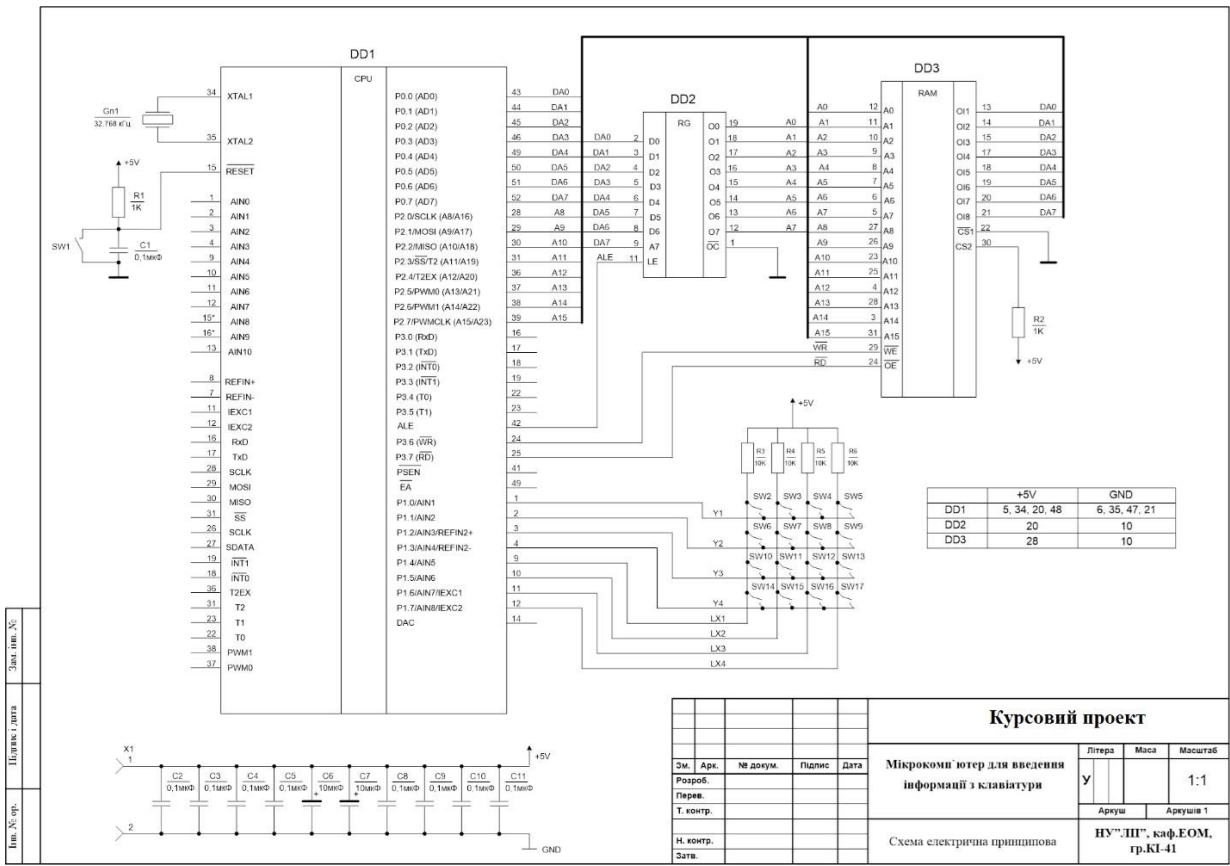
Лист №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №												
			Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Курсовий проект			Стадія	Маса	Масштаб
			Виконав:						Мікрокомп'ютер для виводу символної інформації на LCD			п		1:1
			Прийняв:						Схема електрична функціональна			Лист х	Листів х	
												НУ „ЛП”, каф. ЕОМ, гр КІ-41		

ВСІ КРЕСЛЕННЯ ПОВИННІ БУТИ ОФОРМЛЕНІ У ВИГЛЯДІ ЛИСТІВ З ШТАМПАМИ.

Додаток В. Схема електрична функціональна



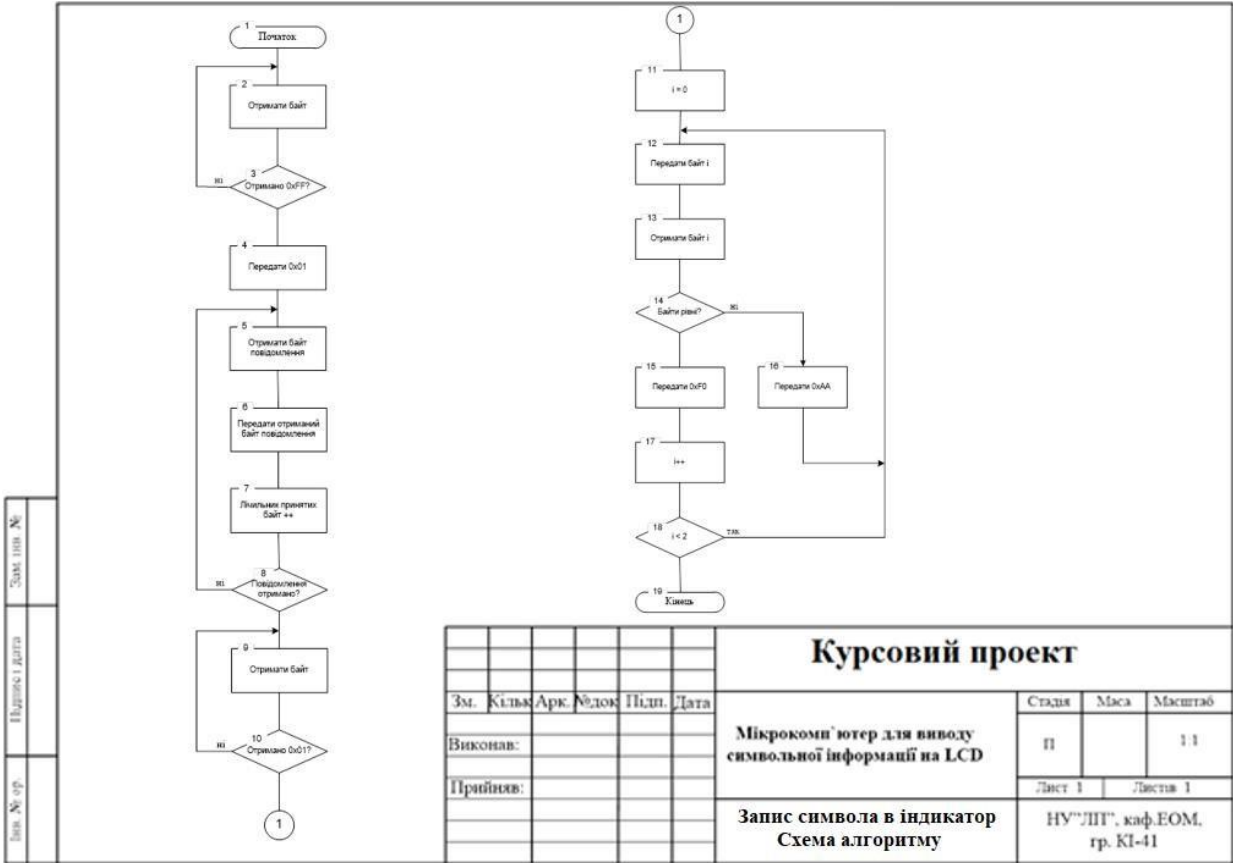
Додаток Г. Схема електрична принципова



Додаток Д. Перелік елементів до схеми електричної принципової

Поз., позн.		Найменування	Кільк.	Примітка
Перш. застосує.		<i>Конденсатори</i>		
	C1-C4	КМ - 5а - 100 - н80 - 2,2мкФ +/-10%	4	
	C5	КМ - 5а - 100 - н80 - 3,3мкФ +/-10%	1	
	C6	КМ - 5а - 100 - н80 - 0,1мкФ +/-10%	1	
Довідк. №		<i>Мікросхеми</i>		
	D1	MC56F8357	1	Freescale
	D2	MCM6323A-10	1	Micron
	D3	TL7705A	1	
		<i>Резистори</i>		
	R1	МЛТ - 0,125 - 1кОм +/-10%	1	
	R2	МЛТ - 0,125 - 150Ом +/-10%	1	
		<i>Діоди</i>		
Підп. і дата	VD1	КИПД05А-К	1	
Інв. № дубл.				
Взм. і інв. №				
Підп. і дата				
Інв. № подл.	Зм.	Лист	№ докум.	Підп.
	Розробив			
	Перевірив			
	Н. контроль			
	Затв.			
	Курсовий проект			
	Мікрокомп'ютер для введення відеозображень			
	Схема електрична принципова.			
	Перелік елементів			
	Аркуш 1		Аркушів 1	
НУ"ЛП", каф.ЕОМ, гр. КІ-41				

Додаток Е. Схема алгоритму



Додаток Є. Лістинг програмного модуля

```
void UB_Led_Init(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;
    LED_NAME_t led_name;
    for(led_name=0;led_name<LED_ANZ;led_name++) {
        // Clock Enable
        RCC_AHB1PeriphClockCmd(LED[led_name].LED_CLK, ENABLE);
        // Config
        GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = LED[led_name].LED_PIN;
        GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT;
        GPIO_InitStructure.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
        GPIO_InitStructure.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
        GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
        GPIO_Init(LED[led_name].LED_PORT, &GPIO_InitStructure);
        // Default
        if(LED[led_name].LED_INIT==LED_OFF) {
            UB_Led_Off(led_name);
        }

        else {
            UB_Led_On(led_name);
        }
    }
}

void UB_Led_Off(LED_NAME_t led_name)
{
    LED[led_name].LED_PORT->BSRRH = LED[led_name].LED_PIN;
}

void UB_Led_On(LED_NAME_t led_name)
{
    LED[led_name].LED_PORT->BSRRL = LED[led_name].LED_PIN;
}
```

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Проектування мікрокомп'ютера

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового проекту з дисципліни «Мікропроцесорні системи»
для студентів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»,
спеціалізація «КСМ», «КФС»

Укладачі

Пуйда В. Я., к. т. н, доцент

Редактор

Комп'ютерне верстання

Здано у видавництво . Підписано до друку
Формат 70x100/16. Папір офсетний. Друк на різнографі
Умовн. друк. арк. Обл.-вид. арк..
Тираж прим. Зам..

Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”
Реєстраційне свідоцтво ДК №751 від 27.12.2001 р.

Поліграфічний центр Видавництва
Національного університету “Львівська політехніка”

Вул. Ф. Колесси, 2. Львів, 79000