

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування
рухом поїздів**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних робіт, виконання курсового та
дипломного проєктування з дисципліни
*«ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ
АВТОМАТИЗАЦІЇ»***

Харків 2024

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 12 лютого 2024 р., протокол № 7.

Приведені завдання та методичні рекомендації до практичних робіт, виконання курсового та дипломного проектування, а також рекомендації до самостійного вивчення відповідних розділів курсу.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», які вивчають дисципліну «Технології розробки пристроїв та систем автоматизації» усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти С. О. Змій,

О. В. Щебликіна,

І. М. Сіроклин

Рецензент

доц. Н. А. Корольова

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЦІЛІ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ.....	4
2 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЄКТУ	5
3 КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ДАНІ.....	7
4 ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ І ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ	32
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ.....	33
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	35
Додаток А Бланк завдання.....	36
Додаток Б Вихідні дані	40
Додаток В Принципова схема модуля МТС-А.....	47

ВСТУП

У методичних вказівках розглядається хід виконання та оформлення курсового проєкту в галузі технології розроблення пристроїв та систем автоматизації, у тому числі для галузі залізничного транспорту. З урахуванням змісту навчальної дисципліни наведено цілі курсового проєктування, рекомендації до вибору вихідних даних, загальну структуру і правила оформлення курсового проєкту, а також рекомендації з підготовки до захисту і порядок захисту курсового проєкту.

1 ЦІЛІ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Цілями курсового проєктування є:

- опанування здатностей у створенні систем автоматизації складних технологічних об'єктів та комплексів;
- отримання навичок у створенні високонадійних та безпечних систем автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів;
- застосування сучасних підходів і методів моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складних технологічних та організаційно-технічних об'єктів;
- навчитися розробляти функціональну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складних технологічних та організаційно-технічних об'єктів, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом;
- запроваджувати та застосовувати сучасні енерго- та ресурсозберігаючі технології в процесі автоматизації технологічних процесів у різних сферах виробництва.

2 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

За своєю структурою курсовий проєкт складається з:

- титульного аркуша;
- завдання (вихідних даних);
- змісту;
- вступу;
- основних розділів;
- висновків;
- списку літератури;
- додатків.

Титульний аркуш є першою сторінкою курсового проєкту. На ньому зазначається інформація про заклад вищої освіти, факультет, кафедру, навчальну дисципліну, тему курсового проєкту, спеціальність, освітню програму, керівника (членів комісії), автора курсового проєкту.

У завданні наводяться вихідні дані до курсового проєктування. Номери варіантів вихідних даних наведено у додатку Б і визначаються за вказівкою викладача.

У змісті подаються назви основних розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки) та інших елементів курсового проєкту (завдання (вихідні дані), вступ, висновки, список літератури, назви додатків), проставляються номери сторінок, які містять початок відповідних складових курсового проєкту.

У вступі коротко наводять інформацію про технології розроблення пристроїв систем автоматизації, у тому числі для галузі залізничного транспорту, та обґрунтовують актуальність теми курсового проєкту. Вступ розташовують на окремій сторінці, його обсяг складає до однієї сторінки.

У розділах курсового проєкту викладаються основні матеріали: стислі теоретичні відомості, практичні питання та графічна частина до проєктування,

розрахунку, обґрунтування елементної бази та створення принципів схем. У разі необхідності розділи можуть поділятися на підрозділи, пункти, підпункти. Перелік пунктів основного матеріалу наведено у додатку А.

У висновках наводяться основні результати, отримані у ході курсового проектування, та за необхідності практичні рекомендації до їх використання. Висновки обсягом до однієї сторінки розміщуються після основних розділів курсового проекту.

Перелік джерел, на які є посилання в основних розділах курсового проекту, наводиться у списку літератури, що розміщується після висновків на новій сторінці. У відповідних місцях тексту мають бути посилання у квадратних дужках на джерело інформації. Джерела інформації подаються у порядку, за яким вони згадуються у тексті, та оформлюються відповідно до чинних стандартів.

У додатках, що розміщуються після списку літератури, наводяться матеріали, розміщення яких в основних розділах є недоцільним, проте вони необхідні для забезпечення більшої повноти курсового проекту (додаткові ілюстрації, таблиці, формули, розрахунки, лістинги програм тощо). Графічна частина курсового проекту має ілюструвати і доповнювати текстовий. Дана частина курсового проекту може містити структурні та функціональні схеми, принципіві схеми.

Оформлення здійснюється відповідно до вимог [1]. Загальний обсяг і розподіл матеріалу між складовими курсового проекту, а також зміст графічної частини курсового проекту визначаються здобувачем вищої освіти за погодженням з керівником курсового проектування [2].

3 КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ДАНІ

Призначення і характеристика об'єкту проєктування.

Створювана система призначена для автоматизованого керування пристроями електричної централізації проміжної станції з опорної (розпорядницької). Програмно-апаратні засоби системи повинні забезпечувати виконання таких функцій:

1 Введення наказів з робочого місця оператора (чергового по розпорядницькій станції) і передавання команд з розпорядницької станції на виконавчу.

2 Відображення стану об'єктів ЗАТ та поїзної обстановки на керованій станції.

3 Ведення архіву поїзної ситуації, стану пристроїв залізничної автоматики і дій оперативного персоналу.

4 Передавання і виконання відповідальних команд («штучне розмикання маршруту» та «допоміжна зміна напрямку руху на перегоні»).

5 Максимальна відстань від поста контролю (робочого місця оператора) до керованої станції (відповідно до завдання), км.

6 Кількість дискретних (двопозиційних) об'єктів контролю (відповідно до завдання), шт. Об'єктами контролю є контакти реле електричної централізації. Вхідні (для створюваної системи) сигнали неперервні, передаються постійною або змінною напругою з номінальним значенням 24 В. Живлення вхідних кіл повинно здійснюватися від станційних пристроїв енергозабезпечення.

7 Кількість об'єктів керування (відповідно до завдання), шт. Об'єктами керування є реле (обмотки реле) електричної централізації. Номінальна напруга живлення об'єктів керування 24 В, робочий струм – 20 мА постійного струму.

8 Кількість аналогових (неперервних) сигналів, що підлягають контролю (відповідно до завдання).

- напруга в фідері №1;
- напруга в фідері №2;
- напруга в мережі СПБ-СМБ;
- напруга в мережі РПБ-РМБ (при використанні 2-провідної схеми керування стрілками);
- напруга в фазах Ф1, Ф2, Ф3 (при використанні 5-провідної схеми керування стрілками).

9 Кількість відповідальних об'єктів керування (відповідно до завдання), шт.

Для виконання вимог пунктів 1-4 створювана система повинна мати комплект апаратури поста керування (розпорядницької станції) і комплект програмно-апаратних засобів виконавчої станції. Пристрої розпорядницької станції повинні забезпечувати введення команд оператором; передавання введених команд з розпорядницької станції на виконавчу; приймання і відображення контрольної інформації, що надходить з виконавчої станції на розпорядницьку; ведення архіву. Пристрої виконавчої станції, в свою чергу, повинні забезпечувати приймання команд, що надходять від оператора, їх дешифрування і виконання (введення в систему ЕЦ); збір інформації про стан об'єктів керування і контролю і її передавання на розпорядницьку станцію. Для безпечного введення відповідальних команд в систему ЕЦ у складі пристроїв виконавчої станції повинні бути безпечні пристрої телеуправління.

Для забезпечення зв'язку між розпорядницькою і виконавчою станціями у складі розроблюваної системи необхідно передбачити відповідну каналоутворювальну апаратуру. Згідно з вимогами норм технологічного проєктування підсистема зв'язку повинна бути резервованою.

Згідно із завданням необхідно розробити один із модулів взаємодії з пристроями СЦБ: модуль телеуправління (МТУ), телесигналізації (МТС), модуль телесигналізації – аналоговий (МТС-А) або модуль телеуправління відповідальний (МТВ). Вважається, що загальносистемні модулі: процесорний (МП), модуль модему (ММ), модуль живлення вже розроблені.

Кількість входів модуля МТС, МТС-А виходів МТУ, МТВ пов'язані співвідношенням:

$$(N) \text{ (МТС)}; (N/2) \text{ (МТУ)}; (N/4) \text{ (МТВ)}; (N/4) \text{ (МТС-А)}, \quad (1)$$

де (N...) – кількість входів для модуля МТС, МТС-А виходів МТУ/МТВ (відповідно до завдання).

Тобто якщо, згідно з завданням, необхідно розробити модуль телеуправління на 12 виходів ($N/2=12$), слід вважати, що модулі МТС, МТС-А і МТВ вже розроблено і вони мають: 24 входи МТС, 6 входів МТС-А, 6 входів МТВ. Якщо ж за завданням необхідно створити модуль МТС на 32 входи ($N=32$), «вже існуючі» модулі МТУ і МТВ, МТС-А мають 16, 8 і 8 виходів відповідно.

Розроблення структурної схеми створюваної системи керування

Структура комплексу технічних засобів систем керування

Мікропроцесорні системи кодового керування (МСКК) складаються з програмно-апаратних комплексів центрального поста та лінійного пункту, каналоутворювальної апаратури, ліній зв'язку. Технічні засоби МСКК функціонують під управлінням базового та прикладного програмного забезпечення (ПЗ). Під базовим програмним забезпеченням звичайно розуміють операційну систему, під прикладним – програмні модулі або блоки, що реалізують перераховані в вимогах 1-4 функції.

Як правило, для побудови програмно-апаратних комплексів ЦП використовується типове обладнання, що випускається серійно: офісні або

промислові ЕОМ, монітори, комутатори, пристрої безперебійного живлення тощо. Технічні засоби ЛП (процесорні модулі, модулі телеуправління, телесигналізації, телевимірювання, живлення, модеми) можуть бути як типовими (промислові контролери з відповідним периферійним обладнанням, приклад – МСДЦ «ТЕМП»), так і спеціалізованими («КАСКАД»). У будь-якому випадку апаратура і програмне забезпечення МСКК повинні дозволяти побудову високонадійних систем управління і контролю розосередженими об'єктами. Обов'язковою вимогою до сучасних систем МСКК є можливість адаптації (з мінімальними матеріальними і фінансовими витратами і без зміни структури системи) до умов конкретного полігону управління на етапі проектування; при зміні колійного розвитку керованих лінійних пунктів, кількості об'єктів управління і контролю в процесі експлуатації.

Приклад структурної схеми постової частини розроблюваної системи керування наведено на рисунку 1.

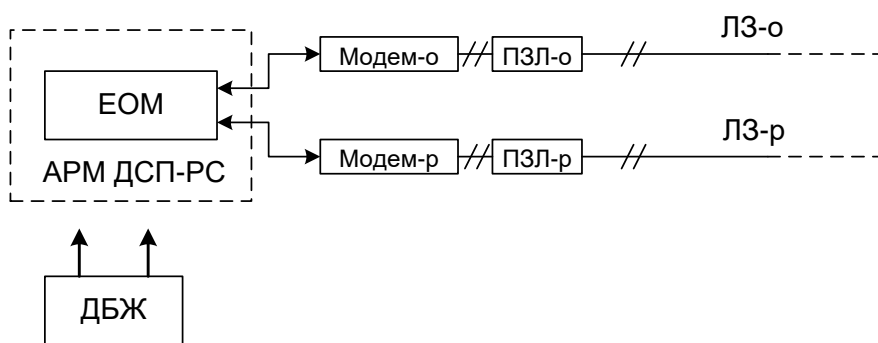


Рисунок 1 – Структурна схема поста керування

Розгорнута структурна схема пристроїв лінійного пункту наведена на рисунку 2.

Структурна схема має нехарактерну для структурних схем деталізацію. Фактично це і структурна схема комплексу пристроїв ЛП створюваної системи, і структурні схеми складових (окремих модулів). В

методичних вказівок вона виконує навчальну функцію, тому така надмірна деталізація загалом виправдана.

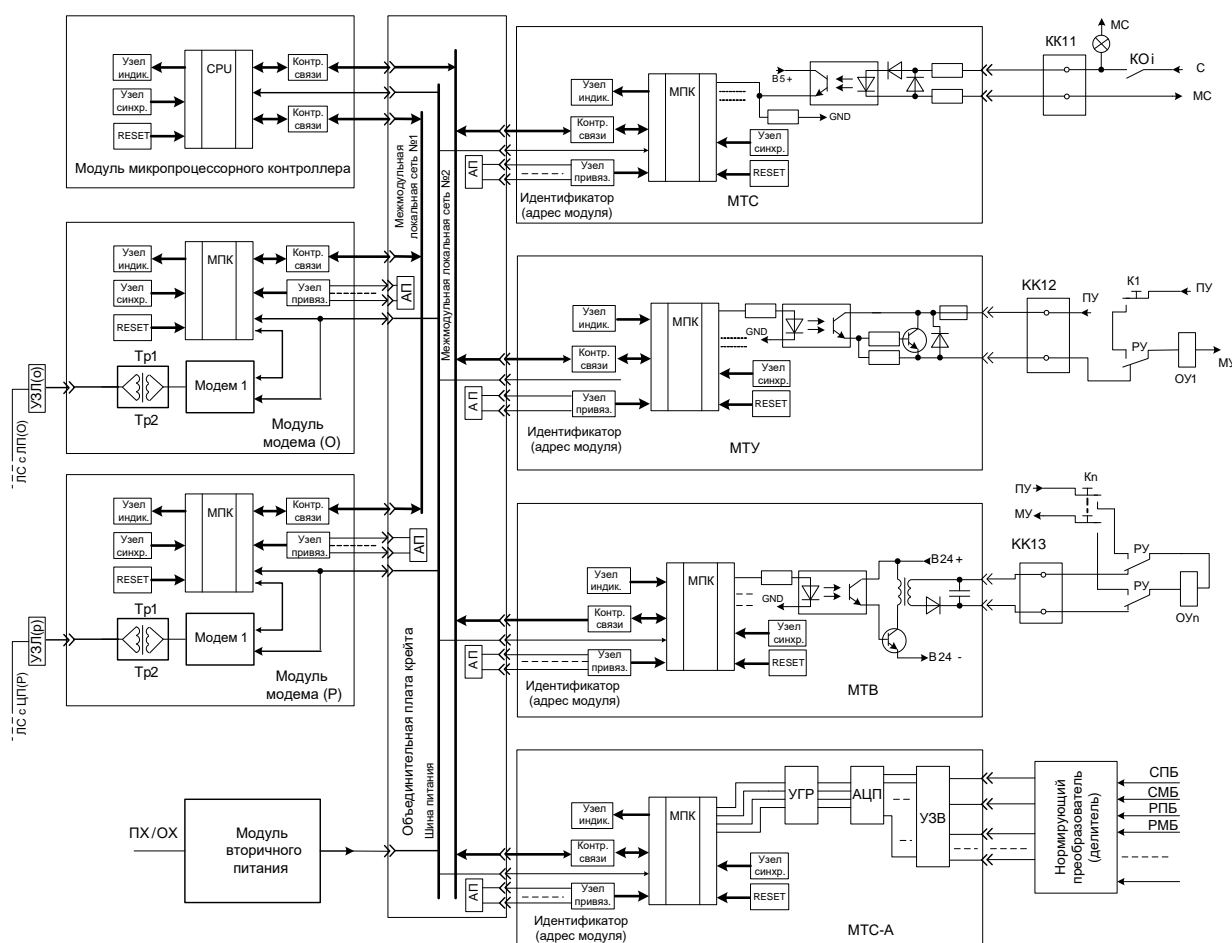


Рисунок 2 – Структурна схема пристроїв лінійного пункту

Під час розроблення структурної схеми системи кодового керування в курсовому проєкті слід обмежитися більш укрупненими блоками: процесорного модуля, модулів модемів, МТС, МТУ, МТВ, МТС-А, модуля живлення, модуля електронного крейта, встановивши необхідні зв'язки між вказаними модулями.

Залежно від необхідності резервування ліній зв'язку, наявних вимог (якщо такі висунуті) щодо необхідності виконання тих чи інших відповідальних функцій, кількості об'єктів керування і контролю (тобто від технічного завдання на систему) і характеристик модулів, що

розроблюються, структурна схема може мати той чи інший перелік модулів. В курсовому проєкті цей перелік визначається на підставі завдання.

Розроблення технічного завдання (ТЗ) на створення модуля взаємодії системи керування з виконавчими пристроями систем автоматизації

Технічне завдання на створюваний модуль взаємодії з пристроями розроблюється на підставі завдання, а також інформації щодо розташування апаратури центрального поста та лінійного пункту. Обов'язковими для ТЗ є пункти, що пояснюють:

- мету (задачі) проєктування;
- призначення об'єкту проєктування;
- умови експлуатації (діапазон робочих температур, вологості, ступінь хімічної активності середовища експлуатації, можливість потрапляння води, номінальна та максимально допустима напруга живлення та ін.);
- вимоги до вихідних параметрів, тобто до величин, що характеризують властивості об'єкта: напруга (і струм) живлення вхідних та вихідних кіл, інтерфейс зв'язку;
- розташування модуля у складі пристроїв ЛП, вимоги до конструктивного оформлення, спосіб (тип) підключення створюваного модуля до кіл зв'язку, живлення, ідентифікації, пристроїв керування і контролю.

Тип інтерфейсу зв'язку розроблюваного модуля з процесорним модулем під час реального проєктування визначається на етапі розроблення структурної схеми пристроїв ЛП. У курсовому проєкті вимоги до інтерфейсу та інша необхідна інформація вказані в завданні.

Аналіз відомих схемних рішень щодо побудови і функціонування аналогів створюваного пристрою

Користуючись інтернет-ресурсами і рекомендованою літературою (зокрема, Мікропроцесорна диспетчерська централізація «КАСКАД»: Навч. посібник / М. І. Данько, В. І. Мойсеєнко, В. З. Рахматов, В. І. Троценко, М. М. Чепцов. – Харків, 2005) виконати вимоги поточного пункту курсового проекту. Ключові слова для пошуку: Ввід-вивід дискретних сигналів, Модулі вводу дискретної інформації, модулі виводу дискретної інформації, Модулі дискретного вводу, Модулі дискретного вводу-виводу, Пристрої вводу-виводу, Модулі вводу струму та напруги, Модулі вводу аналогових сигналів та ін.

У курсовому проекті необхідно навести інформацію про призначення обраних Вами аналогів, структурні, а бажано і принципові схеми модулів чи фрагментів модулів, їх характеристики. Обов'язково повинні бути посилання на джерела інформації.

Враховуючи, що інформації за вказаною тематикою досить багато, необхідно обмежитися трьома-чотирма зразками, обсяг цього розділу не повинен перевищувати 8-10 стор.

У загальному випадку метою аналізу є вибір для використання у складі створюваної системи вже готового модуля (якщо є такий), що задовольняє вимогам ТЗ, або створення необхідної інформаційної бази для розроблення «свого» згідно із завданням.

Враховуючи, що перелік вимог до створюваного модуля, викладений в технічному завданні, можна вважати унікальним, результатом аналізу буде висновок, що існуючих (вже розроблених модулів) з необхідними характеристиками на ринку пропозицій не виявлено, тому необхідно розроблення нового модуля.

Розробка структурної схеми модуля

Як базу для структурної схеми можна взяти структурні схеми модулів з попереднього розділу (аналізу) або структурну схему відповідного модуля з рисунку 2. Перелік структурних блоків у розробленій схемі повинен бути таким, щоб задовольняти вимогам технічного завдання.

У пояснювальній записці необхідно пояснити призначення окремих складових частин структурної схеми і їх взаємодію під час прийому команд від процесорного модуля, їх введення в пристрої ЕЦ (для модулів МТУ, МТВ), формування і передавання пакету контрольної інформації про стан входів (об'єктів контролю) для модулів МТС, МТС-А.

Обґрунтування вибору елементної бази для створення модуля

Для створення принципової схеми модуля, що задовольняє розробленій вище структурній схемі, необхідно визначитися з елементною базою. Основним елементом схеми є мікропроцесорний контролер. Для його вибору висуваються такі критерії:

- придатність для вирішення поставленої прикладної задачі;
- наявність необхідної кількості входів;
- наявність необхідних периферійних пристроїв;
- наявність необхідної кількості програмованої пам'яті;
- перспективи подальшого розвитку виробника;
- доступність технічної інформації про МПК і ступінь розвитку системи підтримки розробника.

На практиці (при розробленні реальних пристроїв) приймається до уваги і кваліфікація програмістів, що будуть задіяні в написанні і відладці програми функціонування модуля, їх практичний досвід роботи з тими чи іншими контролерами, наявність у виробника ліцензованих програмних середовищ для розроблення програм, компіляторів для перетворення вихідних текстів програм у двійкові коди, пристроїв для програмування та ін.

На ринку мікроелектронних елементів України представлено досить багато сімейств мікроконтролерів від різних фірм-виробників: PIC (Microchip), AVR (Atmel), Si (Silicon Labs), MCS-51 (Intel) ARM (ARM Limited) та ін. з приблизно однаковими експлуатаційними характеристиками. Враховуючи, що курсовий проєкт переслідує навчальну мету, ніяких обмежень у виборі мікроконтролера немає. Тому в курсовому проєкті Ви можете застосувати будь-який мікроконтролер з того чи іншого сімейства, якщо він задовольняє вище вказаним вимогам.

Як додаткові критерії для вибору мікроконтролера слід назвати такі:

- мінімально достатня кількість входів/виходів для вирішення поставленої задачі;
- наявність інтегрованого контролера зв'язку, що підтримує необхідний інтерфейс (за завданням);
- вартість.

(У курсовому проєкті при виборі типу мікроконтролера слід також звернути увагу на наявність україномовного опису відповідного «девайсу», що полегшить роботу над проєктом.)

Розрахунок необхідної кількості входів рекомендується звести до таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок необхідної кількості входів мікроконтролера

Назва елемента	Тип входів	Кількість
Вузол взаємодії з пристроями СЦБ	SPI; IN/OUT	
Вузол підключення програматора	SPI (JTAG); RESET; VSS/GND	
Вузол індикації	IN/OUT	
Вузол синхронізації	OSC	
Вузол скидання	RESET	
Вузол прив'язки	IN/OUT	
Вузол зв'язку	TX/RX, CAN	
Вузол живлення	VSS/GND	
Усього	–	

Як приклад можна обрати мікроконтролер типу PIC18F6585, основні параметри якого подано в таблиці 2 [5].

Таблиця 2 – Основні параметри PIC18F6585

Тип параметру	Значення
Робоча частота	40 МГц
Програмована пам'ять	48 Кб
Пам'ять даних	3328 б
Енергонезалежна пам'ять	1024 б
Джерела переривань	29
Порти входу/виходу	Порти А-Г
Кількість таймерів	4
Вбудовані інтерфейси зв'язку	eCAN, MSSP, PSP
Набір інструкцій	75

Обраний контролер можна використовувати для типу зв'язку (CAN 2) без додаткових перетворювачів.

Також необхідно обрати тип АЦП для вузла взаємодії з пристроями СЦБ. Основними критеріями для вибору типу АЦП є такі:

- кількість каналів;
- час перетворення;
- точність перетворення;
- типи периферійних пристроїв зв'язку.

Для вирішення всіх цих параметрів можна обрати АЦП типу MCP 3208 [6].

Розроблення електричної принципової схеми модуля

Розроблення процесорної частини

Під розробленням процесорної частини мається на увазі обрання необхідних виходів у обраного вище мікроконтролера, а також їх

призначення. Нумерація і розташування виходів мікроконтролера подано на рисунку 3, основне призначення виходів зведено до таблиці 3 [5].

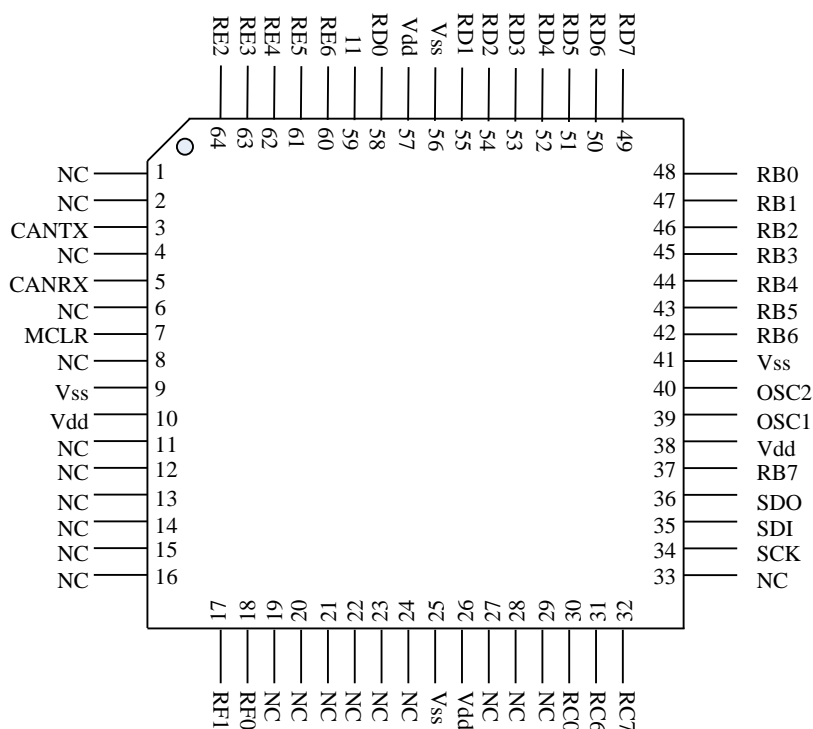


Рисунок 3 – Розташування виходів мікроконтролера

Таблиця 3 – Призначення входів мікроконтролера

Призначення	Тип	Опис
1	2	3
Vss	PWR	Загальні полюси живлення мікроконтролера та вбудованих периферійних пристроїв (таймерів, портів вводу/виводу)
Vdd	PWR	
OSC1	I	Вхід генератора тактових імпульсів
OSC2	O	Вихід генератора тактових імпульсів
MCLR	I/PWR	Вхід скидання мікроконтролера або вхід напруги програмування
SDO	O	Використовується для передачі даних в режимі SPI
SDI	I	Використовується для приймання даних в режимі SPI

Продовження таблиці 3

1	2	3
SCK	I/O	Використовується як вхід/вихід тактового генератора при передачі даних в режимі SPI
CANTX	O	Використовується для передачі даних в режимі CAN 2
CANRX	I	Використовується для прийому даних в режимі CAN 2
RB0-RB7	I	Виводи двонаправленого порту вводу/виведення, використовується для підключення адресних перемичок
RE2-RE6	O	Виводи двонаправленого порту вводу/виведення, використовується для вибору комірки семи-сегментного індикатора, на який буде виводитися інформація
RD0-RD7	O	Виводи двонаправленого порту вводу/виведення, використовується для вибору інформації, що буде передаватися на семисегментний індикатор'
RF0-RF1	O	Виводи двонаправленого порту вводу/виведення, використовується для вибору мікросхеми для обміну даними в режимі SPI
RC0	I	Виводи двонаправленого порту вводу/виведення, використовується для зчитування даних з кнопки
RC6-RC7	O	Виводи двонаправленого порту вводу/виведення, використовується для виводу загальної індикації працеспроможності модуля
NC	–	Не підключаються

Таким чином в загальному випадку описати роботу мікроконтролера можна таким чином. Під час включення мікроконтролера відбувається його ініціалізація за допомогою даних порту В (значення яких залежить від встановлення адресних перемичок). Відбувається перевірка справності лінії зв'язку CAN, після чого відбувається ввімкнення світлодіодів індикації «ГОТОВИЙ» та «ЗВ'ЯЗОК».

При прийомі команди з лінії зв'язку CAN, відбувається її обробка. Відповідна команда передається за допомогою SPI зв'язку. Отримані дані оброблюються, зберігаються в пам'яті та відправляються за допомогою інтерфейсу CAN.

Також, через певні проміжки часу, якщо не поступає команда, відбувається формування команди на зчитування за допомогою SPI зв'язку, що дозволяє періодично оновлювати інформацію про стан входів.

Оскільки значення напруг зберігаються в пам'яті МПК, їх завжди можна перевірити за допомогою індикації, де відповідний номер входу обирається послідовним перебором за допомогою зовнішньої тактової кнопки.

Розроблення пристроїв узгодження

Модуль введення аналогових сигналів можна умовно поділити на дві частини: високовольтну (напруга до 320 В) та низьковольтну (напруга до 35 В). Між собою ці дві частини гальванічно ізольовані за допомогою оптронної розв'язки за лінією зв'язку, та за допомогою різних вторинних перетворювачів напруги по лінії живлення. Оскільки, очевидно, що принципова різниця високовольтної та низьковольтної частини полягає в номіналах резисторів, то на фрагменті схеми була приведена лише одна з частин (рисунок 4). Під час розрахунку параметрів елементів необхідно враховувати значення робочих струмів, напруг та потужностей для кожного елемента схеми. Оскільки входи АЦП розраховані на 5 В та всі елементи мікропроцесорної техніки не перевищують напругу 5 В, необхідно перевірити значення потужності, що виділяється на резисторі R1.

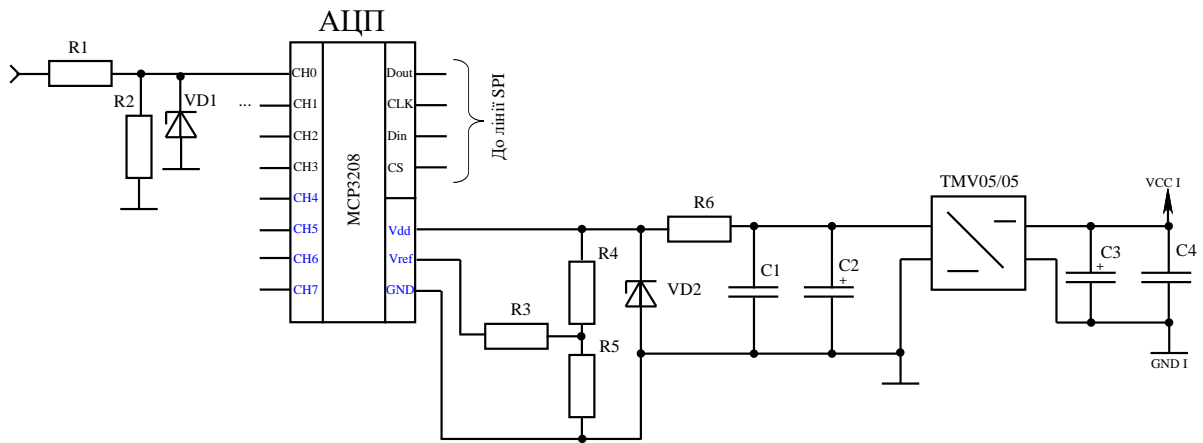


Рисунок 4 – Пристрій погодження МТС-А з напільними пристроями

Потужність, що виділяється на резисторі типу R1 у високовольтній частині пристрою погодження P_{HR1} , Вт

$$P_{R1} = \frac{U_{R1}^2}{R1}, \quad (2)$$

$$P_{HR1} = \frac{(320-5)^2}{63000} = 1,575 \text{ Вт}.$$

Потужність, що виділяється на резисторі типу R1 у низьковольтній частині пристрою погодження P_{LR1} , Вт, за (2),

$$P_{LR1} = \frac{(35-5)^2}{6000} = 0,15 \text{ Вт}.$$

Принцип формування сигналу на вхід АЦП, заснований на дільнику напруги R1-R2. Стабілітрон VD1 виконує функцію захисту входів АЦП при перевищенні напруги у вхідному колі. Резистори R3-R5 являють собою подільник для подачі опорного сигналу. Елемент перетворення TMV05/05 являє собою гальванічний перетворювач напруги, для стабільної роботи якого необхідно паралельне встановлення конденсаторів. Резистор R6 зі

стабілітроном VD2 являють собою схему захисту АЦП при перенапруженнях у колі живлення інтерфейсної частини.

Роботу представленої частини схеми можна зобразити таким чином. За допомогою лінії SPI відбувається прийом необхідного номера входу, з якого необхідно отримати інформацію. Напруга на відповідному вході (що визначається значенням входу та номіналами діляника напруги R1-R2) порівнюється з опорною напругою (що визначається живленням інтерфейсної лінії та подільником напруги R4,R5). Отриманий результат передається у лінію SPI.

Розробка схем вузлів синхронізації і тактування, прив'язки, скидання та індикації

Для забезпечення стабільності формування тактових імпульсів виникає необхідність використання зовнішнього сигналу тактових імпульсів. Тому вузол тактування було підключено до зовнішнього кварцового резонатора (рисунок 5).

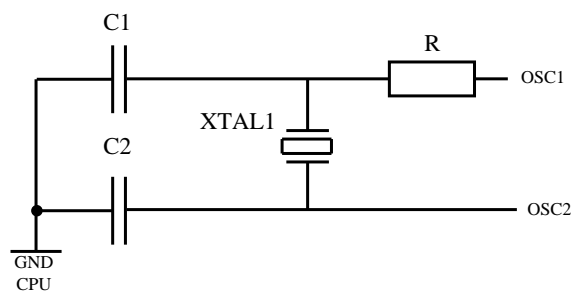


Рисунок 5 – Принципова схема вузлів синхронізації і тактування

Для отримання необхідного значення частоти тактових сигналів кварцовий резонатор необхідно навантажувати відповідними ємностями конденсатора. Значення навантажувальної ємності для даного типу мікроконтролера подано у таблиці 4 [5].

Для можливості уніфікації модуля МТС-А ініціалізацію адреси місця знаходження у слоті логічно створити не за допомогою внутрішніх програмних даних, а за допомогою зовнішніх переминок, що будуть встановлені у крейті (рисунок 6).

Таблиця 4 – Номінали навантажувальної ємності для резонатора

Режим	Частота	Ємність С1, С2
ХТ	455 кГц	68-100 пФ
	2 МГц	15-68 пФ
	4 МГц	15-68 пФ
НС	8 МГц	10-68 пФ
	16 МГц	10-22 пФ

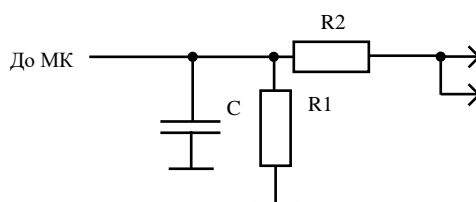


Рисунок 6 – Вузол прив'язки

Таким чином, при наявності перемички на відповідному вході МК буде присутній високий потенціал. Обробивши дані з порту введення/виведення, на які заведено адресні перемички, МК ініціалізує місце підключення.

Для захисту модуля від передачі хибної інформації під час ввімкнення використовується зовнішній вузол скидання (рисунок 7). Оскільки до завершення всіх внутрішніх і зовнішніх перехідних процесів після ввімкнення МК він не повинен завчасно обробляти «хибну» інформацію на вході MCLR необхідно підтримувати сигнал низького рівня. Це досягається за допомогою зовнішньої схеми скидання, що

підтримає сигнал низького рівня до завершення перехідних процесів, пов'язаних з зарядом зовнішнього конденсатора.

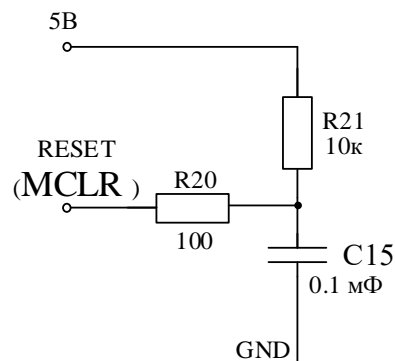


Рисунок 7 – Вузол скидання

Для візуального відображення інформації використовуються 2 світлодіоди: «ГОТОВНІСТЬ» та «ЗВ'ЯЗОК» та індикаторна панель, що складається з п'яти комірок світло діодів, два з яких використовуються для відображення номеру входу, а три – діючого значення напруги. Для перемикання між входами використовується зовнішня тактова кнопка. Принципова схема вузла індикації розташована на рисунку 8.

Резистори R1-R3, R5-R18 використовуються для обмеження струму. Оскільки загальний струм комутації комірок світлодіодів перевищує номінальний струм виходу МК, їх комутацію створено за допомогою транзисторів VT1-VT5. Резистори R19-R23 використовуються для підтягнення бази транзисторів до землі. Резистор R4 разом з конденсатором С невілюють перехідні процеси, пов'язані з брязкітом механічних контактів.

Таким чином на світлодіодах LED1 та LED2 відображається інформація про результати самодіагностики модуля. Значення інформації про напругу на вході, що обирається послідовним перебором за допомогою тактової кнопки, виводиться на систему семисегментних індикаторів шляхом послідовної передачі інформації на кожен індикаторну комірку, що обирається шляхом відкриття необхідного транзистора.

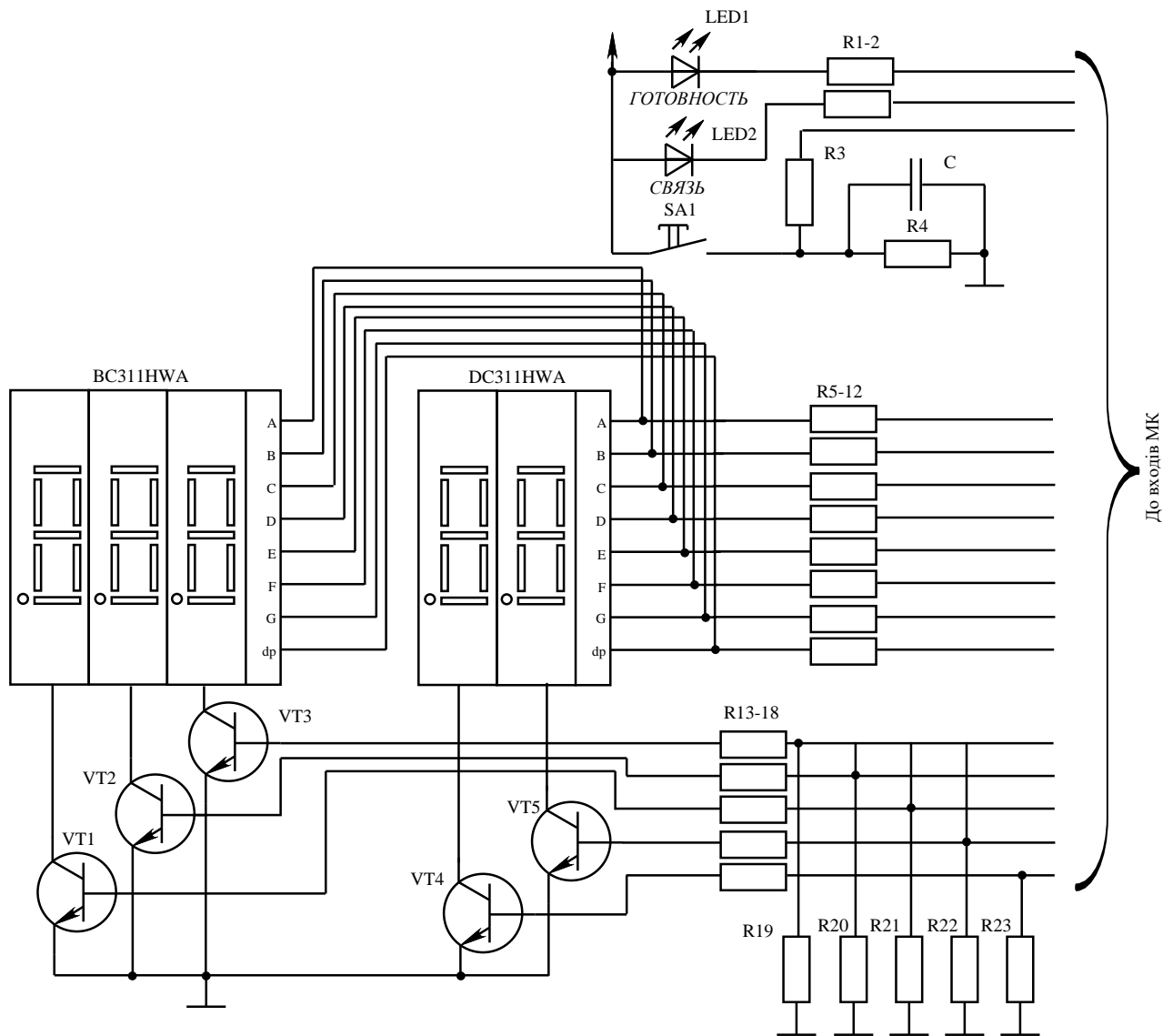


Рисунок 8 – Вузол індикації

Розроблення підсистеми зв'язку

Для зв'язку з іншими модулями, наприклад, обрано інтерфейс типу CAN. Оскільки обраний мікроконтролер має вбудований CAN інтерфейс для підключення до CAN-лінії, використовується мікросхема MCP2551, що має рекомендовану схему підключення [7].

Для гальванічної ізоляції процесорної частини в лінії зв'язку використано швидкодіючі оптрони HCPL2611, що мають швидкість переключення 10 Мбіт/с [8]. Таким чином підсистема зв'язку має схему, подану на рисунку 9.

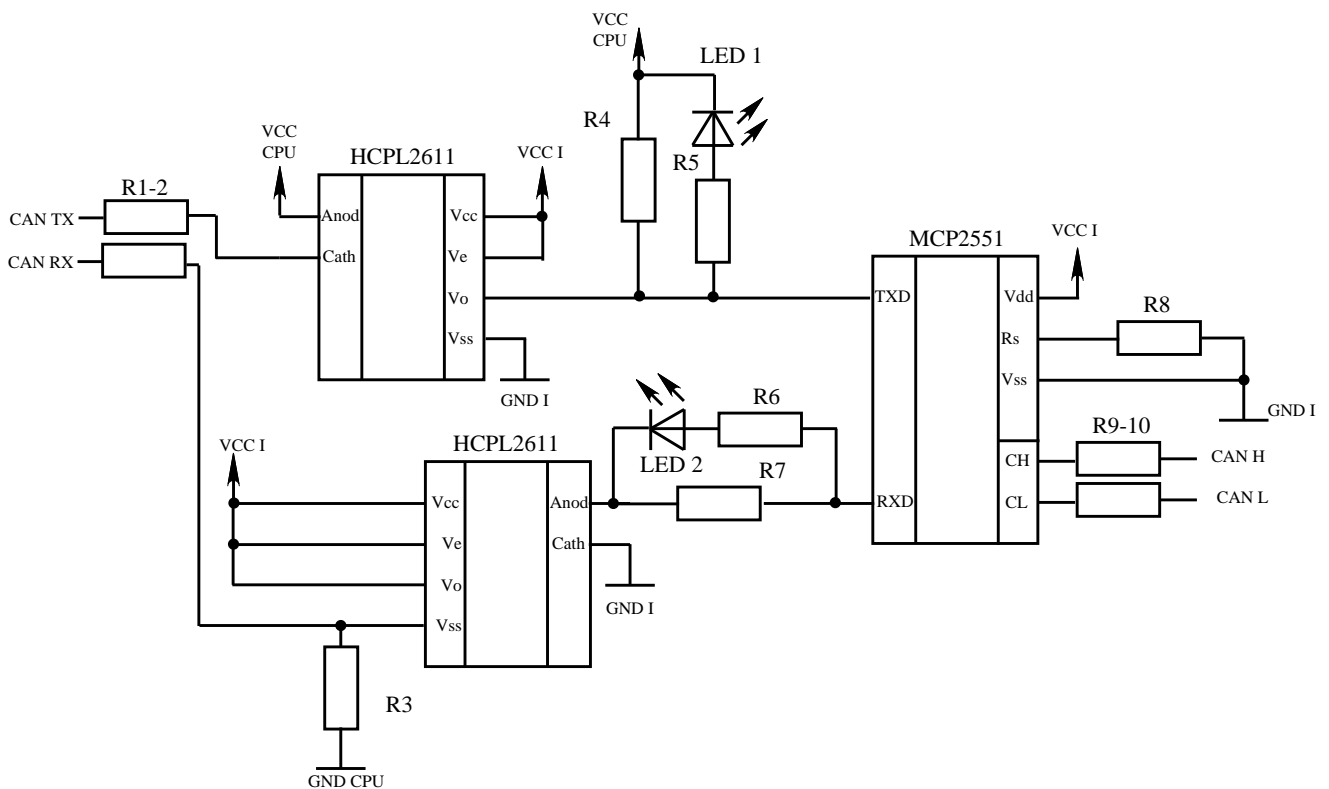


Рисунок 9 – Принципова схема підсистеми зв'язку

Для можливості перевірки працездатності підсистеми зв'язку під час відновлювальних або профілактичних робіт на платі передбачено наявність індикаторних світлодіодів LED1 та LED2. Оскільки строк служби світлодіодів не розрахований на весь строк експлуатації модуля, паралельно до світлодіодів існує резисторне коло, що продовжить передавати інформацію при обриві світлодіодів.

Передача даних за допомогою CAN інтерфейсу здійснюється за допомогою кадру. Корисна інформація у кадрі складається з ідентифікатора, довжиною 11 біт і поля даних, довжиною до 8 байт. Ідентифікатор слугує для визначення порядку пріоритетності інформації [9].

Шина CAN має два стани: доміантний (рівень логічного 0) і рецесивний (рівень логічної 1). Оскільки передача доміантного біту перекриває передачу рецесивного біту, на цьому принципі було створено пріоритетність повідомлення. Рівень пріоритетності повідомлення,

залежить від значення ідентифікатора, при чому чим більше старших бітів має значення логічного 0, тим більш пріоритетним є повідомлення.

Під час передачі ідентифікатора в лінію зв'язку відбувається одночасне зчитування інформації з лінії зв'язку. При одночасній передачі ідентифікаторів різних джерел у лінії зв'язку буде передаватися домінуючий біт. Тому, якщо при передачі рецесивного біту відбувається зчитування домінуючого біту, подальша передача сигналу призупиняється і починається з початку при вільності лінії зв'язку після передачі більш пріоритетних повідомлень [7, 9].

Проаналізувавши існуючі види зв'язку можна виділити такі протоколи:

- CAN;
- UART (USART);
- IIC;
- 1-Wire;
- RS422;
- RS232;
- SPI;
- RS 485.

Для можливості підключення мікроконтролера до фізичної CAN-лінії необхідно використовувати спеціальні драйвери. При відсутності підтримки CAN інтерфейсу можна використовувати схему, подану на рисунку 10.

Драйвер MCP2551 являє собою фізичний драйвер CAN інтерфейсу. Цей пристрій підтримує роздільну диференціальну передачу і прийом за CAN протоколом, і є повністю сумісний зі стандартом ISO-11898. Номінальна вихідна напруга фізичної лінії досягає 24 В. Швидкість передачі може досягати швидкості до 1 Мбіт / с.

Для підключення CAN-лінії до SPI інтерфейсу використовується перетворювач MCP 2515 (рисунок 11). Мікросхема MCP2515 – це

спеціалізований, виділений контролер мережі CAN, який реалізує специфікацію CAN версії 2.0 B. У MCP2515 є 2 маски дозволу і 6 фільтрів, які використовуються для відкидання небажаних повідомлень, що зменшує навантаження на керуючий мікроконтролер. З керуючим мікроконтролером MCP2515 з'єднується через інтерфейс SPI.

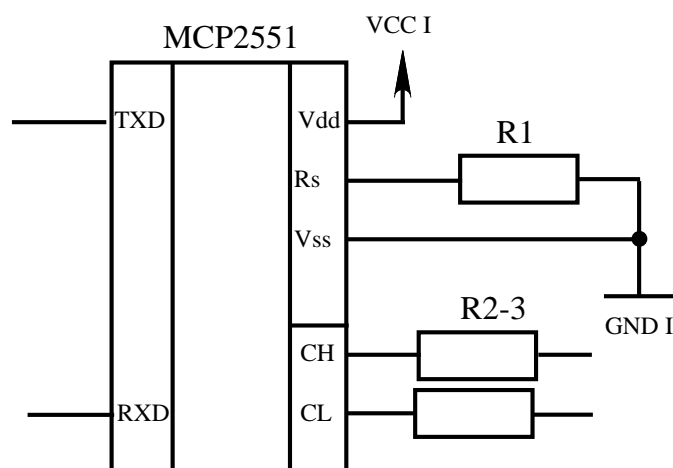


Рисунок 10 – Підключення фізичної CAN-лінії до CAN протоколу

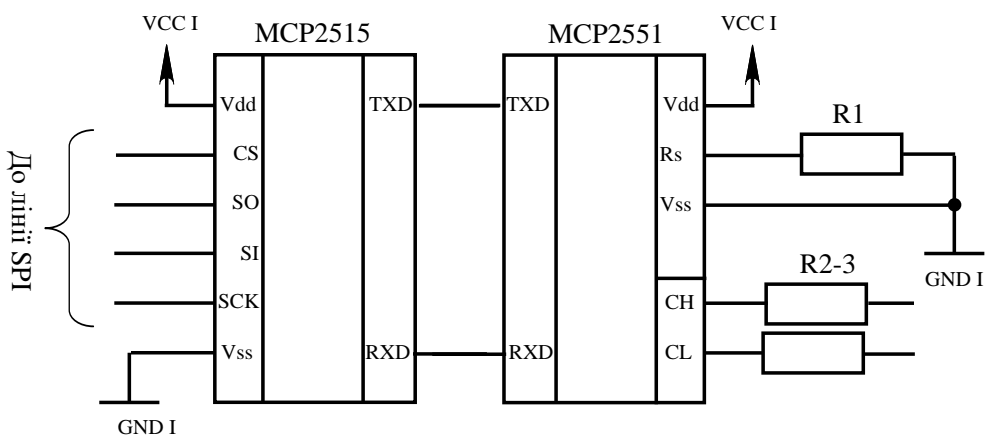


Рисунок 11 – Підключення фізичної CAN-лінії до SPI протоколу

MCP2515 розроблено таким чином, щоб максимально спростити програми, що вимагають підключення до CAN-шині. Пристрій складається

з 3 основних блоків: модуль CAN, який включає в себе систему обробки протоколу CAN, маски, фільтри, буфери передачі і прийому; логіка управління і регістри, які використовуються для конфігурації пристрою і роботи з ним; блок підтримки протоколу SPI.

Для підключення мікроконтролеру до інтерфейсу RS485 використовується схема, що зображена на рисунку 12. Для забезпечення фізичного рівня RS мережі обрано мікросхему MAX485. Мікросхема являє собою прийомопередавач із диференціальними входами/виходами (до лінії) і цифровими портами (до портів мікроконтролера).

Призначення виводів мікросхеми MAX485:

- D (driver) – передавач;
- R (receiver) – приймач;
- DI (driver input) – цифровий вхід передавача;
- RO (receiver output) – цифровий вихід приймача;
- DE (driver enable) – дозвіл роботи передавача;
- RE (receiver enable) – дозвіл роботи приймача;
- A – прямий диференціальний вхід / вихід;
- B – інверсний диференціальний вхід / вихід.

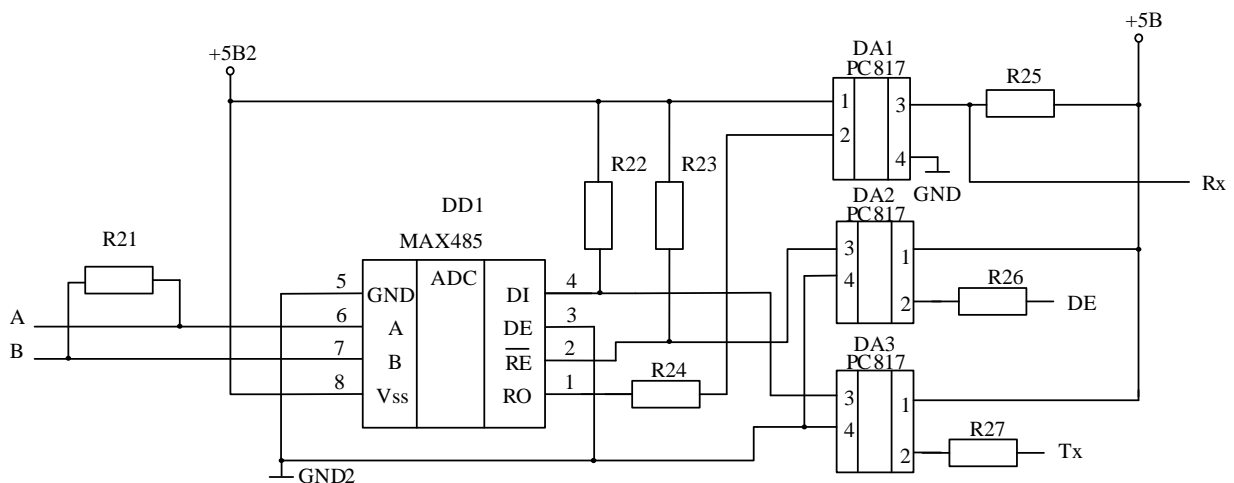


Рисунок 12 – Підключення протоколу RS 485

Цифровий вихід приймача (RO) підключається до порту приймача RX. Цифровий вхід передавача (DI) до порту передавача TX. Оскільки на диференціальній стороні приймач і передавач з'єднані, то під час прийому треба відключати передавач, а під час передачі – приймач. Для цього служать керуючі входи – дозвіл приймача (RE) і дозволу передавача (DE). Так як вхід RE інверсний, то його можна з'єднати з DE і переключати приймач і передавач одним сигналом з будь-якого порту контролера. При рівні "0" – робота на прийом, при "1" – на передачу. Приймач, отримуючи на диференціальних входах (AB) різницю потенціалів (U_{AB}), переводить їх у цифровий сигнал на виході RO. Чутливість приймача становить ± 200 мВ. Тобто, коли $U_{AB} > +200$ мВ – приймач визначає "1", коли $U_{AB} < -200$ мВ – приймач визначає "0". Всі пристрої підключаються до однієї витой пари однаково: прямі виходи (A) до одного дроту, інверсні (B) – до іншого.

Розробка специфікації елементів

Приклад принципової схеми модуля МТС-А розташовано в додатку В. Для визначення типів елементів на принциповій схемі було складено таблицю специфікації елементів (таблиця 5).

Таблиця 5 – Специфікація елементів

Елемент	Тип	Характеристика	Літера
1	2	3	4
Мікросхеми	TMV 05/05	$I_{max} = 200$ мА	TMV 05/05
	MCP3208	$U_f = 5$ В	MCP3208
	MCP2551	$I_{max} = 20$ мА	MCP2551
	PIC18F6585	$U_f = 5$ В $I_{max} = 25$ мА	PIC18F6585
Індикатори	BC311HWA	$U_f = 2.5$ В	BC311HWA
	DC311HWA	$I_f = 20$ мА	DC311HWA

Продовження таблиці 5

1	2	3	4
Оптопарі	PC817	$U_f = 1,3 \text{ В}$ $I_f = 10 \text{ мА}$ $I_c = 13 \text{ мА}$ $U_{ce} = 0,5 \text{ В}$	DA1-DA9
	HCPL2611	$U_f = 1,8 \text{ В}$ $I_f = 10 \text{ мА}$ $I_c = 10 \text{ мА}$ $U_{ce} = 0,5 \text{ В}$	HCPL2611
Стабилитрон	1N4732A	$U_v = 4,7 \text{ В}$ $I_v = 193 \text{ мА}$	VD1 – VD18
Кварц	XTAL	8 МГц	XTAL1
Резистор	SMD 1206	R = 1 К	R1-R4, R11, R31-R38, R51-R58
		R = 500	R5, R7, R9, R12, R14, R16, R70
		R = 750	R6, R8, R13, R15
		R = 10 К	R19
		R = 300	R20-R21, R85-R89
		R = 100	R22
		R = 0	R39, R59
		R = 5 К	RR40, R60, R66, R69, R90-R94-R102
		–	R41, R61
		R = 50	R42, R62
		R = 6 К	R43-R50
		R = 230	R63-R64
R = 400	R65, R103-R110		

Продовження таблиці 5

1	2	3	4
		R = 320	R67, R73
		R = 450	R68, R72
		R = 600	R71
		R = 2,2 К	R74
		R = 5	R75-R76
		R = 200	R77-R84
	C1	R = 63	R23-R30
Конденсатор	SMD 1206	C = 0,05 мкФ	C1
		C = 12 пкФ	C2-C3
		C = 50 мкФ	C4, C7-C8, C11
		C = 1 мкФ	C12-C20
	SMD- -105C	C = 50 мкФ	C5-C6, C9-C10
Транзистори	КТ603Е	U _f = 10 В I _f = 300 мА I _{no} = 15 мА	VT1-VT5
Світлодіод	Led30smd20	U _f = 2 В I _f = 10 мА	LED1 – LED4
Кнопка	0343НІМ	I _f = 50 мА	SA1

4 ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ І ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Після виконання та оформлення курсовий проєкт роздруковується та подається керівнику (членам комісії) на перевірку. До захисту допускаються здобувачі вищої освіти, що виконали курсовий проєкт у повному обсязі. Захист курсового проєкту проводиться комісією у складі не менше двох викладачів. Здобувач вищої освіти має підготувати стислу доповідь, в якій чітко та лаконічно викладаються основні положення курсового проєкту. Головну увагу слід приділити актуальності теми, основним результатам, висновкам і практичним рекомендаціям. Завершивши виступ, здобувач вищої освіти зобов'язаний стисло і разом з тим вичерпно відповісти на питання членів комісії. Питання можуть стосуватися як теми курсового проєкту безпосередньо, так і загальних положень у галузі технології пристроїв систем автоматизації, у тому числі для галузі залізничного транспорту. За змістом і стилем доповіді, відповідями на питання комісія оцінює рівень знань здобувача вищої освіти. Курсовий проєкт оцінюється диференційовано за чотирибальною системою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»), стобальною і міжнародною системою ECTS з урахуванням своєчасності виконання проєкту (етапів), помилок та якості виступу і відповідей на питання [2].

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 Поясніть призначення системи керування, що проєктується, її можливості (характеристики).
- 2 Які функції у складі системи виконують модулі, наведені на структурній схемі системи?
- 3 Як взаємодіють пристрої під час прийому команд керування та у процесі формування пакету контрольної інформації про стан об'єктів?
- 4 Що називають аналоговими і дискретними сигналами? У чому полягає принципова різниця між ними?
- 5 Від чого залежить необхідна кількість модулів того чи іншого типу у складі системи керування?
- 6 Яку інформацію містить технічне завдання на створюваний модуль? Як вимоги ТЗ були враховані під час виконання проєкту і яким чином?
- 7 Які можливі варіанти структури створюваного модуля розглядалися у процесі аналізу відомих схемних рішень?
- 8 Користуючись структурною схемою модуля, поясніть призначення складових частин і їх взаємодію у процесі виконання модулем своїх функцій.
- 9 «Ідентифікуйте» вузли, позначені на структурній схемі, і фрагменти електричної принципової схеми, що їм відповідають.
- 10 Користуючись електричною принциповою схемою модуля, поясніть призначення електричних кіл з'єднувача (роз'єму) з боку крос-плати.
- 11 На які входи/кола вузла прив'язки необхідно подати напругу 5 В, щоб запроектований модуль «був впевнений», що його встановлено на місце 1, 2, 3...7 в крейті?
- 12 Як організовано живлення модулів введення-виведення у складі комплексу лінійного пункту?
- 13 Чому живлення процесорної частини модуля і інтерфейсної здійснюється від гальванічно ізольованих джерел?

14 Підключіть до схеми модуля об'єкт керування. Поясніть, як мікроконтролер модуля може вплинути на його стан (в модулях ТУ, ТВ).

15 Підключіть до схеми модуля об'єкт контролю. Поясніть, як мікроконтролер модуля «дізнається» про його стан (в модулі ТС).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення /за заг. ред. Л. М. Козара. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 58 с.

2 Положення про організацію освітнього процесу в Українському державному університеті залізничного транспорту. Харків: УкрДУЗТ, 2019. 77 с.

3 Графічне оформлення схем електричних принципів: Методичні вказівки до практичних занять / С. В. Балашов, Л. М. Благородна, Г. С. Тен. Дніпропетровськ: НГУ, 2010. 30 с.

4 Мікропроцесорна диспетчерська централізація «КАСКАД»: навч. посібник / М. І. Данько та ін. Харків, 2005. 176 с.

5 PIC18F6585/8585/6680/8680 Data Sheet. URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30491c.pdf>.

6 MCP 3204/3208 Data Sheet. URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21298c.pdf>.

7 MCP 2551 Data Sheet. URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21667f.pdf>.

8 HCPL2611 Data Sheet. URL: <http://www.mouser.com/ds/2/149/HCPL2611-1010472.pdf>.

9 Introduction to the Controller Area Network (CAN). URL: <https://www.ti.com/lit/an/sloa101b/sloa101b.pdf>.

Додаток А

Бланк завдання

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»: _____

Зав. кафедри Сотник В. О.

ЗАВДАННЯ

на курсовий проєкт з дисципліни “Технології розробки пристроїв та систем керування рухом поїздів ”

Тема: «Розроблення апаратного забезпечення модуля взаємодії з пристроями СЦБ мікропроцесорної системи кодового керування»

Здобувачу освіти групи _____

Прізвище, ім'я, по батькові

завдання видане _____ термін виконання _____

1 Вихідні дані для розроблення модуля

1.1 Назва модуля _____

1.2 Кількість входів/виходів __ (N...) _____

1.3 Максимальний комутований (вихідний) струм (для МТУ, МТВ) _____

1.4 Максимальна комутована (вихідна) напруга(для МТУ, МТВ) _____

1.5 Рівень логічного “0” _____, рівень логічної “1” _____ (для МТС)

1.6 Характер навантаження (для МТУ, МТВ) _____

1.7 Тип вхідної напруги (для МТС) _____

1.8 Інтерфейс для зв'язку з процесорним модулем _____

1.9 Конструктивне виконання модуля _____

1.10 Напруга живлення процесорної частини _____

1.11 Напруга живлення інтерфейсної частини _____

1.12 Розрядність ідентифікатора _____

1.13 Додаткові вимоги: _____

2 Вихідні дані для розроблення структури системи керування

2.1 Максимальна відстань від поста контролю (робочого місця оператора)

до керованої станції _____

2.2 Кількість дискретних (двопозиційних) об'єктів контролю _____

2.3 Кількість об'єктів керування _____

2.4 Кількість аналогових (неперервних) сигналів, що підлягають контролю _____

2.5 Кількість відповідальних об'єктів керування _____

3 ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

№ п/п	Назва розділу	%	Термін виконання
	Реферат		
	Вступ		
1	Аналіз вихідних даних і розробка структурної схеми системи керування і контролю	5	
2	Розробка технічного завдання на створення модуля взаємодії системи керування з виконавчими пристроями систем ЗАТ (за індивідуальним завданням)	5	
3	Аналіз відомих схемних рішень щодо побудови і функціонування аналогів створюваного пристрою	5	
4	Розробка структурної схеми модуля	10	
5	Обґрунтування вибору елементної бази для створення модуля	5	
6	Розроблення електричної принципової схеми модуля	60	
	6.1 Розробка процесорної частини		
	6.2 Розробка пристроїв узгодження (Розрахунок параметрів елементів каналів введення-виведення інформації)		
	6.3 Розробка схем вузлів синхронізації і тактування, прив'язки, індикації		
	6.4 Розробка підсистеми зв'язку		
7	Розробка специфікації елементів	10	
	Висновки		
	Список літератури		
	Додатки		

В пояснювальній записці до курсового проєкту необхідно обґрунтувати вибір тих чи інших схемних рішень, стисло пояснити роботу розроблюваних схем.

Обсяг пояснювальної записки – не більше 35 стор.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України (НТП). Київ, 2003.
- 2 Колонтаєвський Ю. П., Сосков А. Г. Електроніка і мікросхемотехніка: підручник / за ред. А. Г. Соскова. Вид. 2-ге. Київ: Каравела, 2009.
- 3 Графічне оформлення схем електричних принципів. Методичні вказівки до практичних занять / С. В. Балашов, Л. М. Благородна, Г. С. Тен. Дніпропетровськ: НГУ, 2010. 30 с.
- 4 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення. Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Харків, УкрДАЗТ, 2014. 38 с.

Завдання видав

Завдання одержав

Додаток Б
Вихідні дані

Номер варіанту обирається за вказівкою викладача. Дата здачі на перевірку та захист визначається навчальним планом та викладачем

1 Вихідні дані для розроблення модуля

№ вар.	Назва модуля	Кількість входів/виходів	Максимальний комутований (вихідний) струм (для МТУ, МТВ)	Максимальна комутована (вихідна) напруга (для МТУ, МТВ)	Рівень логічного "0" / рівень логічної "1" (для МТС)	Характер навантаження (для МТУ, МТВ)	Тип вхідної напруги (для МТС)
1	МТС	24	-	-	<10В / >12В	-	постійна, змінна
2	МТУ	16	1 А	50 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
3	МТВ	8	0,5 А	24 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
4	МТС	32	-	-	<8В / >10В	-	постійна, змінна
5	МТУ	12	2 А	70 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
6	МТВ	10	0,3 А	27 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
7	МТС	20	-	-	<12В / >14В	-	постійна, змінна

№ вар.	Назва модуля	Кількість входів/виходів	Максимальний комутований (вихідний) струм (для МТУ, МТВ)	Максимальна комутувана (вихідна) напруга (для МТУ, МТВ)	Рівень логічного "0" / рівень логічної "1" (для МТС)	Характер навантаження (для МТУ, МТВ)	Тип вхідної напруги (для МТС)
8	МТУ	10	3 А	65 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
9	МТВ	8	0,5 А	24 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
10	МТС	16	-	-	<10В / >12В	-	постійна, змінна
11	МТУ	16	1 А	65 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
12	МТВ	8	0,2 А	20 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
13	МТС	24	-	-	<8В / >10В	-	постійна, змінна
14	МТУ	32	1,5 А	75 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
15	МТВ	12	0,4 А	16 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
16	МТС	32	-	-	<12В / >14В	-	постійна, змінна
17	МТУ	24	2,5 А	85 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
18	МТВ	10	0,6 А	14 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
19	МТС	28	-	-	<10В / >12В	-	постійна, змінна
20	МТУ	20	3,5 А	45 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-

№ вар.	Назва модуля	Кількість входів/виходів	Максимальний комутований (вихідний) струм (для МТУ, МТВ)	Максимальна комутувана (вихідна) напруга (для МТУ, МТВ)	Рівень логічного "0" / рівень логічної "1" (для МТС)	Характер навантаження (для МТУ, МТВ)	Тип вхідної напруги (для МТС)
21	МТВ	16	0,1 А	24 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
22	МТС	30	-	-	<8В / >10В	-	постійна, змінна
23	МТУ	26	1 А	55 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
24	МТВ	8	0,6 А	25 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
25	МТС	32	-	-	<12В / >14В	-	постійна, змінна
26	МТУ	24	2 А	40 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
27	МТВ	8	0,4 А	30 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
28	МТС	22	-	-	<10В / >12В	-	постійна, змінна
29	МТУ	14	3 А	60 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
30	МТВ	10	0,6 А	27 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-
31	МТС	34	-	-	<8В / >10В	-	постійна, змінна
32	МТУ	20	1,5 А	80 В	-	<u>активне, індуктивне</u>	-

Продовження додатка Б

2 Вихідні дані для розроблення модуля (продовження)

№ вар.	Інтерфейс для зв'язку з процесорним модулем	Конструктивне виконання модуля	Напруга живлення процесорної частини	Напруга живлення інтерфейсної частини	Розрядність ідентифікатора
1	2	3	4	5	6
1	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	10 біт
2	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	8 біт
3	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	10 біт
4	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	6 біт
5	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	8 біт
6	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	10 біт
7	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	8 біт
8	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	10 біт
9	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	6 біт
10	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	8 біт
11	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	10 біт
12	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	8 біт
13	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	10 біт
14	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	6 біт
15	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	8 біт
16	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5В	5В	10 біт

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6
17	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	8 біт
18	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	10 біт
19	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	6 біт
20	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	8 біт
21	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	10 біт
22	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	8 біт
23	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	10 біт
24	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	6 біт
25	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	8 біт
26	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	10 біт
27	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	8 біт
28	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	10 біт
29	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	6 біт
30	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	8 біт
31	RS-485	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	10 біт
32	CAN B2.0	слотове, плата 100x160мм	5B	5B	8 біт

Додаткові вимоги: з'єднувач для підключення до крос-плати крейту – DIN64; підключення зовнішніх кіл через з'єднувач з боку лицьової панелі; кола живлення процесорної частини вивести на клеми 01а, 01с(+), 02а, 02с(-), кола живлення інтерфейсної частини вивести на клеми 20а, 20с(+), 21а, 21с(-); шини зв'язку з процесорним модулем 23а, 23с(+), 24а, 24с(-); зовнішні кола вузла прив'язки (адресні перемички) вивести на клеми 11а, 11с, 12а, 12с, 13а, 13с, 14а, 14с.

Продовження додатка Б

3 Вихідні дані для розроблення структури системи керування

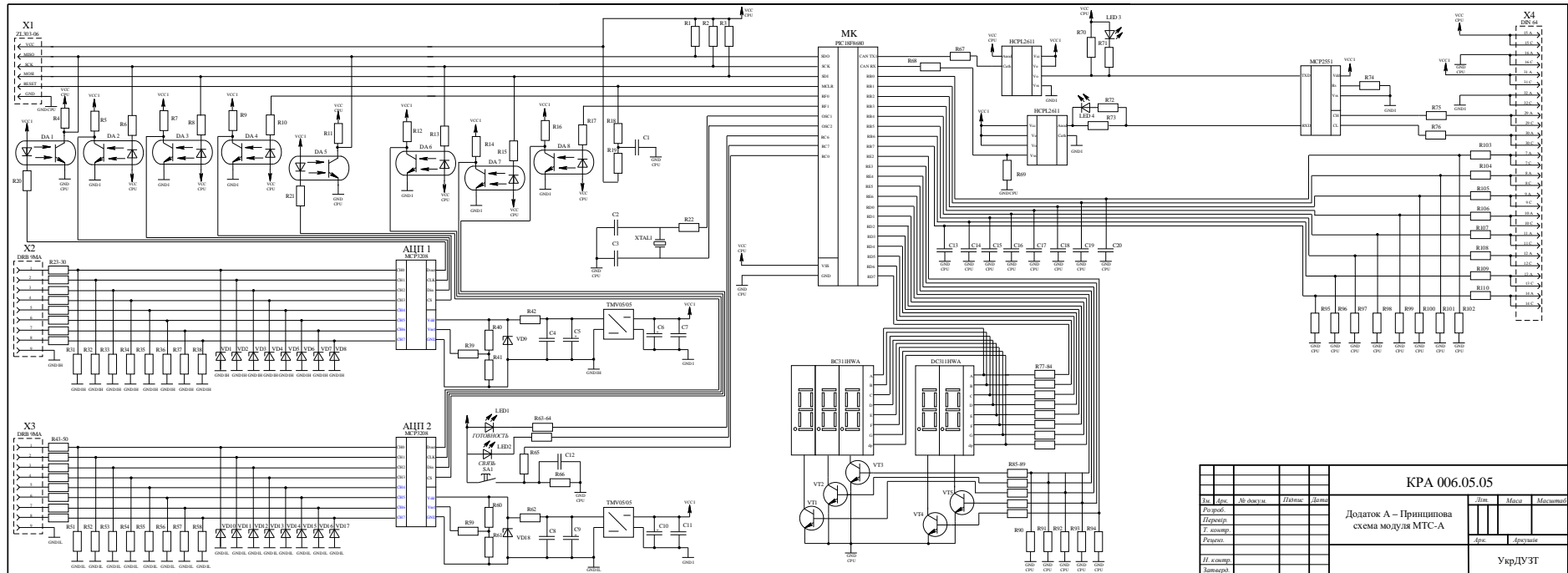
№ вар.	Максимальна відстань від поста контролю (робочого місця оператора) до керованої станції, км	Кількість дискретних (двопозиційних) об'єктів контролю	Кількість об'єктів керування	Кількість аналогових (неперервних) сигналів, що підлягають контролю	Кількість відповідальних об'єктів керування
1	2	3	4	5	6
1	30	60	30	2	6
2	25	55	25	4	4
3	20	50	20	3	5
4	15	45	15	5	3
5	17	46	17	4	6
6	19	49	19	1	4
7	21	52	21	2	5
8	23	56	23	3	3
9	25	61	25	2	6
10	27	62	27	4	4
11	30	57	30	3	5
12	33	53	33	5	3
13	35	48	35	4	6
14	32	43	32	1	4
15	29	44	29	2	5
16	26	49	26	3	3

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6
17	23	54	23	2	6
18	20	59	20	4	4
19	17	64	17	3	5
20	15	63	15	5	3
21	34	58	34	4	6
22	31	51	31	1	4
23	28	46	28	2	5
24	25	57	25	3	3
25	22	62	22	2	6
26	19	42	20	4	4
27	18	47	17	3	5
28	15	51	15	5	3
29	16	59	34	4	6
30	32	40	31	1	4
31	21	45	28	2	5
32	28	44	24	3	3

Додаток В

Принципова схема модуля МТС-А



КРА 006.05.05				
Дя.	Др.	В. доц.и.	Полков.	Действ.
Додаток А – Принципова схема модуля МТС-А				
І. автор		Арх.		
ІІ. список		Архивити		
УкрДУЗТ				

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт, виконання курсового та
дипломного проектування
з дисципліни
«ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

Відповідальний за випуск Щєбликіна О. В.

Підписано до друку 19.03.2024 р.

Умовн. друк. арк. 3,0. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет

залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.