

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається

Завідувач кафедри

_____ Скарга-Бандурова І. С.

«_____» _____ 20__р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

НА ТЕМУ:

Система контролю температури букс, моторно-осьових підшипників
тягових двигунів тепловоза

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”

Напрямок підготовки 6.050102 – “комп’ютерна інженерія”

Керівник проекту:

(підпис)

Недзельський Д. О.

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Критська Я. О.

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

Ботнар Д. О.

(ініціали, прізвище)

Група:

КІ-15д

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки
Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Напрямок підготовки 6.050102 – “комп'ютерна інженерія”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
_____ І. С. Скарга-Бандурова
«___» _____ 20___ р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА**

Ботнару Денису Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Система контролю температури букс, моторно-осьових підшипників тягових двигунів тепловоза

керівник проекту Недзельський Д.О., к.т.н., доцент

(прізвище, ініціали, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “___” _____ 2019 р. № _____

2. Термін подання студентом проекту 14.06.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту матеріали переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Аналіз та механізм роботи тепловоза 2TE116; Аналіз та вибір компонентів для моніторингу температурних показників букс, МОП; Розробка блок-схем програм; Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)
Електронні плакати

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Критська Я. О., ст. викл. Кафедри комп'ютерних наук та інженерії		

7. Дата видачі завдання: _____

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Отримання завдання, збір матеріалів	2.05 – 4.05	
2.	Вивчення відповідної літератури	5.05 – 10.05	
3.	Розроблення технічного завдання	6.05 – 8.05	
4.	Розгляд існуючих рішень щодо вирішення задачі	9.05 – 13.05	
6.	Вибір компонентів для розробки системи	14.05 – 27.05	
7.	Розробка блок-схем програм	28.05 – 1.06	
8.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	2.06 – 8.06	
9.	Оформлення пояснювальної записки	9.06 – 13.06	

Студент

_____ (підпис)

Ботнар Д. О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ (підпис)

Недзельський Д.О.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту бакалавра: 89 с., 35 рис., 12 табл., 24 бібліографічних джерел посилань, 1 додаток.

Мета роботи — розроблення системи контролю температури букс, моторно-осьових підшипників тягових двигунів тепловоза.

В проекті виконано:

1. Здійснено аналіз та розібрано механізм роботи колісно-моторного блока тепловоза 2ТЕ116.
2. Здійснено аналіз функціональних блоків системи та обрано необхідні компоненти для їх розробки.
3. Розроблено блок-схеми основних програм.
4. Розроблено заходи щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Результатом є система для контролю температури букс, моторно-осьових підшипників, яка відцифровує температуру і порівнює її із граничними станами та запалює світлодіоди на панелі інформації відповідними кольорами цих станів. У разі перенагріву будь-якого підшипника система сповіщує машиніста завдяки сигнальному динаміку, який можна скинути звдяки кнопці.

Ключові слова: *тепловоз, букса, моторно-осьовий підшипник, датчик, блок-схема, світлодіод, п'єзодинамік, мікроконтролер.*

Умови одержання роботи: 93406. м. Сєвєродонецьк, пр-кт Центральний, 59а, СНУ ім. В. Даля

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТА МЕХАНІЗМ РОБОТИ ТЕПЛОВОЗА 2ТЕ116	10
1.1 Призначення та структура тепловоза 2ТЕ116.....	10
1.2 Колісно-моторний блок.....	11
1.2.1 Загальні відомості.....	11
1.2.2 Тяговий електродвигун ЕД-118	12
1.2.3 Колісні пари	13
1.2.4 Призначення букс та підшипників	15
1.2.5 Моторно-осьові підшипники	17
1.3 Технічне завдання на розробку.....	20
Висновки до розділу 1.....	20
РОЗДІЛ 2 ВИБІР ТА АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ МОНИТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ БУКС ТА МОП.....	22
2.2 Датчики	22
2.2.1 Вибір типу датчика.....	22
2.2.2 Загальні відомості про датчик DS1825U	23
2.2.3 Огляд датчика	24
2.2.4 Вимірювання температури.....	26
2.2.6 Живлення датчика	28
2.2.7 Пам'ять.....	30
2.2.7.1 Регістр конфігурації	31
2.2.7.2 Генерація CRC	31
2.2.8 Послідовність транзакцій.....	33
2.2.8.1 Загальні відомості про транзакції.....	33
2.2.9.2 Ініціалізація.....	33

2.2.9.3 ПЗУ команди.....	34
2.2.9.4 Функціональні команди датчика DS1825U.....	36
2.2.9 Процедура побудови довідника та програмування адресів датчика на шині.....	37
2.3 Панель інформації.....	39
2.3.1 Вибір та аналіз компонентів для відображення інформації.....	39
2.3.2 Вибір світлодіода та його характеристика.....	40
2.3.3 Вибір семисегментного індикатора.....	45
2.4 Динамік.....	47
2.4.1 Вибір сигнального динаміка.....	47
2.5 Кнопка.....	49
2.5.1 Вибір кнопки скидання сигналу.....	49
2.6 Система контролю температурних показників.....	51
2.6.1 Вибір контролера.....	51
2.6.2 Загальні відомості про мікроконтролер.....	51
2.6.3 Опис контактів.....	54
2.6.5 Таймер-лічильник.....	55
2.6.5.1 Загальні відомості про 16-розрядний таймер-лічильник.....	55
2.6.5.2 Опис регістрів 16-розрядного таймера-лічильника.....	56
2.6.6 Переривання.....	59
Висновки до розділу 2.....	60
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА БЛОК-СХЕМ ПРОГРАМ.....	61
3.1 Структурна схема.....	61
3.2 Блок-схеми програм.....	61
Висновки до розділу 3.....	66

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	67
4.1 Вимоги до приміщення	67
4.2 Навантаження та напруженість процесу праці	67
4.3 Пожежна безпека	69
4.4 Електробезпека	71
4.5 Розрахунки	72
4.5.1 Розрахунок освітлення	72
4.5.2 Розрахунок захисного заземлення	73
Висновки до розділу 4.....	78
ВИСНОВКИ	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	81
ДОДАТОК А ПРЕЗЕНТАЦІЯ	84

ВСТУП

Безпека — це стан захищеності сьогодення і майбутнього окремої людини, групи осіб, процесів або об'єктів від будь-яких несприятливих впливів. Важливо відзначити, що нормальний розвиток людини, групи осіб або будь-яких процесів можливо тільки в умовах безпечного існування. При відсутності належних норм безпеки або розвитку не відбуватиметься взагалі, або будуть йти процеси деградації, що переходять в смерть.

Небезпека є основою для створення систем безпеки. Для визначення її ступеня і оцінки в науці введено поняття ризику. Під ризиком розуміють можливість настання деякої несприятливої події, що тягне за собою різного роду втрати: смерть, отримання фізичної травми, втрата майна, отримання доходів нижче очікуваного рівня.

Існування самого поняття “ризик” пов'язано з неможливістю з точністю до ста відсотків прогнозувати майбутнє. Ризик має місце тільки по відношенню до майбутнього і нерозривно пов'язаний з прогнозуванням і плануванням, а значить і з прийняттям рішень. Так, в професійних системах безпеки ризик величиною в десять відсотків вважається досить високим.

На сьогодні більшість людей не можуть обходитися без дальніх подорожей на автомобілях, літаках, автобусах, лайнерах, а також поїздах. В більшості українці віддають перевагу останнім для пересування по всій Україні та в сусідні країни, тому що комфорт в комбінації із ціною мають велике значення. Не виключенням стало і транспортування природних ресурсів, що без сумніву, дуже вигідно, просто, економно і надійно. На прикладі вугілля можна зрозуміти чому тепловози — найкращий вибір. Перевезення за допомогою автомобіля — це складний процес, який складається з ряду операцій: навантаження, переміщення, вивантаження. Вугілля в свою чергу, це дуже специфічний вантаж, при його неправильному навантаженні спостерігаються істотні втрати при транспортуванні, особливо на тривалих відстанях. Тому необхідно дуже ретельно підходити до вибору транспортного

засобу, щоб не втратити в якості, адже роздроблену сировину цінують значно нижче. Для найбільшої ефективності транспортування твердого палива необхідно враховувати максимальну комфорті для дороги транспортні засоби, їх вантажопідйомність. Більшість ТЕС (теплоелектроцентрально) працюють саме на вугіллі, яке на даний час постачається тепловозами за формулою “Роттердам плюс”. Тому кожна копійчина на рахунку.

Для розробки надійний та якісних систем безпеки сучасна наука йде по шляху створення різних моделей, в яких враховуються різні чинники впливу на залізничний транспорт та їх взаємодії між собою. Схемотехніка та інженерія використовує передові технології та впроваджує у свої розробки. В результаті бурхливого розвитку технологій на сьогодні можна розробити системи, що забезпечують регулярні перевезення тепловозами високою надійністю і економічністю для постачальника та заказчика.

Мета бакалаврської роботи — розроблення системи контролю температури букс, моторно-осьових підшипників тягових електродвигунів для тепловозів 2ТЕ116.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТА МЕХАНІЗМ РОБОТИ ТЕПЛОВОЗА 2ТЕ116

1.1 Призначення та структура тепловоза 2ТЕ116

Тепловоз 2ТЕ116 — вантажний магістральний тепловоз. Керується з будь-якого поста кабіни, яких всього дві. Вони з'єднанні автозчепленням СА-3. Із секції в секцію можна переходити використовуючи двері та переходний майданчик, закритий гумовим суфле, які наявні в задній стінці секції.

Передні вікна кабіни з широкими безосколковими стеклами забезпечують гарну видимість шляху. Кабіна обладнана кондиціонером, опалювально-вентиляційної установкою, швидкостеміром, локомотивною сигналізацією і автостопом безперервної дії. На тепловозі встановлені дизелі 1А-5Д49, тягові генератори ГС-501А, збудники ВС-650, стартер-генератори СТГ-5, акумуляторні батареї 68ТПЖНК-250. Для випрямлення струму використані установки УВКТ-5, що мають в кожному плечі десять паралельних ланцюгів, в яких включено по два вентиля ВЛ-200-8, послідовно. Загальна кількість вентилів установки — 240. Агрегат, що складається з дизеля 1А-5Д49 і тягового генератора ГС-501А, називається 1А-9ДГ. Є тягові електродвигуни ЕД-118. Дизель-агрегат складається з 16-циліндрового чотиритактного дизеля 5Д49 і тягового агрегату змінного струму, з'єднаних пластинчастої муфтою, а так само з стартера-генератора, встановленого на тяговому агрегаті. Тяговий агрегат складається з тягового та допоміжного синхронних генераторів, змонтованих в одному корпусі. Допоміжний генератор пасажирського виконання тепловоза через випрямляч забезпечує енергопостачання пасажирського поїзда напругою 3000 В постійного струму потужністю 575 кВт з кожної секції на номінальному режимі. На тепловозах як пасажирського, так і вантажного виконань він подає енергію на збудження тягового генератора та привід електродвигунів допоміжних механізмів. Використання в приводах допоміжних механізмів електродвигунів змінного струму, безколекторних і простих по влаштуванню, дозволяє зменшити масу і габарити тепловоза, скоротити експлуатаційні витрати, а також підвищити надійність тепловоза в експлуатації.

На тепловозі передбачено застосування мікропроцесорної системи управління електричною передачею і діагностики. Ходова частина тепловоза складається з двох безщелепних тривісних візків з індивідуальним приводом колісних пар і опорно-осьовим підвішуванням тягових електродвигунів. Тягове зусилля передається одноступінчастою передачею з пружним зубчастим колесом.

На рисунку 1.1 приведений тепловоз 2ТЕ116.



Рисунок 1.1 — Тепловоз 2ТЕ116

1.2 Колісно-моторний блок

1.2.1 Загальні відомості

Цей блок необхідний для претворення електричної енергії в механічну і передачі її від тягового електродвигуна через тяговий редуктор до осей тепловоза. Він складається з наступних вузлів:

- тяговий електродвигун;
- колісна пара;
- дві повідкові букси;

- осьові підшипники;
- тягова передача.

Однією стороною електродвигун опирається на ось колісної пари через осьові підшипники, а з іншої упруго-опорним приливом через пружину.

1.2.2 Тяговий електродвигун ЕД-118

Тяговий електродвигун призначений для приводу колісних пар тепловоза і представляє із себе чотириполюсну реверсивну машину постійного струму послідовного збудження. Він виконаний для опорно-осьової підвіски та має один вільний конусний кінець для передачі крутного моменту на ось колісної пари через зубчасту передачу. Електродвигун виконаний на двох підшипникових щитах та с підшипниками кочення. Підключення двигуна до електричної схеми відбувається за допомогою проводів установлених на клицях.

Схема тягового електродвигуна ЕД-118 приведена на рисунку.1.2.

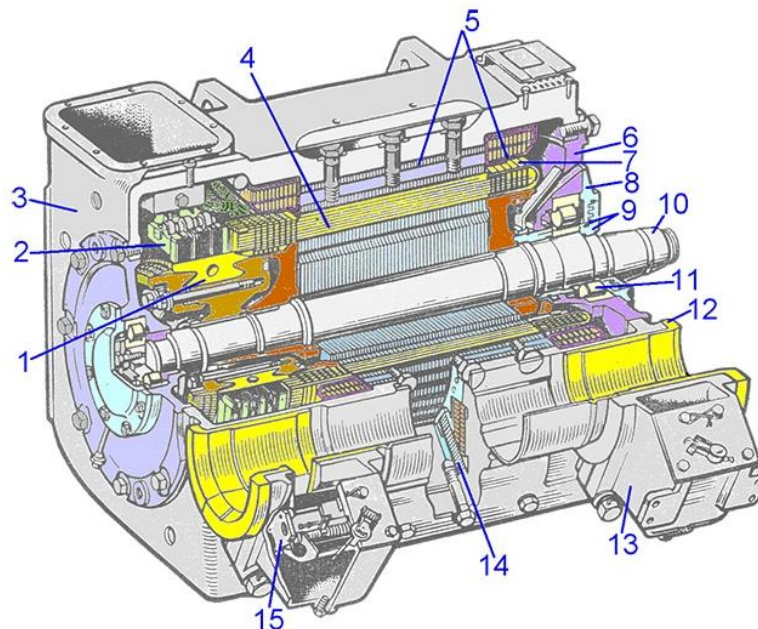


Рисунок 1.2 — Тяговий електродвигун ЕД-118

Тяговий електродвигун складається із наступних елементів:

- колектор (1);
- щіткотримач (2);
- остов (3);
- якір (4);
- головний полюс (5);
- підшипниковий щит (6);
- бандаж (7);
- кришка підшипника (8);
- лабіринтові кільця (9);
- вал (10);
- роликовий підшипник (11);
- моторно-осьовий підшипник (12);
- букса моторно-осьового підшипника (13);
- додатковий полюс (14);
- польстер (15).

1.2.3 Колісні пари

Колісні пари тепловоза сприймають і передають на рейки вагу кузова, візків з усім обладнанням, а також власну вагу з деталями, змонтованими безпосередньо на колісних парах. При русі тепловоза кожна колісна пара, взаємодіючи з рейкової колією, сприймає удари, породжувані нерівностями шляху та в свою чергу сама жорстко впливає на шлях. Крім того, колісній парі передається крутний момент тягового електродвигуна, а в місці контакту коліс з рейками реалізуються сили тяги і гальмування. Величина, характер впливу статичних і динамічних сил залежать від умов руху та стану рейкового шляху, конструкції і параметрів ходової екіпажної частини тепловоза. Таким чином, колісна пара є одним з відповідальних вузлів ходової екіпажної частини, від стану якої залежить безпека руху поїздів. У зв'язку з цим до вибору матеріалу,

виготовлення окремих елементів і формування колісної пари пред'являються особливі вимоги. В умовах експлуатації за колісними парами необхідний ретельний догляд та їх своєчасні огляди і ремонт.

Схема уніфікованих колісних пар наведена на рисунку 1.3.

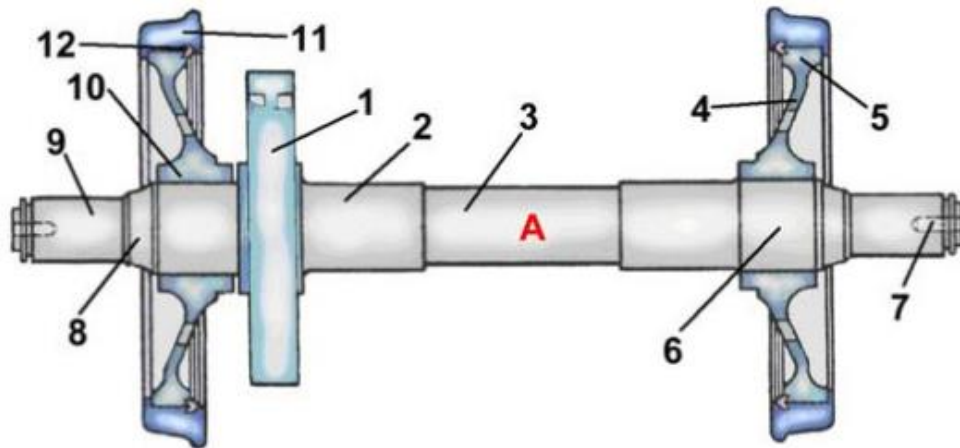


Рисунок 1.3— Уніфікована колісна пара

Уніфіковані колісні пари складаються із наступних елементів:

- зубчасте колесо (1);
- шийка осі під моторно-осьові підшипники (2);
- середня частина осі (3);
- диск колісного центру (4);
- обід колісного центру (5);
- подступічна частина осі (6);
- центровий отвір (7);
- предподступічна частина осі (8);
- шийка осі під буксовий підшипник (9);
- маточина колісного центру (10);
- бандаж (11);
- бандаже кільце (12).

1.2.4 Призначення букс та підшипників

Буксами називаються вузли ходової частини, призначені для передачі через підшипники вертикального навантаження на обертові осі колісних пар, а також для передачі поздовжніх горизонтальних сил від буксових шийок колісних пар. Одночасно букси сприймають і передають на раму бічні зусилля, направляють рух колісної пари в кривих ділянках колії. Під буксовими вузлом розуміють комплект деталей, що складається з корпусу букси з кришкою, підшипників, упорів і ущільнюючих пристроїв.

Основною частиною букс є підшипники, в яких обертаються шийки осей. Підшипники можуть бути двох типів: тертя ковзання і тертя кочення. Підшипники ковзання прості як пристрій, але вимагають ретельного догляду в експлуатації: контролю за наявністю мастила, станом підбиття і мають більш високі показники сили, що діють на шийку осі та підшипник букси опором руху. Такі підшипники встановлювалися тільки на перших серійних вітчизняних тепловозах. Всі сучасні тепловози мають букси з роликowymi підшипниками кочення. Букси з підшипниками кочення більш надійні, не потребують повсякденного спостереження, мають менший опір руху.

Умови роботи букс і їх підшипників на сучасних тепловозах дуже складні. Букси передають великі статичні навантаження від верхньої будови тепловоза (до 100-120 кН на буксу). Ці навантаження при русі локомотива зростають ще на 30-50% через коливання відцентрових сил в кривих та ударів на стиках рейок.

Буксовий вузол показаний на рисунку 1.4.

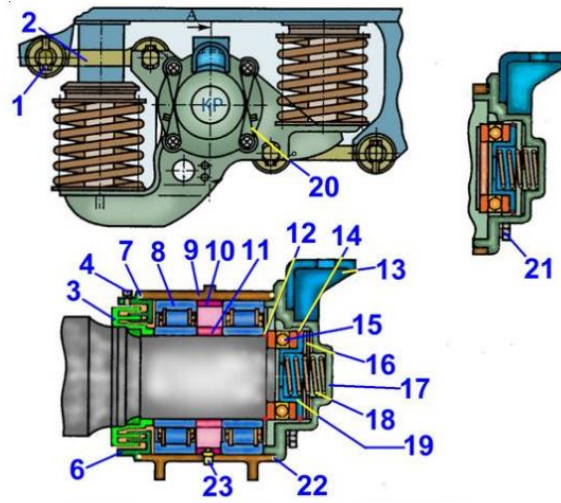


Рисунок 1.4 — Буксовий вузол

Буксовий вузол складаються із наступних елементів:

- болти (1,21);
- поводок (2);
- лабіринтове кільце (3);
- стопорний болт (4);
- задня кришка (6);
- шовковий шнур (7,22);
- роликовий підшипник (8);
- корпус букси (9);
- дистанційні кільця (10,11);
- стопорні кільця (12,14);
- кронштейн (13);
- упругий шариковий підшипник (15);
- амортизатор (16);
- передня кришка (17);
- пружина (18);
- упор (19);
- контровочний дріт (20);
- конічна пробка (23);

1.2.5 Моторно-осьові підшипники

Моторно-осьові підшипники (МОП) являють собою другу опору тягового двигуна та забезпечують паралельність осей колісної пари і двигуна (рис.1.5). Розташовуються в двох спеціальних припливах двигуна. Кожен підшипник складається з вкладиша і шапки.

Вкладиш складається з двох половин, відлитих з латуні або бронзи. Внутрішня поверхня вкладиша заливається бабітом з товщиною шару 3,5 мм. Одна половина вкладиша розміщується в горловині припливу тягового двигуна. Інша половина, розташована в горловині шапки осьового підшипника та має вікно, через яке за допомогою вовняного підбиття з робочої камери шапки до шийки осі подається мастило. Середню частину осі закриває кожух з тонкої листової сталі, який захищає моторно-осьові підшипники від бруду і пилу. Для виміру зазору між шийкою осі і вкладишем підшипника в кожусі є два овальних отвори.

З торцевої частини, зверненої до зубчастого колеса, вкладиш має бурт, що обмежує розбіг двигуна на осі колісної пари. Букса, або шапка підшипника виготовляється із сталевого литва. Отвори під вкладиші розточуються спільно з остовом.

Внутрішній об'єм шапки розділений перегородками на три камери, з'єднані між собою каналами: підбивочну, робочу і камеру запасу мастила. Робоча камера додатково з'єднана з камерою запасу мастила перехідним каналом, в нижню частину якого завернутий ніпель. У верхній частині шапки підбивочна камера і заправний отвір щільно закриваються кришками. У нижній частині корпусу є два отвори, у тому числі одне, розташоване проти ніпеля, служить для регулювання його положення, а інше — для спуску мастила з робочої камери.

Робота моторно-осьових підшипників багато в чому залежить від якості гнотової пряжі, тому відбір придатної до використання гнотової пряжі необхідно проводити особливо ретельно. Пряжа не повинна мати запаху прілости і пилу. Пріла, забруднена, коротка, має петлі і з вузлами пряжа до

застосування не допускається. Шапку МОП заправляють мастилом в кількості 4,8 кг (масло осьове — влітку марки “Л”, взимку — марки “З”). Зміну мастила з літньої на зимову і навпаки виробляють на планових видах ремонту при проведенні весняного, і осіннього комісійних оглядах в депо приписки локомотива.

У кожен шапку моторно-осьового підшипника (МОП) заправляють три коси готової пряжі в вертикальному положенні. При цьому дуже важливо вертикально розташувати пасма, за якими піднімається мастило, і пружно притиснути їх до шийки осі вкладиша підшипника. Ось колісної пари, обертаючись, захоплює мастило через вікно вкладиша з промасленим вовняний набивання.

При огляді моторно-осьових підшипників перевіряють надійність кріплення букс до остову, відсутність течі мастила, щільність прилягання кришок.

В процесі експлуатації в моторно-осьових підшипниках можуть виникнути такі несправності: граничні зноси вкладишів моторно-осьових підшипників або їх злами; ослаблення шапкових болтів; тріщини в стінках камер шапок; виплавлення або видавлювання бабіту з вкладишів моторно-осьових підшипників.

До нагрівання або виплавлення моторно-осьового підшипника можуть привести такі причини: брак мастила, неякісне мастило або підбивочний матеріал, неправильний монтаж, потрапляння на поверхні сторонніх часток (стружки, піску і т.д.), неправильна заправка підбиття, затягування волокон підбиття між поверхнями, що труться.

Виявляють нагрів по запаху горілої пряжі на стоянці або на шляху прямування при огляді складу поїзда і локомотива з задньої по ходу руху кабіни. В цьому випадку виймають підбиття, видаляють залишки виплавили бабіту, закладають нову підбиття на місце, попередньо рясно змочивши її свіжою мастилом, а після закладки поливають мастилом зверху і слідують з поїздом до найближчого підстанції технічного обслуговування, де проводиться

ревізія МОП. Нові коси можна взяти з сусідніх шапок МОП (по одній з кожної), переконавшись, що в цих шапках залишилося ще по дві коси.

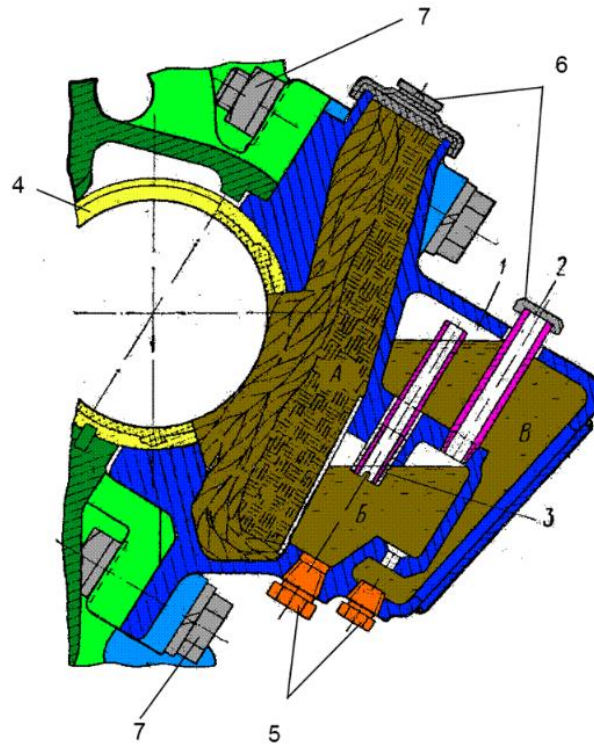


Рисунок 1.5 — Моторно-осьовий підшипник

МОП складається із наступних елементів:

- підбивочний канал (А);
- робочий канал (Б);
- камера запаса мастила (В);
- перехідний канал (1);
- заправний отвір (2);
- ніпель (3);
- вкладиш моторно-осьового підшипника (4);
- два отвори (5);
- кришка (6);
- болт кріплення (7).

1.3 Технічне завдання на розробку

В тепловозі 2ТЕ116 є дві секції, де знаходяться по три колісні пари на які опираються тягові електродвигуни через МОП. На кожній із осей потрібно розмістити по два датчики на підшипникові кришки МОП тягових електродвигунів і буксових відділів. Загалом в одній секції повинно бути підчеплено дванадцять датчиків. Інформацію від датчиків необхідно виводити на панель інформації. У разі наявності критичної температури, система повинна сповістити машиніста або його помічника про перегрів усіх підшипників, що перевищили це значення завдяки звуковому сигналу. Після того, як машиніст прийняв до уваги проблему, яка сталася, йому необхідно скинути сповіщення завдяки кнопці, тому що у разі не тривалого сигналу, машиніст може і не звернути свою увагу. На основі цих даних була створена спрощена структурна схема, яка наведена на рисунку 1.6.

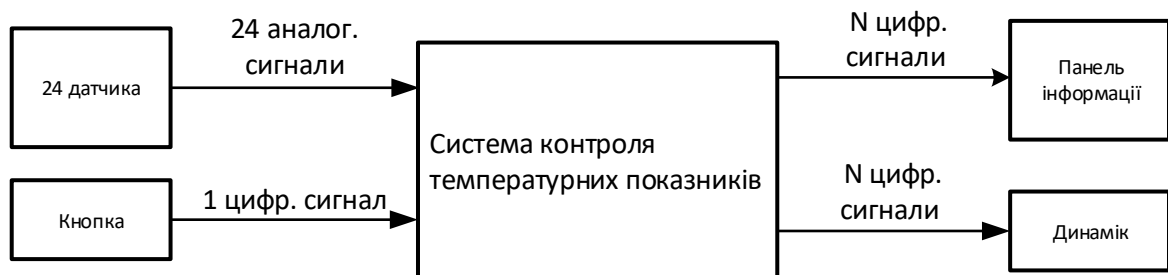


Рисунок 1.6 — Спрощена структурна схема

Висновки до розділу 1

У розділі розглянуто загальну структуру та колісно-мотоний блок тепловоза 2ТЕ116. Визначена залежність роботи тягового електродвигуна від МОП, так само як і залежність роботи колісних пар від роликів підшипників кочення, що знаходяться в буксах. МОП, роликів підшипників є одними із найважливіших елементів в колісно-моторному блоці. До нагріву МОП та роликів підшипників призводять багато різних факторів, що може

призвести до відказу роботи колісних пар, на які опирається електродвигун, а значить і до несправної роботи тепловоза.

На основі проведеного аналізу визначений подальший курс вибору елементів для системи контролю температури букс та моторно-осьових підшипників для тепловозів 2ТЕ116.

РОЗДІЛ 2 ВИБІР ТА АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ БУКС ТА МОП

2.2 Датчики

2.2.1 Вибір типу датчика

Для контролю температури нагрівання вкладишів моторно-осьових підшипників на корпусі підшипника тягового електродвигуна встановлюються датчики температури. В буксах для роликів підшипників кочення на їх підшипниковій кришці, так само встановлюються датчики температури.

В будь-яких температурних датчиках, що використовуються в системах автоматичного управління, лежить принцип перетворення вимірюваної температури в електричну величину. Це обумовлено наступними перевагами електричних вимірювань:

- електричні величини зручно передавати на відстань, причому передача здійснюється з високою швидкістю;
- електричні величини є універсальними в тому сенсі, що будь-які інші величини можуть бути перетворені в електричні та навпаки;
- вони точно перетворюються в цифровий код і дозволяють досягти високої точності, чутливості і швидкодії засобів вимірювань.

Сьогодні випускаються різні види датчиків температури:

- термопари;
- термістори;
- терморезистивні датчики з лінійною залежністю вихідного сигналу;
- напівпровідникові датчики з цифровим виходом.

Напівпровідникові датчики із цифровим виходом найкраще підходять для моніторингу температури. Сучасні напівпровідникові датчики температури дають високу точність і високу лінійність в робочому діапазоні від $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вбудовані підсилювачі можуть масштабувати вихідні сигнали датчика, приводячи їх до зручних величин. Цифрові датчики мають перевагу

над аналоговими: полегшують роботу для програміста, не потребують аналогових контактів, не потрібно встановлювати додаткових елементів, що зумовлюють якісний сигнал. Підключати такі датчики можна як “точка-точка”, або “многоточка”. В першому випадку писати програму програмісту для обробки інформації в датчику набагато легше, тому що всього один датчик підключають до необхідного контакту, але якщо датчиків багато, то може виникнути ситуація нестачі цифрових контактів. Саме для того і існує другий варіант роботи, для якого писати програму складніше, але в той же час до одного контакту можна під'єднати багато датчиків. Виходячи із даного аналізу обрано датчик фірми Maxim Integrated DS1825U, що є напівпровідниковим датчиком із цифровим виходом.

2.2.2 Загальні відомості про датчик DS1825U

Цифровий термометр DS1825U забезпечує вимірювання температури за стоградусною шкалою та має функцію сигналу тривоги, програмований користувачем при досягненні граничних точок спрацювання. DS1825U взаємодіє по 1-провідній шині (1-wire), яка вимагає тільки однієї лінії передачі даних та землі для зв'язку із центральним мікропроцесором. Має діапазон робочої температури: від $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ із точністю $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в діапазоні від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Також датчик може отримувати живлення безпосередньо від лінії передачі даних, виключаючи потребу зовнішнього джерела живлення.

Датчик температури DS1825U наведений на рисунку 2.1.

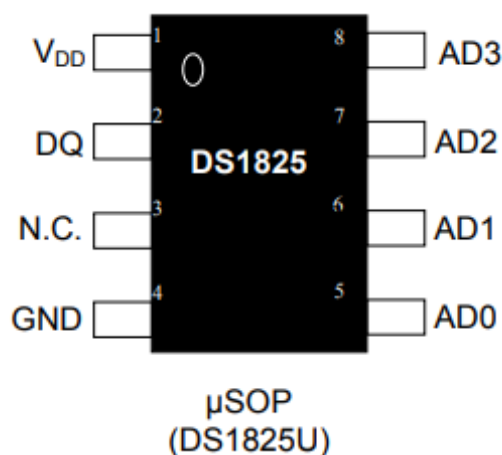


Рисунок 2.1 — Напівпровідниковий датчик температури DS1825U

Датчик DS1825U знаходиться в корпусі типу uSOP та має вісім контактів. На відміну від попередніх моделей датчиків серії DS182X має лише один невикористовуваний контакт.

Опис контактів датчика наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Опис контактів датчика

Контакт	Найменування	Опис
4	GND	Земля
2	DQ	Цифровий вихід
1	V _{DD}	Живлення
5	AD0	Адресний PIN, молодший байт
6	AD1	Адресний PIN
7	AD2	Адресний PIN
8	AD3	Адресний PIN, старший байт
3	N.C.	Немає з'єднання

2.2.3 Огляд датчика

64-розрядний постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗУ) зберігає унікальний серійний код пристрою. Статична оперативна пам'ять містить двобайтовий регістр температури, який зберігає цифрове значення датчика температури. Крім того, саме ця пам'ять забезпечує доступ до онднобайтових верхніх і нижніх регістрів тригерів тривоги (T_H і T_L) та однобайтового регістра

конфігурації. Регістр конфігурації дозволяє користувачеві встановити роздільну здатність перетворення температури від аналогового до цифрового значення: 9, 10, 11 та 12 біт. Він також використовується для апаратного адресування датчиків через контакти AD0-AD3. Регістри T_H і T_L та конфігурації є енергонезалежною пам'яттю (EERPOM), тобто вони зберігають дані, коли пристрій вимкнено.

DS1825U використовує 1-провідний протокол, який реалізує зв'язок шини за допомогою одного керуючого сигналу. Контрольна лінія вимагає слабкого резистора підтягування, оскільки всі пристрої пов'язані з шиною через відкритий контакт (DQ-контакт у випадку DS1825U). У цій шинній системі мікропроцесор ідентифікує та адресує пристрої на шині, використовуючи унікальний 64-розрядний код кожного пристрою. Оскільки кожен пристрій має унікальний код, то кількість пристроїв, які можуть бути адресовані на одній шині, практично необмежено.

Ще однією особливістю DS1825U є можливість роботи без зовнішнього джерела живлення. Замість цього живлення подається через підтягуючий резистор на 1-провідну з високим потенціалом, через порт DQ. Сигнал високого рівня шини заряджає внутрішній конденсатор (C_{PP}), який потім подає живлення на пристрій, коли на шині низький рівень сигналу. Цей спосіб отримання енергії від 1-провідної шини називається "паразитною силою". Також у якості альтернативи, DS1825U може житися від зовнішнього джерела живлення на V_{DD} . Структурна схема датчика зображена на рисунку 2.2.

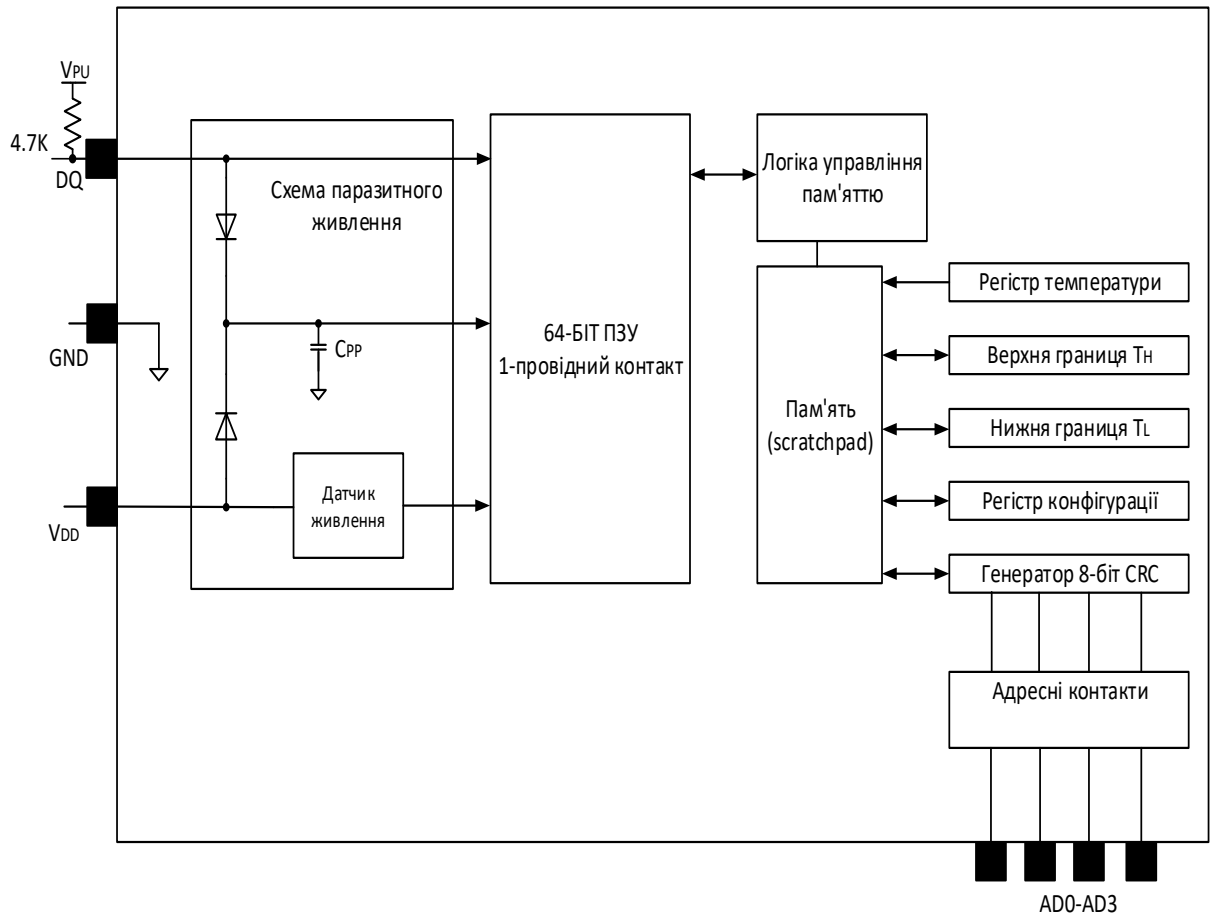


Рисунок 2.2 — Структурна схема датчика DS1825U

2.2.4 Вимірювання температури

Головною функцією датчика DS1825U є вимірювання температури та її перетворення в цифровий код. Дозвіл перетворення датчика температури налаштовується користувачем: 9, 10, 11 або 12 біт, що відповідає крокам 0,5 °C, 0,25 °C, 0,125°C, і 0,0625 °C, відповідно. При першому використанні датчик налаштований на 12-біт. Після включення живлення датчик знаходиться у стані бездіяльності, для того щоб почати процес вимірювання температури та її перетворення до цифрового вигляду потрібно подати команду перетворення температури (44h). Після її перетворення отримані теплові дані зберігаються в 16-бітовому регістрі температури в пам'яті, а датчик повертається у стан бездіяльності. Дані температури зберігаються у вигляді 16-бітових додаткових

числах. Знаки біта (S) вказують, чи є температура позитивною або негативною: для позитивних чисел $S = 0$ і для негативних чисел $S = 1$. Якщо датчик налаштовано на 12-розрядність бітів, всі біти в регістрі температури будуть містити достовірні дані. Для 11-розрядного дозволу біт 0 не визначено. Для 10-розрядного дозволу, біти 1 і 0 є невизначеними, а для 9-бітової роздільної здатності біти 2, 1 і 0 є невизначеними.

Регістр температури наведений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 — Регістр температури

Байти	Біти							
	Молодший байт	Біт 7	Біт 6	Біт 5	Біт 4	Біт 3	Біт 2	Біт 1
	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
Старший байт	Біт 15	Біт 14	Біт 13	Біт 12	Біт 11	Біт 10	Біт 9	Біт 8
	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

2.2.5 Сигнал тривоги

Після того, як датчик виконає перетворення температури, значення температури порівнюється зі значенням регістрів T_H та T_L , які є байтовими значеннями. Формат регістрів показаний в таблиці 2.3.

Символьний біт (S) вказує, чи є значення позитивним або негативним: для позитивних чисел $S = 0$ і для негативних чисел $S = 1$. T_H і T_L регістри є EEPROM, тому вони зберігають дані, коли пристрій вимкнено. Тільки біти з 11 по 4 регістра температури використовуються в порівнянні із регістрами T_H і T_L , оскільки вони є 8-бітовими регістрами. Якщо виміряна температура нижче або дорівнює T_L , або вище або дорівнює T_H , то формується ознака аварії в датчику. Ознака перезаписується з кожним вимірюванням температури, і якщо температура повертається в задані межі, то вона скидається. Провідний пристрій може перевірити ознаку аварії всіх датчиків на шині, за допомогою команди (ECh). Будь-який датчик з активною ознакою відповідь на команду пошуку, тому майстер може точно визначити датчики, які зазнали аварійного

стану. Після зміни значень регістрів T_H і T_L , тільки наступне перетворення температури сформує достовірну ознаку тривоги.

Таблиця 2.3 — Формат регістрів T_H та T_L

Регістри	Біти							
T_H/T_L	Біт 7	Біт 6	Біт 5	Біт 4	Біт 3	Біт 2	Біт 1	Біт 0
	S	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

2.2.6 Живлення датчика

DS1825U може працювати від зовнішнього джерела живлення на контакті V_{DD} , або він може працювати в режимі “паразитного живлення”, що дозволяє датчику функціонувати без додаткових зовнішніх джерел живлення. Паразитне живлення дуже корисне для режимів, які вимагають віддаленого температурного вимірювання або дуже обмежені в просторі. Схема управління паразитного живлення показана на рисунку 2.3. При високому рівні сигналу на шині, енергія накопичується в “паразитному” конденсаторі C_{PP} через контакт DQ. При низькому рівні сигналу на шині, енергія конденсатора забезпечує живлення датчика. Коли DS1825U використовується в режимі “паразитного живлення”, контакт V_{DD} повинен бути підключений до землі.

У “паразитному енергетичному режимі” 1-провідна шина та C_{PP} можуть забезпечити достатній струм для датчика в більшості операцій, якщо виконуються задані вимоги щодо часу та напруги. Однак, коли датчик виконує перетворення температури або копіювання даних з пам’яті в EEPROM, робочий струм може досягати 1,5 мА. Цей струм може спричинити падіння напруги на датчику до неприпустимого рівня. Щоб забезпечити достатню кількість струму живлення, необхідно забезпечити сильну тягу 1-провідної шини до високого рівня, коли відбувається перетворення температури або дані копіюються в EEPROM. Це може бути досягнуто за допомогою польового транзистора. Використання паразитного живлення не рекомендується для температур вище 100 °C, через велику кількість втрати струму.

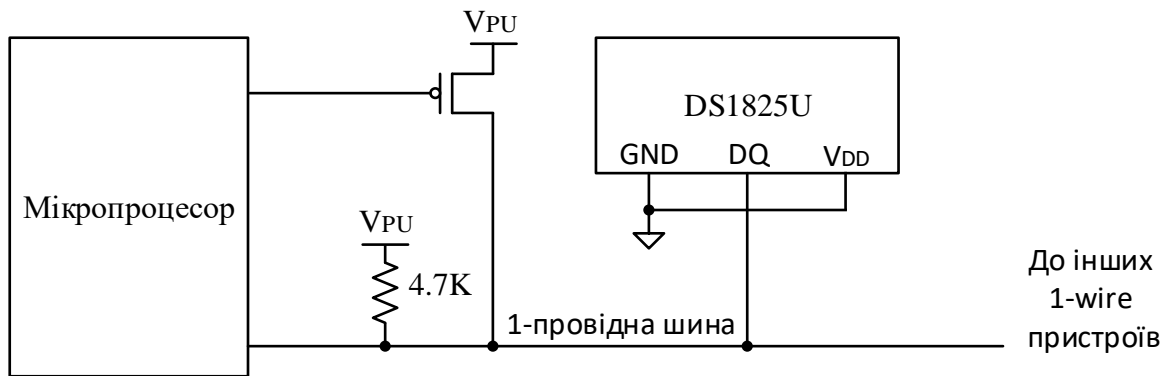


Рисунок 2.3— Схема паразитного живлення

DS1825U також може працювати за допомогою звичайного методу підключення зовнішнього джерела живлення до V_{DD} , як показано на рисунку 2.4. Перевага цього методу полягає в тому, що польовий транзистор не потрібний, а 1-провідна шина може вільно переносити що завгодно під час оцифрування температури.

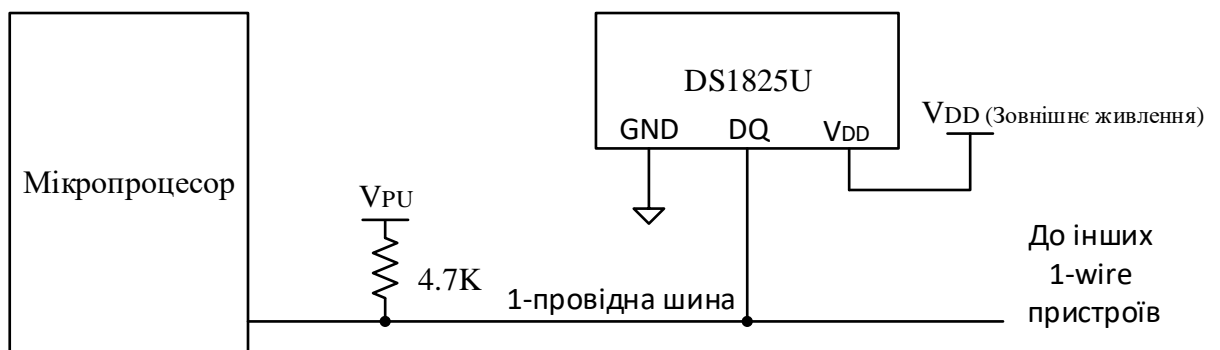


Рисунок 2.4 — Схема живлення від зовнішнього джерела

Виходячи із попереднього аналізу, було обрано живлення від зовнішнього джерела. Тому що для роботи із першим типом живлення, необхідно використовувати додаткові транзистори, писати додаткові команди, а також у разі недостатньої кількості струму, можна отримати неякісні дані при конвертуванні температури.

2.2.7 Пам'ять

Організація пам'яті в датчику DS1825U показана на рисунку 2.5.

Вона складається із оперативної пам'яті (SRAM) та з пам'яті EEPROM для регістрів тригерів тривоги високого і низького рівня (ТН і ТЛ), регістру конфігурації. Якщо функція сигналізації не використовується, регістри ТН і ТЛ можуть служити пам'яттю загального призначення. Байт 0 і 1 блоку запису містять молодший та старший байт регістра температури відповідно. Ці байти доступні лише для читання. Байти 2 і 3 забезпечують доступ до регістрів ТН і ТЛ. Байт 4 містить регістр конфігурації даних. Байти 5, 6, 7 зарезервовані для внутрішнього використання пристроєм і не можуть бути перезаписані. Байт 8 блоку пам'яті тільки для читання і містить код циклічної перевірки надлишковості (CRC) для байтів від 0 до 7 блоку.

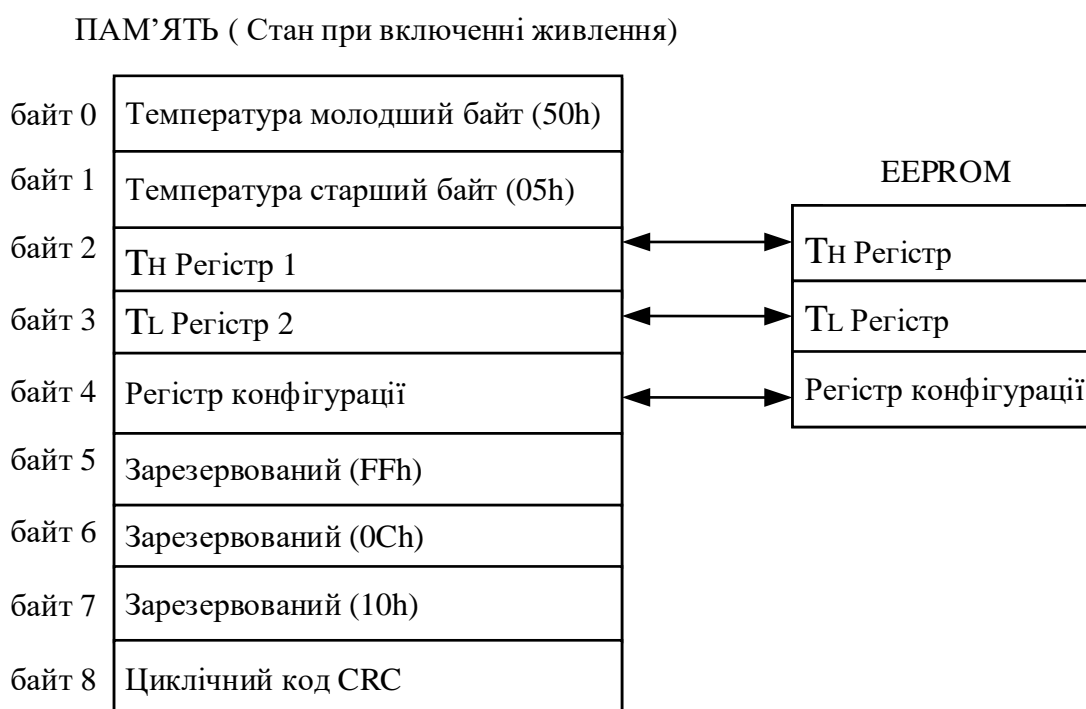


Рисунок 2.5 — Пам'ять датчика

2.2.7.1 Регістр конфігурації

Байт 4 пам'яті являється конфігураційним регістром, як показано на рисунку 2.6. Регістр конфігурації дозволяє користувачеві встановлювати роздільну здатність перетворення, використовуючи біти R0 і R1, зчитувати запрограмовані значення адресних контактів. Регістр конфігурації наведений в таблиці 2.4.

За замовчуванням роздільна здатність перетворення виставлена в $R0 = 1$ і $R1 = 1$, тобто 12-розрядний дозвіл. Таблиця 2.5 показує налаштування конфігурації дозволу та максимальний час перетворення. Біт 7 і 4 регістра конфігурації зарезервовані для внутрішнього використання та не можуть бути перезаписаними.

Таблиця 2.4 — Регістр конфігурації

Біти	Біт 7	Біт 6	Біт 5	Біт 4	Біт 3	Біт 2	Біт 1	Біт 0
	0	R1	R0	1	AD3	AD2	AD1	AD0

Таблиця 2.5 — Конфігурація перетворення температури

R1	R0	Роздільна здатність	Максимальний час
0	0	9-біт	93.75 мс
0	1	10-біт	187.5 мс
1	0	11-біт	375 мс
1	1	12-біт	750 мс

2.2.7.2 Генерація CRC

CRC байти є частиною 64-бітного коду ПЗУ датчика, а саме як 9-й байт пам'яті. Циклічний код із ПЗУ обчислюється з перших 56 бітів його коду і міститься в старшому байті ПЗУ. Циклічний код із пам'яті розраховується на основі даних, що зберігаються в ній, і тому він змінюється при зміні даних в пам'яті.

Циклічний код надають майстру шини метод перевірки даних, при зчитуванні останніх, з датчика DS1825U. Щоб переконатися, що дані були прочитані правильно, майстер шини повинен перерахувати циклічний код з отриманих даних, а потім порівняти це значення або з кодом CRC ПЗУ (для читання ПЗУ), або з CRC пам'яті (для читання пам'яті). Якщо обчислений CRC збігається з прочитаним CRC, дані були отримані без помилок. Порівняння значень CRC і рішення продовжити операцію повністю визначається майстром шини.

Еквівалентна поліноміальна функція CRC:

$$\text{CRC} = X^8 + X^5 + X^1 + 1 \quad (2.1)$$

Майстер шини може перерахувати CRC і порівняти його зі значеннями CRC з датчика, використовуючи генератор полінома, за схемою на рисунку 2.6. Ця схема складається з регістра зсуву і логічних елементів XOR (виключено АБО). Регістр зсуву спочатку знаходиться в стані 0. Біти надходять в регістр зсуву, починаючи з молодшого біта, коду з ПЗУ або зі SRAM, один біт в один такт зсуву. Після зсуву 56-го біта ПЗУ або старшого біта 7-го байта SRAM, в регістрі зсуву буде обчислений циклічний код. Якщо зрушити в генератор вісім біт ПЗУ або SRAM, прийняті з датчика, то в разі правильних даних, регістр зсуву буде містити всі 0.

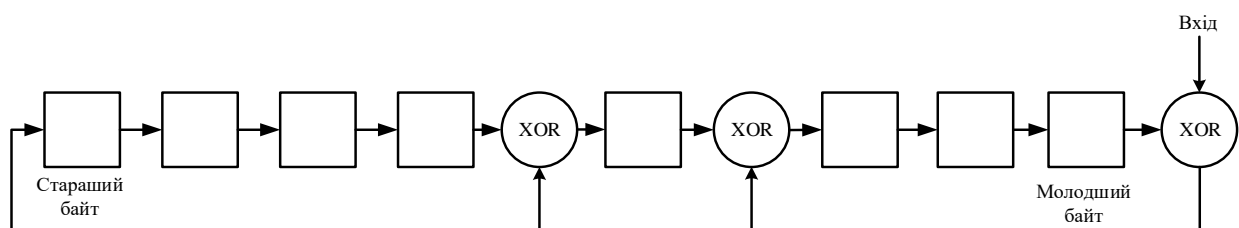


Рисунок 2.6 — CRC генератор

2.2.8 Послідовність транзакцій

2.2.8.1 Загальні відомості про транзакції

Послідовність транзакцій для доступу до датчика DS1825 виглядає наступним чином:

- а) Ініціалізація.
- б) Команда ПЗУ.
- в) Функціональна команда датчика DS1825U.

Дуже важливо дотримуватися цієї послідовності кожен раз, коли звертаються до датчика DS1825U, так як датчик не відповідатиме, якщо будь-які кроки в послідовності відсутні або не в порядку. Винятком з цього правила є команди пошук пзу і пошук аварії. Після видачі однієї із цих команд ПЗУ майстер повинен повернутися до першої послідовності.

2.2.9.2 Ініціалізація

Всі операції на 1-провідній шині починаються з послідовності ініціалізації. Для ініціалізації ведучий пристрій (майстер) виробляє імпульс скидання, за ним повинен слідувати імпульс присутності від підлеглого пристрою. Імпульс присутності дозволяє майстру шини знати, що підлеглі пристрої (наприклад, DS1825U) знаходяться на шині і готові працювати. Тобто термодатчик посилає імпульс присутності у відповідь на імпульс скидання, щоб повідомити ведучому пристрою, що він підключений до шини і готовий до використання. Цей процес продемонстрований на рисунку 2.7.

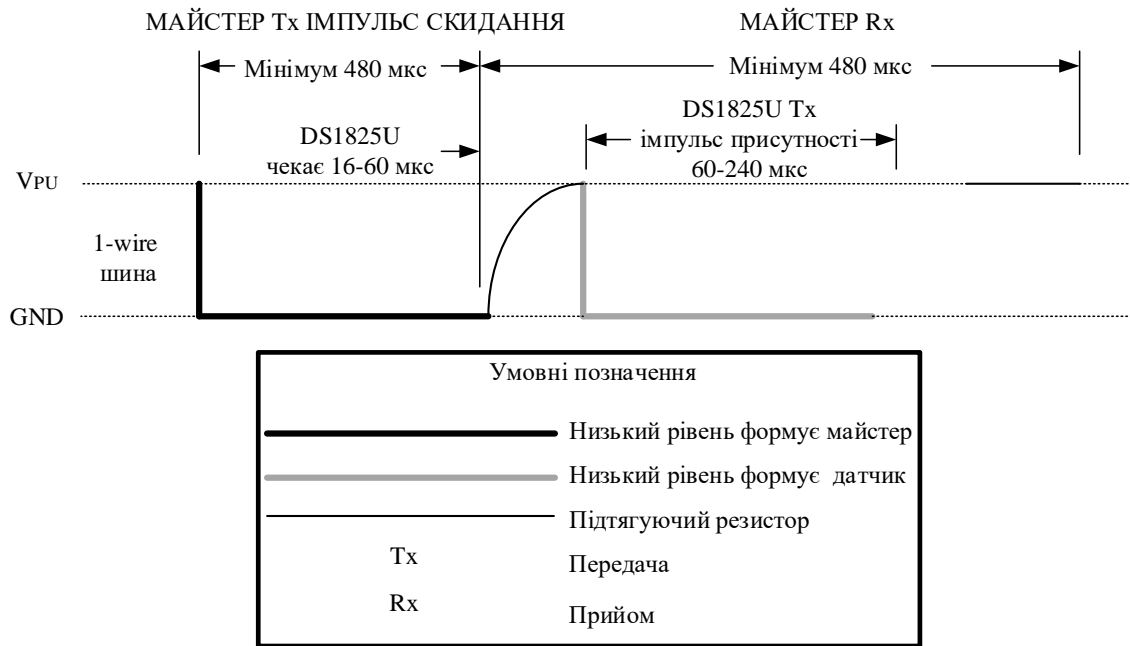


Рисунок 2.7 — Процес ініціалізації

Під час послідовності ініціалізації ведучий пристрій передає імпульс скидання (Tx), формуючи на шині сигнал низького рівня протягом часу не менше 480 мкс. Далі, ведучий пристрій звільняє шину і переходить в режим прийому (Rx). Коли шина звільняється, вона підтягується до високого логічного рівня резистором 5 кОм. Датчик виділяє позитивний фронт, чекає 15-60 мкс і передає імпульс присутності, утримуючи низький рівень лінії на час 60-240 мкс.

2.2.9.3 ПЗУ команди

Після того, як майстер шини виявляє імпульс присутності, він може видавати команду ПЗУ. Такі команди працюють з унікальними 64-бітними кодами ПЗУ кожного пристрою і дозволяють працювати пристроям, якщо їх багато на 1-провідній шині. Такі команди також дозволяють головному пристрою визначити, яким чином і які типи пристроїв присутні на шинах або, визначити на якому із пристроїв виник сигнал тривоги. Існує п'ять команд ПЗУ,

кожна з яких має довжину вісім біт. Потрібно встановити необхідну команду ПЗУ перед видачею функціональної команди датчика. Перелік команд наступний:

- прочитати ПЗУ (33h). Цю команду можна використовувати тільки в тому випадку, якщо на шині є один датчик. Це дозволяє майстру шини читати 64-бітний код ПЗУ датчика без використання процедури пошуку ПЗУ. Якщо ця команда використовується, коли на шині присутні більше одного датчика, конфлікт даних відбудеться, коли всі вони спробують відповісти одночасно.

- співпадіння ПЗУ (55h). Команда супроводжувана 64-бітної кодової послідовністю ПЗУ, дозволяє майстру шини звертатися до конкретного датчика пристрою на многоканальній або одноканальній шині. Тільки датчик, котрий точно відповідає 64-бітній кодовій послідовності ПЗУ, відповідь на команду функції. Всі інші датчики на шині чекатимуть імпульсу скидання.

- пропустити ПЗУ (CCh). Мікроконтролер може використовувати цю команду для одночасної адресації всіх пристроїв на шині без відправки будь-якої інформації про код ПЗУ. Наприклад, він може змусити всі датчики DS1825U на шині виконувати одночасне перетворення температури, виконавши команду пропустити ПЗУ, а потім команду перетворення температури. Команда прочитати пам'ять може слідувати за командою пропустити ПЗУ, тільки якщо на шині один датчик. В цьому випадку економиться час, дозволяючи майстру зчитувати дані з необхідного пристрою без відправки 64-бітного коду ПЗУ пристрою. Команда пропустити ПЗУ, за якою слідує команда прочитати пам'ять, викличе конфлікт даних на шині, якщо є більше одного потрібного пристрою, оскільки кілька пристроїв будуть намагатися передавати дані одночасно.

- пошук аварії (ECh). Ця команда дозволяє головному пристрою визначити, чи виник стан тривоги під час останнього перетворення температури в будь-якому із датчиків. Після кожного циклу пошуку тривоги, майстер шини повинен повернутися до кроку 1 (ініціалізація) в послідовності транзакцій.

2.2.9.4 Функціональні команди датчика DS1825U

Після того, як майстер шини використав команду ПЗУ для адресації датчиків, з яким він хоче встановити зв'язок, він може виконати одну з функціональних команд DS1825U. Ці команди дозволяють майстру записувати і читати з пам'яті датчика інформацію, ініціювати температурні перетворення і визначати режим живлення. Список функціональних команд:

- перетворення температури (44h). Ця команда ініціює одне перетворення температури. Після перетворення отримані теплові дані зберігається в 2-байтовому регістрі температури у пам'яті, а датчик повертається до холостого ходу з низьким потенціалом.

- запис пам'яті (4Eh). Ця команда дозволяє майстру записати 3 байти даних у пам'ять датчика DS1825U. Перший байт даних записується в регістр T_H, другий байт записується в регістр T_L, а третій байт записується в регістр конфігурації. Майстер передає дані, починаючи з молодшого біта. Всі три байти повинні бути записані перед тим, як майстер видасть імпульс скидання, або дані можуть бути пошкоджені.

- читання пам'яті (BEh). Ця команда дозволяє майстру читати вміст скрипта. Передача даних починається з найменшого значущого біта байта 0 і продовжується через всю пам'ять, поки не зчитається 9-й байт. Майстер може видати імпульс скидання, щоб припинити читання в будь-який час, якщо потрібна лише частина даних пам'яті.

- копіювання пам'яті (48h). Ця команда копіює вміст регістрів T_H, T_L і конфігурації в EEPROM.

- перевантаження EEPROM (B8h). Ця команда нагадує значення тригерів тривоги і дані конфігурації з EEPROM та розміщує дані в байтах 2, 3 і 4 відповідно в пам'яті. Майстер може видавати часові інтервали для читання після команди перевантаження EEPROM і датчик буде вказувати статус відкликання, передаючи 0, поки виконується відклик, і 1, коли відклик зроблений. Операція відкликання відбувається автоматично при включенні

живлення, тому дійсні дані доступні в пам'яті, як тільки живлення подається на пристрій.

– читання режиму живлення (B4h). Майстер видає цю команду, за якою слідує проміжок часу для читання, щоб визначити, чи використовує будь-який DS1825U на шині “паразитне живлення”.

2.2.9 Процедура побудови довідника та програмування адресів датчика на шині

Ця процедура використовує команду пошук ПЗУ, щоб знайти всі датчики DS1825U на однопровідній шині, а потім зчитує кожен регістр конфігурації, щоб зіставити ідентифікатори “ROM ID” з адресами апаратного забезпечення. Для забезпечення однозначної значної ідентифікації датчиків на шині використовується контакти AD0-AD3, таким чином до датчика можна звертатись через не його унікальний ПЗУ ідентифікатор, а через звичайний адрес наданий власноруч. Саме цей метод і був обраний, тому що він надає можливість зменшити кількість використання необхідних команд, це в свою чергу надає можливість краще працювати мікропроцесору.

Схема програмування адресів від зовнішнього джерела живлення показано на рис. 2.8.

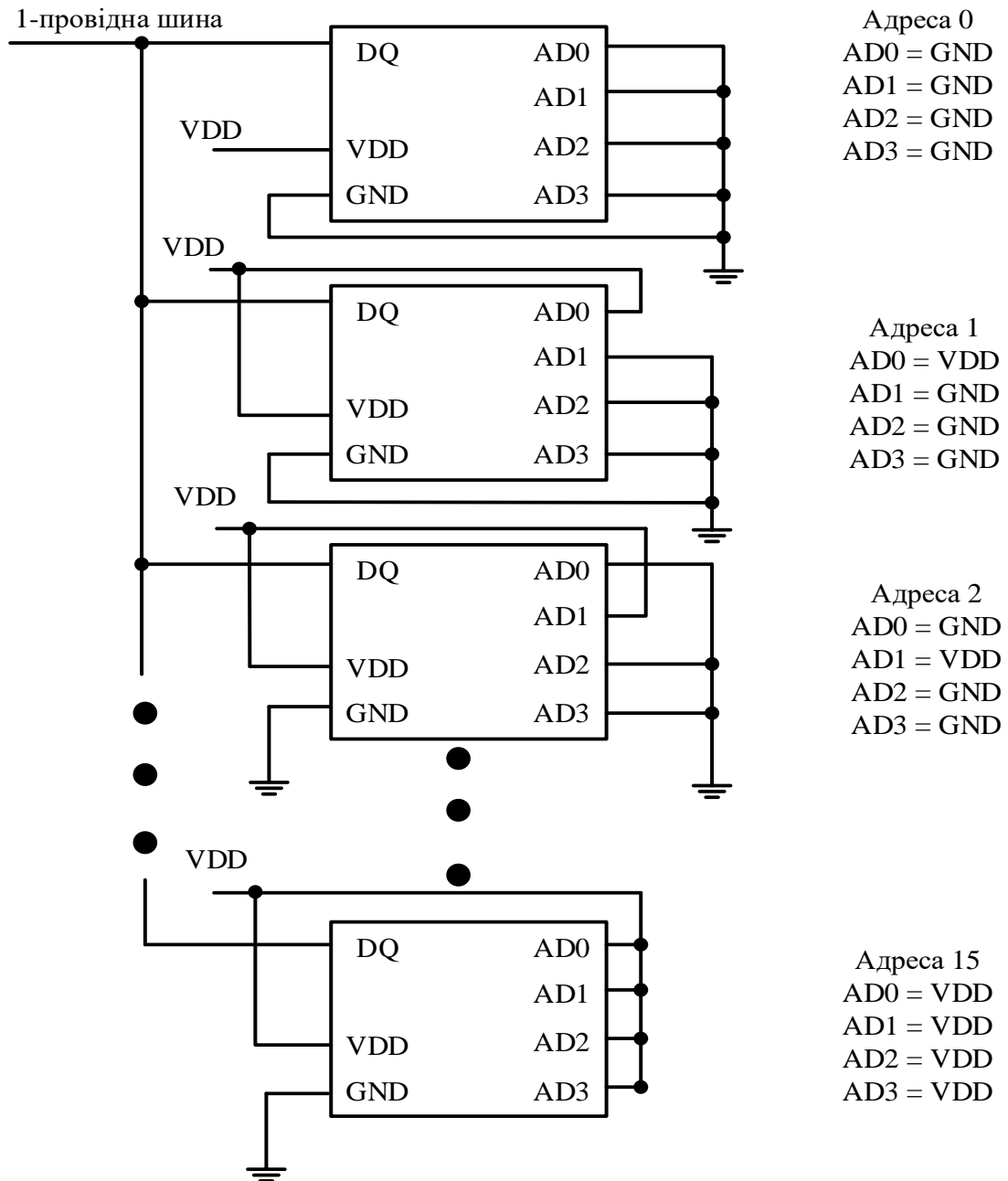


Рисунок 2.8— Схема програмування адресів, живлення від зовнішнього джерела

2.3 Панель інформації

2.3.1 Вибір та аналіз компонентів для відображення інформації

Панель інформації в системі може бути представлена через LCD (радіо кристалічний екран), OLED (органічний світлодіод) дисплеї, через світлодіоди, семисегментні індикатори та інші елементи, такі як сигнальні пристрої та кнопки для управління панеллю. Кожен із них має власні переваги та недоліки. Використання дисплею дозволить виводити необхідну інформацію в такому форматі, який найбільш сприятливий для сучасної людини. Символьний дисплей дозволяє виводити дуже просто, при написанні програми, інформацію, але всі існуючі екрани не мають достатнього розміру (20x4 всього). Графічні дисплеї, на відміну від символьних, окрім маленьких розмірів, існують також і в набагато більших розмірах, але в той же час програмування їх складніше, так само як і більша вартість за сам дисплей. Використання світлодіодів досить примітивне і воно не дозволяє відображати інформацію, так само як дисплей, але в той же час набагато надійніші та кращі для повідомлення станів певних елементів, які не потребують додаткових роз'яснень. Семисегментні індикатори дуже корисні для відображення тієї інформації для якої не потрібні дисплеї, але вони при своїх можливостях займають досить значну частину контактів мікроконтролера, що не є досить добре, але цю проблему можна вирішити завдяки спеціальному драйверу. В роботі потрібно відображати температуру від 24 елементів та у разі досягнення критичної межі на одному із них подати звуковий знак для машиніста, саме тому використання дисплеїв разом із сигнальним динаміком та контролюючими кнопками, цього динаміка буде найкращим вибором, тому що відображення інформації таким чином буде найефективнішим, але виходячи із того, що необхідний дисплей відсутній у існуванні, вибір впав на комбінацію діодів та семисегментного індикатора разом із тим же динаміком та кнопками.

2.3.2 Вибір світлодіода та його характеристика

Існують безліч видів світлодіодів: однокольорові, трьохкольорові та багатокольорові (RGB). Для використання однокольорових світлодіодів необхідно використовувати один контакт мікроконтролера, які світяться лише одним кольором. У разі використання трьохкольорових необхідно два контакти, які можуть відображати один із трьох кольорів. Багатокольорові діоди існують у класичних корпусах, а також і у формі мікросхем з одним цифровим виходом, та можливістю відображати один із безліч кольорів. Кожен із цих світлодіодів використовується в необхідних ситуаціях від простих до складних схем. Для використання у якості інформаційної панелі, найкраще підходять багатокольорові світлодіоди у формі мікросхеми з одним цифровим виходом, тому що в системі контролю температурних показників букс, МОП тягових електродвигунів необхідно різними кольорами позначати різні границі температур і використання однокольорових світлодіодів не є оптимальним рішенням із-за кількості використовуваних контактів, використання двохкольорових діодів, та багатокольорових у класичній формі, так само. Виходячи із попереднього аналізу обрано світлодіод WS2812B NeoPixels від компанії Worldsemi. Багатокольорові світлодіоди обрані для позначення границь температурних значень підшипників на осях, тому що одним кольором чітко потрібно окреслити границю (табл.2.6) .

Таблиця 2.6 — Кольори граничних значень температури

Границі	Температура, °C		Колір Світлодіоди
	БУКС	МОП	
Добре	до 67	до 69	Зелений
Задовільно	від 67 до 77	від 67 до 79	Жовтий
Критично	Від 77	Від 79	Червоний

WS2812B — це інтелектуальне джерело світла на світлодіодах та мікросхемі для їх контролю. Фізично в WS2812B є 3 випромінюючих

світлодіода (червоний, синій і зелений) і ШІМ-драйвер, керуючий їх яскравістю. Світлодіод WS2812B показаний на рис 2.9.



Рисунок 2.9 — Розумний світлодіод WS2812B

ШІМ-драйвер 8-ми бітовий, тобто для кожного з кольорів можливі 256 градацій яскравості і, відповідно, для того щоб встановити яскравість кожного із 3-х світлодіодів потрібно передати пікселю 24 біт (3 байта) інформації. Протокол передачі інформації світлодіоду однолінійний з фіксованою швидкістю. Одинички і нулі інформації про яскравість кодуються тривалістю високого та низького рівня сигналу на лінії. Кодування яскравості світлодіодів показано на рис. 2.10.

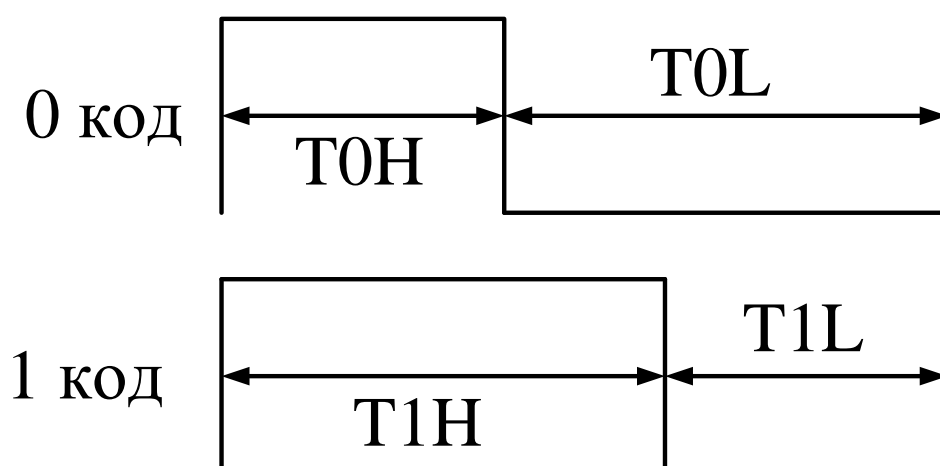


Рисунок 2.10 — Кодування яскравості світлодіодів WS2812B

Досить швидким є час передачі одного біта — 1.25 мкс. Час передачі всього пакету з 24 біт для одного пікселя WS2812B становить 30 мкс. Для 1000 пікселів — 30 мс.

Кожен з пікселів WS2812B має по 2 контакта живлення (V_{DD} , V_{SS}), вхід (DIN) і вихід (DOUT). Принципова схема світлодіода WS2812B показана на рис. 2.11.

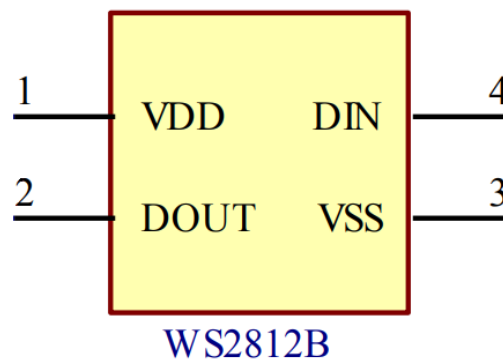


Рисунок 2.11 — Принципова схема світлодіода WS2812B

На вхід DIN подається інформація (24біта) для установки нового кольору. Інформація про колір передається побітно, починаючи зі старшого біта, послідовно для кожного зі складових кольорів G, R, B, яка наведена на рис 2.12.

G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1	G0	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1	R0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Рисунок 2.12 — Біти для передачі інформації

Перші 24 біта подані на DIN, записується в тимчасову пам'ять (колір поки залишається незмінним з попереднього разу) першого пікселя. Наступні біти перший піксель пропускає через себе і видає на вихід DOUT. Другий піксель повторює дії першого (залишаючи собі перші, які дійшли до нього) і так по ланцюжку. Для того, щоб значення кольорів з тимчасової пам'яті пікселів стали активними, повинна бути витримана пауза в передачі (скидання

коду) протягом 50 мкс. Після цієї паузи цикл можна повторювати знову. Принцип передачі даних та підключення пікселів наведено на рисунку 2.13 та на рисунку 2.14, відповідно.

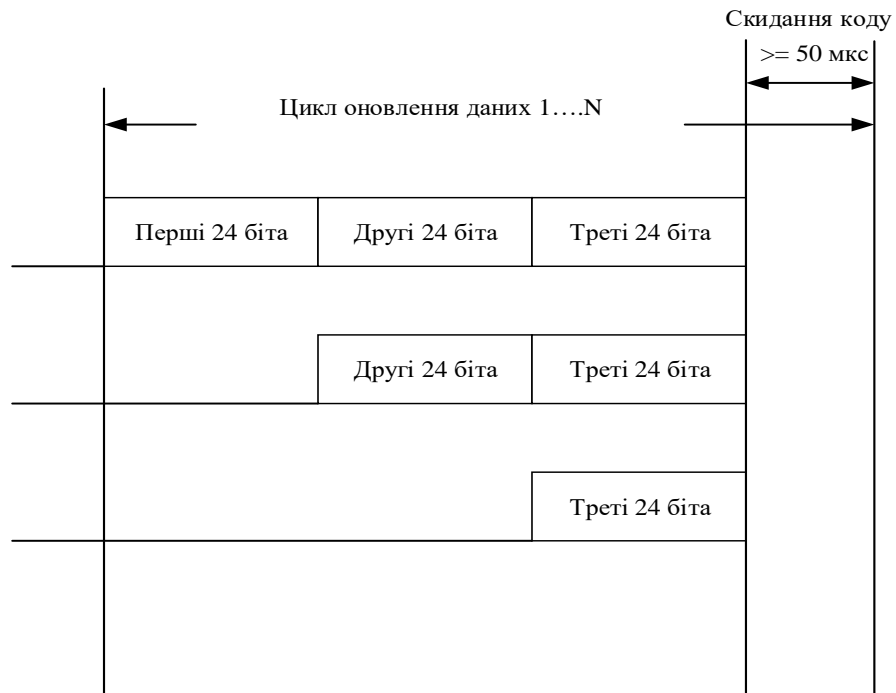


Рисунок 2.13 — Принцип передачі даних

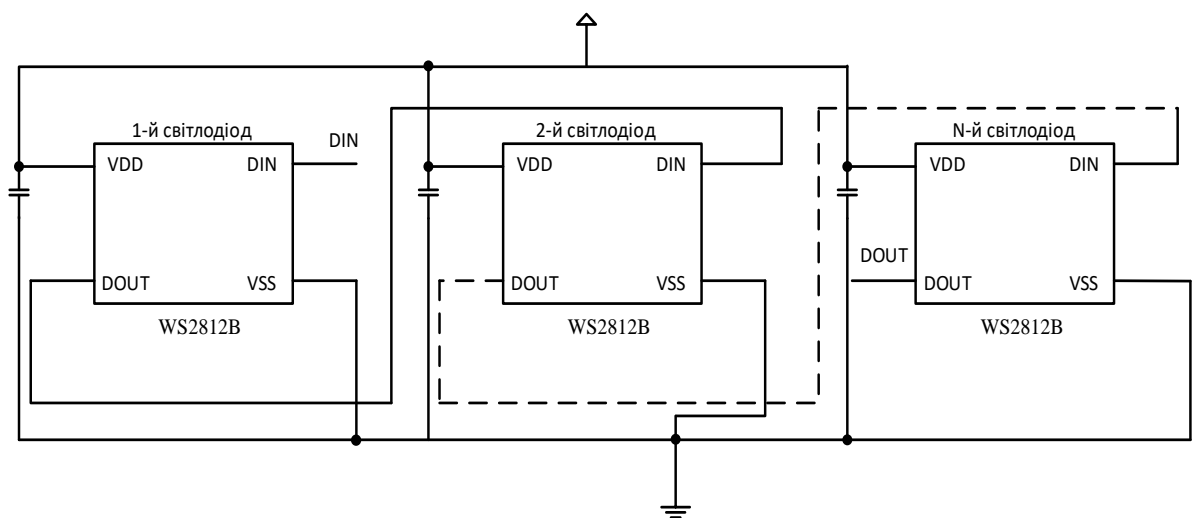


Рисунок 2.14 — Спосіб з'єднання світлодіодів WS2812B

Для передачі інформації можна використовувати інтерфейси SPI (послідовний периферійний інтерфейс) або USART (універсальний синхронний/асинхронний приймач/передавач). В WS2812B кодування нулів і одиниць відбувається за правилом 1/3. Тобто нуль передається як 1/3 часу, що є високий рівень і 2/3 — низький. Одиниця— це 2/3 високий і 1/3 низький. Для передачі одного біта для WS2812B досить 3-ох біт переданих по SPI. Для пікселя важлива тривалість періоду високого рівня, а низький рівень може бути з більшим відхиленням, ніж зазначено в даташиті. Тому можна подовжити ланцюжки біт SPI з трьох до чотирьох. Запис інформації через SPI показано на рис. 2.15.

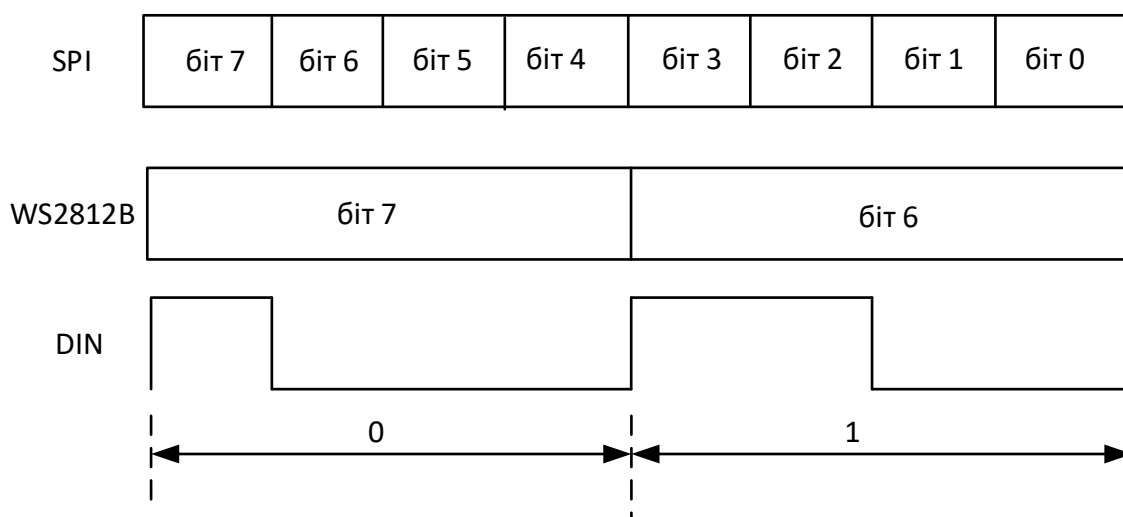


Рисунок 2.15 — Запис інформації звдяки інтерфейсу SPI

Для видачі інформації на пікселі використовується тільки один вивід SPI — MOSI. Виводи MISO і SCK залишаються незадіяними. Частота SPI повинна бути 2.5 МГц.

USART працює з деякими відмінностями. USART в паузах утримує свою вихідну лінію (TXD) на високому рівні, що для пікселів неприпустимо, так як неможливо буде уникнути невизначеностей в моменти початку і закінчення передачі. Відповідно, потрібно інвертувати сигнал перед подачею його на пікселі, а так як лінія інвертується, потрібно інвертувати і передані дані.

USART-пакет, на відміну від SPI, містить службові біти — це старт-біт і стоп-біт. Додаткові біти службової інформації потрібно враховувати при формуванні переданого байта, так як вони теж підуть в піксель. Враховуючи всі нюанси необхідно швидкість USART встановити 2.5 МГц, розмір кадру 7 біт, прибрати біт парності, залишити один стоп-біт. Запис інформації через USART показано на рисунку 2.16.

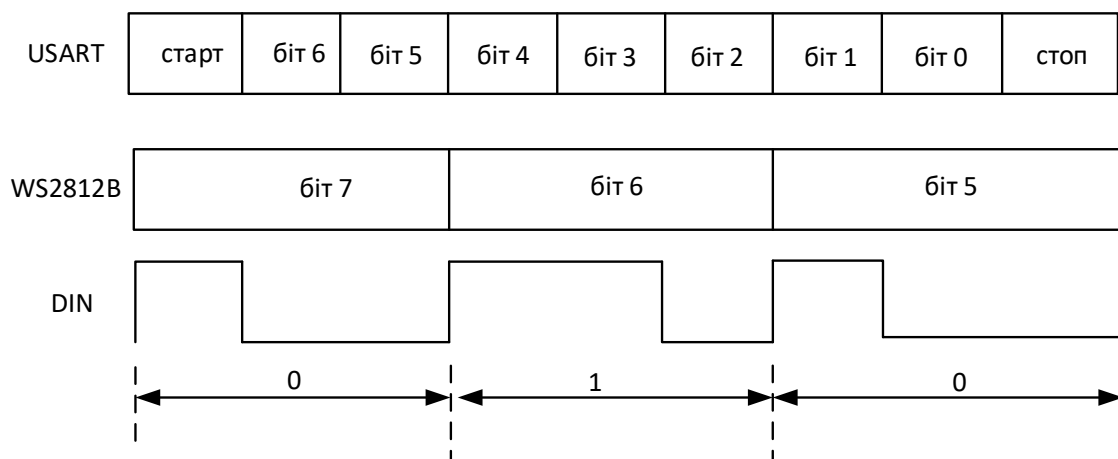


Рисунок 2.16 — Запис інформації звдяки інтерфейсу USART

Також є можливість контролювати світлодіоди програмно, без вдавання до апаратних методів. Нариклад можна к будь'якому піну мікроконтролера підключити від одного до сотень світлодіодів та завдяки готовим програмним рішенням встановити необхідний кольор. Для цього можна використовувати бібліотеку “Adafruit_NeoPixel.h” та інші.

Виходячи із кількості використовуваних контактів, а також легкістю написання програмного забезпечення, обрано програмний метод контролю світлодіодів.

2.3.3 Вибір семисегментного індикатора

Семисегментний індикатор — це просто набір звичайних світлодіодів в одному корпусі. Вони викладені вісімкою і мають форму палички-сегмента.

Існують дуже багато версій семисегментних індикаторів, як зі спільним, катодом так із анодом, починаючи від одногоцифрового індикатора, закінчуючи із восьмицифрових індикаторів. Семисегментні індикатори, так само як і світлодіоди можуть мати різний колір: червоний, синій, зелений. Для роботи потрібно лише один семисегментний одноцифровий індикатор 0.36 дюймів зі спільним катодом/анодом, тому що потрібно відобразити лише в якій секції сталося критичне значення підшипників, яких всього дві. Колір обрано червоний, тому що цей колір найкраще підходить для системи.

Індикатор можна підключити безпосередньо до мікроконтролера, але тоді буде зайнято 7 контактів, а в програмі буде необхідно реалізувати алгоритм перетворення числа із двійкового формату числення до десятичного. Використання спеціального драйвера не підходить, тому що він може відобразити лише цифри від нуля до дев'яти завдяки внутрішньому лічильнику, і не може запалити необхідний світлодіод в індикаторі. Різниця між індикатором зі спільними катодом і анодом полягає лише в принципі підключення їх у схему, або до землі у випадку с катодом, або до джерела живлення у разі використання з анодом. Обрано зі спільним катодом. Зовнішній вигляд семисегментного одноцифрового індикатора зі спільним катодом зображено на рисунку 2.17



Рисунок 2.17 — Семисегментний одноцифровий індикатор зі спільним катодом, зовнішній вигляд

2.4 Динамік

2.4.1 Вибір сигнального динаміка

Для того, щоб машиніст звернув увагу на панель інформації потрібно рівень шуму, що видається сигнальним динаміком від 70 дБ. Головний критерій відбору є ціна та простота підключення динаміка у схему.

В якості сигнального динаміка можна використовувати п'єзодинамік.

Обрано п'єзодинамік, тому що для того щоб звернути увагу машиніста на панель індикації, у разі перенагріву одного із елементів моторно-осьового блока, необхідно лише звичайний звуковий сигнал з інтенсивністю від 70 дБ та споживанням пару мілі-ампер. П'єзодинамік — це конденсатор, який звучить при зарядці і розрядці. Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) визначає гучність звуку в залежності від частоти керуючого сигналу, який і визначає висоту звучала ноти. П'єзодинамік споживає всього пару мА, тому можна сміливо підключати його прямо до мікроконтролера. Для звучання потрібно подавати на динамік квадратну хвилю. Якої частоти буде хвиля, такої частоти буде і звук. Для роботи підходить п'єзодинамік НРА17А (рис.2.18).



Рисунок 2.18 — П'єзодинамік НРА17А

Головні характеристики:

- Живлення: 5 В.
- Робоча напруга: 1~ 30 В.
- Номінальний струм: менше 3 мА.

- Гучність: 78 дБ та більше.
- Частота роботи: 4096 ± 500 Гц
- Робоча температура: $-12 \sim +60$ °С.
- Ємність 120Гц (нФ): $12 \pm 30\%$.

Для того щоб підключити п'єзодинамік НРА17А до мікроконтролера, потрібно з'єднати будь-який контакт мікроконтролера з одним із контактів динаміка, а його останній контакт до землі, як це показано на рисунку 2.19.

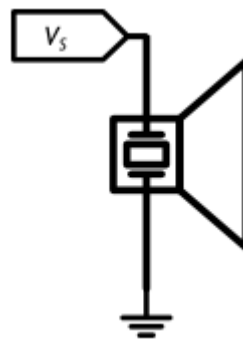


Рисунок 2.19 — Схема підключення п'єзодинаміка НРА17А

Амплітудно-частотна характеристика наведена на рисунку 2.20.

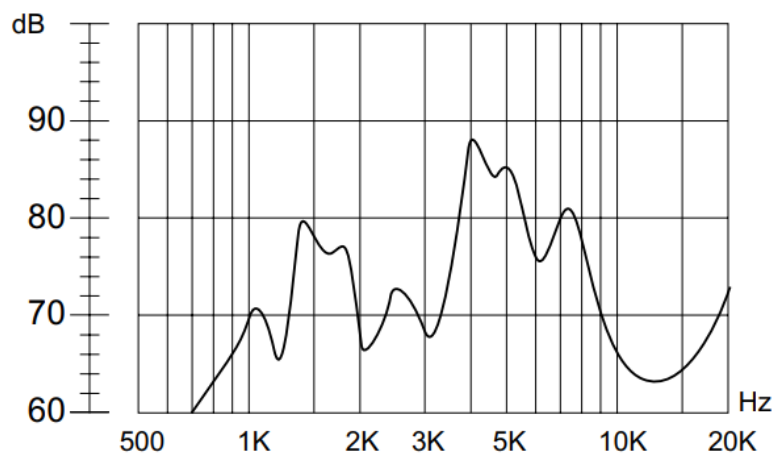


Рисунок 2.20 — АЧХ п'єзодинаміка НРА17А

2.5 Кнопка

2.5.1 Вибір кнопки скидання сигналу

Кнопка являється простим пристроєм, що замикає й розмикає електричну мережу. Виконувати замикання та розмикання можна в різних режимах, при цьому фіксувати або не фіксувати своє становище. Всі кнопки можна поділити на дві основні групи:

- перемикачі — залишаються в одному стані до тих пір, поки не перейдуть в новий стан, а потім залишаються в цьому стані до тих пір, поки на них не будуть проведені повторні дії.

- миттєві вимикачі — це вимикачі, які залишаються в своєму включеному стані тільки до тих пір, поки вони приводяться в дію.

При досягненні на одному із датчиків граничного значення буде спрацьовувати сигнальний динамік, який машиніст буде після того, як почує сигнал скидати завдяки натисканню на кнопку. Для цього потрібно кнопка без фіксації (миттєвий вимикач), тому що потрібно лише скинути сигнал, а не переключити в якийсь інший режим. Один із зовнішніх та внутрішніх виглядів кнопок зображені на рисунку 2.21.



Рисунок 2.21— Тактові кнопки

Є два основних способів приєднання тактових кнопок:

- схема зі стягуючим резистором;
- схема з підтягуючим резистором.

При використанні схеми зі стягуючим резистором необхідно під'єднати один контакти кнопки до контакту мікроконтролера, а інший до джерела живлення. Схема зі стягуючим резистором продемонстрована на рисунку 2.22.

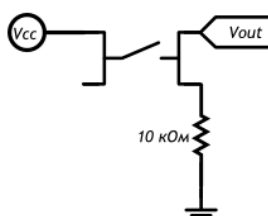


Рисунок 2.22 — Схема зі стягуючим резистором

При натисканні: $V_{out} = V_{cc}$

Якщо немає натискання: $V_{out} = 0$

При використанні схеми з підтягуючим резистором необхідно під'єднати один контакт кнопки до контакту мікроконтролера, а інший до землі. Схема з підтягуючим резистором продемонстрована на рисунку 2.23.

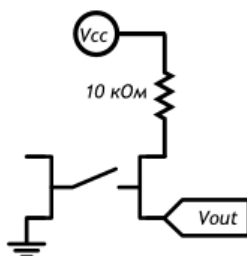


Рисунок 2.23 — Схема зі стягуючим резистором

При натисканні: $V_{out} = 0$

Якщо немає натискання: $V_{out} = V_{cc}$

Щоб гарантувати відсутність напруги при розімкненому ланцюзі кнопки, поруч з входом потрібно встановити стягуючий резистор, саме тому обрано тип підключення зі стягуючим резистором.

2.6 Система контролю температурних показників

2.6.1 Вибір контролера

Сьогодні існують багато мікроконтролерів від провідних компаній Microchip, STMicroelectronics. Вони випускають 8-бітні, 32-бітні мікроконтролери, а 16-бітні майже не випускаються. 32-бітні мікроконтролери більш ефективні, аніж 8-бітні. 32-розрядні мікроконтролери забезпечують десятикратну перевагу в продуктивності, дозволяють знизити енергоспоживання, зменшити розмір програми, прискорити розробку програмного забезпечення. За останні роки ціна на мікроконтролери с архітектурою ARM зменшилась в 5 разів. Але якщо розроблювати не досить складну систему, то і 8-бітний мікроконтролера цілком достатньо, не дивлячись на те, що більшість команд являються 16-бітними або 32-бітними.

Роблячи висновки із попереднього аналізу компонентів, для того щоб приймати та передавати інформацію мікроконтролер повинен мати, як мінімум 14 цифрових контактів, 16-бітний таймер-лічильник. Виходячи із ескізного програмування необхідно мати до 16 кБайт ПЗУ та 1кБайт ОЗУ. Частота мікроконтролера повина складати від 16 МГц до 20 МГц. В результаті аналізу обрано 8-бітний мікроконтролер компанії Microchip, серії ATmega 329P на базі ядра AVR. Він був обраний тому, що у розробника є досить значний досвід роботи із мікроконтролерами цієї лінійки, а також він повністю виконує необхідні для розробки умови із запасом.

2.6.2 Загальні відомості про мікроконтролер

ATmega329P — малопотужний 8-розрядний мікроконтролер за технологією КМОП (комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник), виконаний на основі високоефективної RISC (обчислення зі скороченим набором команд) архітектури AVR. За рахунок виконання більшості інструкцій за один машинний цикл ATmega329P, досягає продуктивності 1 МПС / МГц,

що дозволяє розробнику оптимізувати співвідношення споживаної потужності і продуктивності обробки.

Ядро AVR поєднує великий набір інструкцій з 32-ма робочими регістрами загального призначення. Всі тридцять два регістра безпосередньо підключені до арифметико-логічного пристрою (АЛП), що дозволяє здійснювати однією інструкцією доступ до двох регістрів і виконувати таку інструкцію за один цикл синхронізації. Така архітектура в кінцевому рахунку характеризується поліпшеною ефективністю програмного коду.

ATmega329P містить тридцять два кілобайта внутрішньосистемної програмованої флеш-пам'яті з підтримкою можливості читання під час запису, 1 кілобайт EEPROM, 2 кілобайт статичного ОЗУ, 54 лінії введення-виведення загального призначення, тридцять два робочі регістра загального призначення, інтерфейс JTAG (Joint Test Action Group) для граничного сканування, налагодження програмного коду і програмування, контролер сегментного РКД (радіо кристалічний дисплей) з вбудованою схемою управління контрастністю, три універсальних таймера-лічильника з режимами порівняння, внутрішні і зовнішні джерела переривань, універсальний послідовний інтерфейс USART та SPI, 8-канальний 10-розрядний АЦП (аналогово-цифровий перетворювач). Мікроконтролер може бути переведений в один з п'яти економічних режимів роботи. У режимі холостого ходу (Idle) припиняє роботу ЦПУ (центральний процесор), але продовжує функціонувати статичне ОЗУ, таймери-лічильники, SPI-контакт і система переривань. У режимі зниження потужності (Power-down) зберігається вміст регістрів, при цьому, припиняє роботу генератор, відключаються всі вбудовані функціональні елементи до наступного переривання або апаратного скидання. В економічному режимі (Power-save) зберігається робота асинхронного таймера, що дозволяє користувачеві продовжити відлік часу, коли інша частина мікроконтролера не діє. У режимі зниження шуму АЦП зупиняються ЦПУ і всі модулі введення-виведення, крім асинхронного таймера і АЦП. Це дозволяє мінімізувати цифровий шум під час перетворення. У черговому режимі залишаються в роботі кварцовий генератор,

а інша частина мікроконтролера не діє. Використання даного режиму необхідно, коли, крім економічної роботи мікроконтролера, потрібно швидкість відновлення його нормальної роботи.

Вбудована флеш-пам'ять підтримує кілька способів програмування: внутрішньосистемний через послідовний інтерфейс SPI, звичайним програматором енергонезалежної пам'яті або під управлінням програмного коду з завантажувального сектора, виконуваного ядром AVR. Завантажувальна програма може використовувати будь-який інтерфейс для завантаження програмного коду і виконує його програмування в прикладному секторі флеш-пам'яті. Програма в завантажувальному секторі залишиться активною навіть під час поновлення даних в прикладному секторі, що означає підтримку можливості читання під час запису. ATmega329P є ефективним інструментом для контролю температурних проказників букс і МОП тягових електродвигунів. На рисунку 2.24 показано мікроконтролер ATmega 329P.

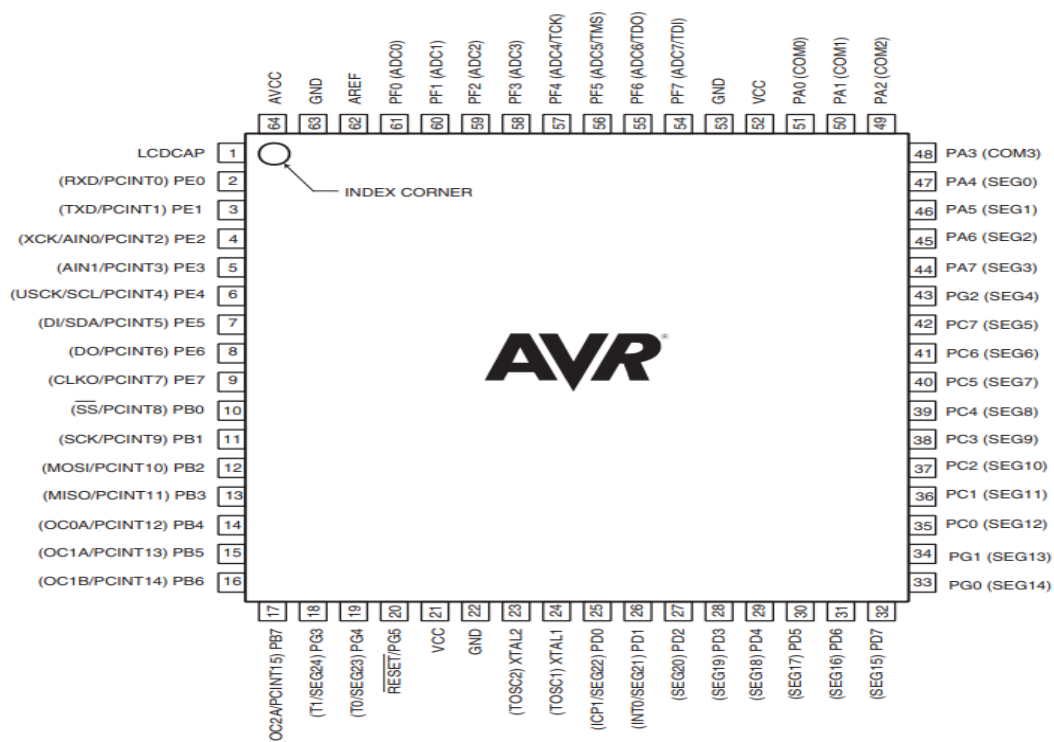


Рисунок 2.24 — Мікроконтролер ATmega 329P

2.6.3 Опис контактів

Нижче наведений опис контактів мікроконтролера ATmega 329p:

- Vcc є контактом для підключення живлення.
- GND є контактом для підключення до землі.
- PA7...PA0 є 8-бітними двонаправленими контактами введення-виведення з внутрішніми резисторами підтягування.
- PB7...PB0 є 8-бітними двонаправленими контактами введення-виведення з внутрішніми резисторами підтягування, але мають властивості для керування.
- PC7...PC0 є 8-бітними двонаправленими контактами введення-виведення з внутрішніми резисторами підтягування.
- PD7...PD0 є 8-бітними двонаправленими контактами введення-виведення з внутрішніми резисторами підтягування.
- PE7...PE0 є 8-бітними двонаправленими контактами введення-виведення з внутрішніми резисторами підтягування.
- PF7...PF0 є контактами, які слугують контактами аналоговими входами для аналого-цифрового перетворювача.
- PG5...PG0 є 8-бітними двонаправленими контактами введення-виведення з внутрішніми резисторами підтягування.
- PH7...PH0 є 8-бітними двонаправленими контактами введення-виведення з внутрішніми резисторами підтягування
- PJ6...PJ0 є 8-бітними двонаправленими контактами введення-виведення з внутрішніми резисторами підтягування
- RESET є контактом для скидання мікроконтролера.
- XTAL1 є вхідним контактом для кварцового резонатора.
- XTAL2 є вихідним контактом для кварцового резонатора.
- AVcc є контактом живлення для контактів F і аналогового-цифрового перетворювача. Повинен бути зовні підключений до Vcc, навіть

якщо АЦП не використовується. Якщо використовується АЦП, повинен бути підключений до V_{сс}, через фільтр низьких частот.

- AREF є аналоговим контрольним контактом для аналогово-цифрового перетворювача.

- LCDCAP є контактом для зовнішнього конденсатора, який повинен бути підключений до нього, якщо модуль РКД включений і налаштований для використання внутрішнього живлення.

2.6.5 Таймер-лічильник

2.6.5.1 Загальні відомості про 16-розрядний таймер-лічильник

Таймери-лічильники — це модулі в мікроконтролері, які постійно щось підраховують. Рахують вони або до певної величини, або до такої величини, наскільки вони бітні. Рахують вони постійно з однією швидкістю, зі швидкістю тактової частоти мікроконтролера, поправленої на переддільники частоти, які конфігуруються в певних регістрах. Таймери, як і зовнішні переривання, працюють незалежно від основної програми. В мікроконтролері є 3 таймери-лічильники:

- таймер 0/2: являються 8-бітними таймерами, це означає, що їх рахункові регістри можуть зберігати числа до 255 значень;

- таймер 1: 16-розрядний з максимальним значенням рахунку 65535.

На практиці використовується найчастіше останній. 16-розрядний таймер-лічильник мікроконтролера Atmega329P призначений для точного завдання тимчасових інтервалів, генерації прямокутних імпульсів і виміру тимчасових характеристик імпульсних сигналів. Джерелом тактового сигналу для таймера - лічильника може бути як тактовий сигнал, який використовується для всього мікроконтролера з використанням переддільника, так і сигнал, що надходить на вхід контакта T1. Якщо не вибрано жодного джерела тактового сигналу, то таймер - лічильник зупиняється. Для того щоб використовувати

цей таймер в AVR існують регістри налаштувань. 16-розрядний таймер-лічильник показаний на рисунку. 2.25.

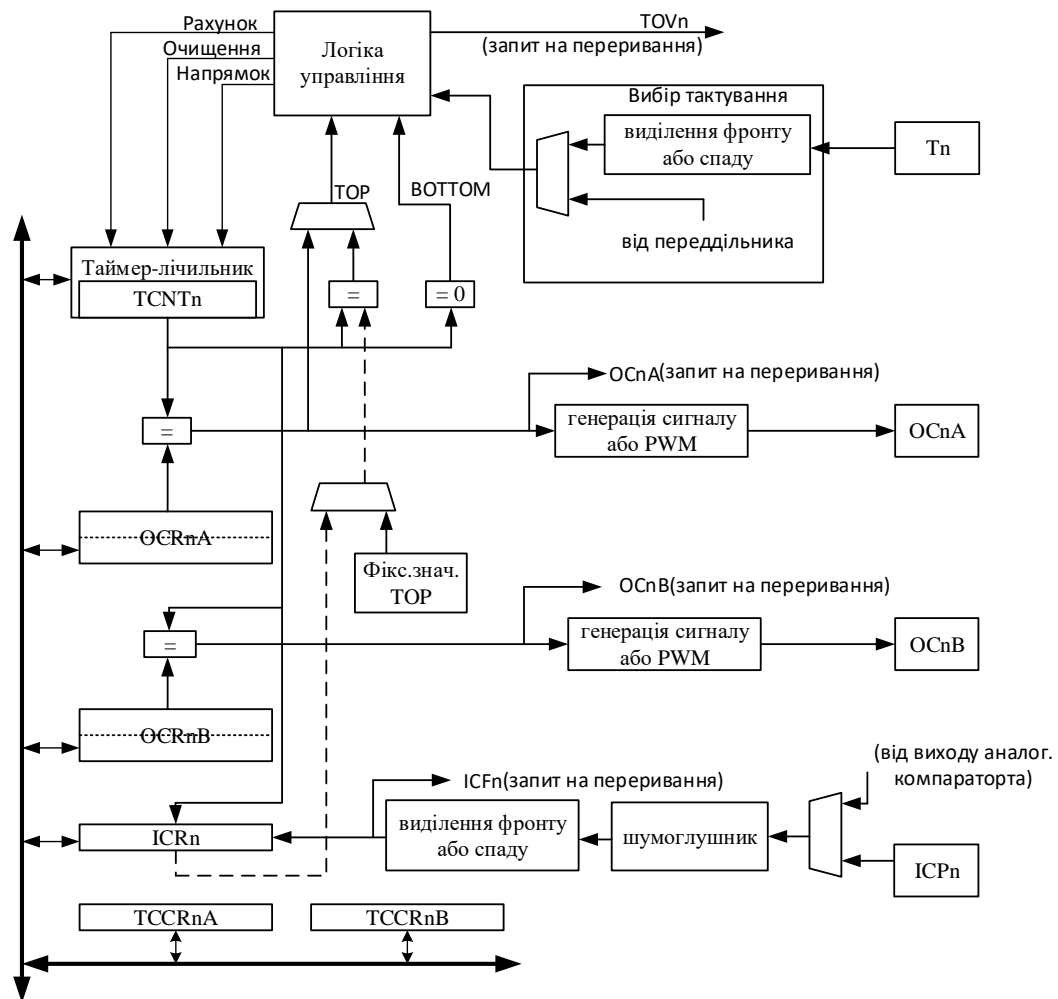


Рисунок 2.25 — 16-розрядний таймер-лічильник

2.6.5.2 Опис регістрів 16-розрядного таймера-лічильника

TCCR1B — це регістр конфігурації таймера 1. Цей регістр відповідає за конфігурацію таймера 1 наведений в таблиці 2.8. Його біти:

- ICNC1. Встановлення цього біта активує функцію шумопоглинання вхідного сигналу.
- ICES1. Цей біт вибирає, який перепад на контакті ICP1 використовується як тригер події захоплення. Коли ICES1 = 0, в якості події

тригера захоплення використовується спад рівня з лог. 1 до лог. 0 (негативний перепад), і коли ICES1 = 1, в якості тригера використовується наростання рівня з лог.0 до лог.1 (позитивний перепад).

– CS12/CS11/CS10. Цими бітами ми задаємо значення переддільника відповідно до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 — Переддільник таймера-лічильника

CS10	CS11	CS12	Опис
0	0	0	Таймер зупинено
0	0	1	$clk_{i/o}/1$ (Нема переддільника)
0	1	0	$clk_{i/o}/8$
0	1	1	$clk_{i/o}/64$
1	0	0	$clk_{i/o}/256$
1	0	1	$clk_{i/o}/1024$
1	1	0	Зовнішнє джерело синхронізації на контакті T1 Задній фронт
1	1	1	Зовнішнє джерело синхронізації на контакті T1 Передній фронт

Таблиця 2.8 — регістр конфігурації таймера 1

Регістр TCCR1B								
Біти	Біт 7	Біт 6	Біт 5	Біт 4	Біт 3	Біт 2	Біт 1	Біт 0
		ICNC1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12	CS11
Специфікації	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

TCNT1 — це регістр рахунку. Пара 8-бітових регістрів TCNT1H і TCNT1L, разом утворюють 16 бітний регістр TCNT1. Даний регістр відкритий як для запису, так і для читання. При роботі таймера 1, значення даного

регістра при кожному рахунку змінюється на одиницю. Тобто в реєстрі TCNT1 записано число тактів, які порахував таймер. Так само можна записати сюди будь-яке число в діапазоні від 0 до 2¹⁶ в 16 ступені. В такому випадку відлік тактів буде вестися не з 0, а з записаного числа. Регістр рахунку показаний в таблиці 2.9.

Таблиця 2.10 — реєстр рахунку таймера 1

Біти	Біт 7	Біт 6	Біт 5	Біт 4	Біт 3	Біт 2	Біт 1	Біт 0
TCNT1H	TCNT1[15:8]							
TCNT1L	TCNT1[7:0]							
Специфікації	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

TIMSK — це реєстр преривань. Регістр відповідає за переривання, що генеруються при роботі таймерів мікроконтролера. Його біти:

- TOIE1. Дозволяє переривання рахункового реєстра TCNT1. При запису одиниці в даний біт переривання дозволено, а при запису нуля — заборонено.

- OCIE1A. Коли в цей біт записана логічна одиниця, то дозволено переривання за подією збігу порівняння значення лічильника з реєстром OCR1A (Timer / Counter1 Output Compare A match Interrupt).

- OCIE1B. Коли в цей біт записана логічна одиниця, то дозволено переривання за подією збігу порівняння значення лічильника з реєстром OCR1B (Timer / Counter1 Output Compare B match Interrupt).

- ICIE1. Коли в цей біт записано логічну одиницю, то дозволено переривання захоплення по входу значення лічильника (Timer / Counter1 Input Capture Interrupt).

Регістр преривань показаний в таблиці 2.10.

Висновки до розділу 2

В другому розділі було розглянуті компоненти, що дозволяють моніторити температурні показники МОП та букс тепловоза. Визначено, що компонент для зняття температурних показників являє собою температурний датчик. Температурний датчик дозволяє знімати в реальному часі температуру необхідних елементів, таких як МОП та букс. Розглянуто різні типи датчиків для зняття температурних показників. Визначено який тип температурних датчиків підходить найкраще для системи. Напівпровідникові датчики температури з цифровим виходом мають перевагу над аналоговими, тому що на тепловозах інформацію від МОП та букс до кабіни машиніста доводиться передавати на дальній відстані.

Визначено місце розташування датчика температури для МОП, букс.

Розглянуті компоненти, які будуть відображати стани підшипників. Визначено, що RGB пікселі можуть видавати один із безлічі кольорів, таким чином можна легко позначити необхідним кольором становище підшипника. В комінації із семисегментним індикатором, можна чітко і відразу визначити секцію із проблемою. Сигнальний динамік, завдяки монотонному звучанню, привертає увагу машиніста у разі проблеми, а за потреби його можна скинути завдяки кнопці.

Виявлено який компонент має контролювати систему. Такими компонентом є мікроконтролер.

Обрано необхідні датчики, світлодіоди, кнопки, сигнальний динамік, семисегментний індикатор та мікроконтролер.

Розроблена спрощена структурна схема та розібрані всі її функціональні блоки.

Розглянуті принципи та методи запису інформації в світлодіоди, та обрано найкращий із них.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА БЛОК-СХЕМ ПРОГРАМ

3.1 Структурна схема

Виходячи із попереднього аналізу вимог до системи, а також вибору необхідних елементів, розроблена структурна схема з відповідними лініями зв'язку між ними. 24 датчика DS1825U підключаються до мікроконтролера Atmega 329P через 1-провідну шину. 24 RGB світлодіода WS2812B підключені до мікроконтролера через звичайні цифрові контакти, так само як і кнопка, семисегментний індикатор, п'єзодинамік.

Повна структурна схема показана на рисунку 3.1.

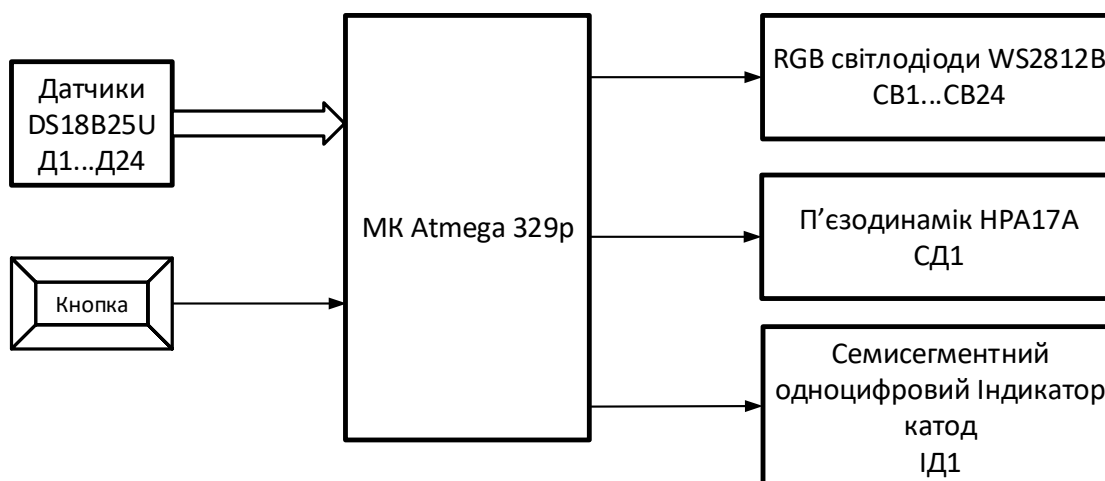


Рисунок 3.1 — Структурна схема

3.2 Блок-схеми програм

Блок-схеми відображають принцип роботи пристрою з програмної сторони. Задяки повному аналізу підібраних датчиків, світлодіодів, кнопки, семисегментного індикатора, п'єзодинаміка та мікроконтролера, розроблені блок-схеми, які мають необхідні ключові команди щодо принципу роботи системи. Блок-схема запису в регістр температури проконвертованих значень

показана на рисунку 3.2. Блок-схема зчитування із реєстрів температури проконвертованих значень показана на рисунку 3.3. Блок-схема обробки інформації зчитаної із реєстрів мікроконтролером показано на рисунку 3.4.

В перших двох блок-схемах спочатку іде процес ініціалізації: скидання, присутність. На практиці це одна команда. Наприклад, використовуючи бібліотеку “OneWire” , потрібно виконати команду `ds.reset()`, де `ds` — контакт до якого підключили датчик. Ця команда скидує всі попередні команди і параметри. Потім за ними іде команда, для першої блок схеми, пропустити ПЗУ, для того щоб перейти відразу до виконання конвертації температури. На практиці потрібно на контакт подати команду `ds.write(0xCC)`, а потім `ds.write(0x44)`. Зачекати на деякий час, для конвертації. Після цього дані будуть записані в двобайтовий реєстр температури.

Для щоб зчитати дані необхідно виконати знову процес ініціалізації, тобто повторивши команду `ds.reset()`. Після цього необхідно виконати команду вибору ПЗУ, а за нею подати адрес першого пристрою та команду прочитати реєстр. На практиці реалізується наступним чином: спочатку подати команду `ds.write(0x55)`, що є командою вибору ПЗУ, за нею подати адрес першого пристрою, наприклад перший датчик `ds.write(0x00)`, а потім `ds.write(0xBE)` для зчитування реєстра температури і врешті-решт записати це значення до змінної, попередньо помноживши на відповідний показник роздільної здатності. Для 12-біт це 0,0625.

Далі іде процес порівняння температури. Якщо значення що міститься після запису у зміну до 69 градусів цельсію, то потрібно запалити світлодіод зеленим кольором і подати на контакт 24 біта у разі заплнення першого покселя. На практиці це реалізувати можна наступним чином, використовуючи бібліотеку “Adafruit_NeoPixel.h”:

`if(temp1 < 69){ pin1.setPixelColor(1, pin1.Color(0,150,0));}` — де `pin1` є контактом до якого приєднаний світлодіод. Всі інші операції виконуються за схожим принципом, окрім включення індикатора і п’езодинаміка та їх

вимикання завдяки кнопці. Для цього не потрібно використовувати додаткових бібліотек.

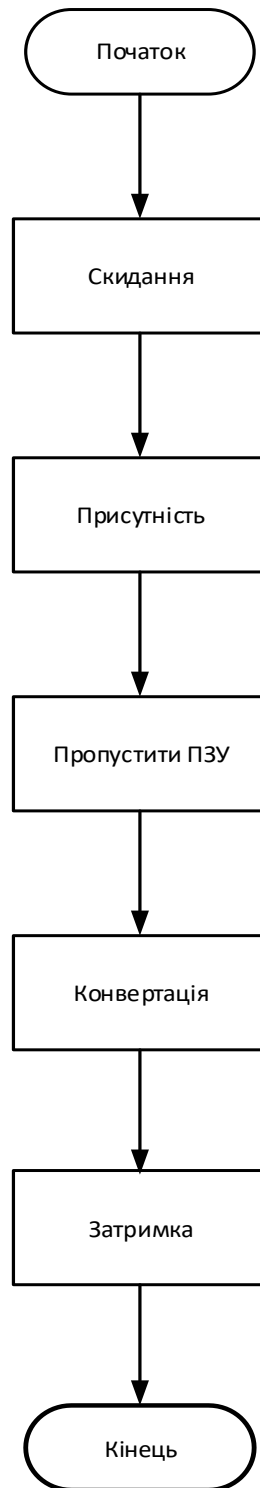


Рисунок 3.2 — Запис в регістр температури проконвертованих значень

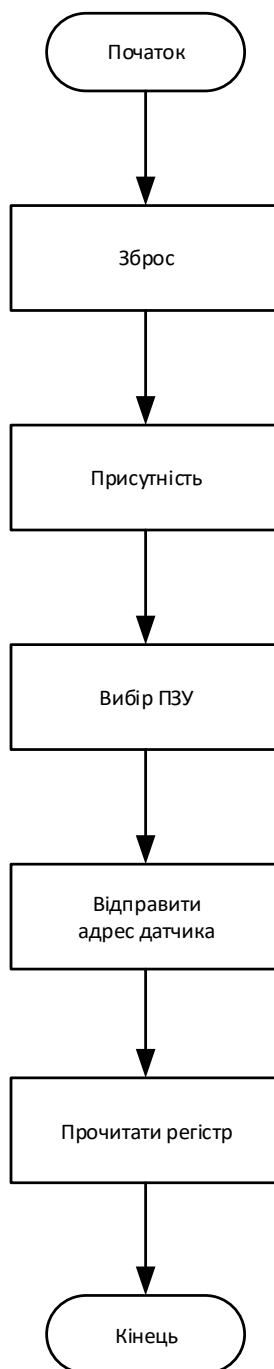


Рисунок 3.3 — Зчитування із регістрів температури проконвертованих значень

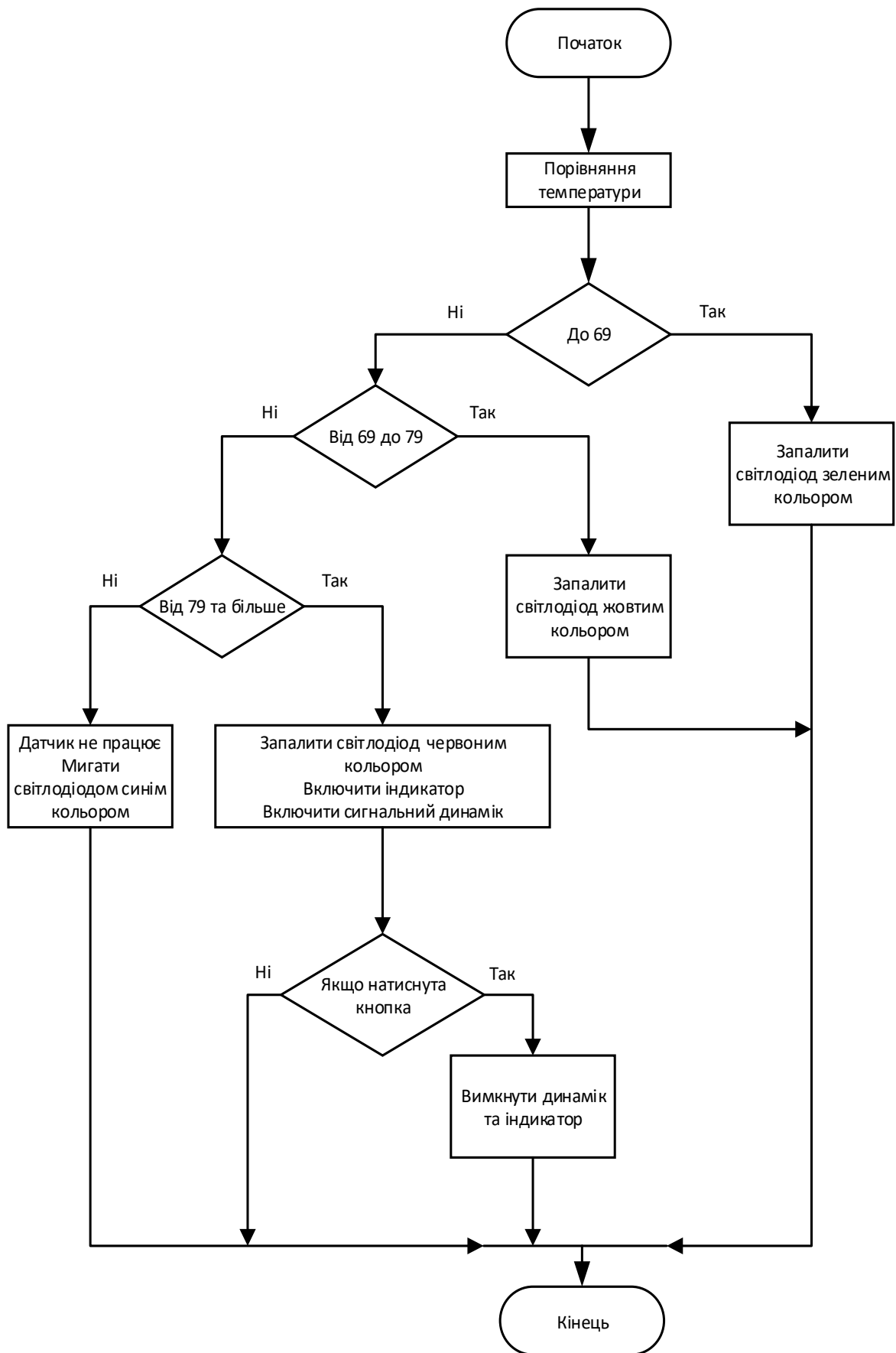


Рисунок 3.4 — Обробка інформації зчитаної із регістрів мікроконтролером

Висновки до розділу 3

У третьому розділі були використані алгоритми запису, зчитування та обробки інформації із датчиків.

Розроблено блок-схеми роботи із датчиками на їх основі. Більша частина команд із блок-схем детально описані. Приведені основні бібліотеки для роботи із датчиками та світодіодами.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Вимоги до приміщення

Геометричні розміри приміщення зазначені у таблиці 4.1. Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є диван і журнальний стіл. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

Таблиця 4.1 – Розміри робочого місця

Параметр	Значення
Довжина, м	6
Ширина, м	4
Висота, м	2,5
Площа, м ²	24
Об'єм, м ³	60

Згідно до санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень [21] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

4.2 Навантаження та напруженість процесу праці

За фізичним навантаженням робота відноситься до категорії легкі роботи (Ia), її виконують сидячи з періодичним ходінням. Щодо характеру організування виконання дипломної роботи, то він підпадає під нав'язаний

режим, оскільки певні розділи роботи необхідно виконати у встановлені конкретні терміни. За ступенем нервово-психічної напруги виконання роботи можна віднести до II – III ступеня і кваліфікувати як помірно напружений – напружений за умови успішного виконання поставлених завдань.

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої (лазерні та струменеві), що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявні психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;
- динамічного.

б) нервово-психічного перевантаження:

- розумового перенапруження;
- монотонності праці;
- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи [22].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви тривалістю 15 хв через кожну годину роботи.

4.3 Пожежна безпека

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ЕОМ, вентиляції і кондиціонування. Небезпека загоряння пов'язана з особливістю комп'ютерів – із значною кількістю щільно розташованих на монтажній платі і блоках електронних вузлів і схем, електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів і транзисторів. Надійна робота окремих елементів і мікросхем в цілому забезпечується тільки в певних інтервалах температури, вологості і при заданих електричних параметрах. При відхиленні реальних умов експлуатації від розрахункових можуть виникнути пожежонебезпечні ситуації.

Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100°C). При проходженні електричного струму по провідниках і деталей виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву, і може служити причиною запалювання ізоляційних матеріалів. Слабкий опір ізоляційних матеріалів дії температури може викликати порушення ізоляції і привести до короткого замикання між струмоведучими частинами обладнання (шини, електроди). Також ймовірна небезпека внаслідок перевантаження напруги, розрядки зарядів статичної електрики, пошкодження обладнання та електропроводки. Електростатичний розряд виникає під час тертя двох ізолюваних матеріалів. Розряд статичної електрики може виникнути під час роботи вентилятора або комп'ютера. Кабельні лінії є найбільш пожежонебезпечними місцем. Наявність пального ізоляційного матеріалу, ймовірних джерел запалювання у вигляді електричних іскор і дуг, розгалуженість і недоступність роблять кабельні лінії місцем найбільш ймовірного виникнення і розвитку пожежі. Для зниження займистості і здатності поширювати полум'я кабелі покривають вогнезахисними покриттями.

Для гасіння пожеж в офісному приміщенні пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окиснювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

- 1) поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420°C ;
- 2) полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335°C , температура самозаймання 530°C ,
- 3) склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,
- 4) пластикат кабельний – матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1,
- 5) деревина – будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура запалювання 255°C , температура самозаймання 399°C .

Для відводу теплоти від ЕОМ діє потужна система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень обчислювального центру.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до [24] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймисті речовини та матеріали.

Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- Іскри і дуги короткого замикання;
- електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- перегріву від тривалого перевантаження,
- відкритий вогонь і продукти горіння,
- наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- розрядна статична електрика.

Причинами можливого загорання і пожежі можуть бути:

- Несправність електроустановки;
- конструктивні недоліки устаткування;
- коротке замикання в електричних мережах;
- запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, синильна кислота, аміак, ацетон та ін.

4.4 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки [23]: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три- провідна мережа, шляхом прокладання

фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

4.5 Розрахунки

4.5.1 Розрахунок освітлення

Згідно з [23] для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше $1/8$, в побутових – $1/10$:

$$S_b = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) \times S_n, \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, m^2 ;

S_n – площа підлоги, m^2 .

$$S_n = a \cdot b = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/10 \cdot 24 = 2,4 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 1 вікно площею $S=2,4 \text{ м}^2$.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 6 м, ширина 4 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5200 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \times S \times Z \times K}{F \times U \times M}, \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, m^2 ; $S = 24 m^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника (1,1 для люмінесцентних ламп);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5200лм.

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \times 24 \times 1.1 \times 1.5}{5200 \times 0.575 \times 2} = 1,98$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 3-х світильників, які складаються з 2-х люмінесцентних ламп загальною потужністю 80 Вт, напругою – 220 В.

4.5.2 Розрахунок захисного заземлення

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом [23], приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контуру заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Послідовність розрахунку:

1) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (4.3)$$

де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів; R_d – допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

2) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho = 40$ Ом·м (табличне значення).

3) Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{розр.}$, Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.}$, і горизонтальних $\rho_{розр.г.}$, Ом·м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \Psi \cdot \rho \quad (4.4)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів і кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{\text{розр.в}} = 1,7$ і горизонтальних $\rho_{\text{розр.г}} = 5,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

$$\rho_{\text{розр.в}} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

$$\rho_{\text{розр.г}} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

4) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача R_B , Ом, за (4.5).

$$R_B = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_B} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_B}{d_{\text{ст}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_B}{4 \cdot t - l_B} \right), \quad (4.5)$$

де l_B – довжина вертикального заземлювача (для труб – 2 – 3 м; $l_B = 3$ м);

$d_{\text{ст}}$ – діаметр стержня (для труб – 0,03 – 0,05 м; $d_{\text{ст}} = 0,05$ м);

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф. (4.6):

$$t = h_E + \frac{l_E}{2}, \quad (4.6)$$

де h_E – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м};$$

$$R_B = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

1) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η_B :

$$n = \frac{2R_E}{R_D} = \frac{2 \times 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.7)$$

I визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_B = 0,57$ (табличне значення).

- 2) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання η_B , шт:

$$n = \frac{2 \cdot R_E}{R_{Д \cdot \eta_B}} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} \approx 16 \quad (4.8)$$

- 3) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_C , м:

$$l_C = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (4.9)$$

де L_B – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_B = 3$ м);
 n_B – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_C = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м.}$$

Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки) R_Γ , Ом:

$$R_\Gamma = \frac{\rho_{\text{розр.}\Gamma}}{2 \cdot \pi \cdot l_C} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_C^2}{d_{\text{см}} \cdot h_\Gamma}, \quad (4.10)$$

де $d_{\text{см}}$ – еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d_{\text{см}} = 0,95b$,
 $b = 0,15$ м;

h_Γ – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

l_C – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_C , м

$$R_\Gamma = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

- 4) Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_C .

відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів n_b .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги $\eta_c = 0,3$.

Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг.}} = \frac{R_E \cdot R_{\Gamma}}{R_E \cdot \eta_c + R_{\Gamma} \cdot \eta_E \cdot \eta_E} \leq R_d, \quad (4.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{\text{заг}} < 4 \text{ Ом}$, а саме:

$$R_{\text{заг}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_d$$

При виникненню пожеж при роботі на ПЕОМ від таких можливими джерел запалювання як:

- іскри і дуги коротких замикань;
- перегрів провідників, резисторів та інших радіодеталей ПЕОМ, від тривалої перевантаження та наявність перехідного опору;
- іскри при розмиканні і розмиканні ланцюгів;
- розряди статичної електрики;
- необережному поводженню з вогнем, а також вибухи газо-повітряних і паро-повітряних сумішей.

Важливу увагу слід звернути на пожежну безпеку підприємства в цілому і окремих його приміщень. В приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. Наявний вільний аварійний вихід за межі приміщення в разі пожежі, бути передбачені вогнегасники. Вони повинні бути в робочому стані і перевірятися згідно з нормами. У приміщеннях повинна бути пожежна сигналізація, вогнегасник. У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в

найближчу пожежну частину, убезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

Висновки до розділу 4

В розділі чотири зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в кваліфікаційній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника.

Наведено рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Також були наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

ВИСНОВКИ

У вступній частині дипломного проекту визначена актуальність теми безпеки, як стану захищеності сьогодення і майбутнього окремої людини від будь-яких несприятливих впливів, так само як і безпеки залізничного транспорту при транспортуванні фізичних осіб та корисних копалин. Основним чинником, який зумовлює розробки систем безпеки для тепловозів є гроші.

У розділі один розглянуто загальну структуру та колісно-мотоний блок тепловоза 2TE116. Визначена залежність роботи тягового електродвигуна від МОП, так само як і залежність роботи колісних пар від роликів підшипників кочення, що знаходяться буксах. МОП і роликові підшипники є елементами, через які тепловоз може відмовити в працездатності у разі їх нагріву до критичного значення.

У розділі два розглянуті компоненти, що дозволяють моніторити температурні показники МОП та букс тепловоза. Визначено, що компонент для зняття температурних показників являє собою температурний датчик. Він дозволяє знімати в реальному часі температуру необхідних елементів, таких як МОП та букс. Визначено місце розташування датчика температури для МОП, букс.

Виявлено, що RGB піселі можуть видавати один із безлічі кольорів, таким чином можна легко позначити необхідним кольором становище підшипника. В комінації із семисигментним індикатором, можна чітко і відразу означити секцію із проблемою. Завдяки сигнальному динаміку буде привернуто увагу машиніста у разі проблеми, а за потреби його можна скинути завдяки кнопці. Визначено, що контролювати систему буде мікроконтролер.

Розроблено спрощену структурну схему та розібрані всі її функціональні блоки.

У розділі три розроблені блок-схеми роботи із датчиками. На основі цих блок-схем можна розробляти програмне забезпечення, для якого приведені та описані основні бібліотеки роботи із датчиками та світлодіодами.

В розділі чотири зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проблеми і питання забезпечення безпеки в сучасному світі. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: http://www.noocosmology.ru/articles-40.html](http://www.noocosmology.ru/articles-40.html) (дата звернення 10.05.2019).
2. Транспортування вугілля. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: http://uglex.com/articles/292-sposoby-transportirovki-uglya.html](http://uglex.com/articles/292-sposoby-transportirovki-uglya.html) (дата звернення 10.05.2019).
3. Тепловоз 2TE116. [Електронний ресурс]. Режим до ресурсу: [www.URL: https://teplovoz.ucoz.ru/](https://teplovoz.ucoz.ru/) (дата звернення 11.05.2019).
4. Колісно-моторний блок 2TE116. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: https://www.dieselloc.ru/2te116/2te116_33.html](https://www.dieselloc.ru/2te116/2te116_33.html) (дата звернення 11.05.2019).
5. Тяговий електродвигун ед-118а. [Електронний ресурс]. Режим доступу до [www.URL: ресурсу: https://teplovoz.ucoz.ru/publ/ehlektricheskie_mashiny/tjagovyj_ehlektrodvigatel_ehd_118a/5-1-0-93](https://teplovoz.ucoz.ru/publ/ehlektricheskie_mashiny/tjagovyj_ehlektrodvigatel_ehd_118a/5-1-0-93) (дата звернення 11.05.2019).
6. Моторно-осьовий підшипник. [Електронний ресурс] . Режим доступу до ресурсу: [www. URL: https://studopedia.su/15_124396_motorno-osevoy-rodshipnik.html](https://studopedia.su/15_124396_motorno-osevoy-rodshipnik.html) (дата звернення 11.05.2019).
7. Датчики температури. Види датчиків температури. [Електронний ресурс]. [www. URL: Режим доступу до ресурсу: https://studwood.ru/1664638/tehnika/datchiki_temperatury_vidy_datchikov_temperatury](https://studwood.ru/1664638/tehnika/datchiki_temperatury_vidy_datchikov_temperatury) (дата звернення 14.05.2019).
8. Напівпровідникові датчики температури. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: https://www.kazedu.kz/referat/137294/2](https://www.kazedu.kz/referat/137294/2) (дата звернення 14.05.2019).
9. Datasheet DS1825B. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/170204/MAXIM/DS1825.html](http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/170204/MAXIM/DS1825.html) (дата звернення 15.05.2019).

10. Розумні світлодіоди. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: http://www.electronica52.in.ua/tovari_s_alieexpress/umnye-svetodiody-ws2812b-neopixels](http://www.electronica52.in.ua/tovari_s_alieexpress/umnye-svetodiody-ws2812b-neopixels) (дата звернення 18.05.2019).

11. Керівництво за світлодіодною смугою RGB WS2812B. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www.URL: https://randomnerdtutorials.com/guide-for-ws2812b-addressable-rgb-led-strip-with-arduino/](https://randomnerdtutorials.com/guide-for-ws2812b-addressable-rgb-led-strip-with-arduino/) (дата звернення 18.05.2019).

12. Види динаміків. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: https://zvukoved.net/dinamiki/vidy-dinamikov](https://zvukoved.net/dinamiki/vidy-dinamikov) (дата звернення 21.05.2019).

13. Datasheet HPA17A [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: https://files.amperka.ru/datasheets/hpa17a](https://files.amperka.ru/datasheets/hpa17a). (дата звернення 22.05.2019).

14. Підключення кнопки до Ардуіно. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/knopka-arduino/](https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/knopka-arduino/) (дата звернення 23.05.2019).

15. Чому варто переходити на 32-розрядну архітектуру мікроконтролері. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2192/doc/50552/](http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2192/doc/50552/) (дата звернення 24.05.2019).

16. Datasheet Atmega329P. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/170106/ATMEL/ATMEGA329P.html](http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/170106/ATMEL/ATMEGA329P.html) (дата звернення 24.05.2019).

17. Використання 16-bit Timer / Counter1 для вимірювання і підрахунку імпульсів. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: http://microsin.net/programming/avr/atmega-ct1-pulse-counting.html](http://microsin.net/programming/avr/atmega-ct1-pulse-counting.html) (дата звернення 27.05.2019).

18. Таймери-лічильники. Переривання. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [www. URL: http://narodstream.ru/avr-urok-10-tajmery-schetchiki-preryvaniya/](http://narodstream.ru/avr-urok-10-tajmery-schetchiki-preryvaniya/) (дата звернення 28.05.2019).

19. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2018 р. за № 508/31960. Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18](http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18)

20. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 7 квітня 1998 р. за N 226/2666. Режим доступу: [www. URL: https://dnaop.com/html/64/doc-НПАОП_0.00-4.15-98](http://www.dnaop.com/html/64/doc-НПАОП_0.00-4.15-98).

21. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Постанова N 42 від 01.12.99. Режим доступу: [www.URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99](http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99)

22. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПН 3.3.2.007-98. Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 10 грудня 1998р N7. Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98](http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98)

23. ДБН В.2.5-28:2018 «Державні Будівельні Норми України. Природне і штучне освітлення». наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 03.10.2018 № 264. Режим доступу: [www. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188](http://www.dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188)

24. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою». Наказ від 15.06.2016 №158. Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0158858-16](http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0158858-16)

ДОДАТОК А ПРЕЗЕНТАЦІЯ

Міністерство освіти і науки України

Східноукраїнський національний університет ім.В.Дала

Дипломний проект

на тему:

“Система контролю температури букс, моторно-осьових підшипників тягових двигунів тепловоза”

Група: КІ-15д

Студент: Ботнар Д. О.

Керівник проекту:

Недзельський В. С.

Актуальність та мета дипломного проекту

Актуальністю даної роботи є безпека в тепловозі 2ТЕ116.

Метою є розробка системи контролю температури букс, моторно-осьових підшипників тягових двигунів тепловоза 2ТЕ116.

Вимоги до системи

Система повинна:

1. Моніторити температурні показники усіх підшипників колісних пар.
2. Передавати інформацію про стан підшипників на інформаційну панель.
3. Сповіщувати машиніста за допомогою сигнального динаміка про стан підшипників, у разі критичної температури хоча б на одному із них.
4. Скидання звукового сигналу за бажанням машиніста.

Предметна область

Предметною областю є тепловоз 2ТЕ116, а саме колісно-моторний блок.



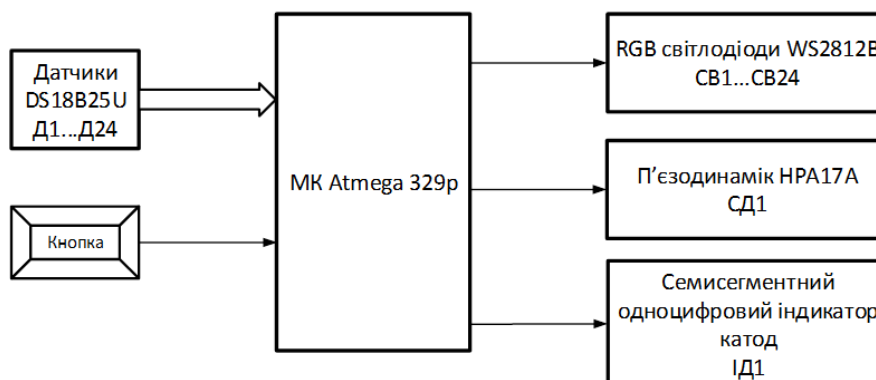
Тепловоз 2ТЕ116 слугує для перевезення людей, так і перевезення корисних копалин.

Має дві секції.

Колісно-моторний блок складається із тягових електродвигунів, які опираються на колісні пари через моторно-осьові підшипники. Букси знаходяться на обох кінцях кожної такої пари.

Колісних пар на одній секції три.

Структурна схема

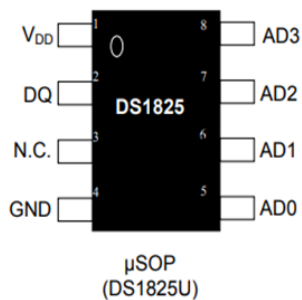


Вибір датчиків

У якості елемента для контролю температурних показників підшипників було обрано цифровий датчик DS1825U.

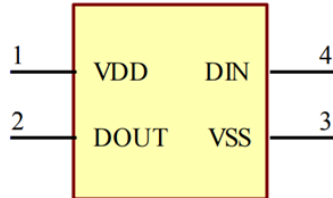
Головні характеристики:

1. Внутрішній АЦП.
2. 1-wire шина.
3. Однозначна ідентифікація.
4. Вимірювання: від -55 до + 125 °С.
5. Цифровий вихід.
6. Обширна кількість бібліотек.

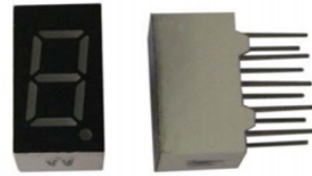


Панель інформації

У якості компонентів панелі інформації було обрані: RGB WS2812B та семисегментний індикатор.



Світлодіод WS2812B



Семисегментний одноцифровий індикатор, катод

Сигнальний динамік

У якості сигнально динаміка було обрано п'єзодинамік НРА17А .

Головні характеристики:

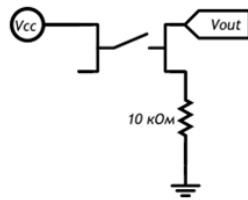
1. Живлення: 5 В.
2. Робоча напруга: 1~ 30 В.
3. Гучність: 78 дБ.
4. Частота роботи: 4096 ± 500 Гц
5. Робоча температура: -12 ~ +60 °С.



П'єзодинамік

Кнопка скидання звукового сигналу

У якості кнопки скидання звукового сигналу обрано звичайну тактову кнопку.



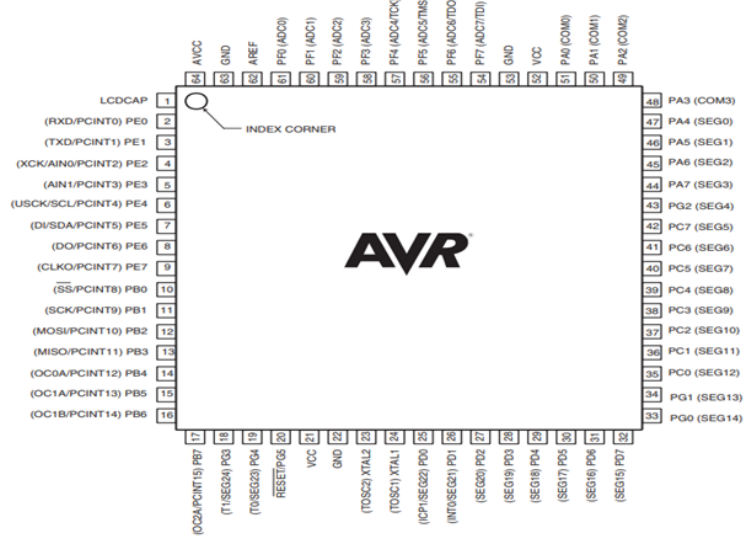
Кнопка зі стягуючим резистором



Тактові кнопки

Мікроконтролер

У якості мікроконтролера обрано Atmega329P.



Atmega329P

Висновки

У дипломній роботі було:

1. Проаналізовано актуальність роботи.
2. Визначено мету роботи.
3. Проведено аналіз роботи тепловоза 2ТЕ116 та його колісно-моторного блока.
4. Визначено компонент, що дозволяє моніторити температурні показники МОР та букс тепловоза.
5. Розроблено панель інформації.
6. Обрано сигнальний динамік.
7. Вибрано тип кнопки скидання сигналу.
8. Визначено, що контролювати систему буде 8-бітний мікроконтролер.
9. Розроблені блок-схеми роботи із датчиками.
10. Наведені рекомендації щодо охорони праці.

**Доповідь закінчено, дякую
за увагу!**