Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Кафедра приладів і контрольно-вимірювальних систем

Навчально-налагоджувальний стенд

ST841/ПЛІС (V4.1)

Методичні вказівки до лабораторних робіт

Проектування пристроїв і вузлів інформаційно-вимірювальних систем та створення програмного забезпечення на базі навчально-налагоджувального стенда

Тернопіль 2015

Паламар М.І., Чайковський А.В., Пастернак Ю.В., Стрембіцький М.О. Паламар А.М. Проектування пристроїв і вузлів інформаційно-вимірювальних систем та створення програмного забезпечення на базі навчально-налагоджувального стенда. Методичні вказівки до лабораторних і практичних робіт з дисциплін «Проектування інформаційно-вимірювальних систем», «Мікропроцесори і ЕОМ», «Проектування приладів і систем на основі мікроконтролерів». – Тернопіль: ТНТУ, 2014. – 76 с.

Методичні вказівки містять опис функціональних, принципових схем вузлів лабораторного стенда, порядок завантаження і налагодження програм на ньому, а також індивідуальні завдання до 8 лабораторних робіт з прикладами. Призначені для допомоги у вивченні апаратної частини вимірювально-керуючих систем на основі мікроконтролерів сімейства MCS-51/52, програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС) та створення і налагодження програмного забезпечення для них.

Служать для підвищення ефективності проведення лабораторно-практичних занять і самостійного вивчення дисциплін «Проектування інформаційно-вимірювальних систем», «Мікропроцесори і ЕОМ», «САПР засобів вимірювання», «Основи проектування систем штучного інтелекту», «Автоматизовані системи опрацювання вимірювальної інформації» та ін.

Укладачі: д.т.н., проф. Паламар М.І.
Чайковський А.В.
Пастернак Ю.В.
Стрембіцький М.О.
Паламар А.М.

Методичні вказівки розглянуті та схвалені на засіданні кафедри
Приладів і контрольно-вимірювальних систем

Протокол № від 2015 р.

Одобрено методичною радою факультету ФРК

Протокол № від 2015 р.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АЗ	—	апаратні засоби;
АСМ (ASM)	—	асемблер;
АЛБ	—	арифмето-логічний блок;
АЦП	—	аналогово-цифровий перетворювач
БСА	—	блок-схема алгоритму;
ВІС	—	велика інтегральна схема;
ЗПД	—	зовнішня пам’ять даних;
ЗПП	—	зовнішня пам’ять програм;
КПП	—	контролер пріоритетних переривань;
МВР	—	мова високого рівня;
МК	—	мікроконтролер;
МТ	—	мікропроцесорна техніка;
МП	—	мікропроцесор;
ОЗП	—	оперативно запам’ятовуючий пристрій;
ОМЕОМ	—	однокристальна мікроЕОМ;
ПК	—	персональний комп’ютер;
ПЛІС	—	програмована логічна інтегральна схема;
ПП	—	пам’ять програм;
ППЗ	—	прикладне програмне забезпечення;
ППЗП	—	програмований постійний запам’ятовуючий пристрій;
РСФ (RSF)	—	регістр спеціальних функцій;
РПД	—	резидентна пам’ять даних;
РПП	—	резидентна пам’ять програм;
ЦАП	—	цифро-аналоговий перетворювач;
ШІМ	—	широтно-імпульсний модулятор;

Зміст

Вступ

Однокристальні мікроконтролери знаходять широке застосування в різноманітних сферах техніки: від вимірювальних приладів, фотоапаратів та відеокамер, принтерів, сканерів, копіювальних апаратів до виробів електронних розваг і будь-якої домашньої техніки.

Мікроконтролери відрізняються від мікропроцесорів за рядом ознак. В першу чергу це їх функціональність. При застосуванні мікропроцесорів для їх роботи потрібні додаткові компоненти як пам'ять, пристрої вводу і виводу даних, генератор тактової частоти і ін. Мікроконтролери сконструйовані таким чином, що всі ці частини зібрані разом на одному кристалі і поміщені в одному корпусі. Для роботи мікроконтролера потрібно мінімум зовнішніх компонентів, тому що вся необхідна периферія вбудована в його середині. Таким чином зменшується апаратна частина і скорочується час при конструюванні нових пристроїв.

З моменту появи перших мікроконтролерів їх складність постійно зростає за рахунок появи нових апаратних рішень та додавання нових команд для програмної підтримки нових функціональних вузлів, призначених для вирішення різноманітних задач.

Проектування вбудованих систем на сучасній елементній базі значно підвищує ефективність розробки за рахунок скорочення часу, мініатюризації, зниження споживаної потужності і збільшення швидкодії і надійності. На сьогоднішній день актуальною є задача придбання навиків розробки інформаційно-керуючих пристроїв на базі мікроконтролерів і програмованих логічних пристроїв, що дозволяють реалізувати алгоритми високої складності.

Розроблений стенд дозволяє ознайомитися із сучасною елементною базою, практично вивчати типові вузли приладів інформаційних вимірювальних систем, алгоритмів роботи, проводити відладку нових програм, організувати взаємодію датчиків з мікроконтролером, а також керувати виконуючими пристроями, такими як двигуни різних типів, електромагнітні виконавчі органи, та інші.

Загальна технічна характеристика навчального стенда ST841/CPLD

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд стенда ST841/CPLD

Стенд призначений для освоєння архітектури та методів проектування інформаційно-керуючих систем, систем збору і оброблення інформації на базі найпоширеніших мікроконтролерів сімейства MCS-51/52, а також ПЛІС фірм Altera або Xilinx.

Стенд може бути використаний для:

- вивчення вузлів мікроконтролерних інформаційно-вимірювальних систем, промислових інтерфейсів, пристроїв вводу-виводу;
- виконання курсових, дипломних та науково-дослідних робіт.

- розробки і відлагодження апаратно-орієнтованого програмного забезпечення;
- взаємодії із аналоговими та цифровими первинними перетворювачами та виконавчими органами;

Функціональні можливості:

- мікроконтролер ADuC841 (однотактове ядро, 62 кбайт флеш-пам'яті програм, 4 кбайт флеш-пам'яті даних, 2304 байт оперативної пам'яті, апаратна підтримака інтерфейсів UART, I2C, SPI, восьмиканальний 12-розрядний АЦП, 320кГц, два 12-розрядні цифро-аналогові перетворювачі, джерело опорної напруги, датчик температури);
- програмована логічна матриця CPLD: EPM3032, EPM3064 (Altera), або XCR3032XL, XCR3064XL (Xilinx);
- інвертуючий, неінвертуючий, диференційний та інструментальний підсилювачі;
- пристрої вводу:
  - матрична клавіатура,
  - дискретні кнопки,
  - джойстик-потенціометр,
  - механічний енкодер;
- пристрої відображення:
  - лінійка світлодіодів,
  - 4 семисигментні індикатори,
  - 1 матричний індикатор,
  - індикатор на рідких кристалах;
- звукова підсистема:
  - звуковий pcm кодек (TLV320AIC1109),
  - підсилювач звукової частоти TDA7052,
  - динамік, мікрофонний вхід, вихід на телефони;
- шини даних:
  - паралельна 8-бітна шина даних;
  - SPI
  - I2C
  - RS232
  - RS485
- цифрова периферія:
  - годинник реального часу з I2C інтерфейсом DS1307-33;
  - 8 Мбіт флеш-пам'ять із SPI інтерфейсом,
  - генератор прямокутних імпульсів (NE555),
  - генератор тактової частоти;
- виконавчі пристрої:
  - драйвери крокових двигунів (8 ключів);
  - ШІМ-регулятор;
  - Н-міст для двигуна постійного стуму.

Будова контролера

Як процесор використовується однокристальний мікроконтролер ADuC841 з такими характеристиками:

- Однотактне 20MIPS ядро архітектури 8052;
- Швидкісний 12-розрядний АЦП;
- Два 12-розрядні ЦАП;
- 62 кбайт вбудованої пам’яті програм;
- 2 кбайти вбудованої пам’яті даних;
- UART, I2C, SPI інтерфейси;

- Програмування та можливість відладки через інтерфейс UART.

Для роботи із стендом необхідне знання архітектури контролера, його регістрів та периферії. Проведемо короткий огляд найбільш важливих вузлів.

ADuC841 є функціонально завершеним контролером інтелектуальних датчиків і включає в себе високоякісний багатоканальний АЦП із самокалібруванням, два ЦАПи, і швидкий (20МГц) з однотактовим виконанням команд 8-ми розрядний програмований мікроконтролер з системою команд МК 8051 на однім кристалі. Ядром МК є контролер 8052, що забезпечує пікову продуктивність до 20 MIPS. На кристалі розміщено 62Кбайт Flash пам'яті програм, 4Кбайт Flash пам'яті даних, 256 байт пам'яті з довільним доступом (RAM) і 2Кбайт розширеної пам'яті з довільним доступом (XRAM).

В склад ADuC841 входять також додаткові аналогові пристрої: два 12-розрядні ЦАПи, монітор напруги живлення і джерелом опорної напруги. Додатковими цифровими пристроями є: два 16-розрядні Σ-Δ ЦАПи, два 16-розрядні широтно-імпульсні модулятори, сторожовий таймер, лічильник часових інтервалів, три таймери-лічильники, і три порти послідовного вводу-виводу (SPI, I2C, і UART). Заводська прошивка контролера підтримує завантаження програмного забезпечення через послідовний порт UART, а також емуляцію через один контакт пристрою – EA. Далі приведена функціональна схема ADuC841.

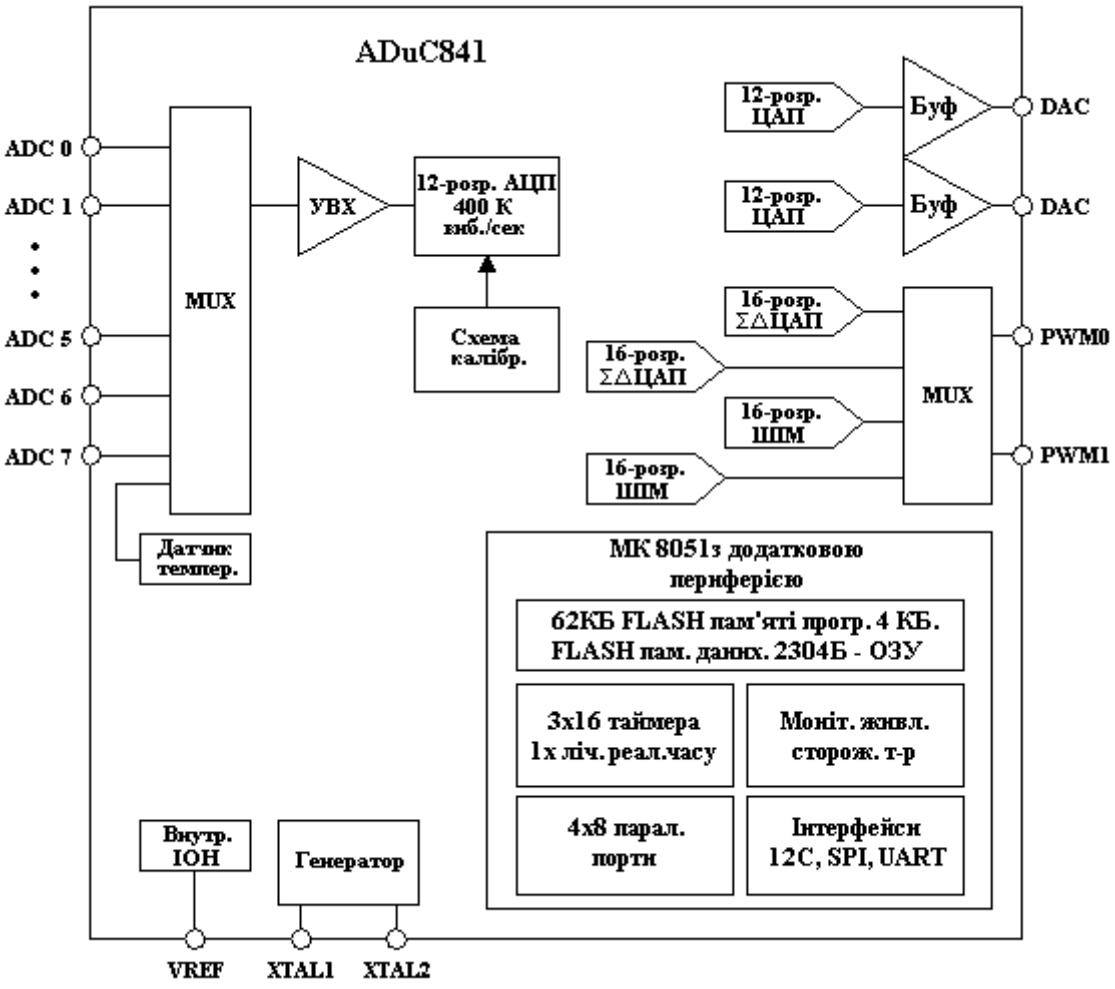


Рисунок 2 – Функціональна схема ADuC841

Периферійні пристрої стенду

Програмована логічна інтегральна схема.

На платі стенду розміщена панелька для встановлення ПЛІС типу EPM3032ALC44, EPM3064ALC44 виробництва Altera а також сумісних з ними XCR3032XL, XCR3064XL

виробництва XILINX. Для завантаження програмного забезпечення в ПЛІС та його відладки призначений роз'єм інтерфейсу JTAG. ПЛІС працює незалежно від МК і має свої периферійні вузли.

Блок операційних підсилювачів для аналогових сигналів.

Блок призначений для підсилення вхідних сигналів, що подаються на входи АЦП МК і сигналів з виходів ЦАП.

Звуковий кодек.

Звуковий кодек TLV320AIC1109 призначений для перетворення аналогового сигналу звукової частоти в стиснений цифровий формат для подальшої передачі, а також для здійснення зворотного перетворення цифрових даних в звуковий сигнал. Для підключення мікрофона і телефона передбачено роз'єми. Сигнал з виходу кодека може подаватись на розміщені на платі підсилювач і динамік.

Джойстик та механічний енкодер.

На платі установлений потенціометричний джойстик з двома осями і кнопкою. Сигнал з виходів джойстика подається на входи 6 та 7 АЦП МК.

Механічний енкодер призначений для перетворення кутового переміщення в електричний сигнал. Дані пристрої позволяють проектувати системи з необхідністю ручного вводу інформації (наприклад, маніпулятори, прилади, спецтехніка, блоки керування і т.п.).

Цифрова клавіатура.

Матрична клавіатура застосовується при побудові вузлів вводу даних в інформаційну систему.

Кнопки переривань та скидання процесора.

Кнопки переривань призначені для генерації сигналів переривання процесора. Кнопка скидання призначена для скидання процесора під час програмування або для перезапуску існуючої програми.

Рідкокристалічний дисплей.

На платі установлений знакосинтезуючий рідкокристалічний 4x10 дисплей, підключений до шини даних по чотирибітній схемі. Дисплей має вбудовану підсвітку та регулятор контрасту.

Семисегментний чотиризначний та матричний індикатори, світлодіодна лінійка.

На основі світлодіодів, семисегментних та матричних індикаторів будуються підсистеми відображення інформації. Схема включення семисегментного індикатора дозволяє здійснювати статичну індикацію, матричного – динамічну, знакосинтезуючу.

Інтерфейси стандартів RS485,Ethernet, I2C, SPI, 1-wire та системний інтерфейс.

На платі розміщено драйвери інтерфейсів UART, який побудований на мікросхемі CP2102, що дозволяє під'єднувати стенд до USB входу компютера, RS485, а також Ethernet-драйвер, які узгоджують логічні рівні даних стандартів та TTL рівень а також роз'єми для підключення кабелів чи шлейфів периферійних пристроїв. Системний інтерфейс включає шину даних, адресні лінії, лінії UART, I2C, живлення та загальний провід.

Годинник реального часу DS1307.

Використовується для генерації точних секундних імпульсів, а також як годинник і календар.

Восьмиканальний драйвер крокових двигунів.

Драйвер позволяє керувати двома уніполярними двигунами з чотирма обмотками невеликої потужності (із споживаним струмом до 2А).

Контрольні точки для підключення осцилографа.

Контрольні точки розміщені у важливих функціональних вузлах і дозволяють проводити візуальне спостереження форми сигналу за допомогою осцилографа.

Генератор імпульсів.

Генератор прямокутних імпульсів зі зною частоти генерації побудований на основі таймера 555 і може використовуватись для генерації контрольних імпульсів.

Стабілізатори живлення.

На платі встановлено стабілізатори напруг 5В, 3.3В.

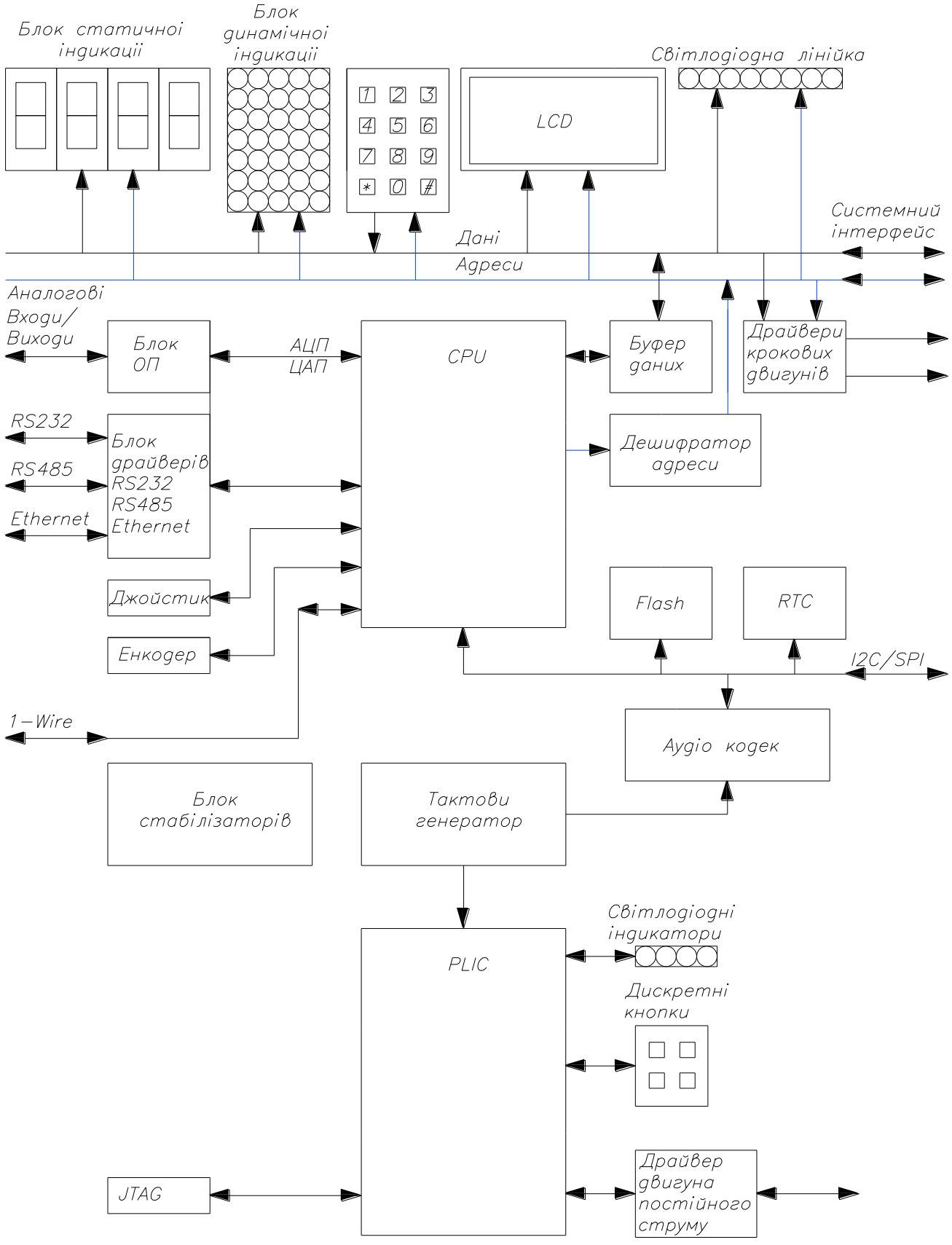


Рисунок 3 – Структурна схема навчального стенду

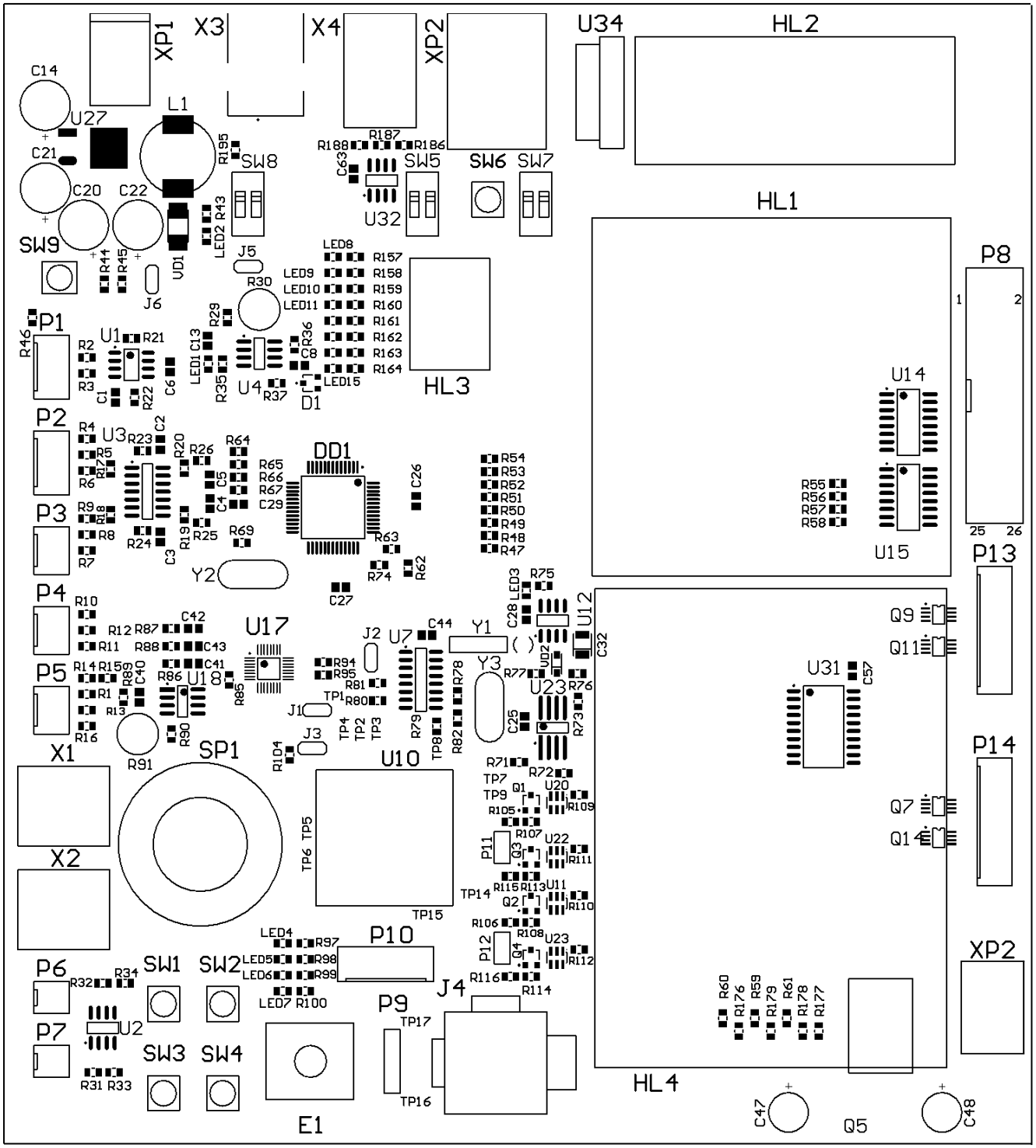


Рисунок 4 – Розміщення елементів стенду на платі (вигляд зверху)

Для виконання лабораторних та відладочних робіт необхідно знати розміщення та призначення окремих вузлів та елементів керування на платі стенду. До елементів керування відносяться перемички та кнопки. Коротко опишемо призначення перемичок, необхідні їх положення та роз’єми для підключення до стенду периферійних вузлів.

Таблиця 1 – Положення перемичок

№ пп	Позначення по схемі	Положення	Значення
1,2	JP1, JP2	Розімкнуто	-
		Замкнуто	Ліній P3.4, P3.5 з’єднані з кодеком
3	JP3	Розімкнуто	-
		Замкнуто	Лінія GND з’єднанаі з 10 виводом ПЛІС
5	JP5	Розімкнуто	-
		Замкнуто	Автоматичне перезавантаження з МК
6	JP6	Розімкнуто	Робода
		Замкнуто	Програмування

Таблиця 2 – Положення перемикачів

№ пп	Позначення по схемі	Положення	Значення
1	SW8	Розімкнуто	-
		Замкнуто	Замкну толінії RX, TX на CP2102 (зв'язок з ком’ютером)
2	SW5	Розімкнуто	-
		Замкнуто	Замкну толінії RX, TX на MAX485ESA (RS-485)
3	SW7	Розімкнуто	-
		Замкнуто	Замкну толінії RX, TX на EM500 (Ethernt модуль)

Таблиця 3 – Призначення роз’ємів

Позначення на платі	Призначення роз’єма
XP1	Живлення стенду
XP2	Підключення двигуна постійного струмі зі зовнішнім живленням
XP3	Інтерфейс Ethernet
X1	Підключення мікрофона до входу аудіо кодека
X2	Підключення навушників до виходу аудіо кодека
X3	Інтерфейс USB
X4	Інтерфейс RS-485
P1	Вхід інструментального підсилювача
P2	Вхід диференційного підсилювача
P3	Вхід не інвертованого підсилювача
P4	Вхід інвертованого підсилювача
P5	Вхід не інвертованого підсилювача зі зміщенням нуля
P6	Вихід ЦАП DAC0
P7	Вихід ЦАП DAC1
P8	Лінії системного інтерфейсу
P9	Інтерфейс 1-wire
P10	Програмування ПЛІС (JTAG)
P11, P12	Вихід H-моста від ПЛІС
P13, P14	Підключення крокового двигуна

Таблиця 4 – Призначення виводів системного інтерфейсу

№ по схемі	Позначення по схемі	Призначення
1..8	DAT0..DAT7	Шина даних
10..13	CS12..CS15	Адресні лінії
14	SDATA	Лінія MOSI SPI інтерфейсу/ лінія SDA I2C інтерфейсу
15	SCLOCK	Лінія SCK SPI інтерфейсу/ лінія SCL I2C інтерфейсу
16	DIR	Лінія напряму даних
17,18	T0,T1	Входи таймерів-лічильників
19	INT0	Лінія переривання 0
20	INT1/MISO	Лінія переривання 1/ лінія MISO SPI інтерфейсу
21,22	RXD,TXD	Лінії послідовного інтерфейсу UART
22,23	+5V	Напруга живлення
9,25,26	GND	Спільний вивід

Таблиця 5 – Призначення виводів роз’єму РКІ

№ по схемі	Позначення по схемі	Призначення
1	GND	Спільний вивід
2	VCC	Вивід живлення
3	Vo	Регулювання контрасту
4	RS	Вибір регістру команд/даних
5	R/W	Читання/запис (постійно на запис)
6	E	Строб запису
7-10	N/C	Не під’єднано
11-14	DAT4..DAT7	4-розрядна шина даних

Таблиця 6 – Призначення виводів роз’єму для крокового двигуна

№ по схемі	Призначення
1,2	Позитивний полюс живлення
3,4	Обмотка 1
5,6	Обмотка 2
7,8	Обмотка 3
9,10	Обмотка 4

Лабораторна робода №1. Ознайомлення із будовою стенда та архітектурою процесора і системою команд OEOM ADuC841, створення проекту в середовищі Keil. Схема статичного відображення інформації та робода з світлодіодною лінійкою

Тема: Ознайомлення із будовою стенду та архітектурою процесора і системою команд OEOM ADuC841, створення проекту в середовищі Keil, схема статичного відображення інформації та робода з світлодіодною лінійкою.

Мета роботи: Написати програму для роботи зі світлодіодною лінійкою, відладити її в середовищі Keil, завантажити програму в контролер, вивчити можливості апаратної відладки.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити структурну схему стенду, спосіб адресації до периферійних вузлів, призначення окремих елементів схеми, ознайомитись із структурою та системою команд OEOM ADuC841.
2. Ознайомитись із середовищем Keil, навчитись створювати новий проект, ознайомитись із методами програмної відладки.
3. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
4. Розробити програму і скомпілювати її.
5. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження програми в стенд.

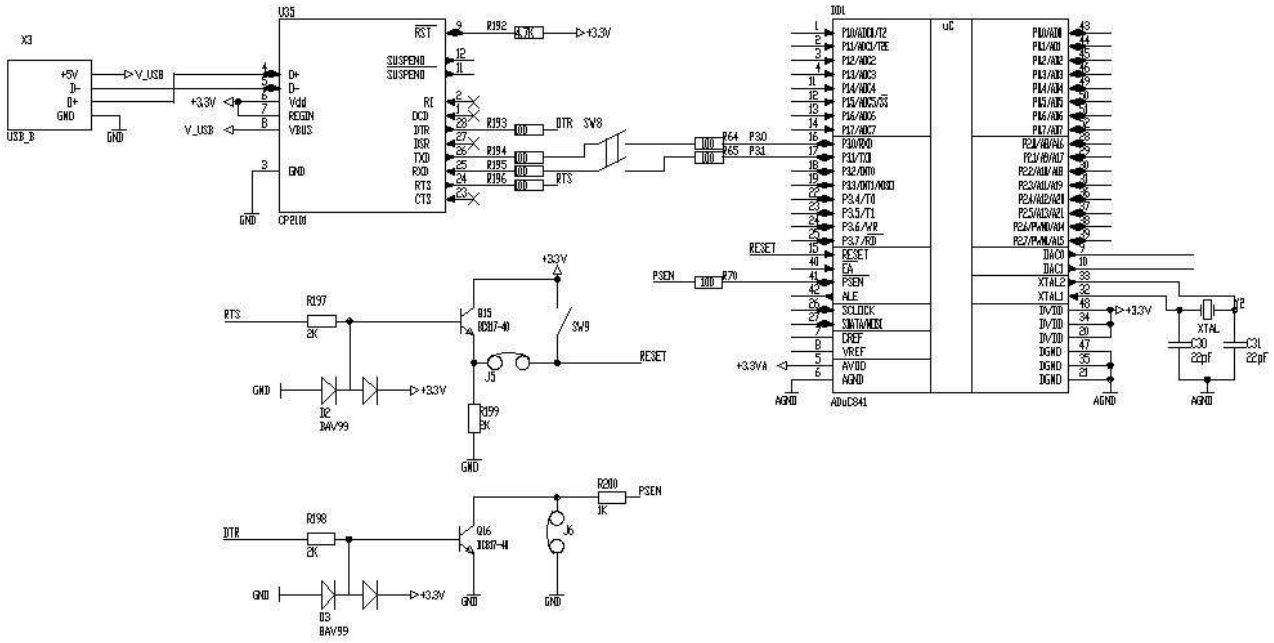


Рисунок 1.1 – Схема для лабораторної роботи №1

Короткі теоретичні відомості

Створення проекту в Keil

а) запускаємо середовище

б) меню Project -> NewProject

в) у вікні, що появилося, вказати директорію, в якій буде збережений проект або створити нову, вказати назву проекту

г) вибрати тип контролера – Analog Devices -> ADuC841

д) початковий код до проекту не додавати

е) створити прив'язку – для цього натиснути кнопку Options for Target:

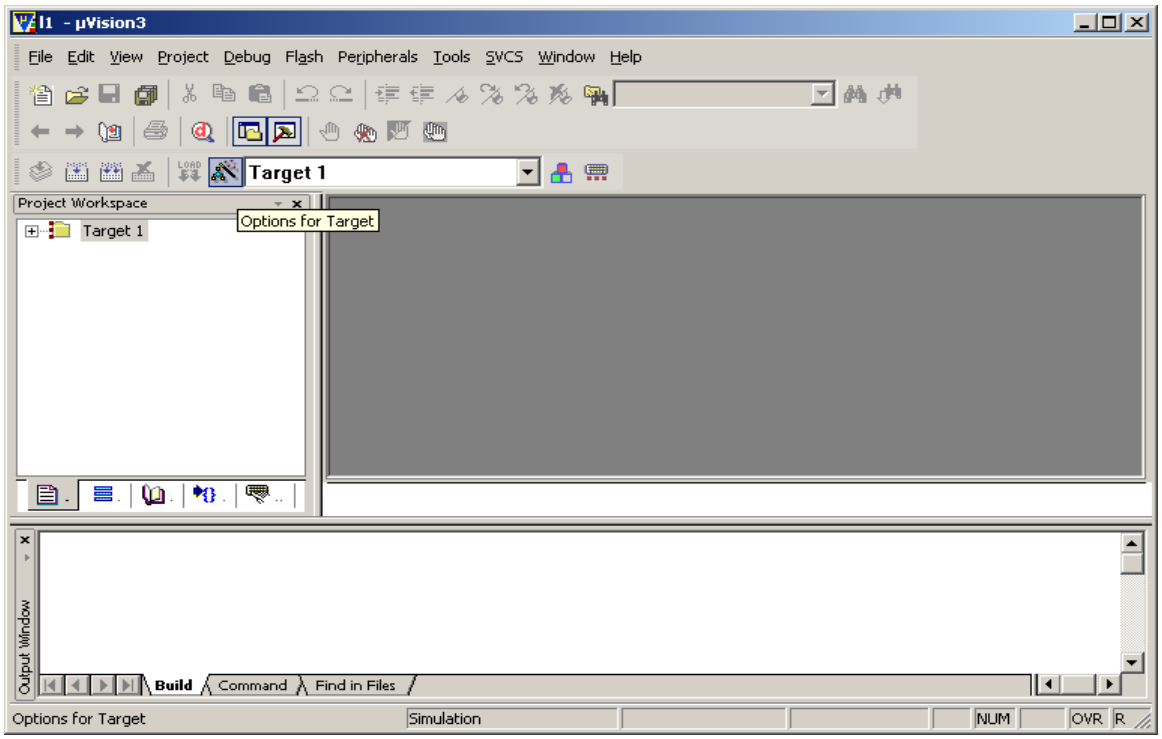


Рисунок 1.2 – Вибір створення прив'язки

У вікні, що появилося, на закладці Target необхідно вказати частоту кварцового резонатора, що використовується – 11,0592 Мгц.

На закладці Output слід відмітити пункт Create HEX File.

На закладці Utilities відмітити пункт Use Target Driver for Flash Programming, із списку слід вибрати пункт ADI Monitor Driver, (рисунок 1.2), натиснути кнопку Settings, встановити відповідний порт для зв'язку (COM1), швидкість лінії 9600, пункти RTS і DTR встановити у значення Inactive.

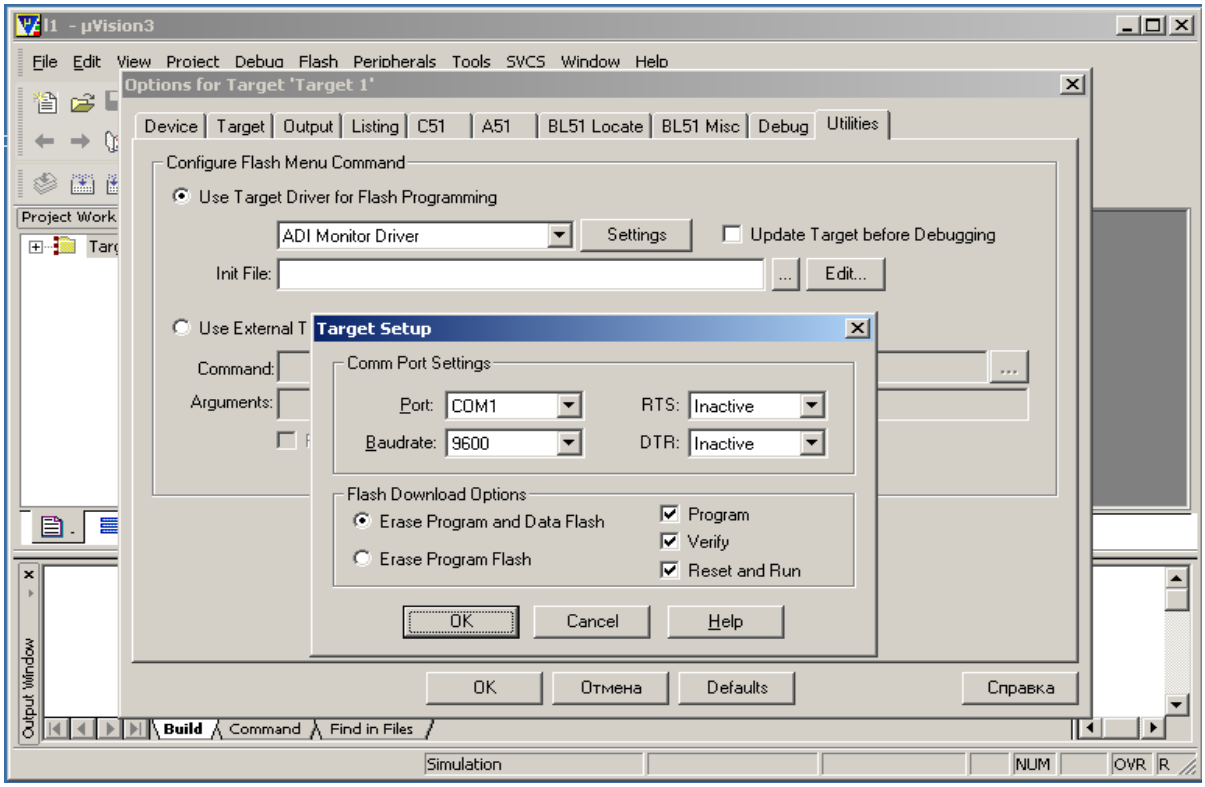


Рисунок 1.3 – Настроювання прив'язки

Після настроювання прив'язки потрібно створити новий файл – меню File -> New, і зберегти його із розширенням .asm або .a51. У вікні Project Workspace розкрити групу Target 1, перейти на групу Source Group 1, викликати контекстне меню, клацнувши правою кнопкою миші по групі Source Group 1 і вибрати пункт Add Files to Source Group 1. У діалоговім вікні, що появилося, вказати створений файл, встановивши тип файлів у значення Asm Source Files.

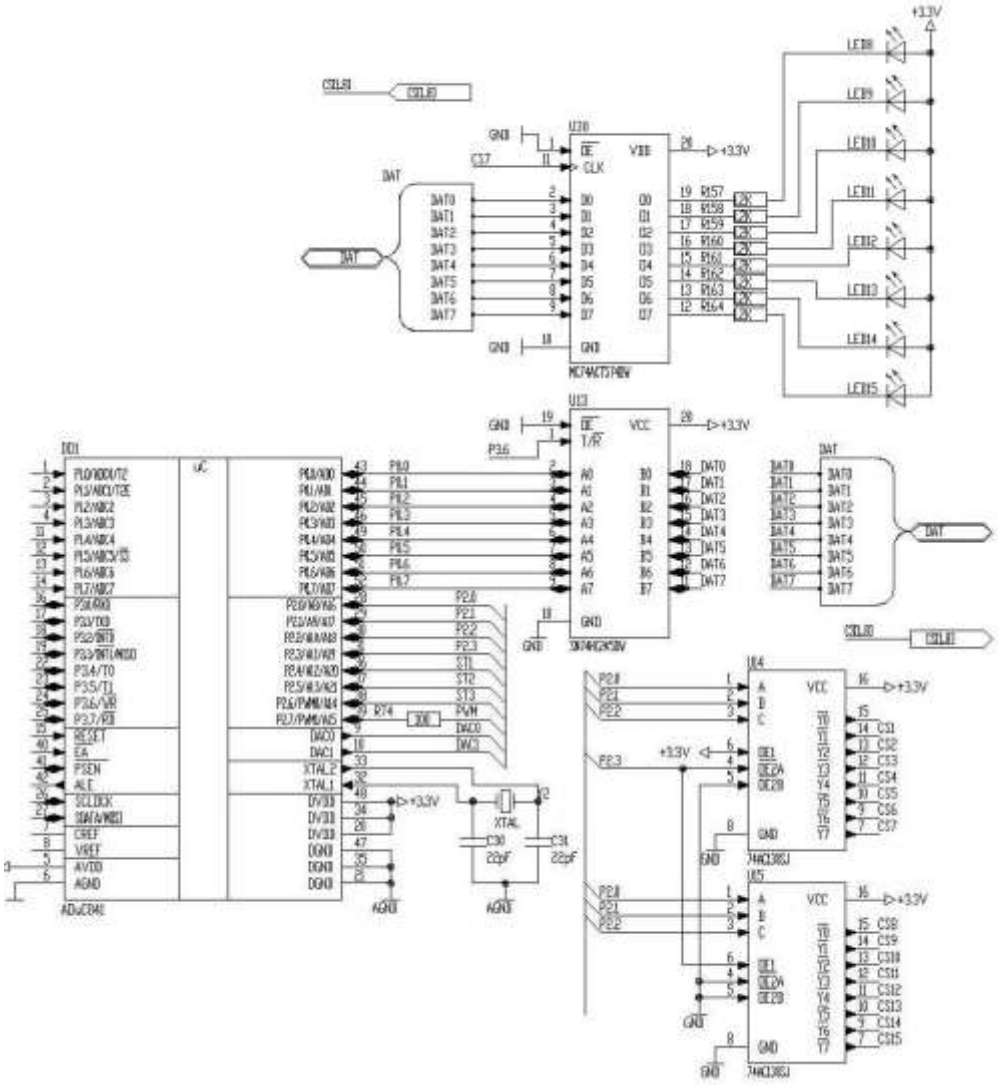


Рисунок 1.4 – Схема для лабораторної роботи №1

Світлодіодна лінійка може бути використана як бінарний 8-розрядний індикатор. Адреса регістра лінійки - 07h. Світлодіоди увімкнені анодами до +5В, катодами – до виходів регістра. Для погашення світлодіодів в регістр потрібно записати число FFh. Щоб засвітити світлодіод, потрібно відповідний біт регістра встановити рівний логічному 0.

Для адресації використовується молодша тетрада порту P2 мікроконтролера (Рисунок 2.1). На даному рисунку живлення та інші порти контролера умовно показані непідключеними. Біти 0, 1, 2 подаються на входи дешифраторів A, B, C, а біт 3 – на інвертований вхід OEA (Output Enable A) першого і одночасно на неінвертований вхід OE1 другого. Таким чином, стан порту P2.3 визначає, який дешифратор буде працювати, тобто при значенні P2.3=0 працює верхній (по схемі) дешифратор, а при P2.3=1 – нижній. Вихід дешифратора Y0 не задіяний, тому що при значенні молодшої тетради порту P2, рівній 0000b, на цьому виході буде логічний нуль (виходи дешифраторів інвертовані). Напрям роботи буфера визначається значенням на його вході DIR. Це значення задається портом мікроконтролера P3.6. Для роботи буфера на

передачу від контролера до шини значення сигналу DIR повинно бути рівним логічній 1, а для роботи на прийом від шини до контролера – логічному 0.

Покажемо часові діаграми роботи контролера із периферійними пристроями.

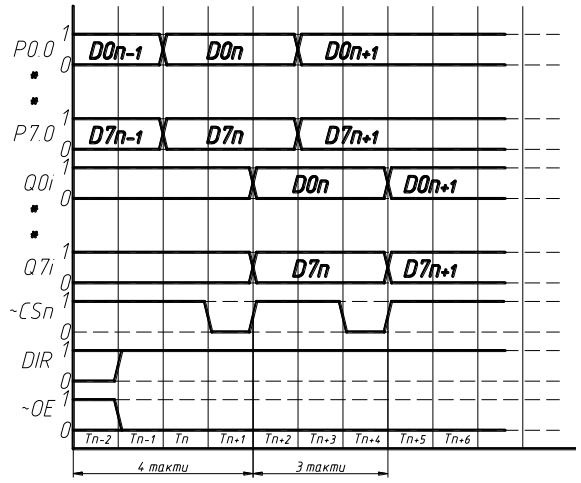


Рисунок 2.1 – Часова діаграма запису двох чисел в регістр периферійного пристрою

Число фіксується регістром (периферійним пристроєм) по зростаючому фронту сигналу ˜CS. Послідовність роботи контролера така:

1. Встановлюється напрям роботи буфера (DIR=1) і увімкнення його і дешифраторів (˜OE=0);
2. В порт P0 записується число, яке потрібно записати;
3. В порт P2.0-P2.3 записується адрес периферійного пристрою (регістра);
4. В порт P2.0-P2.3 записується число 0000b.

Таким чином запис числа проходить за 4 такти.

Якщо напрям роботи буфера був встановлений і дешифратори увімкнені, то процес проходить за 3 такти.

При зчитуванні контролером із шини даних потрібно встановити напрям роботи буфера на читання (DIR=1), дати строб ˜CS для відповідного адресу, і зчитати стан порту P0. Слід пам'ятати, що з регістрів, які розміщені на платі стенду, зчитування неможливе, але зчитувати можна із системного роз'єму.

Набрати текст програми, натиснути кнопку Rebuild all target files.

Для того, щоб завантажити відкомпільований файл у стенд необхідно:

1. Замкнути перемичку J6.
2. Перемикач SW8 перевести в положення замкнуто.
3. Натиснути кнопку SW9.
4. Вибрати команду Flash -> Download.

Внаслідок таких дій програма завантажиться в пам'ять програм мікроконтролера і запуститься на виконання.

Приклад програми для лабораторної роботи №1

На світлодіодній лінійці засвітити біжучу точку.

```
//      address of LEDs       0x07
//      define DATA transfer register
DAT     EQU     R0
//      define ADDRESS transfer register
ADDR    EQU     R1
//      define temporary0 register
Temp0   EQU     R2
//      Address for PUSH and POP commands
_Temp0  EQU 0x02
//Interrupt vector
ORG     0x0000
JMP     RESET
```

```
ORG     0x0033
RESET:
MOV     DAT, #11111111b
MOV ADDR,#00000111b
CALL write
MOV A, #0x01
Forever:
        Rr A
        MOV DAT, A
        MOV ADDR, #0x07
        CALL write
        CALL LDelay
        CALL LDelay
        CALL LDelay
        CALL LDelay
        CALL LDelay
        CALL LDelay
        CALL LDelay
JMP     Forever
// Write to periferal device subroutine
write:  setb P3.6               //Set Data bus buffer to TX
                mov P0, DAT             //moving data to bus buffer
                mov P2, ADDR    //set periferals address
                nop                             //wait
                nop
                mov P2, #0x00   //clock pulse for device latch
ret                             //exit from subroutine
//      Delay 17.9 ms
LDelay:
        MOV     Temp0, #0xFF
LD1:
        DEC     Temp0
        PUSH _Temp0
                MOV     Temp0, #0xFF
                DJNZ Temp0, $
        POP     _Temp0
        CJNE Temp0, #0x00, LD1
RET
END
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	На світлодіодній лінійці засвітити індикатори (LED 8 …. LED 15) через один, нижній індикатор засвічений, час засвітки 1с., після цього погасити індикатор, час витримати 1с., повторити процедуру спочатку.
2	На світлодіодній лінійці засвітити індикатори (LED 8 …. LED 15) через один, нижній індикатор загашений, час засвітки 2с., після цього засвітити всі індикатори, час світіння 1с. дальше повторити процедуру спочатку.
3	На світлодіодній лінійці засвітити індикатори (LED 8 …. LED 11), потім погасити, процедуру повторювати з частотою 1Гц
4	На світлодіодній лінійці засвітити індикатори (LED 12 …. LED 15), потім погасити, процедуру повторювати з частотою 0,5Гц
5	На світлодіодній лінійці засвітити біжучу точку, напрямок від LED 8 до LED 15, швидкість переміщення 1 сегмент всекенду
6	На світлодіодній лінійці засвітити біжучу точку, напрямок від LED 15 до LED 8, швидкість переміщення 2 сегмент всекенду
7	На світлодіодній лінійці засвітити індикатори в режимі “інкрементного термометра”, напрямок від LED 15 до LED 8, швидкість наростання 1 сегмент в секенду (початковий стан: засвічено LED 15, черз 1 с. засвічено LED 15 і LED 14, коли засвічено всі світлодіоди повертаємось в початковий стан)
8	На світлодіодній лінійці засвітити індикатори в режимі “інкрементного термометра”, напрямок від LED 8 до LED 15, швидкість наростання 2 сегмент в секенду (початковий стан: засвічено LED 8, черз 0,5с. засвічено LED 8 і LED 9, коли засвічено всі світлодіоди повертаємось в початковий стан)
9	На світлодіодній лінійці засвітити індикатори в режимі “декриментно термометра”, напрямок від LED 15 до LED 8, швидкість спадання 2 сегмент в секенду (початковий

	стан: засвічено всі світлодіоди, черз 2 с. засвічено з LED 15 по LED 9, коли всі світлодіоди погаснуть повертаємось в початковий стан)
10	На світлодіодній лінійці засвітити індикатори в режимі “декриментно термометра”, напрямок від LED 8 до LED 15, швидкість спадання 1 сегмент в секенду (початковий стан: засвічено всі світлодіоди, черз 1 с. засвічено з LED 14 по LED 8, коли всі світлодіоди погаснуть повертаємось в початковий стан)

Лабораторна робода №2. Схема статичного відображення інформації та робода з семисегментним індикатором

Тема: Схема статичного відображення інформації та робода з семисегментним індикатором .

Мета: Вивчити метод статичного відображення інформації на прикладі семисегментного індикатора.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити принцип статичного методу відображення інформації на прикладі семисегментного індикатора.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
4. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження програми в стенд.

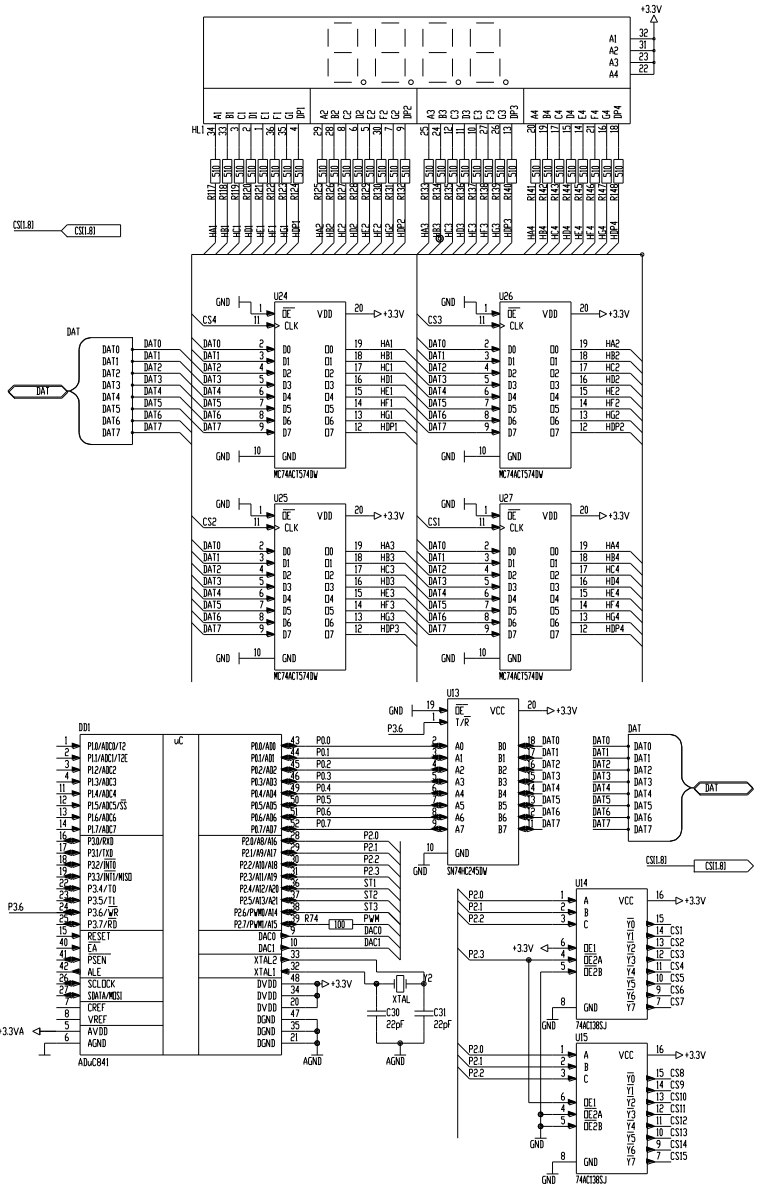


Рисунок 2.1 – Схема для лабораторної роботи №2

Короткі теоретичні відомості

До вузла статичної індикації входять: 4 регістри-фіксатори, струмообмежуючі резистори і чотири цифровий світлодіодний семисегментний дисплей. Схема їх увімкнення показана на рисунку 3.1. Зміст статичної індикації полягає у тому, щоб кожен індикатор постійно висвічувався від свого джерела інформації.

Число, яке виводиться на індикатор, фіксується відповідним регістром. Після запису числа в регістр, шина даних може приймати довільне значення, воно не буде впливати на значення, що висвічується на індикаторі. Хоча застосування статичної індикації і потребує відносно великих апаратних затрат, зате відпадає потреба в постійному переключенні індикаторів, як у випадку динамічної індикації, спрощується програмне забезпечення, контролер звільняється від необхідності постійної почергової передачі чисел на кожен індикатор, як у випадку динамічної індикації.

Коли потрібно засвітити сегмент індикатора, слід встановити відповідний біт регістра, рівний логічному нулю. Для того, щоб погасити відповідний індикатор, у регістр потрібно записати число 0FFh. Оскільки індикатори підключені без дешифраторів, то процес дешифрування слід проводити програмно. Програмне дешифрування дозволяє виводити на індикатор не тільки числа, а й деякі букви та інші символи.

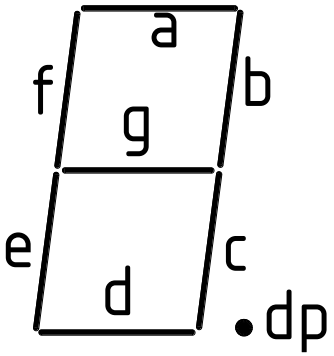


Рисунок 3.1 – Схема позначення сегментів індикатора

Таблиця 3.1 – Дешифрування двійкового коду для семисегментного індикатора

Сегмент/цифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Dat0 (a)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Dat1 (b)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Dat2 (c)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Dat3 (d)	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Dat4 (e)	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0
Dat5 (f)	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Dat6 (g)	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Dat7 (dp)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Для засвічування десяткової коми (dp, decimal point) потрібно встановити біт 7 дешифратора, рівний 0.

Адреси цифр дисплея розміщені наступним чином:

для запису в перший (справа наліво) розряд адрес рівний 01h;

для запису в другий розряд P2 адрес рівний 02h;

для запису в третій розряд P2 адрес рівний 03h;

для запису в четвертий розряд P2 адрес рівний 04h.

Запис відбувається згідно послідовності, вказаної в лабораторній роботі №2.

Приклад програми для лабораторної роботи №2

На семисегментному індикаторі почергово появляються цифри ‘1’, ‘9’, ‘8’, ‘8’.

```
dat             EQU     R0
adr             EQU     R1
Temp1   EQU     R2
Temp2   EQU     R3
Temp3   EQU     R4

Segm    EQU 0x02

CSEG
ORG 0x0000
JMP run
ORG 0x0033
run:
        call off
        call ldelay
        call ldelay
        mov dat, #11001111b
        mov adr, #00000100b
        call strob
        call ldelay
        mov dat, #10010000b
        mov adr, #00000011b
        call strob
        call ldelay
        mov dat, #10000000b
        mov adr, #00000010b
        call strob
        call ldelay
        mov dat, #10000000b
        mov adr, #00000001b
        call strob
        call ldelay

petla:
        jmp petla

strob:
        setb P3.6
        mov P0,dat
        mov P2,adr
        mov P2,#0x00
ret
off:
        mov dat, #11111111b
        mov adr, #00000001b
        call strob
        mov dat, #11111111b
        mov adr, #00000010b
        call strob
        mov dat, #11111111b
        mov adr, #00000011b
        call strob
        mov dat, #11111111b
        mov adr, #00000100b
        call strob
ret

Delay:
        mov Temp1, #0xFF
loop:
        dec Temp1
        mov Temp2, #0xFF
        djnz Temp2, $
        cjne Temp1, #0x00, loop
ret

Ldelay:
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
RET
END
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	На семисегментному індикаторі засвітити на старших двох розрядах ххН, через інтервал в 1с. погасити число і на двох молодших розрядах число засвітити число ххН, час світіння 1с., після цього повторювати процедуру спочатку.
2	На семисегментному індикаторі засвітити на молодшиому розряді число хН, через інтервал 1с, на старшому розріді засвітити число хН (при цьому попереднє чисо не гаситься), через 1с. вивести на молодший розряд суму чисел, старший розряд погасити, час засвітки 1с., дальше повторити процедуру спочатку.
3	На семисегментному індикаторі засвітити на двох молодших розрядах число 0хН, через інтервал в 1с. погасити число і на то самому індикаторі засвітити число х0Н, час світіння 1с., після цього повторювати процедуру спочатку, старший розряд погашено.
4	На семисегментному індикаторі засвітити на молодшиому розряді число хН, через інтервал 1с, на старшому розріді засвітити число хН (при цьому попереднє чисо не гаситься), через 1с. вивести на молодший розряд добуток чисел, старший розряд погасити, час засвітки 1с., дальше повторити процедуру спочатку.
5	На семисегментному індикаторі починаючи з молодшого розряді засвітити число хН, через інтервал в 1с. погасити його і відобразити те саме число на наступному розряді, через 1с., на наступному, коли засвітиться останій індикатор, процедуру повторити з початку.
6	На семисегментному індикаторі засвітити на старшому розряді число ххН, через інтервал 1с, на молодшому розряді засвітити число хН (при цьому попереднє чисо не гаситься), через 1с. вивести на молодший розряд частку від ділення першого числа на перше, старший розряд погасити, час засвітки 1с., дальше повторити процедуру спочатку.
7	На семисегментному індикаторі на молодшому розряді засвітити число 0Н, через інтервал в 0,5с. інкрементувати дане значення, коли число буде рівне 10, обнулити індикатор і процедуру повторити з початку, решта розрядів індикатора погашено.
8	На семисегментному індикаторі засвітити на старшому розряді число ххН, через інтервал 1с, на молодшому розряді засвітити число ххН, яке має бути менше за перше (при цьому попереднє чисо не гаситься), через 1с. вивести на молодший розряд різницю від віднімання першого числа від другого чисел, старший розряд погасити, час засвітки 1с., дальше повторити процедуру спочатку.
9	На семисегментному індикаторі на старшому розряді засвітити число 0Н, через інтервал в 0,1с. інкрементувати дане значення, коли число буде рівне 100, обнулити індикатор і процедуру повторити з початку, решта розрядів індикатора погашено.
10	На семисегментному індикаторі на молодшому розряді засвітити число 59Н, через інтервал в 1с. декремннтувати значення, коли число буде рівне 0 засвітити на індикатор 59Н і процедуру повторити з початку, решта розрядів індикатора погашено.

Лабораторна робода №3. Схема динамічного відображення інформації

Тема: Схема динамічного відображення інформації.

Мета: Вивчити метод динамічного відображення інформації на прикладі матриці світлодіодів.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити принцип динамічного методу відображення інформації на прикладі матриці світлодіодів.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
4. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження програми в стенд.

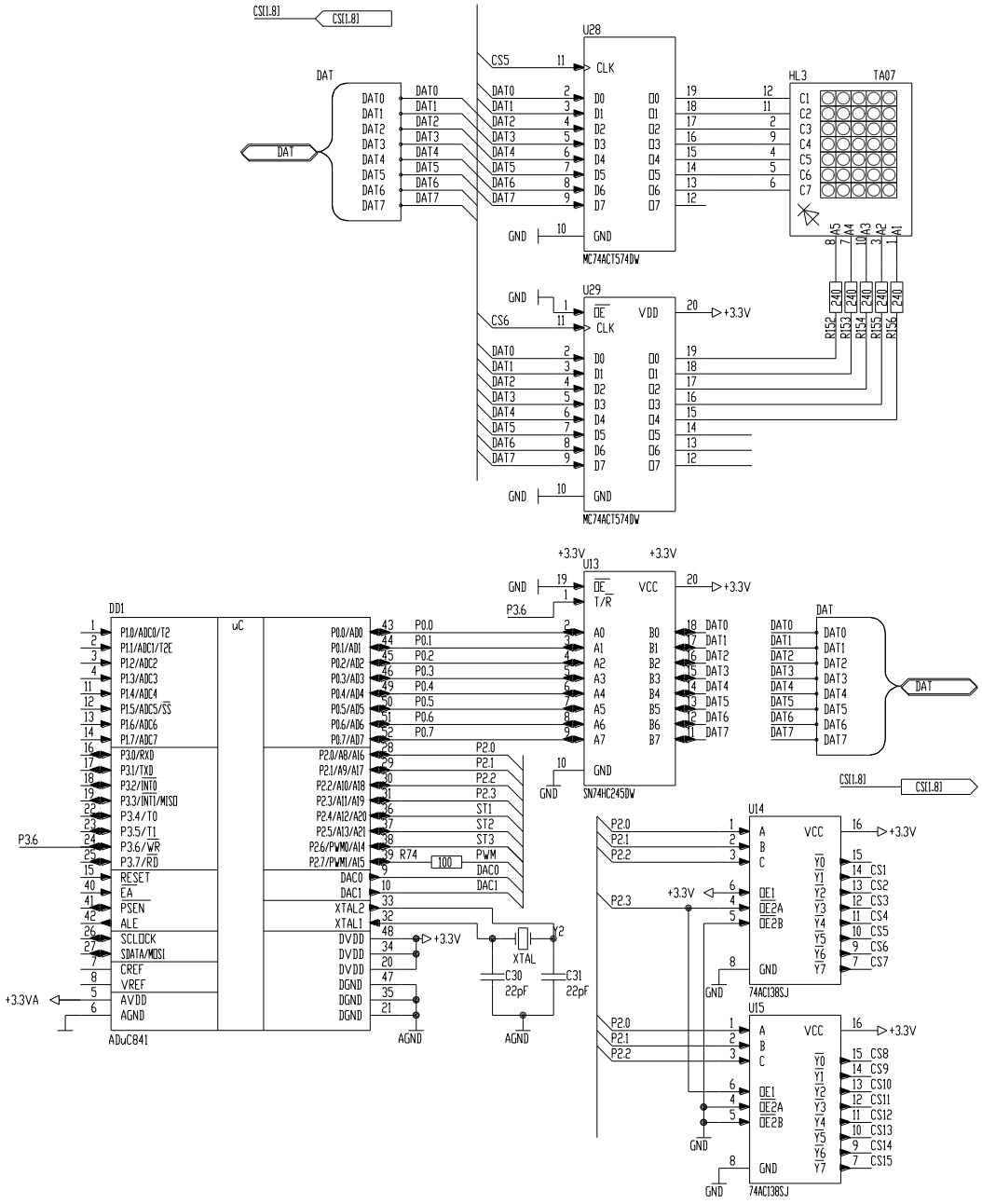


Рисунок 3.1 – Схема для лабораторної роботи №3

Короткі теоретичні відомості

Динамічна знакосинтезуюча індикація реалізована на світлодіодній матриці 5x7 і дозволяє вивести довільний символ, організувати біжучу стрічку та ін. Зміст динамічної індикації полягає у тому, щоби по черзі засвічувати елементи індикатора з такою частотою, при якій око за рахунок деякої інерційності сприйняття не спроможне помітити мерехтіння. Максимум частоти переключення обмежений необхідністю забезпечити такий час світіння елемента, при якому значно не зменшується його яскравість. Елементи індикатора засвічуються записом логічних нулів у відповідні розряди регістру рядків, який підключений до катодів індикатора (на схемі – DD17, адрес регістра 05h) і логічних одиниць у розряди регістру стовбців, підключеного до анодів (на схемі – DD18, адрес регістра 06h). Є зміст виводити знак на індикацію не по елементах (точках), а по рядках. В такому випадку, для того, щоб засвітити у верхньому рядку першу і четверту точку, потрібно в регістр DD17 записати число 11111110b, а в регістр DD18 – число 00001001b.

Приклад програми для лабораторної роботи №3

Засвітити на матриці світлодіодів літеру “S”.

```
dat Equ R0
adr Equ R1
Temp1 Equ R2
Temp2 Equ R3
stec Equ 0x02

Org 0x000
run:
        mov dat,#10111110b
        mov adr,#00000101b
        call writ
;       call delay
        mov dat,#00001110b
        mov adr,#00000110b
        call writ
;       call delay
        call off

        mov dat,#11011101b
        mov adr,#00000101b
        call writ
;       call delay
        mov dat,#00010001b
        mov adr,#00000110b
        call writ
;       call delay
        call off

        mov dat,#11111011b
        mov adr,#00000101b
        call writ
;       call delay
        mov dat,#00010000b
        mov adr,#00000110b
        call writ
;       call delay
        call off

        mov dat,#11101111b
        mov adr,#00000101b
        call writ
;       call delay
        mov dat,#00000001b
        mov adr,#00000110b
        call writ
;       call delay
        call off

        mov dat,#11110111b
        mov adr,#00000101b
        call writ
;       call delay
        mov dat,#00001110b
        mov adr,#00000110b
        call writ
;       call delay
        call off

jmp run
Writ:
        setb P3.6
        mov P0, dat
        mov P2, adr
        nop
        nop
        mov P2, #0x00
ret

Delay:
        mov Temp1, #0xFF
loop:
        dec Temp1
        mov Temp2, #0xFF
        djnz Temp2, $
        cjne Temp1, #0x00, loop
ret

off:
        mov dat,#11111111b
        mov adr,#00000101b
        call writ
;       call Ldelay
        mov dat,#00000000b
        mov adr,#00000110b
        call writ
;       call Ldelay
ret

Ldelay:
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
RET
end1:
END
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	На матричний світлодіодний індикатор засвічувати 4 символи, період світіння 1с.

Лабораторна робода №4. Робода з енкодером. Опитування дискретних давачів

Тема: . Робода з енкодером. Опитування дискретних давачів.

Мета: Вивчити принцип роботи енкодера, здійснити оптування дискретних давачів, ознайомитися з системою переривання контроллера.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити принцип роботи енкодера, ознайомитися з сиситемою переривання контролера на основі дискретних давачів.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
5. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження програми в стенд.

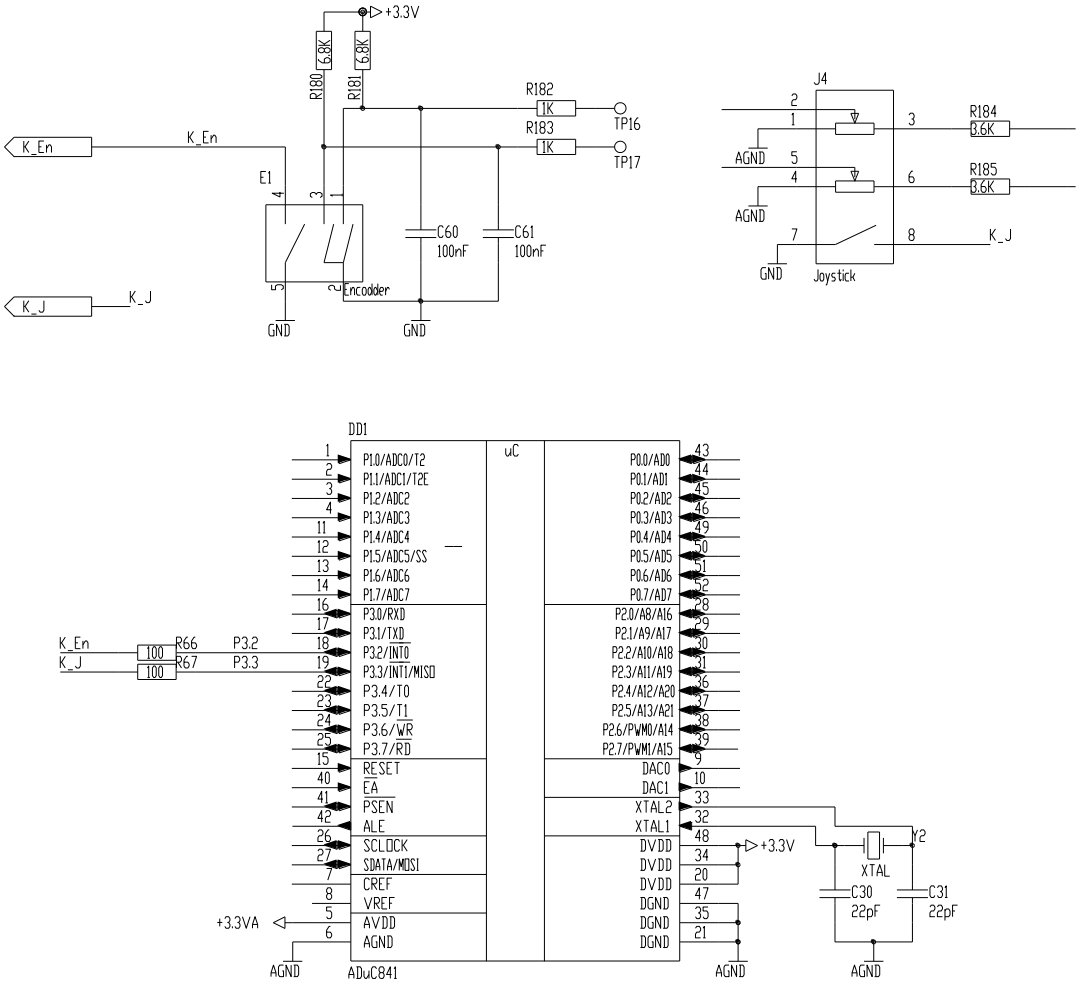


Рисунок 4.1 – Схема для лабораторної роботи №5

Короткі теоретичні відомості

Для введення інформації широко застосовуються кнопкові перемикачі. Сигнал таких перемикачів формується шляхом замикання (розмикання) електричного кола.

В стенді встановлено дві дискретні кнопки K_En I K_J, які під'єднані до входів зовнішніх переривань контролера відповідно до INT0 і INT1. Опитування даних давачів можна здійснювати як з використаннях переривань так і способом опитування стану окремого виводу потра контролера.

Також для введеня інформації використовується механічний енкодер Е1.

Енкодер (датчик кута або перетворювач кут-код) – пристрій, який призначений для перетворення кута повороту обертового об'єкта (вала) в електричні сигнали, які дозволяють визначити кут його повороту.

Енкодери розділяються на інкременті і абсолютні, які можуть забезпечити дуже високу роздільну здатність. В інкрементних датчиках кутового положення поточне положення визначється шляхом підрахунку числа імпульсів від нульової точки.

На виході енкодера є два прямокутних сигнали, які зсунуті відносно один одного, в даному випадку на 90^0 (рисунок 4.2).

Рисунок 4.2 – Сигнали на виході енкодара

По характеру зсуву можна визначити напрамок обертання ручки вала енкодера. Розрізняється такоє кількість імпульсів на оберт, для даного типу енкодера – 20.

Приклад програми для лабораторної роботи №6

Написати програму для роботи з енкодером. При повертані ручки за годинниковою стрілкою збільшувати значення і значення виводити у двійковому вигляді на світлодіодну лінійку, при повертанні прити годинникової стрілки зменшувати значення.

```
$include (mod841)
       DAT    equ     R7
       ADDR   equ     R6

       State data 9


org 0
JMP BEGIN

ORG 030H
BEGIN:
  mov  SP,       #2fh
  mov  State, #0

loop:
  call ReadEnc
  mov  a, State
  add  a, R7
  mov  State, a
  mov  DAT, a
  mov  ADDR, #7
  call write
  call Zatr
  jmp  loop

ZATR:
MOV  R7,#0H
DJNZ R7,$
RET

              encA bit 0
              encB bit 1
```

```
ReadEnc:
  mov  a, #0
  mov  c, encA
  rlc  a
  mov  c, P3.4
  mov  encA, c
  rlc  a
  cjne a, #1, ReadEnc_NotFirst
  ;first
  mov  c, P3.5
  mov  encB, c
ReadEnc_NotFirst:
  cjne a, #2, ReadEnc_NotSecond
  ;second
  mov  a, #0
  mov  c, encB
  rlc  a
  mov  c, P3.5
  rlc  a
  cjne a, #1, ReadEnc_NotCW
  ;CW
  mov  R7, #1
  ret
ReadEnc_NotCW:
  ;CCW
  cjne a, #2, ReadEnc_NotCCW
  mov  R7, #255
  ret
ReadEnc_NotCCW:
ReadEnc_NotSecond:
  mov  R7, #0
ret

;===**END**===

write:  setb P3.6             //Set Data bus buffer to TX
              mov  P0, DAT          //moving data to bus buffer
              mov  P2, ADDR  //set periferals address
              nop                           //wait
              nop
              mov  P2, #0x00 //clock pulse for device latch

ret                                 //exit from subroutine

end
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	При натисканні кнопки на енкодері інкрементувати змінну і виводити на молодший розряд статичного індикатора. Змінна приймає значеня 0…99, прогарма не повинна реагувати на тривале натискання на кнопку. Початковий стан на статичному індикаторі засвічено 00 на молодшому розряді, старший розряд погашено, при досягненні значення 100 на індикаторі засвічується 00.
2	При натисканні кнопки на енкодері декрементувати змінну, яка відображається на старшому розряді статичного індикатора, при натисканні кнопки на джойстику декрементується змінна, яка відображається на старшому розряді статичного індикатора. Змінні приймають значеня 99…00, при досягненні значення –1 засвічується 99, прогарма не повинна реагувати на тривале натискання на кнопки. Початковий стан на статичному індикаторі засвічено 00 на старшому розряді, молодший розряд погашено.
3	При обертанні ручки енкодера в напрямку за годинниковою стрілкою переміщати на свілодіодній лінійці засвічену точку вверх, при обертанні ручки енкодера в напрямку проти годинникової стрілки переміщати точку на світлодіодній лінійці вниз, при досягненні крайного положення точка переводиться на протилежний край.
4	При обертанні ручки енкодера в напрямку за годинниковою стрілкою переміщати на свілодіодній лінійці погашену точку вниз, при обертанні ручки енкодера в напрямку проти годинникової стрілки переміщати погашену точку вверх, при досягненні крайного положення точка переводиться на протилежний край.
5	При натисканні кнопки на енкодері переміщувати засвічену точку на матричному

	світлодіодному індикаторі, початковий стан: засвічена точка знаходить в лівому нижньому куті. При натисканні на кнопку енкодера точка переміщується по стовпці вверх, при досягненні верхнього положення точка переміщається на нижній рядок і на один стовпець вправо, при закінченні останього стовпця, точка повертається в початкове положення
6	При натисканні кнопки на джойстику переміщувати загашену точку на матричному світлодіодному індикаторі, початковий стан: загашена точка знаходить в правому верхньому куті. При натисканні на кнопку джойстика точка переміщується по стовпці вниз, при досягненні нижнього положення точка переміщається на верхній рядок і на один стовпець вліво, при закінченні останього стовпця, точка повертається в початкове положення.
7	На світлодіодному індикаторі запустити “біжучу точку”, напрямок знизу вгору, швидкість переміщення задавати обертанням ручки енкодера, максимальна швидкість 8 сегментів за 1с., мінімальна швидкість 1 сегмент за 8с., при обертанні ручки енкодера за годинниковою стрілкю швидкість збільшується в двічі відносно встановленої, при обертанні ручки проти годинникової стрілки швидкість зменшується вдвічі відносно встановленої. При досягненні мінімального або максимального значення швидкість у відповідному напрям не міняється.
8	На світлодіодному індикаторі запустити погашену “біжучу точку”, напрямок зверху вниз, швидкість переміщення задавати обертанням ручки енкодера, максимальна швидкість 16 сегментів за 1с., мінімальна швидкість 1 сегмент за 4с., при обертанні ручки енкодера за годинниковою стрілкю швидкість збільшується в двічі відносно встановленої, при обертанні ручки проти годинникової стрілки швидкість зменшується вдвічі відносно встановленої. При досягненні мінімального або максимального значення швидкість у відповідному напрям не міняється.
9	Засвічувати світлодіодии на індикаторі за допомогою дискретних кнопок. При натисканні кнопки на енкодері збільшувати число засвічених індикаторів на один, при натисканні кнопки на джойстику зменшувати число засвічених індикаторів на один. При засвіченні всіх індикаторів програма ігнорує натискання кнопки енкодера, при погашенні всіх індикаторі програма ігнорує натискання кнопки джойстика. Початковий стан: світлодіодна лінійка погашена.
10	При обертанні ручки енкодера за годинниковою стрілкою інкрементувати значення змінної, яка виводиться на молодший розряд семигегментного індикатора, при обертанні ручки енкодера проти годинникової стрілки декрементувати значення змінної. При досягнення значення 100 змівнна приймає значення 00, при досягненні значення –1 змінна приймає азначення 99.

Лабораторна робода №5 Зчитування інформації з матричної клавіатури

Тема: Зчитування інформації з матричної клавіатури.

Мета: Вивчити взаємодію контролера із засобами вводу даних, вивід даних на засоби відображення інформації.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити алгоритми зчитування даних із клавіатури.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
4. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження програми в стенд.

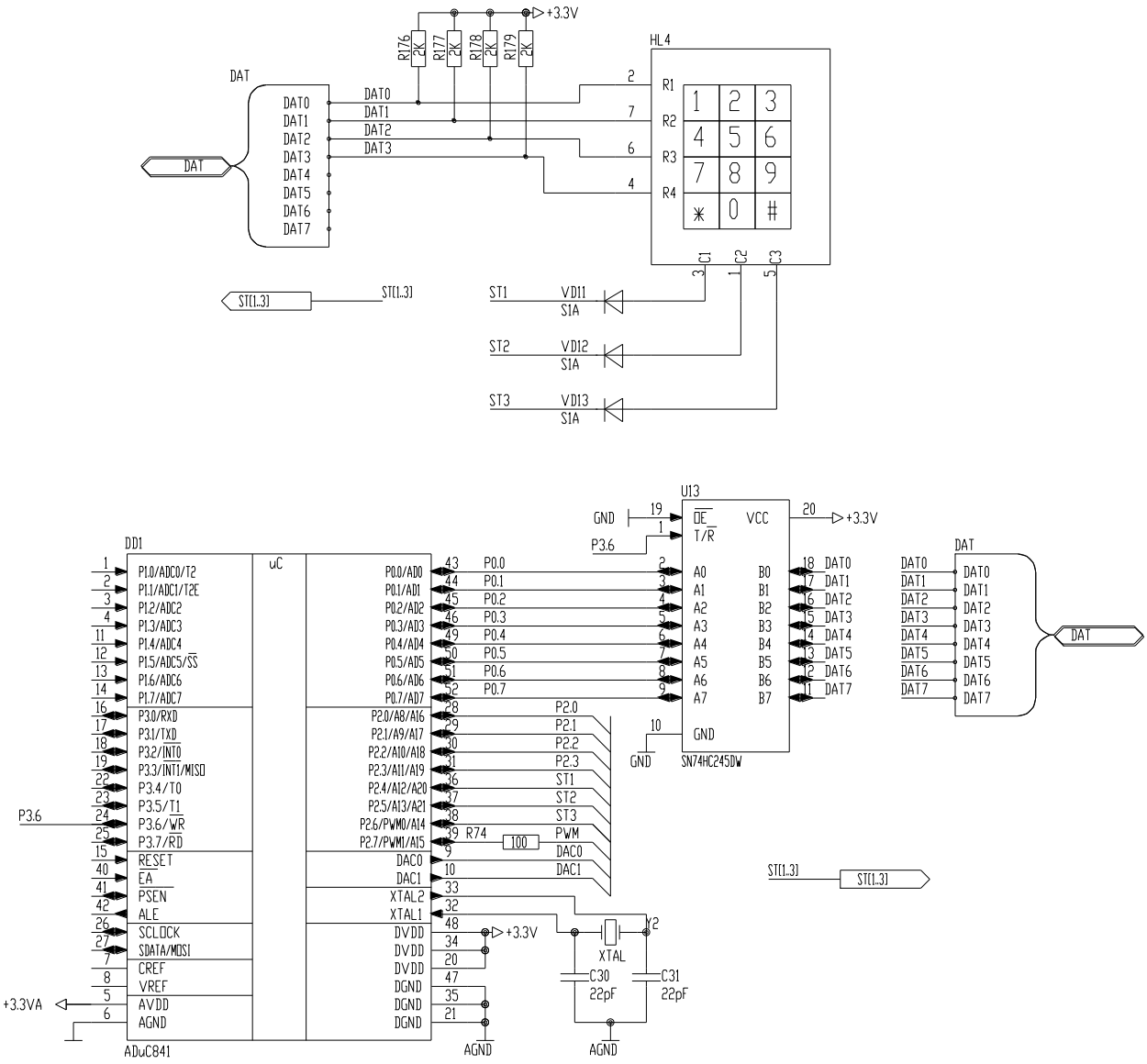


Рисунок 5.1 – Схема для лабораторної роботи №5

Короткі теоретичні відомості

Зчитування із клавіатури відбувається методом сканування по рядках. Для здійснення зчитування із першого стовпця потрібно записати в порт P2 адресу 0EFh, і зчитати дані із старшого півбайта порту P0. Для цього необхідно задати напрям передачі даних буфера DD6 на прийом інформації (встановити вивід DIR в логічний нуль), це значення задається портом мікроконтролера P3.6. Для роботи на прийом від шини до контролера встановити P3.6 в логічний 0. При цьому якщо натиснута кнопка із першого рядка, то значення порту P0.0 буде рівне логічному 0, якщо натиснута кнопка із другого рядка, то P0.1=0 і т.д. Для зчитування із другого стовпця в порт P2 записується адрес 0DFh, третього – 0BFh.

Зчитування із рядків клавіатури слід проводити не частіше ніж через 50мс, через те, що для будь-якого механічного контакту характерне явище вібрації контактної пари, протягом якої контакт декількаразово розмикається-замикається, протягом приблизно 8-12мс.

Приклад програми для лабораторної роботи №5

Програма зчитує дані з клавіатури і засвічує відповідний світлодіод.

```
dat Equ R0
adr Equ R1
Temp1 Equ R2
Temp2 Equ R3
;key1 Equ R4
;key2 Equ R5
stec Equ 0x02

Org 0x000
jmp run

cseg
org 0x033

run:

stovb1:
        mov adr, #01100000b
        mov P2, adr
        clr p3.6
        mov a, p0
next0:
        jb p0.0, next1
        call svit8
        jmp run
next1:
        jb p0.1, next2
        call svit5
        jmp run
next2:
        jb p0.2, next3
        call svit2
        jmp run
next3:
        jb p0.3, stovb2
        call gas1
        jmp run

stovb2:
        mov adr, #01010000b
        mov P2, adr
        clr p3.6
        mov a, p0
next02:
        jb p0.0, next12
        call svit7
        jmp run
next12:
        jb p0.1, next22
        call svit4
        jmp run
next22:
        jb p0.2, next32
        call svit1
        jmp run
next32:
        jb p0.3, stovb3
        call svit7
        call svit6
        call svit5
        call svit4
        call svit3
        call svit2
        call svit1
        jmp run

stovb3:
        mov adr, #00110000b
        mov P2, adr
        clr p3.6
        mov a, p0
next03:
        jb p0.0, next13
        call svit6
        jmp run
next13:
        jb p0.1, next23
        call svit3
        jmp run
next23:
        jb p0.2, next33
        call svit2
        call svit3
        call svit4
        call svit5
        call svit6
        call svit7
        call svit8
        jmp run
next33:
        jb p0.3, stovb1
        call gas1
        jmp run

svit1:
        mov dat,#01111111b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

svit2:
        mov dat,#10111111b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

svit3:
        mov dat,#11011111b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

svit4:
```

```
        mov dat,#11101111b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

svit5:
        mov dat,#11110111b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

svit6:
        mov dat,#11111011b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

svit7:
        mov dat,#11111101b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

svit8:
        mov dat,#11111110b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

gas1:
        mov dat,#11111111b
        mov adr,#00000111b
        call writ
        call ldelay
ret

Writ:
        setb P3.6
        mov P0, dat
        mov P2, adr
        nop
        mov P2, #0x00
ret

Delay:
        mov Temp1, #0xFF
loop:
        dec Temp1
        mov Temp2, #0xFF
        djnz Temp2, $
        cjne Temp1, #0x00, loop
ret

Ldelay:
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
RET

END
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	За допомогою матричної клавіатури керувати швидкістю переміщення засвіченого світлодіода по лінійці напрямок знизу вверх. При натисканні кнопки “1” засвічений індикатор точка переміщається з швидкістю 1 сегмент на секнуду, при натисканні кнопки “4” засвічений індикатор точка переміщається з швидкістю 4 сегменти на секунду, при натисканні кнопки “7” засвічений індикатор точка переміщається з швидкістю 8 сегмента на секунду, при натисканні кнопки “*” рух світлодіода припиняється. Початковий стан: засвічено нижній світлодіод.
2	За допомогою матричної клавіатури керувати напрямком переміщення засвіченого світлодіода по лінійці. При натисканні кнопки “*” засвічений індикатор точка переміщається з швидкістю 2 сегменти на секунду знизу вверх, при натисканні кнопки “0” рух світлодіода припиняється, при натисканні кнопки “#” засвічений індикатор точка переміщається з швидкістю 2 сегменти на секунду зверху вниз. Початковий стан: засвічено нижній світлодіод.
3	Відображати на молодшому розряді семисегментнго індикаторі номер натиснутої кнопки з матричної клавіатури. При натисканні “*” або “#” розряд індикатора загасити. Початковий стан: всі розряди індикатора погашено.
4	При натисканні кнопки на матричні клавіатурі “*” збільшувати число засвічених світлодіодів першого стовпця на матричному індикаторі на один, при натисканні кнопки “#”, збільшувати число засвічених світлодіодів пятого стовпця на матричному індикаторі на один. При засвіченні всіх світло діодів в стовпці, відповідний стовпець гаситься і засвічується нижній світлодіод. Початковий стан: засвічено нижні світлодіоди в першому і пятому стовпцях.
5	На старшому розряді статичного індикатора відображати число, яке при натисканні кнопки на матричній клавіатурі відображає суму попереднього свого значення з номером натиснутої клавіші. При досягненні значення 100 або перевищення його при натисканні

	кнопки, на індикаторі відображається 00. Початковий стан: молодший розрід індикатор погашено, на старшому засвічено 00.
6	За допомого кнопок матричної клавіатури переміщувати засвічену точку по матричному індикаторі, “4” – переміщення на один сегмент вліво, “6” – переміщення на один сегмент вправо, “2” – переміщення на один сегмент вверх, “8” – переміщення на один сегмент вниз. При досягненні країв екрану засвічений індикатор за межі не виходить. Початковий стан: засвічено індикатор по середині матриці.
7	За допомого кнопок матричної клавіатури переміщувати засвічену точку по діагоналі матричному індикаторі, “1” – переміщення на один сегмент вліво і вверх, “3” – переміщення на один сегмент вправо і вверх, “9” – переміщення на один сегмент вправо і вниз, “7” – переміщення на один сегмент вліво і вниз. При досягненні країв екрану засвічений індикатор за межі не виходить. Початковий стан: засвічено індикатор по середині матриці.
8	На статичному індикаторі засвіти крійній сегмент і переміщувати його по контуру індикатора, швидкість стала – 1 сегмент за секунду. При натисканні кнопки матричної клавіатури “*” сегмент рухається за годинниковою стрілкою, при натисканні кнопки “#” сегмент рухається прити годинникової стрілки, при натисканні “0” рух сегмента припиняється. Початковий стан: засвічено один довільний сегмент.
9	При натисканні кнопки на матричній клавіатурі від “0” до “4” номер натиснутої кнопки відображати на молодшому розряді статичного індикатора, при натисканні кнопки від “5” до “9” відображати номернатиснутої кнопки на старшому розряді статичного індикатора, натискання “*” гасить всі розряди індикатора. Початковий стан індикатор погашено.
10	На світлодіодній лінійці засвічувати індикатори з різною тривалістю світіння в залежності від номера натиснутої клавіші. Так при натисканні “1” засвічується 1 індикатор і мигає з частотою 1Гц, при натисканні кнопки “8”, засвічується 8 індикаторів і частота мигання становить 0,125Гц. Програма реагує лише на цифрові кнопки від “1” до “8”. Початковий нижній індикатор мигає з частотою 1Гц.

Лабораторна робода №6. Аналогово-цифрове перетворення. Робода з джойстиком

Тема: Аналогово-цифрове перетворення. Робода з джойстиком.

Мета: Вивчити методи оцифровування аналогових сигналів.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити алгоритм обробки даних аналого-цифровим перетворювачем.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
4. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження програми в стенд.

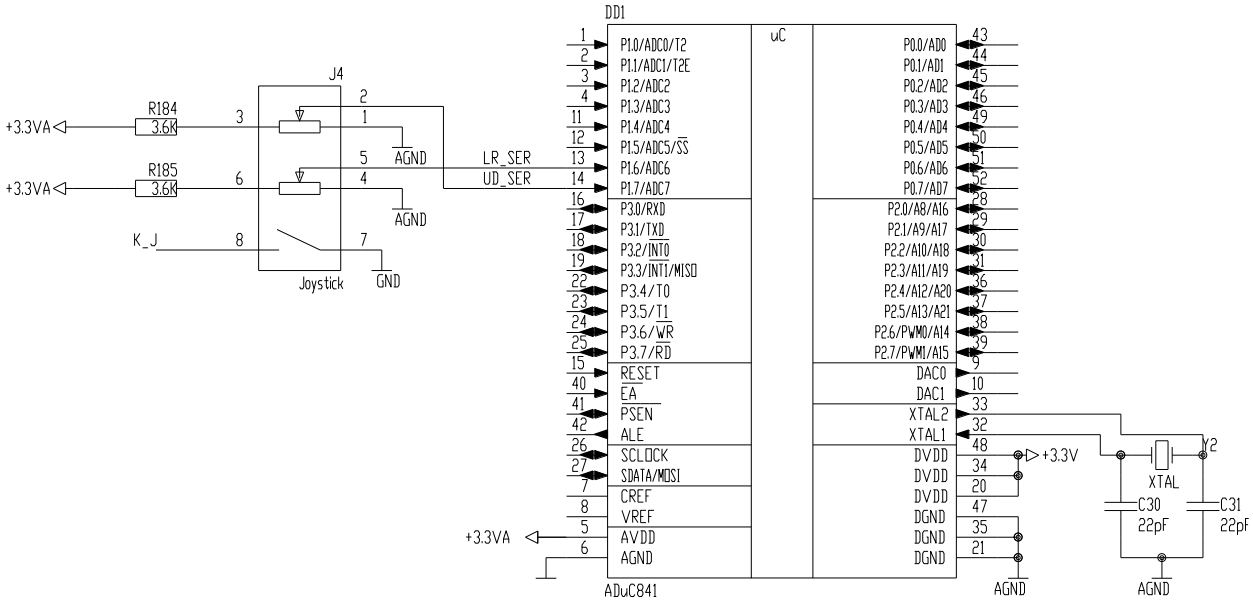


Рисунок 6.1 – Схема для лабораторної роботи №6

Короткі теоретичні відомості

АЦП, аналогово-цифровий перетворювач – пристрій, що перетворює вхідний сигнал в дискретний код (цифровий сигнал). Як правило, АЦП – електронний пристрій, що перетворює напругу в двійковий код.

Розрядність АЦП характеризується кількістю дискретних значень, які перетворювач може видати на виході, вимірюється в бітах. Наприклад, АЦП, здатний видавати 256 дискретних значень (0…255), має розрядність 8 біт, оскільки: 2^8=256.

Розрядність може бути також визначена в величинах вхідного сигналу і виражена, наприклад, в вольтах. Розрядність за напругою дорівнює напрузі, що відповідає максимальному вихідному коду, який ділиться на кількість вихідних значень.

Мікроконтролер ADuC481 як і інші пристрої компанії ADI має високоточний АЦП і програмований ЦАП.

АЦП керується за допомогою регістрів спеціальних функцій `ADCCON1`..`ADCCON3`. Молодших 8 біт результату перетворення зберігаються в регістрі `ADCDATAL`, старших 4 біти – в молодшій тетраді регістру `ADCDATAH`. В старшу тетраду контролер записує номер поточного каналу.

Значення регістру `ADCCON1` керує режимом запуску та роботи АЦП. Його адреса – `0xEF`, початкове значення – 0x40, побітова адресація не підтримується.

Таблиця 6.1 – Біти регістру ADCCON1

Біт	Назва	Призначення
7	MD1	Ввімкнення АЦП. Якщо біт встановлений – АЦП ввімкнено
6	EXT_REF	Біт встановлений – АЦП працює від зовнішнього джерела опорної напруги, Біт скинений – АЦП працює від внутрішнього джерела опорної напруги.
5 4	CK1 CK0	Визначають подільник тактової частоти в частоту АЦП. Частота АЦП не може перевищувати 8.38MHz CK1 CK0 Подільник 0 0 32 0 1 4 1 0 8 1 1 2
3 2	AQ1 AQ0	Визначають кількість періодів АЦП, що витрачаються на захоплення сигналу пристроєм вибірки та зберігання (апертурний час). Для високоомних джерел сигналу значення мають збільшуватися. AQ1 AQ0 Кількість періодів 0 0 1 0 1 2 1 0 3 1 1 4
1	T2C	Встановлений біт дозволяє запуск АЦП при переповненні таймера 2
0	EXC	Встановлений біт дозволяє запуск АЦП при низькому рівні на лінії CONVST

Молодша тетрада регістру `ADCCON2` визначає обраний канал перетворення, старша керує запуском АЦП. Адреса регістру – `0xD8`, початкове значення – `0x00`, побітова адресація підтримується.

Таблиця 6.2 – Біти регістру ADCCON2

Біт	Назва	Призначення
7	ADCI	Переривання АЦП. Встановлюється контролером вкінці єдиного АЦП перетворення або вкінці блоку перетворень в режимі DMA
6	DMA	Вмикає режим DMA
5	CCONV	Запускає режим послідовних перетворень. Після закінчення кожного перетворення розпочинається нове, доти, доки не користувач не скине біт DMA.
4	SCONV	Запускає одне перетворення. Після його завершення біт автоматично скидається
3 2 1 0	CS3 CS2 CS1 CS0	Визначає активний канал АЦП CS3 CS2 CS1 CS0 Канал 0 0 0 0 ADC0 ..... 0 1 1 1 ADC7 1 0 0 0 Датчик температури (не менше 1мкс для захоплення) 1 0 0 1 DAC0 (ЦАП 0) 1 0 1 0 DAC1 (ЦАП 1) 1 0 1 1 AGND (аналоговий спільний) 1 1 0 0 VREF (опорна напруга)

Регістр `ADCCON3` керує процедурою калібрування і не розглядається в даній лабораторній роботі.

Перед тим, як запускати аналогово-цифрове перетворення слід ввімкнути АЦП – записати в регістр `ADCCON1` байт ініціалізації. Наприклад ввімкнемо АЦП з такими параметрами:

Опора – внутрішня (EXT_REF=0)

Подільник – 2 (CK1=1 CK0=1) (fADC=fCLK/2=5.5299МГц)

Апертура – 4 періоди (AQ1=1 AQ0=1)

Запуск від спрацювання таймера 2 та зовнішнього сигналу заборонені (T2C=0 EXC=0). Таким чином байт ініціалізації рівний $10111100_2=188_{10}=BC_{16}$. Записуємо його в регістр ADCCON1.

Далі, щоб провести одиничне вимірювання, потрібно записати в ADCCON2 номер каналу і біти запуску. Так для запуску одиничного перетворення з 7 каналу в ADCCON2 слід записати байт 0x17.

Після запуску дані будуть готові через 17-20 тактів АЦП (в залежності від апертурного часу, встановленого бітами AQ1-AQ0). Якщо подільник частоти АЦП рівний двом (біти CK1=1 CK0=1), то це складе 34-40 тактів мікроконтролера. Взнати точний час завершення аналогово-цифрового перетворення можна опитуючи біт ADCI – вкінці циклу перетворення контролер встановить його.

Результат перетворення знаходитиметься в регістрах ADCDATAH:ADCDATAL.

Приклад програми для лабораторної роботи №6

Під час руху джойстика запалюється точка на матриці світлодіодів.

```
ADCCON1  DATA  0EFH   ;ADC CONTROL
ADCCON2  DATA  0D8H   ;ADC CONTROL
ADCDATAL DATA  0D9H   ;ADC DATA LOW BYTE
ADCDATAH DATA  0DAH   ;ADC DATA HIGH BYTE
ADCI     BIT   0DFH   ;ADCCON2.7 - ADC INTURRUPT
FLAG
SCONV    BIT   0DCH   ;ADCCON2.4 - SINGLE
CONVERSION ENABLE
;DACCON   DATA  0FDH  ;DAC CONTROL REGISTER
;CFG841   DATA  0AFH  ;GENERAL FLASH/PWM
CONTROL REGISTER

dat           EQU    R0
adr           EQU    R1
Temp1  EQU    R2
Temp2  EQU    R3
dat1   EQU    R4
Segm   EQU 0x02
CSEG
ORG 0x0000
jmp begin
ORG 0x0033
begin:
       mov p1, 0xFF
       mov ADCCON1, #0ECh
       call off
       mov TCON, #11111111b
       mov TMOD, #11001100b
beg1:
       call diagonal
       jmp beg1
vboky:
vbik1:
       call rezult1
       cjne R5, #00000000b, vbik2
       cjne R7, #00001110b, vboky
       mov dat1, #00010000b
       jmp vbokend
vbik2:
       call rezult1
       cjne R5, #01001001b, vbik3
       cjne R7, #00001001b, vboky
       mov dat1, #00001000b
       jmp vbokend
vbik3:
       call rezult1
       cjne R5, #00001000b, vbik4
       cjne R7, #00000111b, vboky
       mov dat1, #00000100b
       jmp vbokend
vbik4:
       call rezult1
       cjne R5, #10010010b, vbik5
       cjne R7, #00000100b, vboky
       mov dat1, #00000010b
       jmp vbokend
vbik5:
       call rezult1
       cjne R5, #00000000b, vbik1
       cjne R7, #00000000b, vboky
       mov dat1, #00000001b
       jmp vbokend
vbokend:
ret
diagonal:
;      JB p3.2, diagonal
;      call vboky
run:
kavalok1:
       call rezult2
       cjne R5, #00000000b, kavalok2
       cjne R6, #00000000b, run
       call vboky
       call lampa1
kavalok2:
       call rezult2
       cjne R5, #01001001b, kavalok3
       cjne R6, #00000010b, run
       call vboky
       call lampa2
kavalok3:
       call rezult2
       cjne R5, #10010010b, kavalok4
       cjne R6, #00000100b, run
       call vboky
       call lampa3

kavalok4:
       call rezult2
       cjne R5, #00001000b, kavalok5
       cjne R6, #00000111b, run
       call vboky
       call lampa4
kavalok5:
       call rezult2
       cjne R5, #01001001b, kavalok6
       cjne R6, #00001001b, run
       call vboky
       call lampa5
kavalok6:
       call rezult2
       cjne R5, #01110111b, kavalok7
       cjne R6, #00001010b, run
       call vboky
       call lampa6
kavalok7:
       call rezult2
       cjne R5, #00000000b, kavalok1
       cjne R6, #00001110b, run
       call vboky
       call lampa7
jmp run
ret
rezult1:
       mov ADCCON2, #6h
       clr ADCI
```

```
        setb SCONV
        jnb ADCI,$
        mov b, adcdatal
        mov a, adcdatah
        clr acc.7
        clr acc.6
        clr acc.5
        clr acc.4
        mov Tl0, b
        mov TH0, a
        mov     R5, TL0
        mov     R7,     Th0
ret
rezult2:
        mov ADCCON2, #7h
        clr ADCI
        setb SCONV
        jnb ADCI,$
        mov b, adcdatal
        mov a, adcdatah
        clr acc.7
        clr acc.6
        clr acc.5
        clr acc.4
        mov Tl1, b
        mov TH1, a
        mov     R5, TL1
        mov     R6,     Th1
ret
lampa7:
        mov dat, #10111111b
        mov adr, #00000101b
        call strob
;       mov dat, #00000100b
        mov adr,#00000110b
        call strob1
ret
lampa6:
        mov dat, #11011111b
        mov adr, #00000101b
        call strob
;       mov dat, #00000100b
        mov adr,#00000110b
        call strob1
ret
lampa5:
        mov dat, #11101111b
        mov adr, #00000101b
        call strob
;       mov dat, #00000100b
        mov adr,#00000110b
        call strob1
ret
lampa4:
        mov dat, #11110111b
        mov adr, #00000101b
        call strob
;       mov dat, #00000100b
        mov adr,#00000110b
        call strob1
ret
lampa3:
        mov dat, #11111011b
        mov adr, #00000101b
        call strob
;       mov dat, #00000100b
        mov adr,#00000110b
        call strob1
ret
lampa2:
        mov dat, #11111101b
        mov adr, #00000101b
        call strob
;       mov dat, #00000100b
        mov adr,#00000110b
        call strob1
ret
lampa1:
        mov dat, #11111110b
        mov adr, #00000101b
        call strob
;       mov dat, #00000100b
        mov adr,#00000110b
        call strob1
ret
off:
        mov dat,#11111111b
        mov adr,#00000101b
        call strob
;       mov dat,#00000000b
        mov adr,#00000110b
        call strob1
ret
strob:
        setb P3.6
        mov P0,dat
        mov P2,adr
        mov P2,#0x00
ret
strob1:
        setb P3.6
        mov P0,dat1
        mov P2,adr
        mov P2,#0x00
ret
Delay:
        mov Temp1, #0xFF
loop:
        dec Temp1
        mov Temp2, #0xFF
        djnz Temp2, $
        cjne Temp1, #0x00, loop
ret
Ldelay:
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay
        call delay

RET

END
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	За допомогою джойстика керувати швидкістю переміщення точки по світлодіодій лінійці. Швидкість переміщення визначається положенням ручки джойстика відносно вертикальної осі, нижнє положення відповідає максимальній швидкості (8 сегментів за 1с.), верхнє положення мінімальна швидкість переміщення засвіченого світло діода (1 сегмент за 1с.). Початковий стан: засвічений світлодіод переміщаєть по лінійці в напрямку знизу вверх з швидкістю відповідно до положення ручки джойстика.
2	За допомогою джойстика відповідно до положення його ручки по горизонтальній осі

	засвічувати світлодіоди. При встановленні ручки джойстика в ліве крайнє положення світлодіодна лінійка погашена, при встановленні ручки джойстика в праве крайнє положення засвічено всі світлодіоди. Початковий стан: засвічена кількість світлодіодів відповідно до положення ручки джойстика.
3	Відображати на статичному семисегментному індикаторі код від перетворення АЦП в десятковому форматі від каналу до якого підєднано горизонтальну вісь джойстика.
4	Відображати на статичному семисегментному індикаторі код від перетворення АЦП в десятковому форматі від каналу до якого підєднано вертикальну вісь джойстика.
5	На статичному індикаторі реалізувати біжучу стрічку, на якій по черзі засвічуються символи на 1, 2, 3 і 4 знакомісті відповідно починаючи з лівого, виводиться (“2”,“0”,“1”,“1”,), зміна символів визначається положенням ручки джойстика відносно горизонтальної осі, ліве крайнє положення – символи змінюються з частотою 1 символ за 1с., крайнє праве положення – символи змінюються з частотою 8 символів за 1с. Початковий стан: символи змінюються з швидкістю відповідно до положення ручки джойстика.
6	На статичному індикаторі реалізувати біжучу стрічку, на якій по черзі засвічуються символи на 4, 3, 2 і 1 знакомісті відповідно починаючи з правого, виводиться (“1”,“1”,“0”,“2”,), зміна символів визначається положенням ручки джойстика відносно вертикальної осі, верхнє крайнє положення – символи змінюються з частотою 1 символ за 1с., крайнє нижнє – положення символи змінюються з частотою 8 символів за 1с. Початковий стан: символи змінюються з швидкістю відповідно до положення ручки джойстика.
7	На матричному індикаторі засвічувати з певним періодом сисвол “*”. Тривалість світіння сомвола залежить від положення ручки джойстика відносно вертикальної осі. Верхнє крайнє положення – час відображення символа 1с., інтервал погашеного індикатора 1с., крайнє нижнє – час відображення символа 8с., інтервал погашеного індикатора 1с. початковий стан: символ відображається з частотою відповідно до полодення ручки джойстика.
8	На матричному індикаторі засвічувати з певним періодом сисвол “#”. Тривалість світіння сомвола залежить від положення ручки джойстика відносно горизонтальної осі. Праве крайнє положення – час відображення символа 1с., інтервал погашеного індикатора 1с., крайнє ліве – час відображення символа 8с., інтервал погашеного індикатора 8с. початковий стан: символ відображається з частотою відповідно до полодення ручки джойстика.
9	На матричному індикаторі засвічувати певну кількість рядків відповідну до положення ручки джойстика по вертикальній осі. Верхнє крайнє положення – засвічено всі рядки матричного індикатора, нижне крайнє положення – весь матричний індикатор погашено. Початковий стан: засвічено певну кількість рядків відповідно до положення ручки джойстика.
10	На матричному індикаторі засвічувати певну кількість стовпців відповідну до положення ручки джойстика по горизонтальній осі. Ліве крайнє положення – засвічено всі сторпці матричного індикатора, праве крайнє положення – весь матричний індикатор погашено. Початковий стан: засвічено певну кількість стовпців відповідно до положення ручки джойстика.

Лабораторна робода №7. Проектування системи керування кроковим двигуном

Тема: Проектування системи керування кроковим двигуном.

Мета: Вивчити взаємодію контролера із пристроями механічного приводу, зокрема керування кроковим двигуном.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити режими роботи уніполярного крокового двигуна (повнокроковий, півкроковий, мікрокроковий) та алгоритми задання їх.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
4. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження схеми в стенд.

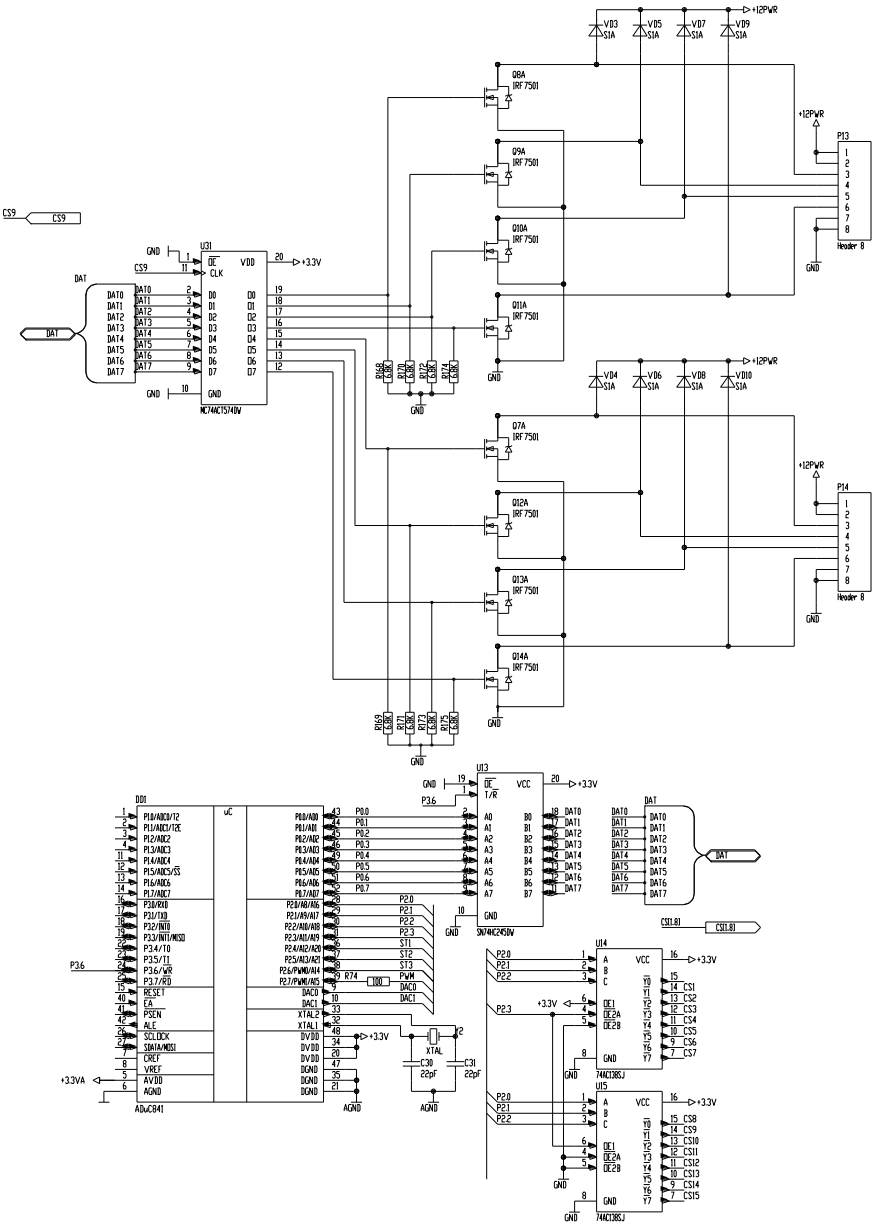


Рисунок 7.1 – Схема для лабораторної роботи №7

Короткі теоретичні відомості

Для керування кроковими двигунами на стенді передбачено додатковий регістр, виходи якого можуть комутувати 8 ключів, зібраних на МОН-транзисторах типу IRF7501. Транзистори дозволяють переключати струм до 2,4А при температурі 25°С або 1,9А при температурі до 70°С. Опір каналу ключа в увімкненому стані приблизно становить 0,135 Ом. Напруга стік-витік до 20В, що цілком достатньо для керування двигуном типу ДШ-200 або аналогічних.

Діоди, увімкнені між стоками (drains) і додатною напругою живлення необхідні для захисту ключів від напруг само-е.р.с., які наводяться в обмотках двигуна під час переключення напруги. Контакти роз'ємів типу WH-8 увімкнено паралельно для збільшення надійності з'єднання і навантажувальної здатності.

Слід пам’ятати, що навіть якщо двигун не обертається, а на одну із обмоток подана напруга, то він споживає значний струм, і існує можливість перегрівання як двигуна, так і блока живлення. Тому якщо використовувати цей режим роботи двигуна (режим утримання), необхідно забезпечити, щоби споживаний струм був у межах норми для даного типу двигуна і не лишати його в такому режимі протягом тривалого часу.

Частоту обертання двигуна можна регулювати як зміною періоду переривання таймера, так і зміною кількості переповнень таймера на один крок. В даній програмі було використано останній спосіб, однак для забезпечення плавного регулювання частоти потрібно використовувати перший, або їх комбінацію.

Приклад програми для лабораторної роботи №8

Скласти програму керування кроковим двигуном. Режим роботи двигуна визначається натисканням кнопок першого рядка клавіатури (наприклад, перша кнопка – пуск/стоп, друга – реверс, третя – збільшення швидкості обертання, четверта – зменшення).

Алгоритм роботи драйвера:

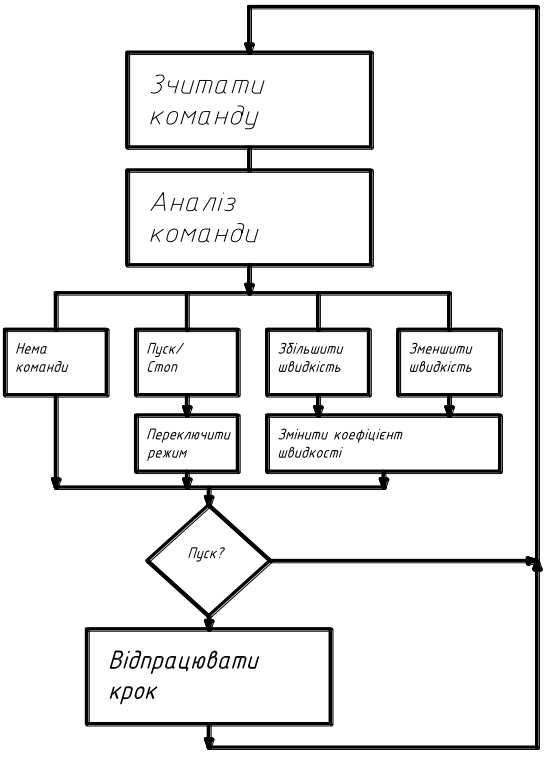


Рисунок 7.2 – Алгоритм основного циклу програми керування кроковим двигуном (обробка переривання таймера 0)

```
sbit  F1       = 0xD1         //Declare flag F1

DAT            equ     R0     //Data transfer register
ADDR           equ     R1     //Address transfer register
ST_CNT  equ    R2             //Steps counter
PS_CNT  equ    R3             //step to step pause

V_cnt   equ    R4
Flags_a equ    0x004

C_TL0   EQU    0FFh
C_TH0   EQU    00Ah           //07FFh - max stab. vel. of rotation
SM_addr EQU    009h           //Step motor address

Step_11 EQU    000000001b
Step_12 EQU    000000100b
Step_13 EQU    000000010b
Step_14 EQU    000001000b
Step_21 EQU    000000101b
Step_22 EQU    000000110b
Step_23 EQU    000001010b
Step_24 EQU    000001001b

Pause   EQU 003h

ORG            0x0000
JMP            RESET

ORG            0x000B
JMP            Tim0_ovf

ORG            0x0030
RESET:
       MOV      ST_CNT, #001h //Step 1
       MOV  PS_CNT, #Pause    //pause ...
       MOV  V_cnt, #Pause     //program flags
       MOV DAT, #0FFh
       MOV ADDR,#007h
       CALL write
       MOV DAT, #000h
       MOV     ADDR,#SM_addr
       CALL write
       CALL Timer0_init
       wait:
              JMP wait

Timer0_init:
MOV            TH0, #C_TH0                    //1,0XX ms
MOV            TL0, #C_TL0
MOV            TMOD,#001h
MOV            TCON, #010h  //Run timer
MOV            IE, #010000010b
//Enable global interrupt and Timer0 interrupt
MOV            IP, #000000000b
//interrupt priority
RET
;*********************************
; Step subroutine
Tim0_ovf:
MOV            TH0, #C_TH0                    //1,0XX ms
MOV            TL0, #C_TL0                    //Reload timer 0

       CALL Read_row1
       MOV  A, DAT
       JB      ACC.4, RUN
       JB      ACC.5, Revers
       JB      ACC.6, V_inc
       JB      ACC.7, V_dec

       JMP     M_CNTRL
       RUN:    //starting and feet by turns
              CPL  F0
              JMP     M_CNTRL
       Revers:

              JMP M_CNTRL
       V_inc:
              INC V_cnt
              CJNE V_cnt, #000h, M_CNTRL
```

```
                DEC V_cnt
                JMP M_CNTRL
        V_dec:
                DEC V_cnt
                MOV A, V_cnt
                SUBB A, #003h
                JNC M_CNTRL
                MOV V_cnt, #003h
                JMP M_CNTRL
        M_CNTRL:
        DEC     PS_CNT                //decrement step to step pause counter
        CJNE PS_CNT, #000h, E_T0_ovf
                        // exit from interrupt
                        // if pause is full
        MOV A, V_cnt
        MOV     PS_CNT, A                     //reload step to step pause counter
        JNB F0, E_T0_ovf
step1:
        CJNE ST_CNT, #001h, step2
                MOV DAT, #Step_11
                MOV ADDR,#SM_addr
                CALL Write
        MOV      ST_CNT, #002h
        RETI
step2:
        CJNE ST_CNT, #002h, step3
                MOV DAT, #Step_12
                MOV ADDR,#SM_addr
                CALL Write
        MOV      ST_CNT, #003h
        RETI
step3:
        CJNE ST_CNT, #003h, step4
                MOV DAT, #Step_13
                MOV ADDR,#SM_addr
                CALL Write
        MOV      ST_CNT, #004h
        RETI
step4:
        CJNE ST_CNT, #004h, step1
                MOV DAT, #Step_14
                MOV ADDR,#SM_addr
                CALL Write
        MOV      ST_CNT, #001h
        RETI

E_T0_ovf:
        // mov zero to step motor latch
        MOV     DAT, #000h
        MOV ADDR, #SM_addr
        CALL write
RETI
;*********************************
Read_row1:
        MOV P1, #000h
        MOV     P2, #000010000b
        NOP
        NOP
        MOV A, P1
        ANL A, #0F0h
        MOV Dat, A
//Check old-push button
        JB F1, RR1
        CJNE DAT, #000h, RR2
        JMP RRend
        RR1:
                CJNE DAT, #000h, RR3
                CLR F1
                JMP RRend
        RR2:
                SETB F1
                JMP RRend
        RR3:
                MOV DAT, #000h
                JMP RRend
        RRend:
RET
write:  setb P3.6
        mov P0, DAT  //moving data to bus buffer
        mov P2, ADDR //set periferals address
        nop
```

```
        nop
        mov P2,#000h          //clock
ret

END
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за дапомогою джойстика при переміщенні його по вертикальній осі і дискретної кнопки. При встановленні ручки джойстика у крайнє нижнє положення двигун зупиняється, при встановленні ручки у верхнє крайнє положення швидкість обертання двигунв максимальна, дискретна кнопка визначає напрямок обертання вала двигуна, при кожному натисканні відбувається реверс. Початковий стан: двигун обертається за годинниковою стрілкою відповідно до положення ручки джойстика
2	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за допомогою дискретних кнопок, які знаходяться на джойстику і енкодері. При натисканні кнопки на енкодері швидкість збільшується на один, при досягненні максимальної швидкості подальше натискання на кнопку не змінює швидкості. При натисканні на кнопку на джойстику швидкість зменшується на один, при досягненні нульової швидкості двигун зупиняється, подальше натискання на дану кнопку не приводить до змін. Поточну швидкість відображати на молодшому розряді статичного семисегментного індикатора. Початковий стан: двигун зупинено, на індикаторі відображається поточна швидкість.
3	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за допомогою першого стовпця клавіатури наступним чином. Кпопка з цифрою "1" збільшує швидкість до максимума , кнопка з цифрою "4" міняє напрямок руху на протилежний, кнопка з цифрою "7" зменшує поточну швидікість до мінімуму, кнопка "#" зупиняє двигун, при цьому вмикається режим утримання. На статичному семисегментному індикаторі відображати поточний стан двигуна (реверс – "R", нормальний режим – "F", двигун зупинено – "S"). Початковий стан: двигун зупинено, на індикаторі відображено поточний стан двигуна.
4	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за допомогою джойстика при переміщенні його по горизонтальні осі. Центральне положення – двигун зупинено, при зсуванні ручки вліво, двигун обертається за годинниковою стрілкою, швидкість залежить від положення ручки джойстика, при досягненні крайнього лівого положення – швидкість максимальна. При зсуванні ручки право, двигун обертається в напрямку проти годинникової стрілки, швидкість залежить від положення ручки джойстика, при досягненні крайнього правого положення – швидкість максимальна.
5	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за допомогою кнопок клавіатури. Натискання кнопки "#" – збільшує швидкість обертання двигуна в напрямку за годинниковою стрілкою до максимуму за 3с. (якщо до цього моменту двигун був зупинений, або обертався в іншомунапрямі), натискання кнопки "*" – збільшує швидкість обертання двигуна в напрямку проти годинникової стрілки до максимуму за 3с. (якщо до цього моменту двигун був зупинений, або обертався в іншомунапрямі), Натискання кнопки "0" – зупиняє двигун.
6	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за допомогою кнопок клавіатури. Кожна кнопка на якій зображено цифру вказує час розгону і тормозіння двигуна в секундах (кнопка "0" неактивна). Двигун за певний час виходить на максимальну швидкість і також за певний час приторможує до повної зупинки, дальше знову починає розгін.
7	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за дапомогою джойстика при переміщенні його по вертикальній. Для даної задачі використовувати джойстика, як трьохпозиційний перемикач, тобто при встановленні ручки джойстика в центральне положення двигун – зупинено, при встановленні в крайнє нижнє положення двигун починає обертатися в нарямку за годинниковою стрілкою, при цьому швидкість зростає з

	збільшенням часу утримування джойстика в даному положенні. При встановленні в крайнє верхнє положення двигун починає обертатися в нарямку проти годинникової стрілки, при цьому швидкість зростає з збільшенням часу утримування джойстика в даному положенні.
8	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за допомогою дискретних кнопок. Так натискання кнопки на енкодері двигун зупиняє і при натискані кнопки на джойстику двигун обертається в протилежному напрямку як до моменту натискання кнопки на енкодері збільшує поточну швидкість, при досягнені максимума кнопка ніяких змін не вносить. Початковий стан: двигун зупинено.
9	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за допомогою кнопок клавіатури і відобразати задану швидкість (у відносних одиниця) на молодшому розряді статичного семисегментного індикатора. Кнопка "#" зменшує швидкість на один розряд, кнопка "*" збільшує швидкість на один розряд, кнопка "0" зупиняє двигун, подальший пуск двигуна здійснюється за допомогою натискання кнопки "*". Початковий стан: двигун зупинено, на індикаторі відображається поточна швидкість.
10	Керувати кроковим двигуном, який під'єднаний до роз'єму … за дапомогою джойстика при переміщенні його по вертикальній . Двигун обертається в напрямку за годинниковою стрілко, нижнє моложення ручки джойстика – максимальна швидкість, вершнє положення – двигун зупинено, на реші діапазону встановлення ручки джойстика встановлюється відповідне значення швидкості. При цьому на світлодіодній лінійці представлена швидкість обертання двигуна у вигляді "термометра".

Лабораторна робода №8. Проектування системи керування двигуном постійного струму

Тема: Проектування системи керування двигуном постійного струму.

Мета: Вивчити взаємодію контролера із пристроями механічного приводу, зокрема керування двигуном постійного струму з використанням апаратного ШІМ-контролера.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити алгоритм керування двигуном постійного струму.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
4. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження схеми в стенд.

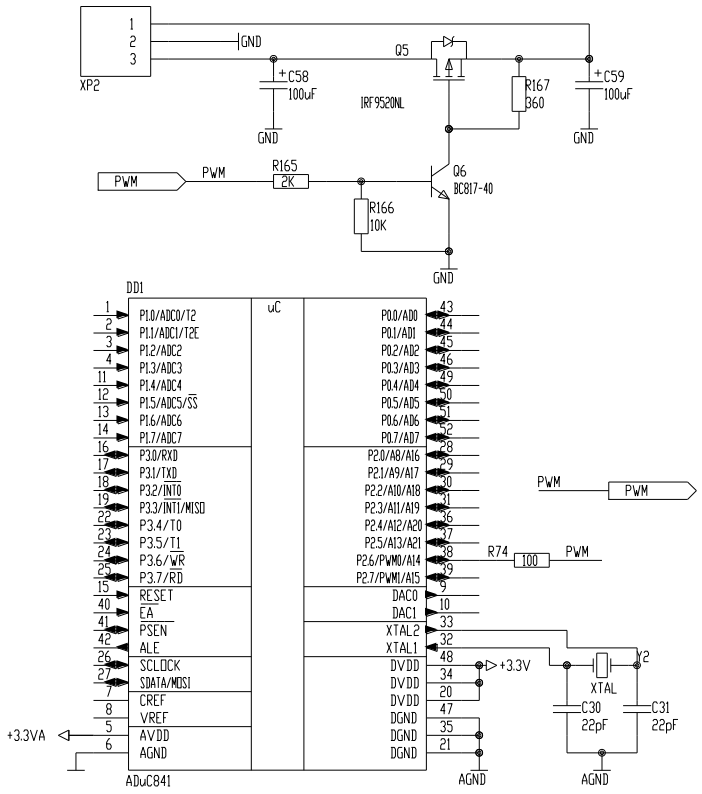


Рисунок 8.1 – Схема для лабораторної роботи №8

Короткі теоретичні відомості

Для керування двигуном постійного струму на стенді передбачений драйвер, який складається з ключа на МОН- транзисторі типу IRF9540, а також біполярного транзистора типу BC817 призначення якого забезпечити чітке перемикання керованого ключа. Дана схема керується виходом контролера P2.6, який має можливість використання вбудованого апаратного ШІМ-контролера. База біполярного транзистора через високоомний резистор підтягнута до землі, що забезпечу надійне закривання ключа, при відсутньому сигналі керування.

Швидкість обертання двигуна постійного струмі залежить від величини напруги, яка подається йому на вхід. Розглянемо принцип роботи ШІМ модулятора, за допомогою якого будемо змінювати значення вхідної напруги на живлення електродвигуна.

Широтно-імпульсна модуляція (ШІМ) – наближення бажаного сигналу (багаторівневого чи неперервного) до дійсних бінарних сигналів (з двома рівнями – вкл./викл.), таким чином, що в середньому за певний проміжок часу їх значення рівні. Формально, це можна записати так:

$$\int_{t1}^{t2} x(t)dt = \sum A \cdot \Delta T_i$$

де: x(t) – бажаний вхідний сигнал в межах від t_1 до t_2;

ΔT_i - тривалість і-го ШІМ імпульсу, амплітуда якого А;

ΔT_i підбирається таким чином, щоб сумарні площі (енергії) обох величин були приблизно рівні за достатньо великий проміжок часу, а також рівне середнє значення за період.

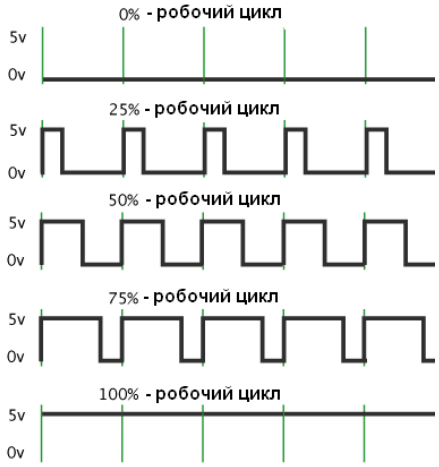


Рисунок 8.2 Зміна процентного заповнення ШІМ

ШІМ, який використовується на ADuC841 є досить гнучким для роботи і може бути налаштований для будь-якого із шести режимів експлуатації. Два з цих режимів дає можливість використовувати ШІМ як $\sum - \Delta$ ЦАП з дозволом до 16 біт. Функціональна схема роботи широтно-імпульсного модулятора приведена на рисунку 8.2, потрібно звернути увагу на те що тактування генератора може відбуватися по різному і наведено в таблиці 8.1.

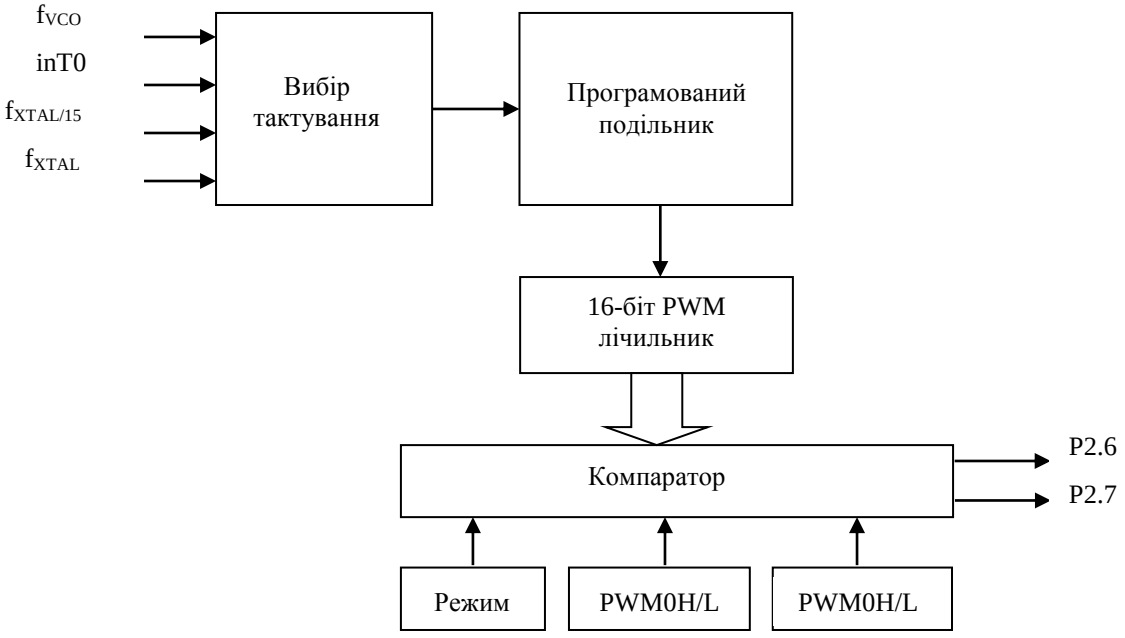


Рисунок 8.3 – Функціональна схема роботи ШІМ ADuC841

Для налаштування і роботи ШІМ використовується п’ять SFR регістрів – це: контроль SFR (PWMCON) і чотири регістри даних SFR (PWM0H, PWM0L, PWM1H і PWM1L).

PWMCON управляє різних режимах роботи ШІМ, а також вибором тактової частоти. PWM0H/L і PWM1H/L – регістрів даних, які задають тривалість періоду роботи ШІМ.

Таблиця 8.1 Біти регістру PWMCON

Біт	Назва	Призначення
7	SNGL	Відключає ШІМ вихід від порта P2.6 або P3.4 і назначає його для цифрового вводу/виводу
6	MD2	Біти режиму роботи ШІМ.
5	MD1	MD2 MD1 MD0 Режим роботи ШІМ
4	MD0	0 0 0 0: ШІМ вимкнений 0 0 1 1: Одноканальний ШІМ з виводом на P2.7 або P3.3 0 1 0 2: Двоканальний спарений 8-бітний ШІМ 0 1 1 3: Двоканальний спарений 16-бітний ШІМ 1 0 0 4: Двоканальний NRZ 16-бітний Σ-Δ АЦП 1 0 1 5: Двоканальний 8-бітний ШІМ 1 1 0 6: Двоканальний RZ 16-бітний Σ-Δ АЦП 1 1 1 Не використовується
3	CDIV1	Подільник частоти ШІМ.
2	CDIV0	Визначення тактового сигналу для лічильника ШІМ CDIV1 CDIV0 Значення 0 0 ШІМ лічильник = вибрана частота/1 0 1 ШІМ лічильник = вибрана частота/4 1 0 ШІМ лічильник = вибрана частота/16 1 1 ШІМ лічильник = вибрана частота/64
1	CSEL1	Визначення тактового сигналу для ШІМ
0	CSEL0	CSEL 1 CSEL 0 Значення 0 0 частота ШІМ = $f_{XTAL}/15$ 0 1 частота ШІМ = f_{XTAL} 1 0 частота ШІМ = вхідний сигнал на P3.4/T0 1 1 частота ШІМ = $f_{VCO} = f_{OSC}$

Розглянемо рободу ШІМ в 1 режимі. В даному режимі, як частота так і період роботи ШІМ програмується користувачем. Регістри PWM1H/L встановлюють частоту роботи ШІМ, а PWM0H/L здійснюють задання тривалості періоду роботи (рисунок 8.3). Наприклад запис в PWM1H/L числа 65536 дає 16-бітний ШІМ з частотою роботи 168 Гц (при тактовій частоті кварцу 11,0592МГц).

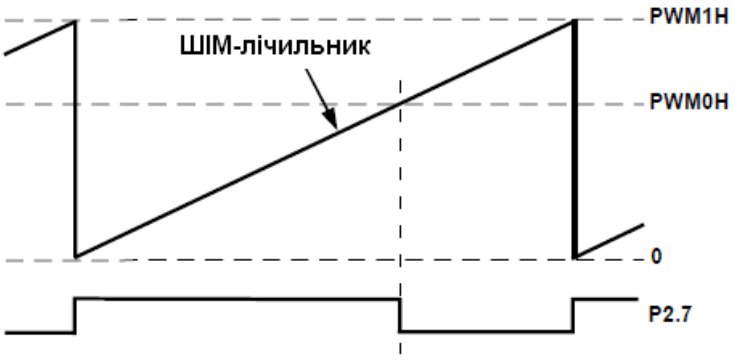


Рисунок 8.4 – ШІМ в режимі 1

Таким чином в даному режимі є можливість налаштувати ШІМ на різню кількість біт, при цьому частота буде визначатися за формулою:

$$f_{PWM} = f_{XTAL} / 2^n$$

де: f_{PWM} – частота роботи ШІМ (Гц);
f_{XTAL} – частота тактування ШІМ (Гц);
n – розрядність ШІМ (біт).

Приклад програми для лабораторної роботи №8

Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. Швидкість встановлюється відповідно до положення ручки джойстика, верхнє положення – мінімальна швидкість, нижнє положення – максимальна швидкість, 1 режим роботи, 12- бітний ШІМ, частота 675Гц.

```
$include (mod841)

org 0
JMP Start             ;перехід на мітку Start

ORG 030H

Start:
call Init_PWM         ;виклик ініціалізації ШІМ
call ADCInit          ;виклик ініціалізації АЦП

mov PWM1H, #00fh      ;встановлення розрядності ШІМ 12-біт
mov PWM1L, #0ffh
mov PWM0H, #007h      ;початкове значення ШІМ (50%)
mov PWM0L, #0ffh

BEGIN:                ;мітка початку основного циклу програми
 call Measurev        ;виклик процедури вимірювання АЦП
 mov PWM0H,R7         ;запис в старший байт ШІМ значення тетради старшого байту з АЦП
 mov PWM0L,R5         ;запис в молодший байт ШІМ значення молодшого байту з АЦП

JMP BEGIN             ;перехід на початок циклу

Init_PWM:             ;ініціалізація ШІМ
  mov PWMCON, #00010111b     ;1-режим, дільник робочої частоти на 4, тактування від кварца контролера
RET

ADCInit:              ;ініціалізація АЦП
  mov ADCCON1, #10111100b
ret

Measurev:             ;вимірювання
;In: -
;Out: R7:R6 -- ADC result
;Alters: a, PSW
       mov ADCCON2, #00010110b
  jnb ADCI, $
  mov a, ADCDATAH
  anl a, #0fh
       mov R7, a
  mov R6, ADCDATAL
ret

END
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За домогою другого рядка матричної клавіатури встановлюються наступні режими роботи двигуна: натискання клавіші “2” – встановлення максимальної швидкості, натискання клавіші “5” – встановлення середнього значення швидкості, натискання клавіші “8” – встановлення мінімальної швидкості, натискання клавіші “0” – зупинка двигуна. На світлодіодній лінійці відображати задану швидкість у вигляді “термометра”. 1 режим роботи, 8- бітний ШІМ,

	частота …. Початковий стан: двигун зупинено, на світлодіодній лінійці відображається поточне значення швидкості.
2	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою дискретних кнопок задавати швидкість обертання вала двигуна. Кнопка на енкодері збільшує значення швидкості на одиницю, при досягненні максимальної швидкості кнопка стає неактивною, кнопка на джойстику зменшує значення швидкості на одиницю, при встановленні швидкості 0, двигун зупиняється, подальше натискання на кнопку не приводить до змін, встановлене значення швидкості у (%) відображається на статичному семисегментному індикаторі. 1 режим роботи, 6- бітний ШІМ, частота …. Початковий стан: двигун зупинено, індикатор погашено.
3	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою джойстика, при переміщені його по горизонтальній осі, задавати швидкість обертання вала двигуна. Крайнє праве положення – максимальна швидкість, крайнє ліве положення – мінімальна швидкість. На світлодіодній лінійці відображати задану швидкість у вигляді “термометра”. 1 режим роботи, 8- бітний ШІМ, частота …. Початковий стан: вал двигуна обертається відповідно до положення ручки на джойстику, на світлодіодній лінійці відображається встановлене значення швидкості.
4	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою копок матричної клавіатури задавати наступні режими роботи двигуна. Натискання кнопки “#” – збільшує на одиницю швидкість, натискання кнопки “*” – зменшує на одиницю швидкість, натискання кнопки “0” – зупиняє двигун, при досягненні крайніх значень при заданні швидкості відповідні кнопки стають неактивними. 1 режим роботи, 3- бітний ШІМ, частота ….
5	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою енкодера задавати швидкість обертання вала двигуна. При обертанні ручки енкодері в напрямку за годинниковою стрілкою – швидкість збільшується на одиницю, при обертанні ручки енкодера в напрамку проти годинникової стрілки швидкість зменшується на одиницю. При досягненні крайніх значень при заданні швидкості, повертання ручки енкодері в відповідному напрямі ігнорується. 1 режим роботи, 4- бітний ШІМ, частота …. Початковий стан: двигун зупинено.
6	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою кнопок матричної клавіатури задавати час розгону двигуна до максимальної швидкості, при досягненні максимальної швидкості двигун зупинити на 10с., і продовжувати процедуру спочатку. Кожна кнопка відповідає часу розгону в десятках секунд. “1” – 10с., “2” – 20с., і т.д., кнопки “#”, “0”, “*” – неактивні. 1 режим роботи, 8- бітний ШІМ, частота …. Початковий стан: встановлено час розгону двигуна 10с.
7	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою кнопок матричної клавіатури задавати швидкість обертання вала двигуна, кожна кнопка відповідає десятку процентів від максимальної швидкості “1” – 10%, “2” – 20%, і т.д., кнопка “0” – 100%, кнопка “*” – зупинка двигуна. Встановлене значення швидкості у (%) відображається на статичному семисегментному індикаторі . 1 режим роботи, 6- бітний ШІМ, частота …. Початковий стан: двигун зупинено.
8	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою джойстика, при переміщені його по горизонтальній осі, задавати швидкість обертання вала двигуна. Крайнє ліве положення – максимальна швидкість, крайнє праве положення – мінімальна швидкість. На світлодіодній лінійці запустити біжучу точку, швидкість переміщення залежить від заданої швидкості (мінімальна швидкість – 0,5 сегмента за 1с., максимальна швидкість –

	8 сегментів за секунду). 1 режим роботи, 4- бітний ШІМ, частота …. Початковий стан: вал двигуна обертається відповідно до положення ручки на джойстику, біжуча точка переміщується відповідно до встановленого значення швидкості.
9	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою енкодера задавати швидкість обертання вала двигуна. При обертанні ручки енкодері в напрямку проти годинникової стрілки – швидкість збільшується на одиницю, при обертанні ручки енкодера в напрамку за годинниковою стрілкою швидкість зменшується на одиницю. При досягненні крайніх значень при заданні швидкості, повертання ручки енкодері в відповідному напрямі ігнорується. 1 режим роботи, 5 - бітний ШІМ, частота …. Початковий стан: двигун зупинено.
10	Керувати швидкістю обертання двигуна постійного струму використовуючи вбудований апаратний ШІМ-контролер. За допомогою дискретних кнопок задавати швидкість обертання вала двигуна. Кнопка на енкодері зменшує значення швидкості на одиницю, при досягненні мінімальної швидкості кнопка стає неактивною, кнопка на джойстику збільшує значення швидкості на одиницю, при встановленні максимальної швидкості подальше натискання на кнопку не приводить до змін, встановлене значення швидкості у вигляді “термометра” відображається на світлодіодній лінійці, заповнення лінійки відбувається знизу вверх. . 1 режим роботи, 3- бітний ШІМ, частота …. Початковий стан: двигун зупинено, індикатор погашено.

Лабораторна робода №9. Програмування послідового порту, інтерфейс RS-232

Тема: Програмування послідовного порту, інтерфейс RS-232.

Мета: Вивчити принцип передачі даних по інтерфейсу RS-232, зокрема ознайомитися з режимами роботи послідовного інтерфейсу, здійснити налаштування прийому/передачі даних на різних режимах

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити принцип роботи послідовного інтерфейсу RS-232.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
4. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження схеми в стенд.

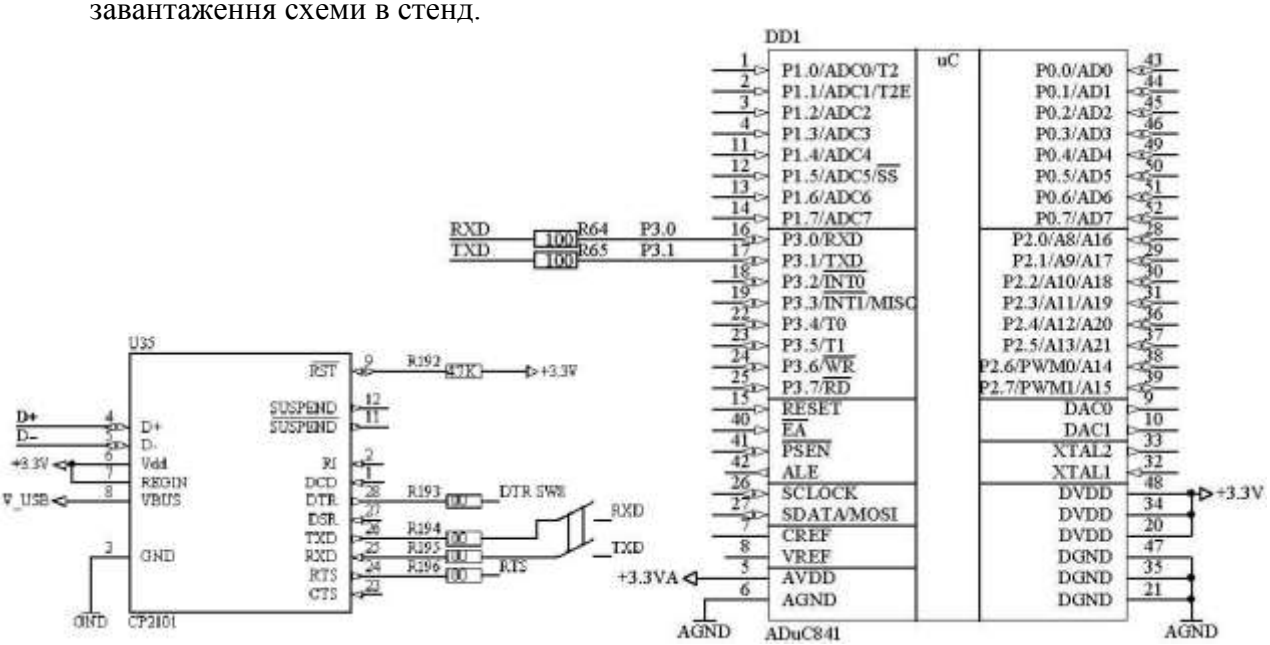


Рисунок 9.1 – Схема для лабораторної роботи №9

Короткі теоретичні відомості

Універсальний асинхронний приймач-передавач (UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) – периферійний пристрій мікроконтролера, який дозволяє послідовно передавати ти приймати дані по двох однопровідних лініях. UART має можливість працювати в режимі повного дуплексу і не використовувати при цьому додаткової лінії для синхронізації.

Часто UART застосовують у парі з інтерфейсом RS-232 для зв'язку периферійного пристрою з персональним комп'ютером. Сигнали UART та RS-232 відрізняються в основному рівнями логічної одиниці та нуля. Якщо UART використовує рівні стандартні для КМОН чи ТТЛ логіки, то стандарт RS-232 передбачає використання напруги від -3В до -25В для кодування логічної одиниці та напруги від 3В до 25В для кодування логічного нуля.

Передавання даних відбувається пакетами по 8 або 9 біт (молодші біти передаються першими). Синхронізація приймача та передавача відбувається таким чином (рис. 9.2). У спокої лінія утримується передавачем у стані логічної одиниці. Якщо виникає необхідність передати дані то передавач передає нульовий старт біт, вісім або дев'ять інформаційних бітів, та обов'язково одиничний стоп-біт, що повертає лінію в стан очікування. Дев'ятий інформаційний біт можна використати для перевірки цілісності байта.

При прийманні посилання, приймач постійно прослуховує лінію RXD і в момент переходу з одиничного в нульовий стан (прийом старт-біта) внутрішній таймер прийому скидається в нуль, щоб синхронізувати його із таймером передавача. По синхронізованому внутрішньому таймеру контролер за період переривання кожного інформаційного біта тричі опитує лінію RXD, а у вхідний буфер записується значення, отримане шляхом “мажоритарного голосування” – записується значення, отримане принаймні в двох вимірах із трьох. Після прийому всіх інформаційних біт та стоп-біта приймач переходить у стан очікування нового старт-біта.

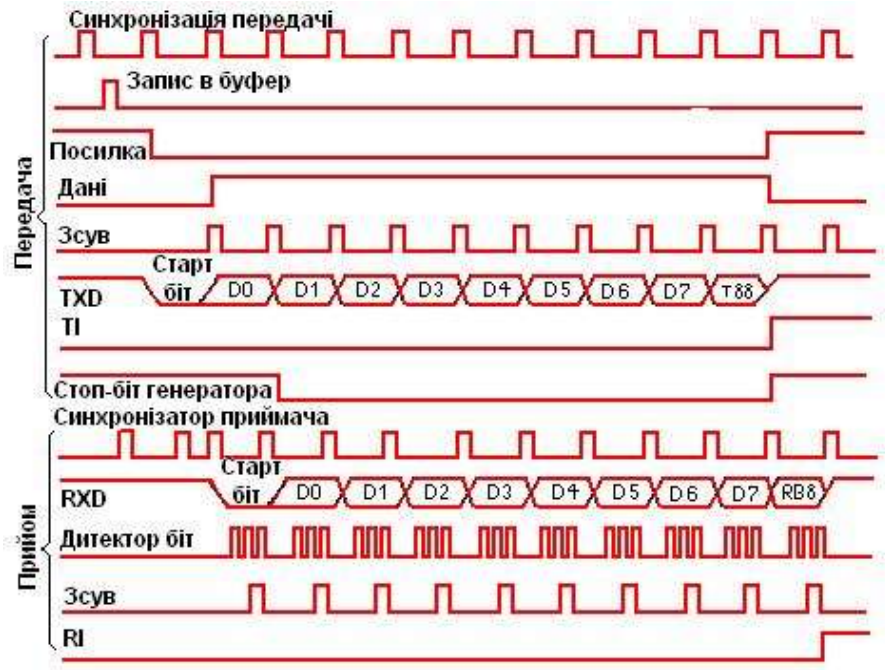


Рисунок 9.2 – Часові діаграми роботи UART

Для успішного обміну приймач і передавач має бути налаштованим на одну і ту ж швидкість передавання та довжину посилання. Допустиме відхилення частоти передавача та приймача визначається з умов недопущення роз синхронізації за час передачі посилання і не може перевищувати 3%.

UART сімейства мікроконтролерів MCS51 (до якого відноситься ADuC841) передбачає роботу в чотирьох режимах, які вибираються регістром *SCON* (табл. 9.2).

В нульовому, синхронному, режимі дані передаються та приймаються через вхід *RXD*, вихід *TXD* передає синхроімпульси. В першому-третьому режимах дані передаються асинхронно виводом *TXD*, а приймаються *RXD*.

- в першому режимі передається старт-біт, 8 біт даних та стоп-біт;
- у другому та третьому режимах передається старт-біт, 9 біт даних і стоп-біт.

Щоб задати частоту передачі даних по UART використовуємо таймер 3, який в мікроконтролері ADuC841, призначений для даної задачі. Для того щоб здійснювати передачу даних з відповідною швидкістю необхідно налаштувати регістр T3CON, який відповідає за режим роботи таймера 3 для даного регістра потрібно визначити значення дільника *(DIV)* за формулою:

$$DIV = \frac{\log\left(\frac{f_{CODE}}{16 \times BaudRate}\right)}{\log(2)}$$

де: f_{CODE} – частота тактування контролера;
Baud Rate – швидкість передач (Бод).

При розрахунку заокруглення отриманого результату необхідно здійснити в сторону меншого цілого числа.

Таблиця 9.1 – Біти регістру *T3CON*

Біт	Назва	Призначення
7	T3BAUDEN	T3BAUDEN – 1. Таймер 3 ввімкнено для генерування передачі даних.
6...3		Зарезервовано.
2	DIV2	Бінарний дільник частоти DIV2 DIV1 DIV0 Бінарні дільники
1	DIV1	
0	DIV0	

Також необхідно встановити відповідний дробовий коефіцієнт дільника, який записуємо в регістр *T3FD* і значення розраховуємо за формулою:

$$T3FD = \frac{2 \times f_{CORE}}{2^{DIV-1} \times Baud\ \ Rate} - 64$$

Отримане значення слід заокруглювати до ближчого цілого числа.

Для прикладу проведемо розрахунок значення регістрів *T3CON* і *T3FD* при передачі даних з швидкістю 115200 Бод, для 11,0592МГц.

$$DIV=log(11059200/(16x115200))/log2=2{,}563=2$$
$$T3CON=82H$$
$$T3FD=(2x11059200)/(2^{2-1}x115200)-64=32=20H$$

Таблиця 9.2 – Біти регістру *SCON*

Біт	Назва	Призначення
7	SM0	Біти вибору режиму роботи UART. SM0 SM1 Режим роботи: 0 0 0: Синхронний, фіксована швидкість ($f_{clk}/2$). 0 1 1: 8-бітний, асинхронний, змінна швидкість. 1 0 2: 9-бітний, асинхронний, фіксована швидкість ($f_{clk}/32$) або ($f_{clk}/16$). 1 1 3: 9-бітний, асинхронний, змінна швидкість.
6	SM1	
5	SM2	Біт дозволу багатопроцесорного зв'язку. - у режимі 0 має бути скинутий; - у режимі 1, якщо встановлений, то RI не спрацьовує, доки не отримано пакет зі встановленим дев'ятим бітом; - у режимі 2 та 3, якщо встановлений, то RI не спрацьовує, доки не отримано пакет зі встановленим дев'ятим бітом; - якщо скинутий, то RI спрацьовує одразу ж після завершення приймання біт даних
4	REN	Біт дозволу приймача. Встановлюється/скидається програмно
3	TB8	Дев'ятий біт даних для передавача
2	RB8	Дев'ятий біт даних для приймача
1	TI	Ознака закінчення передавання байта. Встановлюється UART після завершення передавання бітів даних. Скидається програмно
0	RI	Ознака закінчення прийому байта. Встановлюється після завершення приймання посилання. Скидається програмно

Приклад програми для лабораторної роботи №9

Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. З ПЕОМ контролер приймає число, яке відповідає номеру каналу АЦП, змінає дані і пересилає на ПЕОМ два байта даних виміряного значення аналогово сигналу (старший байт передається першим). При отриманні числа яке не відноситься до номера каналу АЦП,

контролер повертає значення 0000H. Швидкість передачі 115200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.

```
$include (mod841)

DAT     equ     R0      //дані
ADDR    equ     R1      //адрес

org 0
JMP Start               //перехід на мітку Start

ORG 023H                //вектор переривання від UART
jmp UART                //перехід на опрацювання переривання UART

ORG 030H

Start:
call ADCInit            //виклик ініціалізації АЦП
call Init_UART          //виклик ініціалізації UART
call clear_buff         //очистка даних буферів
setb EA                 //дозвіл глобальних переривань
setb ES                 //дозвіл переривання від UART

BEGIN:

        cjne R7,#0, measure     //перевірка на наявність прийнятих даних
        JMP BEGIN               //якщо дані не прийняли, то перехід на BEGIN
measure:                        //якщо прийняли дані по UART
        call Measurev           //знімаємо значення аналогової величини з відповідного каналу АЦП
        call puch_char          //пересилаємо старший байт даних
        mov A,R6                //перезаписуємо молодший байт даних в акумулятор
        mov R7,A                //перезаписуємо акумулятор в R7
        call puch_char          //передаємо молодший байт даних
        mov R7,#0               //обнуляємо R7 BEGIN

JMP BEGIN                       //перехід на

ADCInit:
  mov ADCCON1, #10111100b
ret

Init_UART:
  mov T3FD, #20h                //за відповідною формулою
  mov T3CON,#82h                //11,0592MHz,  115200bot
  mov SCON, #52h                //SM = 1, TI = 1,
ret

Measurev:
;In: -
;Out: R7:R6 -- ADC result
;Alters: a, PSW
  mov A, R7                             //запис номера каналу для опитування АЦП в акумулятор
  orl A , #00010000b                    //логічне «або» вмісту акумулятора з константою (встановлення каналу АЦП)
  mov ADCCON2, A                        //запис вмісту акумулятора в регістр налаштування АЦП, запуск вимірювання
  jnb ADCI, $                           //очікування завершення перетворення АЦП
  mov a, ADCDATAH                       //запис старшого байта виміряного значення в акумулятор
  anl a, #0fh                           //очищення старшої тетради акумулятора
  mov R7, a                             //запис старшого байта виміряного значення в R7
  mov R6, ADCDATAL                      //запис молодшого байта виміряного значення в R6
ret

write:
        setb P3.6
        mov P0, DAT  //moving data to bus buffer
        mov P2, ADDR //set periferals address
        nop
        nop
        mov P2,#000h                    //clock
ret

clear_buff:
        mov A,#7h
        nex_buff:
        mov DAT,#0ffh
        mov ADDR,A
        call write
        dec a
        cjne a, #0h, nex_buff
ret
```

```
puch_char:
  jnb TI,$                  //очікування, якщо дані з SBUF не передано
  clr TI                    //очищення біта TI
  mov SBUF, R7              //запис в SBUF значення з R7
ret

UART:
  jnb RI,exit_uart          //якщо переривання відбулося не при прийомі даних, то виходимо з переривання
  clr RI                    //інакше очищаємо RI
  mov R7, SBUF              //перезаписуємо значення з SBUF в R7
  exit_uart:
RETI                        //вихід з переривання

END
```

Варіанти індивідуальних завдань

№	Текст індивідуального завдання
1	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. З ПЕОМ контролеру передається число, яке може мати значення (0…9), і відображається на матричному індикаторі, на інші цифри програма не реагує. Швидкість передачі 9600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта. Початковий стан: індикатор погашено.
2	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. З ПЕОМ контролеру передається число, яке може мати значення (1…8), що відповідає швидкості переміщення бігучої точки на лінійці світло діодів (кількість сегментів за секунду), а напрямку LED8…LED15. Швидкість передачі 19200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
3	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. На ПЕОМ контролер передає число, яке відповідає номеру натиснутої клавіші клавіатур, на натискання клаваш “*” і “#” контролер не реагує. Швидкість передачі 57600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
4	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. З ПЕОМ контролер передається число, яке може мати значення (0…9), що відповідає швидкості обертання крокового двигуна в напрямку за годинниковою стрілкою, 0 – двигун зупинено, 1 – мінімальна швидкість, 9 – максимальна швидкість. Швидкість передачі 115200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
5	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. З ПЕОМ контролеру передається число, яке може мати значення (0…9), що відповідає швидкості обертання двигуна постійного струму, 0 – двигун зупинено, 1 – мінімальна швидкість, 9 – максимальна швидкість. Управляти двигуном використовуючи вбудований ШІМ контролера, частота і розрядність довільна. Швидкість передачі 9600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
6	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. З ПЕОМ контролеру передається двобайтне число, яке може мати значення (0000…9999), прийняте число відображається на статичному семи сегментному індикаторі. Швидкість передачі 19200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта. Початковий стан: до прийому першого числа по UART статичний семи сегментний індикатор погашено індикатор погашено.
7	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. З ПЕОМ контролеру передається число, яке може мати значення (1…8), що відповідає яскравості світіння лінійки світлодіодів LED8…LED15, 1 – мінімальна яскравість, 8 – максимальна яскравість. Швидкість передачі 57600 бод, режим роботи: 8-

	бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
8	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. З ПЕОМ контролер передається число, яке може мати значення (1…99), що відповідає кількості «кроків», які повинен виконати двигун в напрямку проти годинникової стрілки. Нове значення для швидкості не приймається поки двигун не відпрацював попереднє. Швидкість передачі 115200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
9	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. На ПЕОМ контролер передає два байта даних при натисканні кнопки«*» на матричній клавіатурі стенда, які відповідають за виміряне значення аналогового рівня з 7 каналу АЦП. Швидкість передачі 9600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта. Початковий стан: індикатор погашено.
10	Здійснити передачу даних по UART, на ПЕОМ прийом і передача виконується терміналом. На ПЕОМ контролер передає два байта даних при натисканні кнопки«#» на матричній клавіатурі стенда, які відповідають за виміряне значення аналогового рівня з 6 каналу АЦП. Швидкість передачі 57600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта. Початковий стан: індикатор погашено.

Лабораторна робода №10. Програмування послідового порту, інтерфейс RS-485

Тема: Програмування послідовного порту, інтерфейс RS-485.

Мета: Вивчити принцип передачі даних по інтерфейсу RS-485, зокрема ознайомитися з режимами роботи послідовного інтерфейсу, здійснити налаштування прийому/передачі даних на різних режимах

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити принцип роботи послідовного інтерфейсу RS-485.
2. Розробити алгоритм індивідуального завдання до початку заняття.
3. Розробити програму і скомпілювати її.
4. Завантажити програму в стенд, переконатись в правильності її роботи, при негативному результаті виявити допущені помилки і виправити їх. Повторити завантаження схеми в стенд.

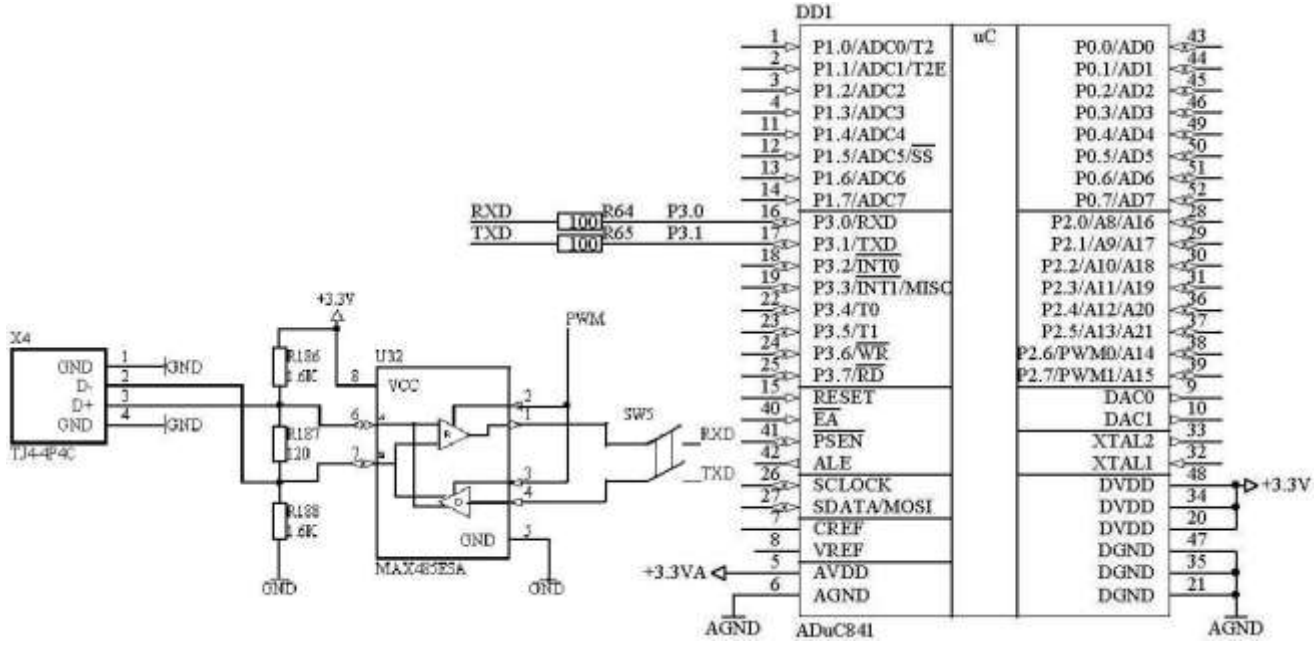


Рисунок 10.1 – Схема для лабораторної роботи №9

Короткі теоретичні відомості

RS-485 (*Recommended Standard 485*), **EIA-485** (*Electronic Industries Alliance-485*) – стандарт фізичного рівня для асинхронного інтерфейсу. Регламентує електричні параметри напівдеплексною багато точкової диференційної лінії зв'язку типу «спільна шина».

Стандарт набув великої популярності і став основою для створення цілого сімейства промислових мереж широко використовуваних в промисловій автоматизації.

Стандарт RS-485 спільно розроблений двома асоціаціями: Асоціацією електронної промисловості (EIA) і асоціацією промислових засобів зв'язку (TIA).

В стандарті RS-485 для передавання і приймання даних використовується одна вита пара провідників (рис. 10.2), інколи супроводжується екранованим обплетенням або загальним проводом. Передавання даних здійснюється за допомогою диференційних сигналів. Різниця потенціалів однієї полярності між провідниками однієї полярності приймається як логічна одиниця, різниця іншої полярності – ноль (рис. 10.3).

1. Стандарт RS-485 обумовлює лише електричні і часові характеристики інтерфейсу.

2. Стандарт RS-485 не обумовлює:
   - параметри якості сигналів (допустимий рівень спотровення, відбивання в довгих лініях);
   - типи з'єднань і кабелів;
   - гальванічну розв'язку ліній зв'язків;
   - протокол обміну.

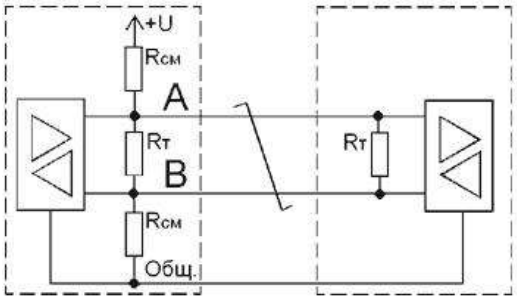


Рисунок 10.2 – Інтерфейс RS-485

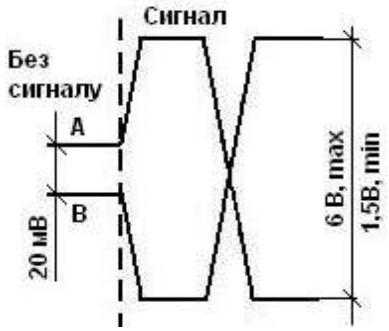


Рисунок 10.3 – Рівні сигналів

При роботі з напівдуплексним інтерфейсом RS-485 (прийом і передавання здійснюється по одній парі провідників з розділенням по часу) можна забути, що UART контролера – повно дуплексний, тобто приймає і передає дані незалежно і одночасно.

Зазвичай під час роботи прийомопередавача RS-485 на передачу, вихід приймача RO (рис. 10.4) переводиться в третій стан і вивід RX контролера (приймач UART) залишається «висячим». В результаті, під час передачі на приймачі UART замість рівня стопового біта «1» буде присутнє невідоме число і будь-яка завада буде прийнята за вхідний сигнал. Тому потрібно або на час передачі відключити приймач UART (за допомогою управляючого регістра), або підтягнути RX до одиниці.

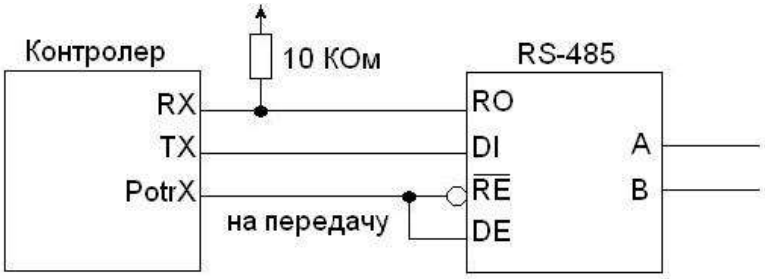


Рисунок 10.4 – Встановлення прийомопередавача RS-485 на передачу

Для передачі даних з по інтерфейсу RS-485 використовуємо вбудований в контролер UART, налаштування швидкості передавання і параметрів описано в Лабораторні роботі №9.

Зауваження. Для здійснення передачі даних необхідно використати мікросхему MAX485, для цього після програмування стенда перевести перемикач SW8 в нижнє положення (відключення від UART контролера драйвера RS-232) і перевести перемикач SW5 у верхнє положення (підключення до UART контролера драйвера RS-485).

Приклад програми для лабораторної роботи №9

Здійснити прийом/передачу даних по RS-485. На вхід драйвера мікросхеми RS-485 приходить число, яке може мати значення (1..8), контролер приймає число і засвічує відповідну кількість світлодіодів (по порядку в напрямку LED15…LED8), при цьому відсилає у відповідь число на одиницю більше від отриманого. Швидкість передачі 115200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта. Початковий стан: світлодіодна лінійка погашена до початку прийому першого байта.

```
$include (mod841)

DAT     equ     R0      //дані
ADDR    equ     R1      //адрес

org 0
JMP Start               //перехід на мітку Start

ORG 023H                //вектор переривання UART
jmp UART_ISR            //перехід на опрацюваня переривання UART

ORG 030H

Start:
call Init_UART          //виклик ініціалізації UART
call clear_buff         //очистка діних буферів
setb EA                 //дозвіл глобальних переривань
setb ES                 //дозвіл переривань від UART
clr P2.7                //налаштування RS-485 на прийом

mov R7,#00h             //початковий стан прийнятих бат

BEGIN:

        cjne R7,#0, write_led       //перевірка на наявність прийнятих даних
        JMP BEGIN                   //якщо дані не прийняли, то перехід на BEGIN
write_led:                          //якщо прийняли дані по UART
        mov  a,R7                   //запис прийнятих даних в акумулятор
        mov  DPTR,#DANI_LED         //запис в DPTR таблиці для світодіодів
        movc A,@A+DPTR              //звертання до балиці DANI_LED
        mov  DAT,a                  //запис заних на вивід
        mov  ADDR,#07h              //запис адресу лінійки світлодіодів
        call write                  //виклик процедури виведення

        inc R7                      //інкремент отриманого значення прийнятого байта
        setb P2.7                   //налаштування RS-485 на передачу
        call puch_char              //пересилання байту даних по UART
        jnb TI,$                    //очікування завершення пересилання байта
        clr  P2.7                   // налаштування RS-485 на прийом
        mov R7,#0                   //обнуління прийнятого значення
JMP BEGIN

Init_UART:
        mov T3FD, #20h              //за відповідною формулою
        mov T3CON,#82h              //11,0592MHz, 115200          bod
        mov SCON, #52h              // SM = 1, TI = 1
ret

write:
        setb P3.6
        mov P0, DAT                 //moving data to bus buffer
        mov P2, ADDR                //set periferals address
        nop
        nop
        mov P2,#000h                //clock
ret

clear_buff:
        mov A,#7h
nex_buff:
```

```
        mov DAT,#0ffh
        mov ADDR,A
        call write
        dec a
        cjne a, #0h, nex_buff
ret

puch_char:
        jnb TI,$                    //очікування якщо дані з SBUF не передано
        clr TI                      //очищення біта готовності передачі TI
        mov SBUF, R7                //запис в SBUF значення з R7
ret

UART_ISR:
        jnb RI,exit_uart            // якщо переривання відбулося не при прийомі даних, то виходимо з переривання
        clr RI                      //інакше скидаємо ознаку готовності прийнятих біт
        mov R7, SBUF                //перезаписуємо значення з SBUF в R7
exit_uart:
RETI

DANI_LED:                           //масив даних для світлодіодної лінійки
DB      11111111b                   //0
DB      01111111b                   //1
DB      00111111b                   //2
DB      00011111b                   //3
DB      00001111b                   //4
DB      00000111b                   //5
DB      00000011b                   //6
DB      00000001b                   //7
DB      00000000b                   //8

END
```

Варіанти індивідуальних завдань

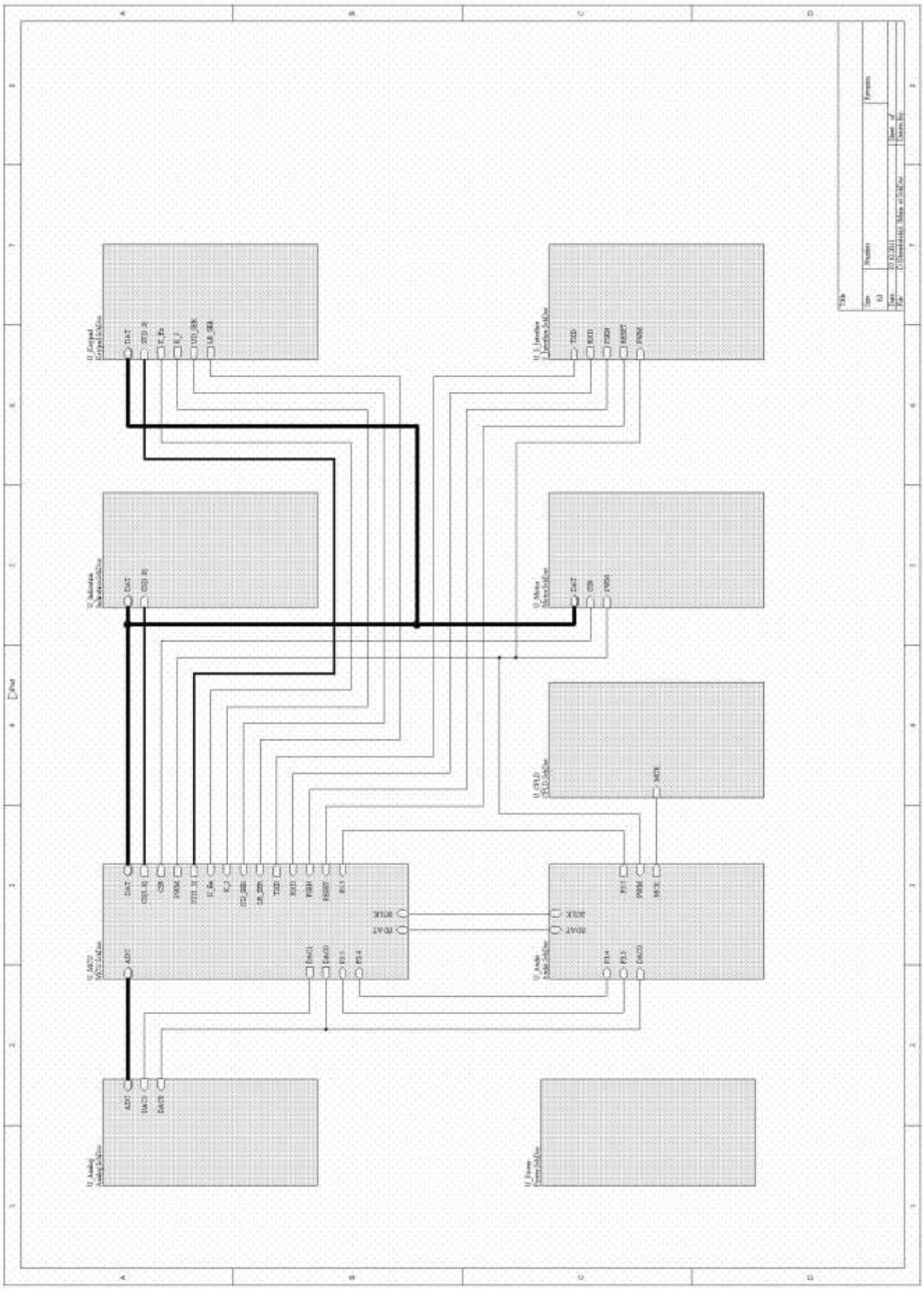
№	Текст індивідуального завдання
1	Здійснити прийом даних по RS-485. На вхід драйвера мікросхеми RS-485 приходить число, що може мати значення (1..8), яке відповідає за швидкість переміщення світної точки по світлодіодній лінійці (кількість сегментів в секунду), напрямок LED15…LED8. Швидкість передачі 9600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний. Початковий стан: світлодіодна лінійка погашена до початку прийому першого байта.
2	Здійснити передачу даних по RS-485. Контролер передає однобайтне число, яке відповідає значенню старших 8-біт від 7 каналу АЦП, дані передаються з дискретністю не більше 10Гц. Швидкість передачі 19200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
3	Здійснити прийом даних по RS-485. На вхід драйвера мікросхеми RS-485 приходить число, що може мати значення (1..4), яке відповідає за кількість засвічених світлодіодів на лінійці, які переміщуються з сталою швидкістю 1сегмент в секунду, напрямок LED8…LED15. Швидкість передачі 57600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний. Початковий стан: світлодіодна лінійка погашена до початку прийому першого байта.
4	Здійснити передачу даних по RS-485. Контролер передає однобайтне число, яке відповідає значенню старших 4-біт від 6 каналу АЦП, дані передаються з дискретністю не більше 10Гц. Швидкість передачі 115200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
5	Здійснити прийом даних по RS-485. На вхід драйвера мікросхеми RS-485 приходить число, що може мати значення (0..255), отримане число відображати на статичному семисегменому індикаторі. Швидкість передачі 9600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний. Початковий стан: індикатор погашено до почотку прийомому першого числа.
6	Здійснити передачу даних по RS-485. Контролер передає однобайтне число, яке відповідає за номер натиснутою кнопки на матричній клавіатурі, натискання кнопки «#» і «*» программа ігнорує. Швидкість передачі 19100 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.
7	Здійснити прийом даних по RS-485. На вхід драйвера мікросхеми RS-485 приходить однобайтне число, старша тетрада якого вказує на координати світної точки на

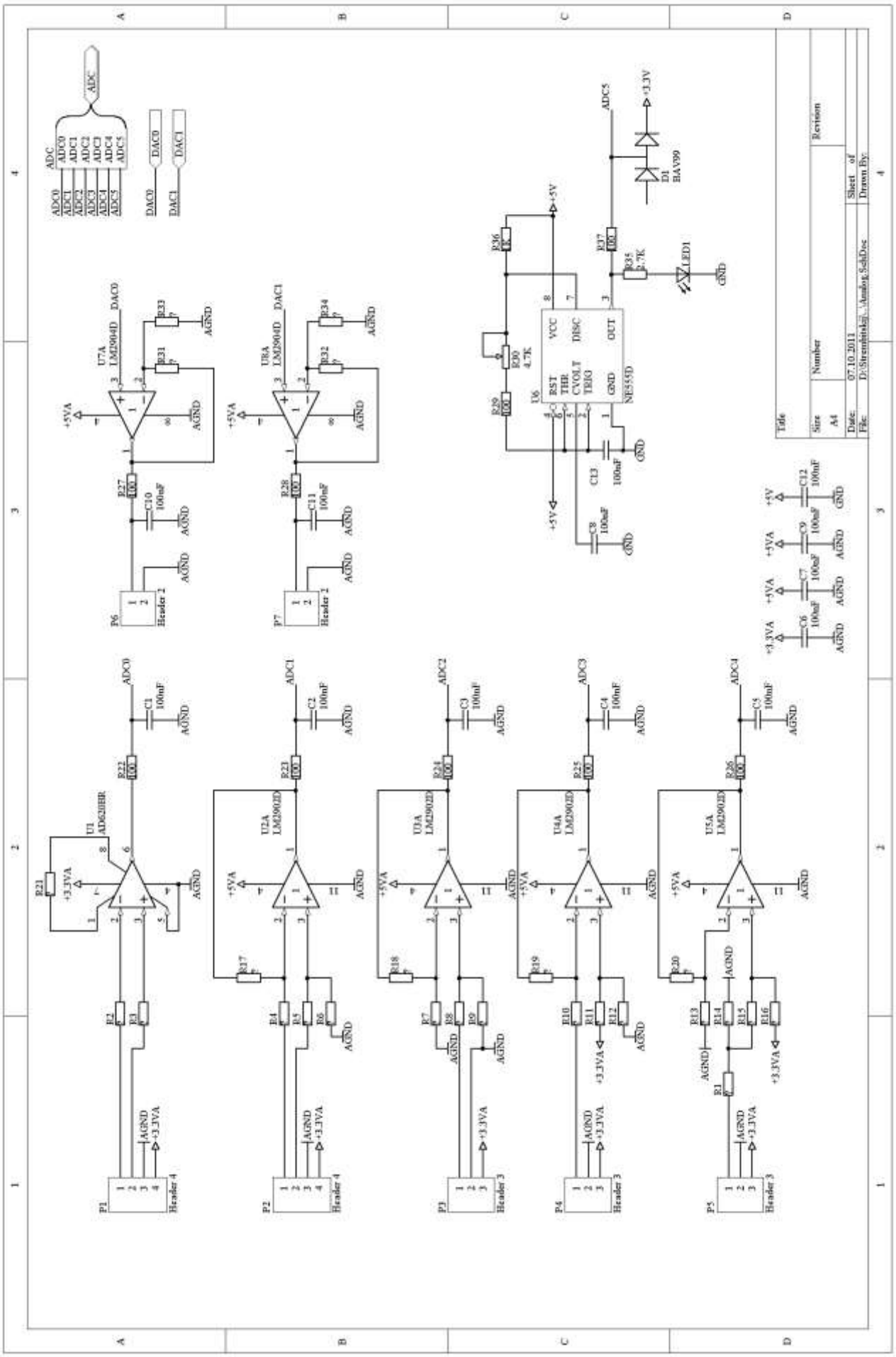
	матричному індикатор по горизонталі, молодша тетрада вказує на координати світної точки на матричному індикаторі по вертикалі. Нумерація індикатора з лівого нижнього кута (тобто при отриманні цифри 011H, засвічується нижній лівий сегмент матричного світлодіодного індикатора, при отримані цифри 057H, засвічується верхній правий сегмент матричного світлодіодного індикатора). Швидкість передачі 57600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний. Початковий стан: матричний світлодіодний індикатор погашена до початку прийому першого байта.
8	Здійснити передачу даних по RS-485. Контролер передає однобайтне число, яке відповідає значенню змінної, дане значення інкрементується на одиницю при натисканні кнопки на енкодері і декриментӱється при натисканні кнопки на джойстику, при досягнені значення 0 - змінна не зменшується, при досягненні значення 99 - змінна не збільшується. Швидкість передачі 115200 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта. Початковий стан: передається значення змінної.
9	Здійснити прийом даних по RS-485. На вхід драйвера мікросхеми RS-485 приходить число, що може мати значення (0..9), яке відповідає за яскравість світіння світлодіодної лінійки (0 – індикатори погашено, 1 – мінімальна яскравість засвітки, 9 – максимальна яскравість засвітки індикатора). Швидкість передачі 9600 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний. Початковий стан: світлодіодна лінійка погашена до початку прийому першого байта.
10	Здійснити передачу даних по RS-485. Контролер передає однобайтне число, яке відповідає значенню змінної, яка задається обертанням ручки енкодера, при повороті в напрямку за годинниковою стрілкою змінна інкрементується, при обертанні в напрямку проти годинникової стрілки змінна декриментӱється, значення зміноє відображається у двійковому коді на світлодіодній лінійці. Швидкість передачі 19100 бод, режим роботи: 8-бітний, асинхронний, дозвіл встановлення біта ознаки закінчення передавання байта.

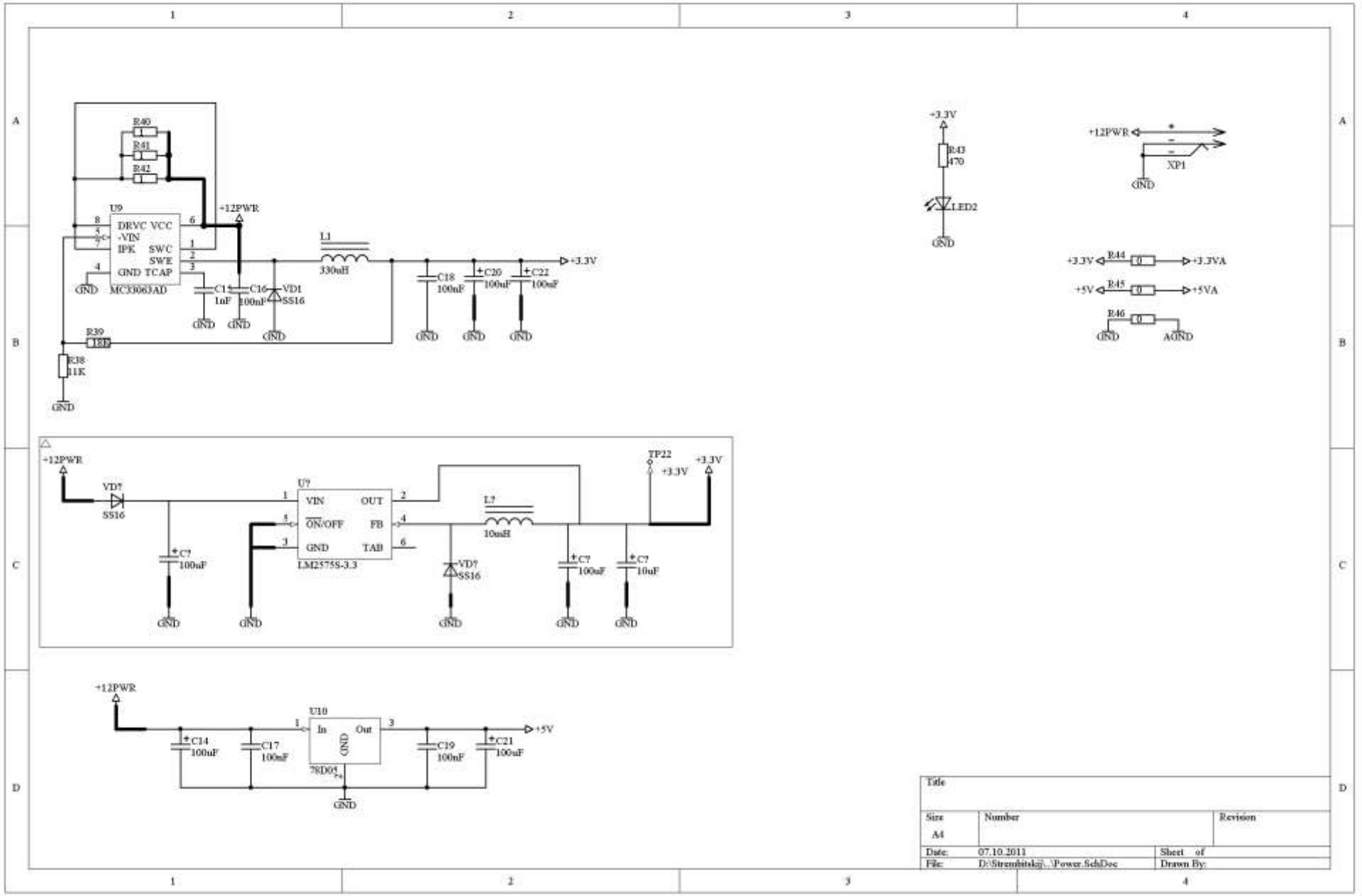
Список використаних джерел

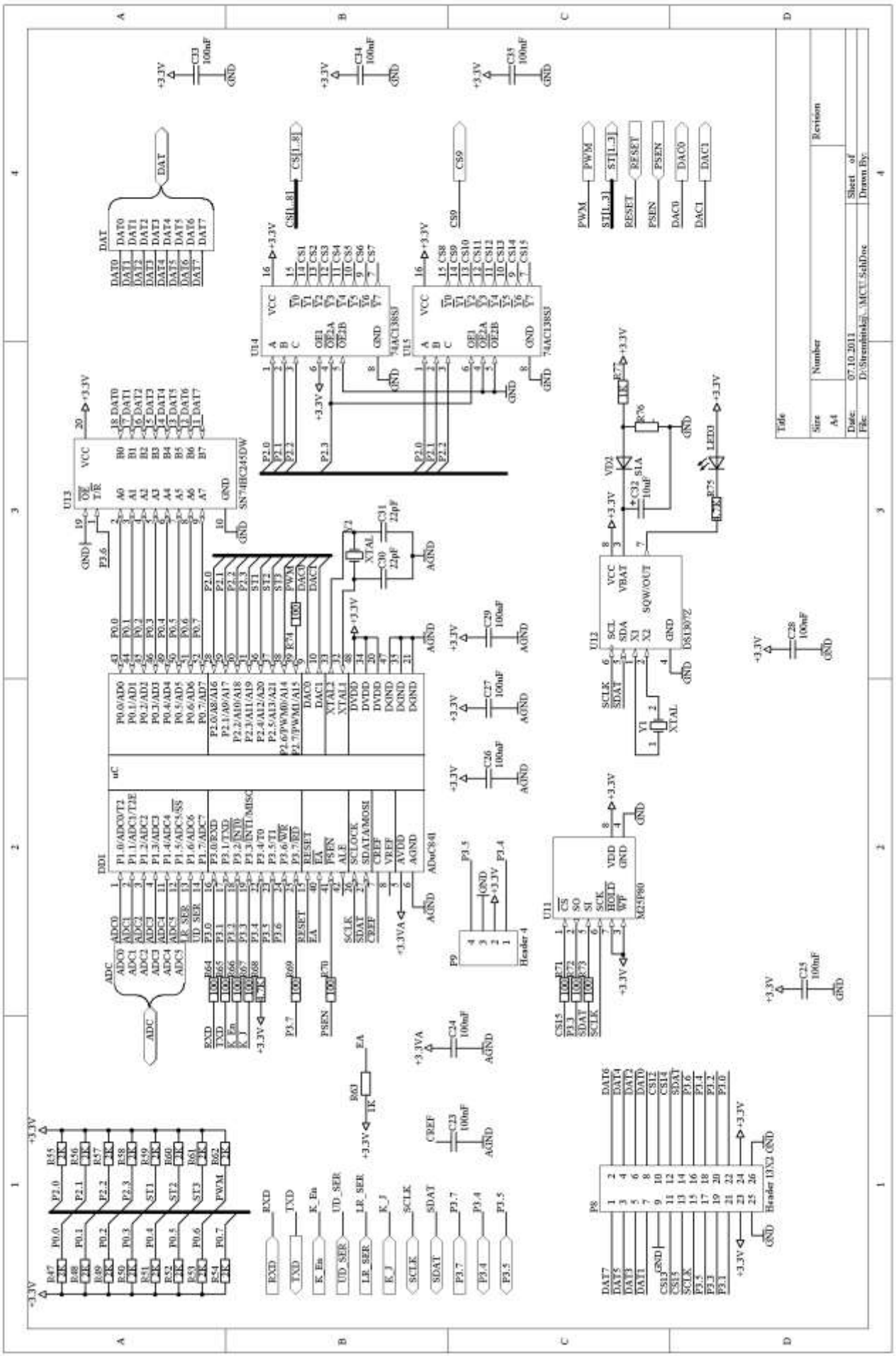
1. FM24C256 256Kb FRAM Serial Memory Rev 1.2 Jan. 2002.
2. http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/lcd/lcm/Bolymin/char/BC1004A.htm
3. 16-megabit 5-volt Only Serial ® DataFlash AT45D161 http://www.atmel.com
4. http://www.msclub.ce.cctpu.edu.ru/MCS51-PLD/TZ.html
5. http://kazus.ru/articles/419.html
6. Programmable controllers: theory and implementation /L.A. Bryan, E. A. Bryan. TJ223.P76B795 1997. – 1035p.
7. Однокристальные микро-ЭВМ. Техническое описание и руководство по применению / Г.П. Литвинский., Москва , 1982.

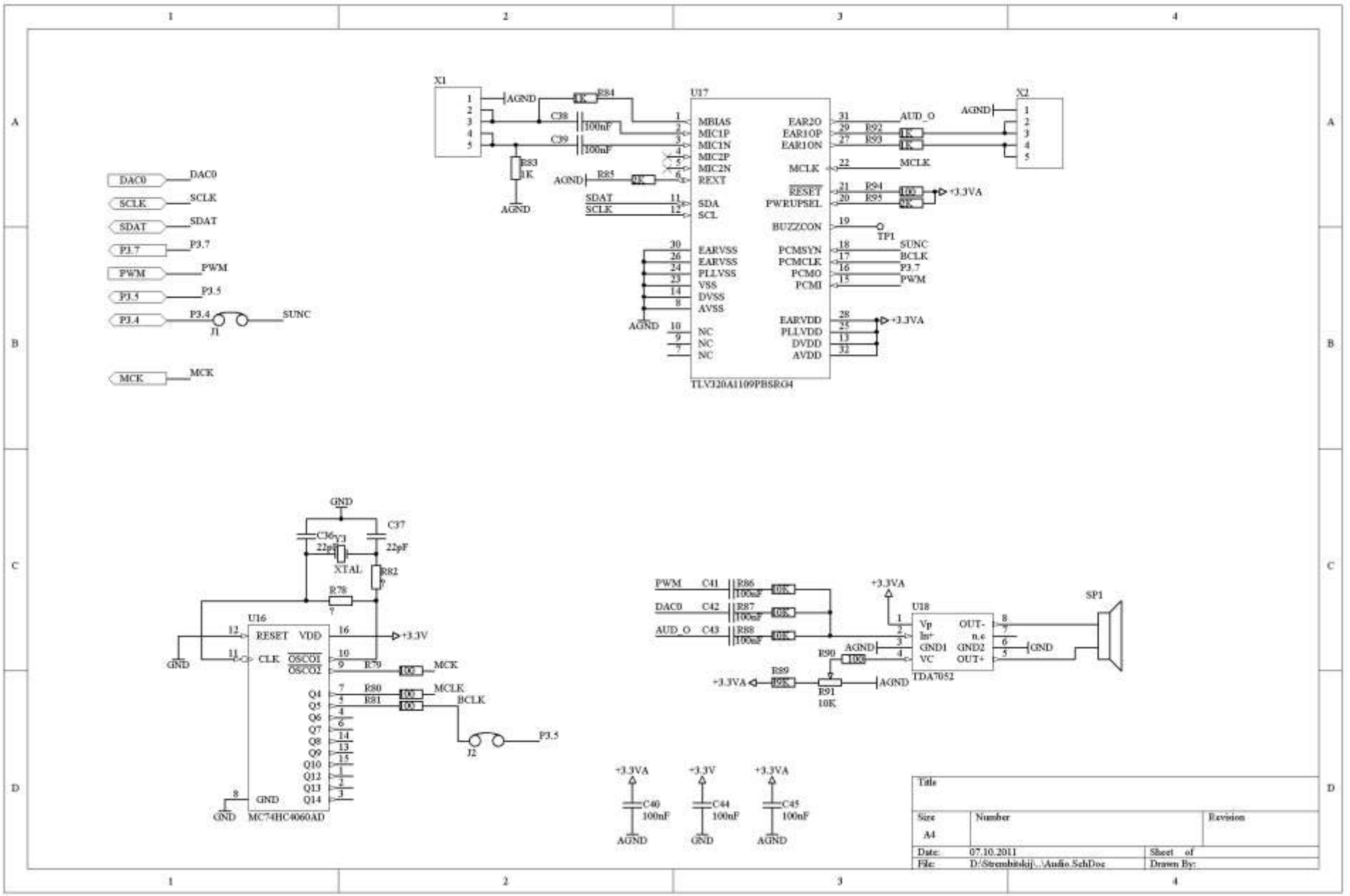
ДОДАТКИ

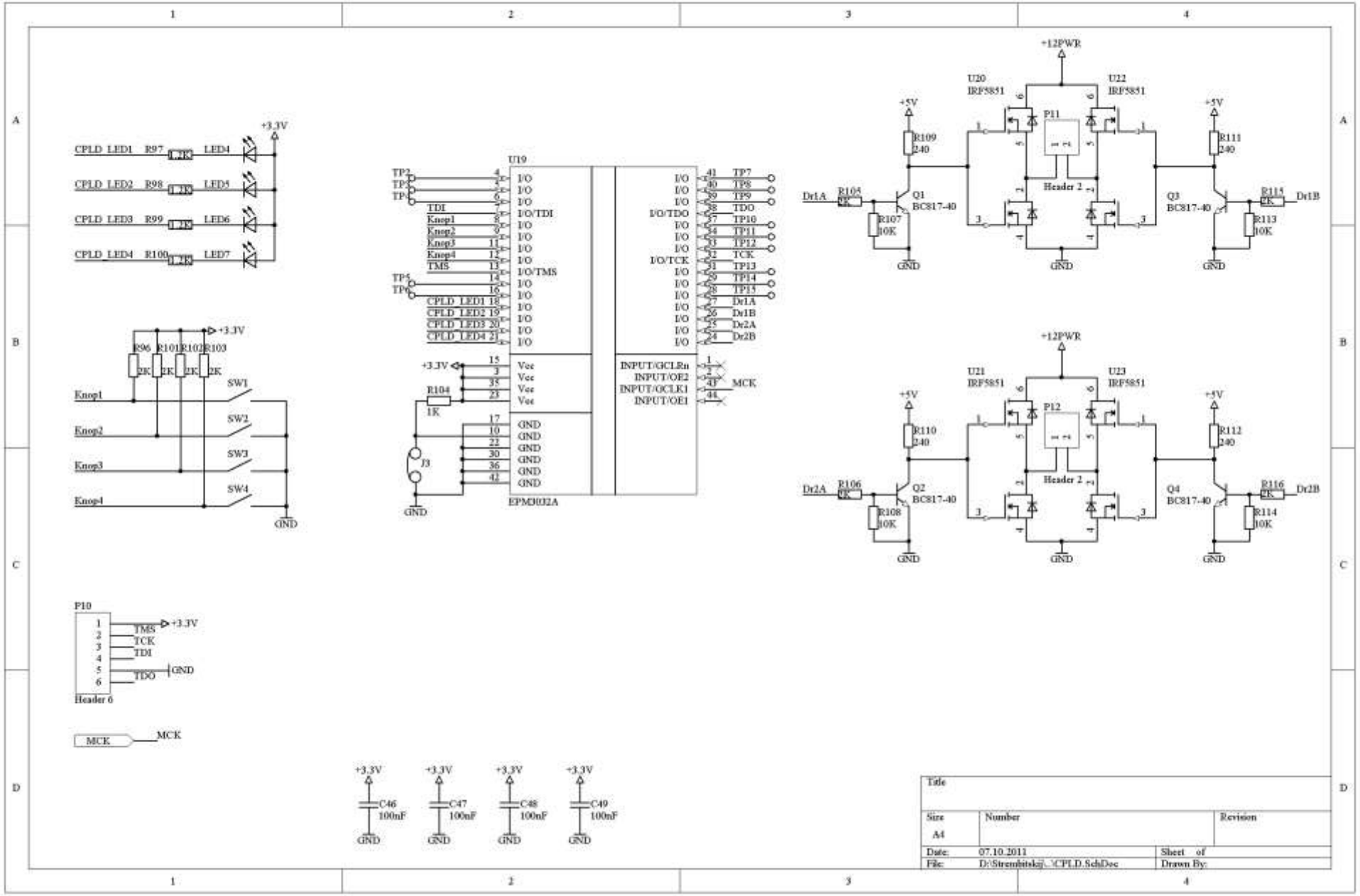


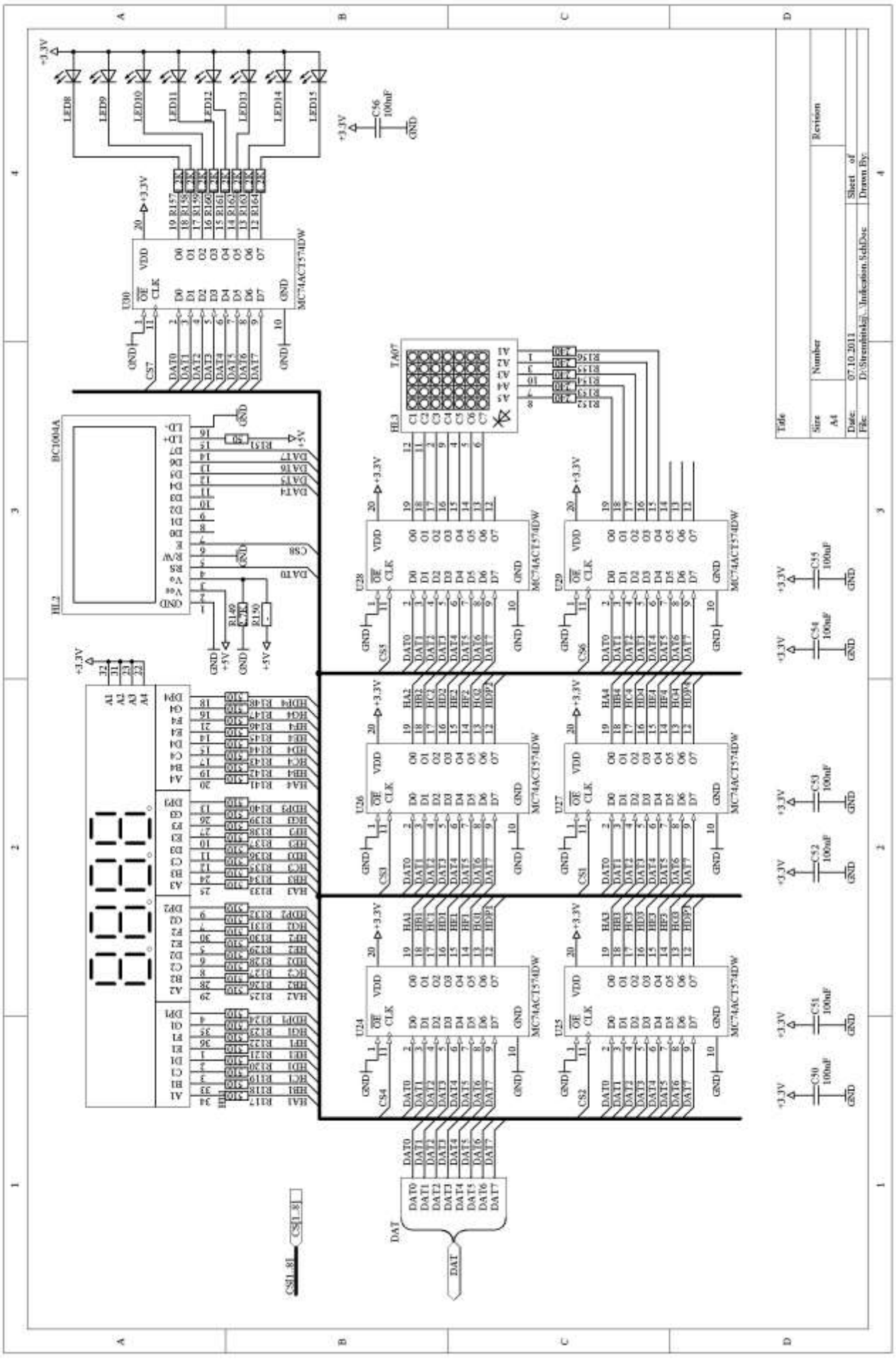

ADC
ADC0
ADC1
ADC2
ADC3
ADC4
ADC5
DAC0
DAC1
U7A LM2904D
U8A LM2904D
U6 NE555D
D1 BAV99
LED1
U1 AD620BR
U2A LM2902D
U3A LM2902D
U4A LM2902D
U5A LM2902D
P1 Header 4
P2 Header 4
P3 Header 3
P4 Header 3
P5 Header 3
P6 Header 2
P7 Header 2
+5VA
+3.3VA
AGND
GND
Title
Size A4
Number
Revision
Date: 07.10.2011
File: D:\Strembitska\...\Analog.SchDoc
Sheet of
Drawn By:

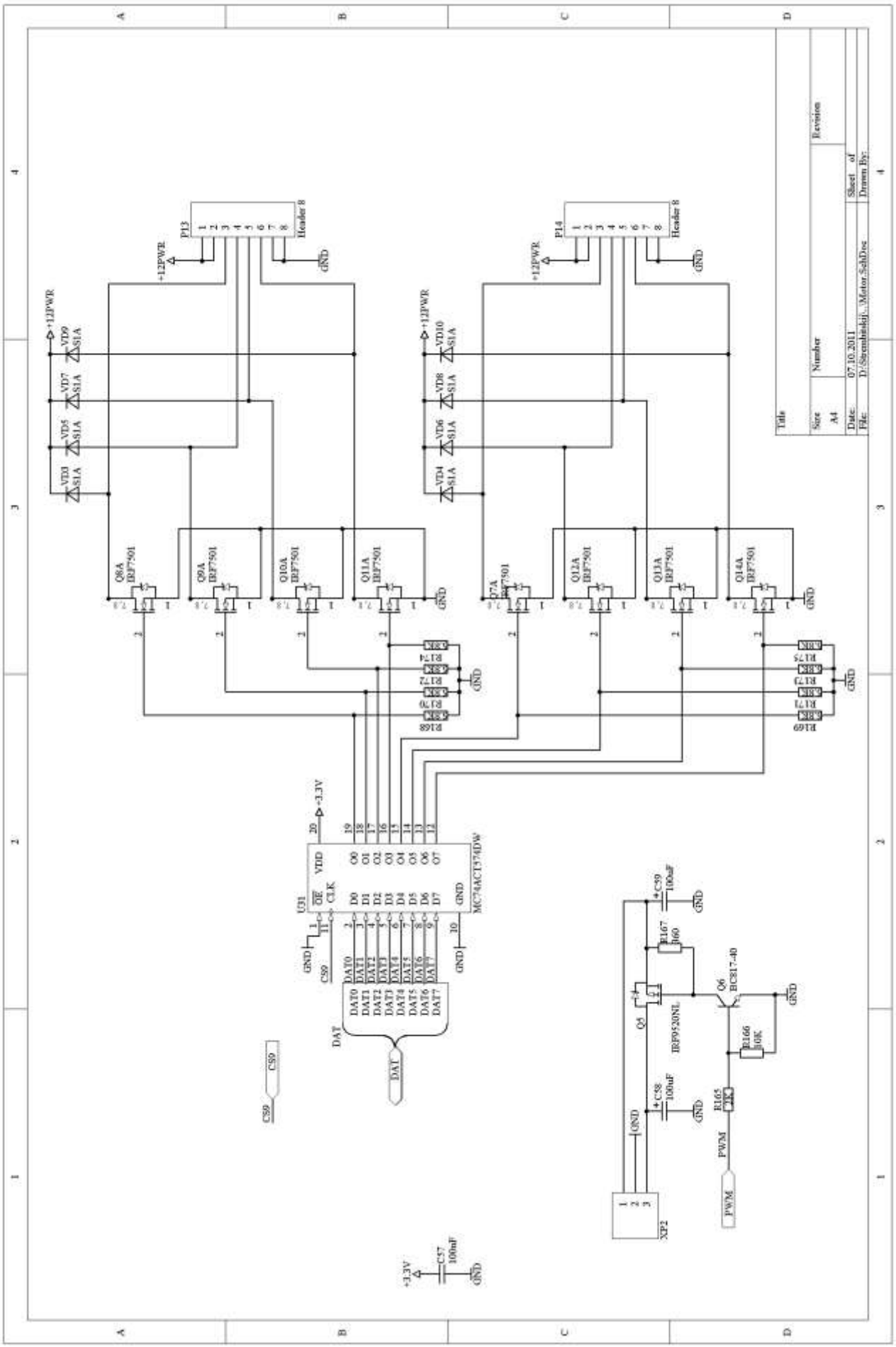

R40
R41
R42
U9
DRVC VCC
-VIN
IPK SWC
SWE
GND TCAP
MC3063AD
+12PWR
L1
330uH
+3.3V
C18
100nF
C20
100uF
C21
100uF
C1
1nF
C16
100nF
VD1
SS16
R39
18R
R38
11K
GND
+3.3V
R43
470
LED2
+12PWR
XP1
R44
0
+3.3VA
R45
0
+5VA
R46
0
AGND
+12PWR
VD?
SS16
U?
VIN
OUT
ON/OFF
FB
GND
TAB
LM2575S-3.3
L?
10uH
TP22
+3.3V
C?
100uF
C?
10uF
+12PWR
U10
In
Out
GND
78D05
+5V
C14
100uF
C17
100nF
C19
100nF
C21
100uF
Title
Size
A4
Number
Revision
Date:
07.10.2011
Sheet of
File:
D:\Strembitskyi\...\Power.SchDoc
Drawn By:

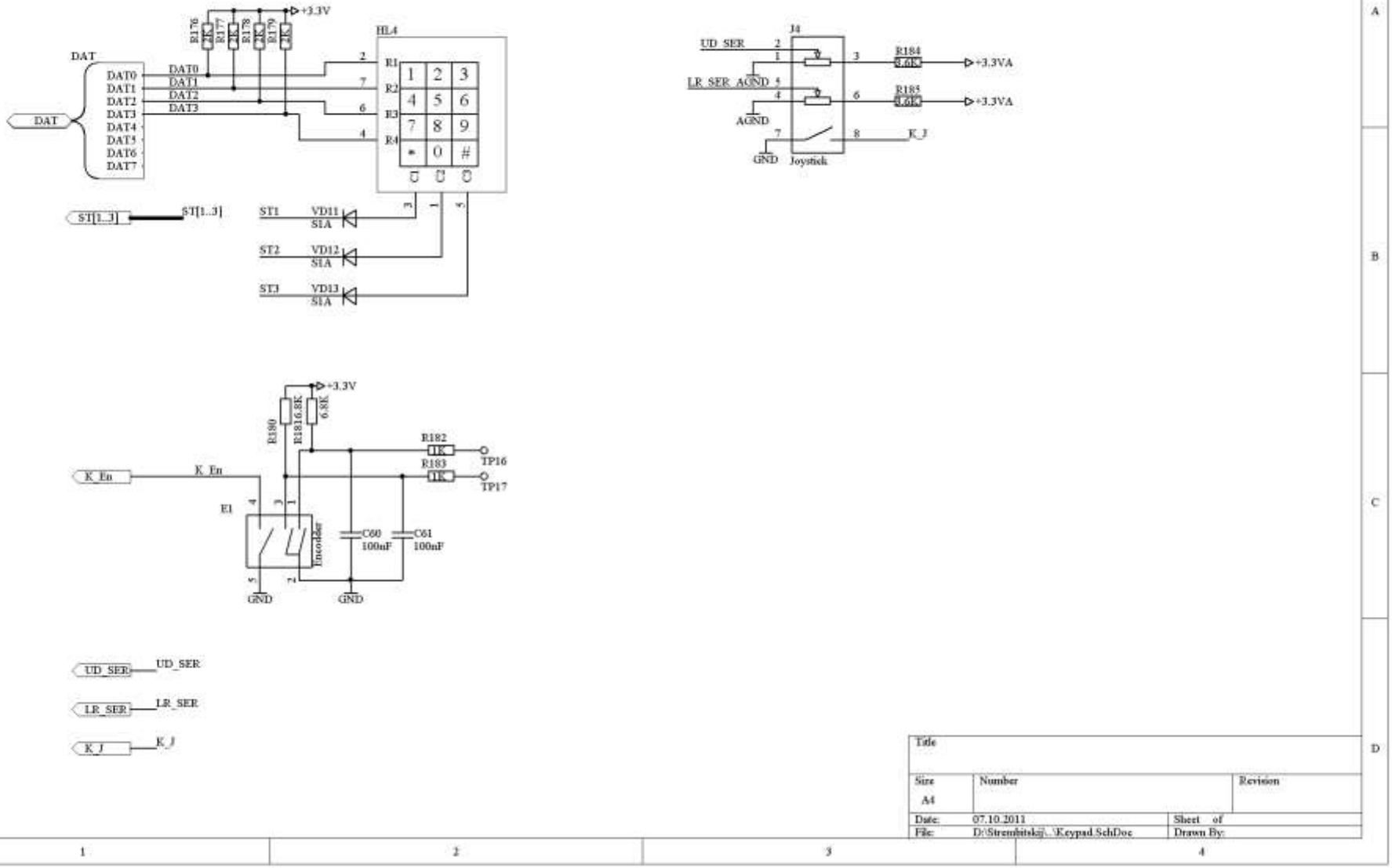



X1
AGND
R84
4K
C38
100nF
C39
100nF
R83
4K
AGND
R85
0K
AGND
SDAT
SCLK
U17
MBIAS
MIC1P
MIC1N
MIC2P
MIC2N
REXT
SDA
SCL
EARVSS
EARVSS
PLLVSS
VSS
DVSS
AVSS
NC
NC
NC
EAR2O
EAR1OP
EAR1ON
MCLK
RESET
PWRUPSEL
BUZZCON
PCMSYN
PCMCLK
PCM0
PCMI
EARVDD
PLLVDD
DVDD
AVDD
TLV320A1109PBSRG4
AUD_O
R92
1K
R93
1K
X2
AGND
MCLK
R94
100
R95
0K
+3.3VA
TP1
SUNC
BCLK
P3.7
PWM
+3.3VA
DAC0
SCLK
SDAT
P3.7
PWM
P3.5
P3.4
SUNC
J1
MCK
GND
C36
22pF
Y3
XTAL
C37
22pF
R82
7
R78
7
U16
RESET
VDD
CLK
OSCO1
OSCO2
+3.3V
R79
100
MCK
Q4
Q5
Q6
Q7
Q8
Q9
Q10
Q12
Q13
Q14
GND
R80
100
R81
100
MCLK
BCLK
P3.5
J2
MC74HC4060AD
PWM
C41
R86
0K
100nF
DAC0
C42
R87
0K
100nF
AUD_O
C43
R88
0K
100nF
+3.3VA
U18
Vp
In+
GND1
VC
OUT-
n.c
GND2
OUT+
TDA7052
SP1
AGND
R90
10K
R89
0K
R91
10K
+3.3VA
AGND
+3.3VA
C40
100nF
AGND
+3.3V
C44
100nF
GND
+3.3VA
C45
100nF
AGND
Title
Size
A4
Number
Revision
Date:
07.10.2011
Sheet of
File:
D:\Strembitskij...\Audio.SchDoc
Drawn By:


CPLD_LED1 R97 2.2K LED4
CPLD_LED2 R98 2.2K LED5
CPLD_LED3 R99 2.2K LED6
CPLD_LED4 R100 2.2K LED7
+3.3V
R96 2K R101 2K R102 2K R103 2K
Knop1
Knop2
Knop3
Knop4
SW1
SW2
SW3
SW4
GND
U19
TP2
TP3
TP4
TDI
Knop1
Knop2
Knop3
Knop4
TMS
TP5
TP6
CPLD_LED1
CPLD_LED2
CPLD_LED3
CPLD_LED4
I/O
I/O/TDI
I/O/TMS
R104 1K
J3
EPM3032A
I/O/TDO
I/O/TCK
TP7
TP8
TP9
TDO
TP10
TP11
TP12
TCK
TP13
TP14
TP15
Dr1A
Dr1B
Dr2A
Dr2B
INPUT/GCLRn
INPUT/OE2
INPUT/GCLK1
INPUT/OE1
MCK
+12PWR
U20 IRF5851
U22 IRF5851
U21 IRF5851
U23 IRF5851
P11
P12
Header 2
R109 240
R110 240
R111 240
R112 240
R105 2K
R106 2K
R115 2K
R116 2K
R107 10K
R108 10K
R113 10K
R114 10K
Q1 BC817-40
Q2 BC817-40
Q3 BC817-40
Q4 BC817-40
P10
TMS
TCK
TDI
TDO
Header 6
C46 100nF
C47 100nF
C48 100nF
C49 100nF
Title
Size A4
Number
Revision
Date: 07.10.2011
File: D:\Strembitskyj\...\CPLD.SchDoc
Sheet of
Drawn By:




P13
P14
Header 8
+12PWR
GND
VD3 S1A
VD5 S1A
VD7 S1A
VD9 S1A
VD4 S1A
VD6 S1A
VD8 S1A
VD10 S1A
Q8A IRF7501
Q9A IRF7501
Q10A IRF7501
Q11A IRF7501
Q7A IRF7501
Q12A IRF7501
Q13A IRF7501
Q14A IRF7501
R168 6.8K
R169 6.8K
R170 6.8K
R171 6.8K
R172 6.8K
R173 6.8K
R174 6.8K
R175 6.8K
+3.3V
U31
MC74AC374DW
VDD
OE
CLK
D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
O0
O1
O2
O3
O4
O5
O6
O7
CS9
DAT0
DAT1
DAT2
DAT3
DAT4
DAT5
DAT6
DAT7
DAT
C59 100nF
R167 360
Q6 BC817-40
Q4 IRF9530NL
C58 100nF
R165 2K
R166 10K
PWM
XP2
C57 100nF
Title
Size A4
Number
Revision
Date: 07.10.2011
File: D:\Stepmotor\...\Motor.SchDoc
Sheet of
Drawn By:


+3.3V
R176 2K
R177 2K
R178 2K
R179 2K
DAT
DAT0
DAT1
DAT2
DAT3
DAT4
DAT5
DAT6
DAT7
HL4
R1
R2
R3
R4
1 2 3
4 5 6
7 8 9
* 0 #
ST[1..3]
ST1 VD11 S1A
ST2 VD12 S1A
ST3 VD13 S1A
UD_SER
LR_SER AGND
AGND
GND
Joystick
J4
R184 6.6K
R185 6.6K
+3.3VA
K_J
R180
R181 6.8K
6.8K
R182 1K
R183 1K
TP16
TP17
K_En
E1
Encoder
C60 100nF
C61 100nF
LR_SER
Title
Size A4
Number
Revision
Date: 07.10.2011
Sheet of
File: D:\Strembitskyj\...\Keypad.SchDoc
Drawn By: