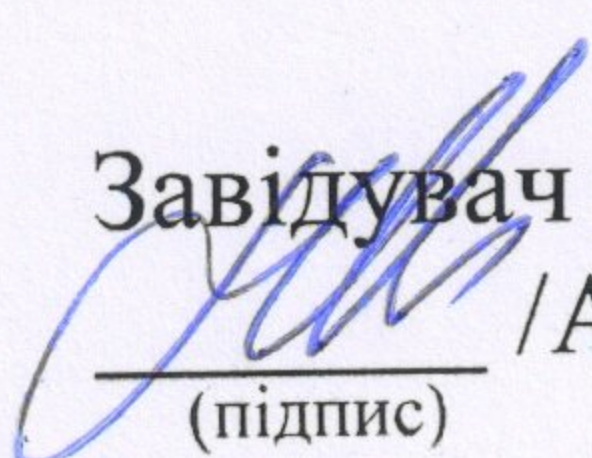


Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра «Електротехніка та електромеханіка»

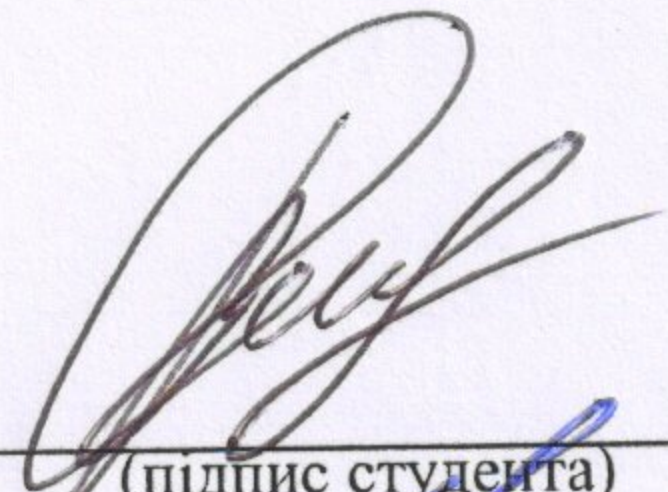
ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕТЕМ

/Андрій МУХА/
(підпис)

Дата 01.08.23

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Розробка системи контролю температури тягової батареї електромобіля»
за освітньою програмою: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»
зі спеціальності: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав: студент
групи «ЕП1911»

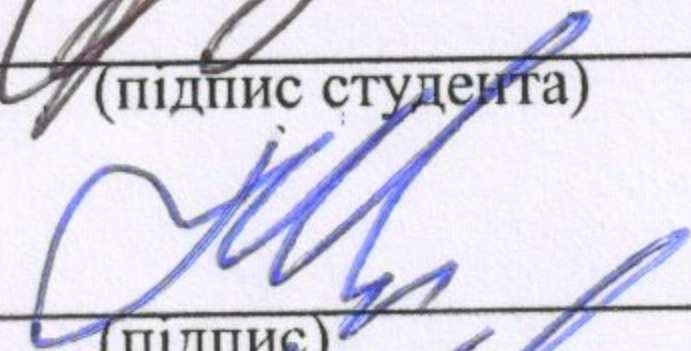


(підпис студента)

/Вадим САЛЬНІК/

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

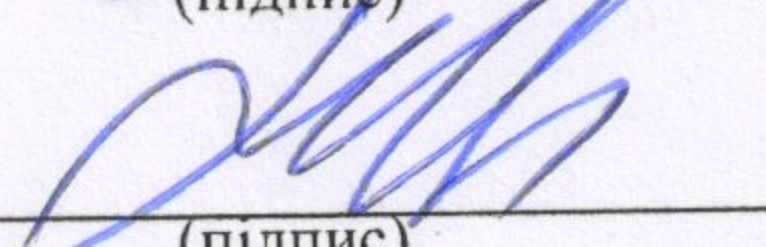


(підпис)

/проф. Андрій МУХА/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:



(підпис)

/доц. Оксана КАРЗОВА/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

(назва розділу)

(підпис)

// _____
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

// _____
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

// _____
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

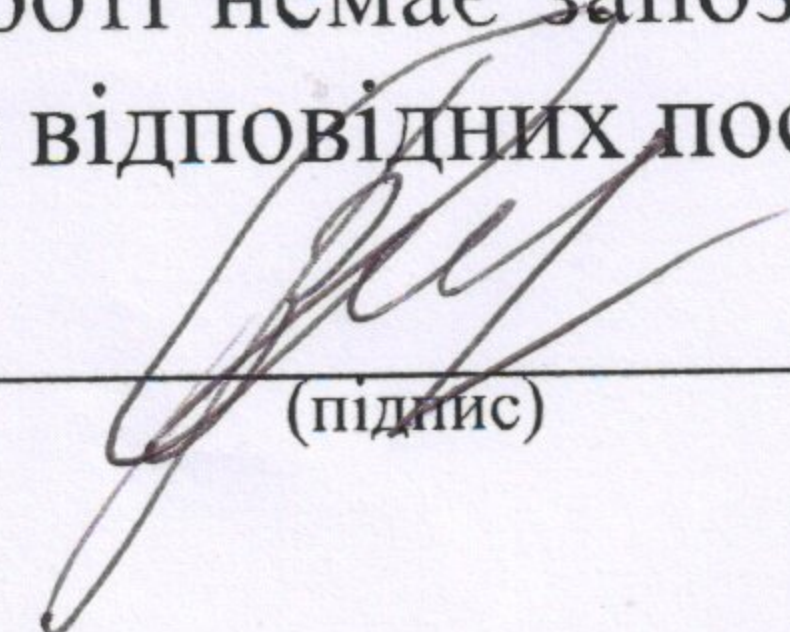
(назва розділу)

(підпис)

// _____
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент



(підпис)

Дніпро – 2023 рік

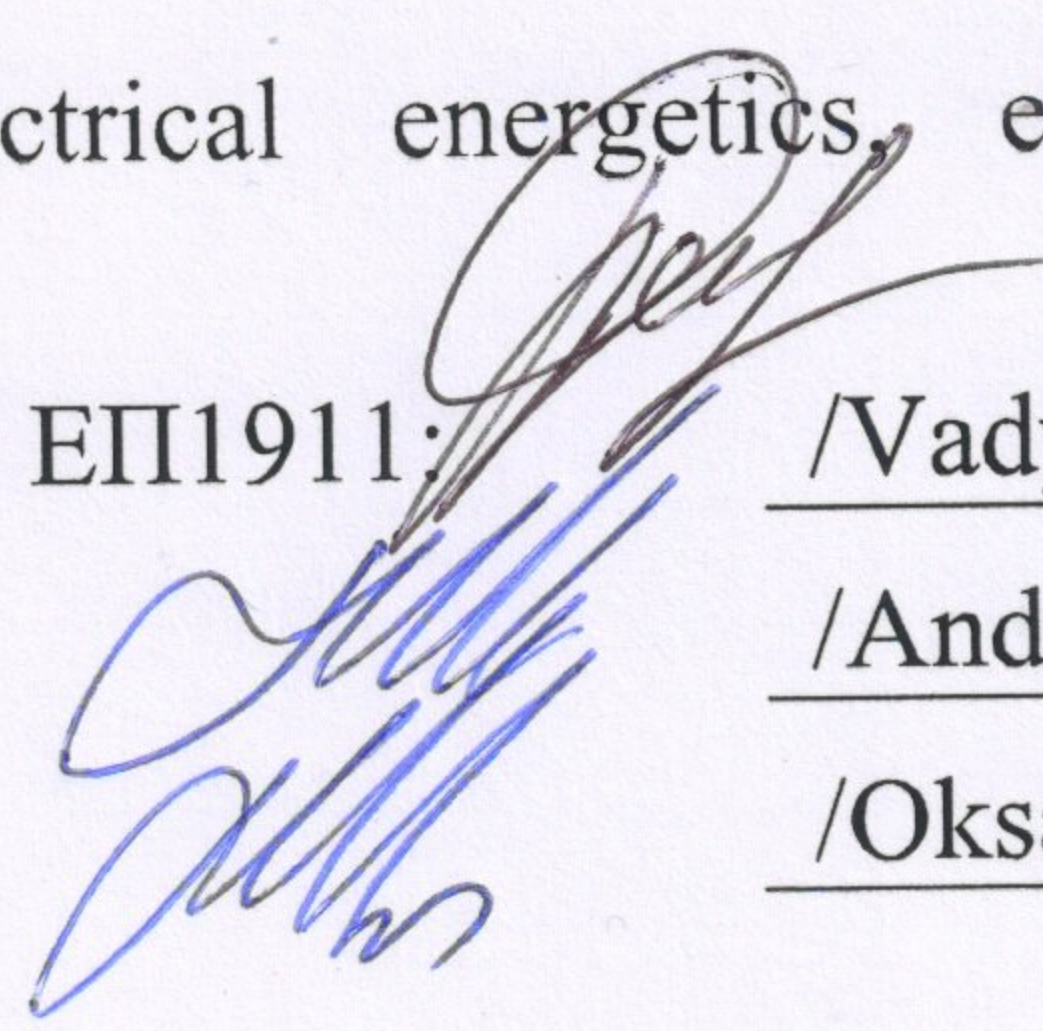
Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty «Energy and Economy Process Control»
Department «Electrical engineering and electromechanics»

Explanatory Note
to Bachelor's Thesis

on the topic: «Development of the temperature control system for the electric vehicle's traction battery»
according to educational curriculum «Electromechanical automation systems and electric drive»
in the Speciality: «141 Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics»

Done by the student of the group ЕП1911:


/Vadym SALNIK/

Scientific Supervisor:

/Andrii MUKHA/

Normative controller:

/Oksana KARZOVA/

Supervisors

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

(Chapter title heading)

// _____
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Управління енергетичними та економічними процесами»

Кафедра: «Електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: бакалавр

Освітня програма: «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»

Спеціальність: «141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студенту Сальнік Вадим Сергійович

1. Тема роботи: «Розробка системи контролю температури тягової батареї електромобіля»

Керівник роботи: Муха Андрій Миколайович, професор, завідуючий кафедрою

затверджені наказом № 1083 ст від 24.10.2022

2. Строк подання студентом роботи: 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Конструктивні особливості та режими роботи тягової батареї електромобіля

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: Обґрунтований вибір датчиків контролю температури тягової акумуляторної батареї

4.2 Основна частина: Розробка принципової схеми, конструкції інтегрального датчика температури та розробка відповідного програмного забезпечення.

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: Правила безпечного обслуговування акумуляторних батарей

4.4 Економічна частина:

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): ілюстративні матеріали для доповіді результатів виконання випускної роботи

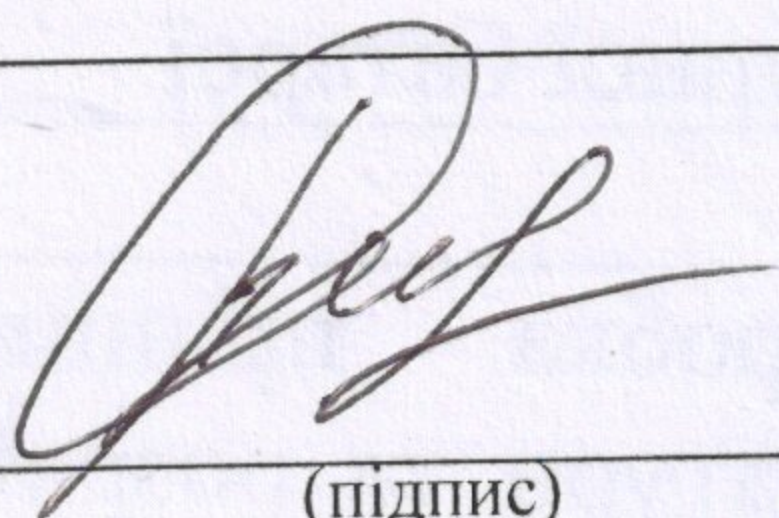
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.03.2023	5%
2	Розділ 1 та 2	01.04.2023	30%
3	Розділ 3	15.04.2023	40%
4	Розділ 4	01.05.2023	60%
5	Розділ 5	15.05.2023	80%
6	Висновки	20.05.2023	90%
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	01.06.2023	100%
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	27.06.2023	

Студент

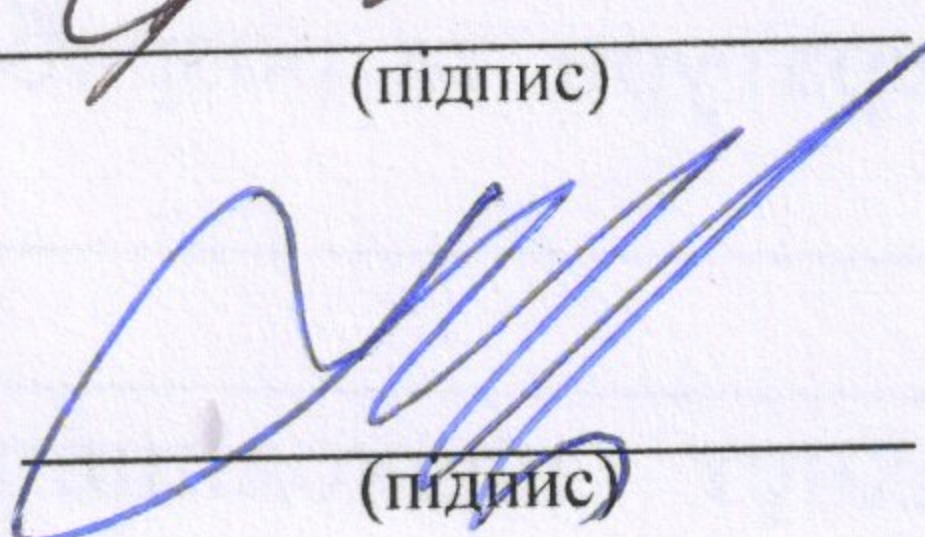


(підпис)

Вадим САЛЬНІК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

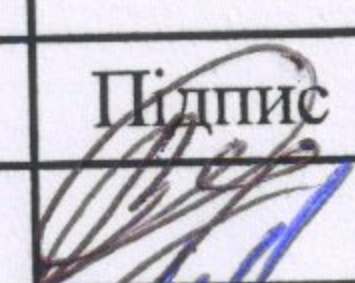
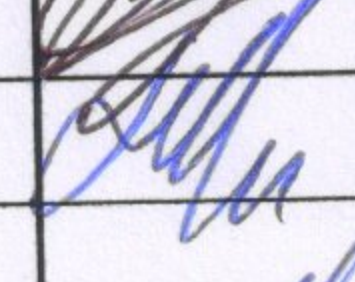
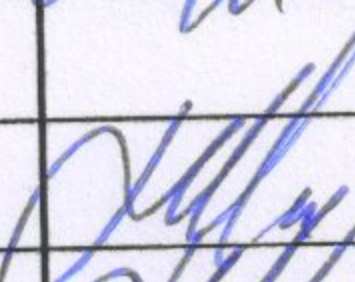
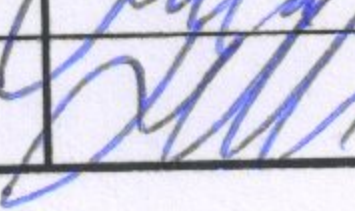


(підпис)

проф. Андрій МУХА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кільк. арк.	№ екз.	Прим
1			<u>Документація загальна</u>			
2			Заново розроблена			
3	A4	6.141.190059.ПЗ	Пояснювальна записка	84		
4			Запозичена			
5			<u>Графічна частина</u>			
6			Заново розроблена			
7	A4	6.141.190059.01	Тягові акумулятори	1		
8						
9						
10						
11	A4	6.141.190059.02	Датчики температури	1		
12						
13	A4	6.141.190059.03	Принципова схема та	1		
14			конструкція датчика			
15			температури			
16						
17	A4	6.141.190059.04	Мікроконтролерний	1		
18			блок			
19						
20						
21						
22			Запозичена			
23			<u>Електронна частина</u>			
24						

					6.141.190059.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи	Стад.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Сальник В.С.		01.06.2023			5	90
Осн. керів.		Муха А.М.		17.06.23				
Консульт.								
Н. контр.		Карзова О.О.		17.06.23				
Зав. кафедр.		Муха А.М.		17.06.23				
						МОН України. УДУНТ Кафедра «ЕТЕМ» Група ЕП1911		

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Розробка системи контролю температури тягової батареї електромобіля» містить: 82 сторінки основного тексту, 5 розділів, 40 рисунків, 17 літературних джерел, додаток.

Мета роботи – розробка апаратно-програмного мікропроцесорного комплексу для контролю температури тягової батареї електромобіля.

В розділі 1 розглянуті особливості режимів роботи тягової батареї електромобіля.

В розділі 2 проведено аналітичний огляд існуючих датчиків температури, в тому числі інтегрального виконання, та обрано два типа датчика для подальшої розробки.

В розділі 3 розроблені два варіанта принципів схем та конструкцій датчика температури тягової батареї електромобіля.

В розділі 4 розроблено принципову схему, конструкцію та відповідне програмне забезпечення мікроконтролерного блоку контролю температури тягової батареї електромобіля.

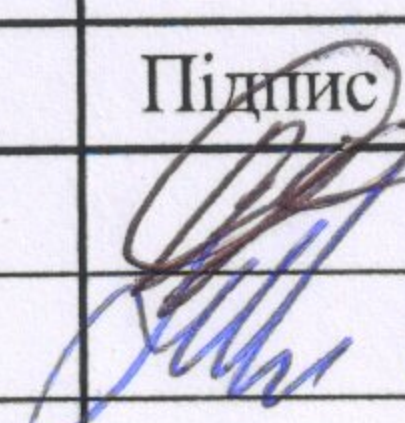
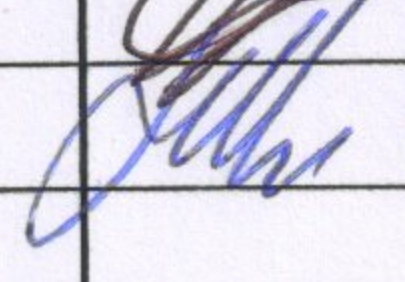
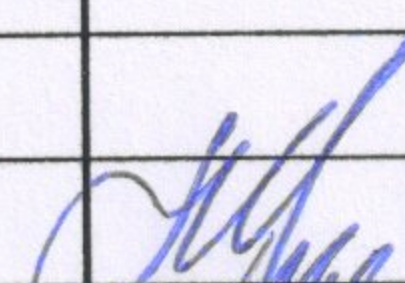
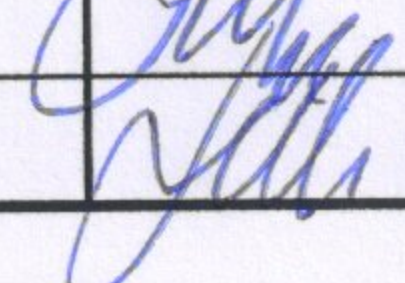
Розділ 5 присвячено питанням безпечної експлуатації акумуляторних батарей.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, ТЯГОВА БАТАРЕЯ, ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРИ, ПРИНЦИПОВА СХЕМА, МІКРОКОНТРОЛЕР, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

					6.141.190059.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ТЯГОВА АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.....	9
РОЗДІЛ 2 ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРИ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.....	20
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРИ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕ.....	42
РОЗДІЛ 4 МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТА ОБРОКИ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРИ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.....	50
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ. ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	66
ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	83
ПЕРЕЛІК ГРАФІЧНИХ РОБІТ.....	85
ДОДАТОК.....	86

					Пояснювальна записка			
					Розробка системи контролю температури тягової батареї електромобіля	Літ.	Маса	Масштаб
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1:1
				01.08.23				
				01.08.23				
						Арк. 7	Аркушів 90	
					6.141.190059.ПЗ	Український державний університет науки і технологій, група ЕП1911		
				11.08.23				
				11.08.23				

ВСТУП

Електромобілі характеризуються високими техніко-економічними показниками, низькими витратами на утримання та відносно високими показниками надійності складових частин. Центральним елементом енергетичної системи електромобіля, на сучасному етапі розвитку, є тягова акумуляторна батарея, вартість якої може сягати 60% вартості електромобіля.

Тому утримання тягової акумуляторної батареї в справному стані є важливою задачею, зокрема контроль та регулювання температурного режиму дозволить тримати робочі показники батареї в нормі.

Представлена робота присвячена розробці мікропроцесорної системи контролю температури тягової акумуляторної батареї електромобіля.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ТЯГОВА АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Існує дві основні концепції побудови сучасного електромобіля:

- З бортовою енергоустановкою та допоміжною тяговою батареєю, та к звані плагіни.
- Без бортової енергоустановки, виключно з тяговою акумуляторною батареєю.

Перша концепція дозволяє проїжджати на електромобілі значні відстані, але при цьому витрачається паливо як на звичайному автомобілі з двигуном внутрішнього згорання. Енергії, що зберігається в тяговому акумуляторі вистачає лише на короткі відстані, так званий міський режим.

В цілому плагіни є доволі складними системами, оскільки включає у себе як двигун внутрішнього згорання та і тяговий електричний двигун. В цілому плагіни доцільно розглядати, як перехідний варіант до електромобіля виключно з електроприводом.

Електромобіль виключно з електроприводом має відносно просто конструкції і більш високі показники надійності, так нема паливної системи, складного двигуна внутрішнього згорання та інших допоміжних систем.

Але у повністю електричного електромобіля запас ходу визначається лише ємністю тягового акумулятора, що на сучасному етапі дещо обмежує сферу впровадження електромобілів.

Крім того суттєвим фактором обмежуючим впровадження електромобілів є час заряду акумулятора, який може сягати десятків годин, в

					6.141.190059.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

залежності від потужності зарядного пристрою та можливостей електричної мережі.

Розглянемо основні технології виготовлення тягових акумуляторів електромобілів.

Класична літій-іонна батарея знайшла застосування у електромобілі Nissan Leaf.

Тягова літій-іонна батарея, яка на більшості Leaf розвиває потужність 24 кВт і за оптимальних умов надає запас ходу в 135 км (EPA – Американський цикл виміру). Більш дорогі версії (SV і SL), випущені з 2016 року, отримали потужнішу батарею на 30 кВт, яка здатна надати пробіг в 172 км (EPA) або 250 км за європейським циклом виміру NEDC.



Рис. 1.1 - Розташування батареї на електромобілі Nissan Leaf.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

Батарея загальною вагою 218 кг розміщена під днищем автомобіля, займаючи місце під передніми та задніми сидіннями (рис.1). Завдяки такому компонуванню Leaf наділений низьким центром тяжкості, що покращує його стійкість, особливо при швидкому проходженні поворотів (крани відчутно менше, ніж у однокласників з ДВЗ).



Рис.1.2 - Внутрішня будова тягової акумуляторної батареї електромобіля Nissan Leaf

Виробник дає 8-річну гарантію на батарею чи 160 тис. км пробігу. Втім, не варто думати, що за такого віку чи пробігу «акумулятор» доведеться замінити на новий, який, до речі, коштує недешево – \$5,5 тис з урахуванням повернення старого Nissan. Насправді він збірний – складається з 48 модулів,

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

у якому упаковано по 4 літій-іонні батареї, тобто всього 192 осередки живлення (рис.1.2) [1].

Ємність батареї водій може контролювати самостійно – її залишок показує півколо «паличок», що світиться в правому кутку щитка приладів, біля показників залишкового запасу ходу. Не менш важливий показчик температури батареї (ліворуч на «приборці»). Особливо він актуальний при надпотужних зарядках, при яких «акумулятор» нагрівається сильніше звичайного.

До речі, побачити залишок ємності батареї водій Leaf може прямо на приладовому щитку (відображається у вигляді півкола «палочок», що свіяться, з правом його кутку) (рис.1.3).



Рис. 1.3 - Блок індикації стану тягової батареї електромобіля Nissan Leaf.

Перший (з дванадцяти) згаслих індикаторів означає падіння ємності на 16%, кожен наступний – на 6,5%. Багато що залежить від характеру експлуатації «електрички» першим власником, але за два-три роки і при пробігу близько 20-30 тис. км у Leaf зазвичай тухне не більше, ніж одна-дві «палички» з дванадцяти.

Ще один більш просунутий спосіб, що дозволяє оцінити ємність окремо кожного елемента батареї – скористатися фірмовою програмою LeafSpy, яку можна завантажити не лише на ноутбук, а й навіть на звичайний смартфон із системою Android. Правда, для отримання потрібної інформації потрібно додатково придбати діагностичний Bluetooth або WiFi-сканер, що підключається до роз'єму OBD II автомобіля. LeafSpy також показує: скільки циклів заряд-розряд пережила батарея і більше - як часто її заряджали від надпотужної станції за прискореним циклом.

Унікальною є технологія виробництва тягових акумуляторів фірми Tesla Motors, що і визначило широку популярність цих електромобілів.

Блок тягової акумуляторної батареї знаходиться в днищі автомобіля (по суті це підлога електромобіля - машини), за рахунок чого Tesla Model S має дуже низький центр ваги та чудову керованість. Батарея кріпиться до силової частини кузова за допомогою потужних кронштейнів (рис.1.4) або виконує роль силової – несучої частини кузова авто [2].

За даними північноамериканського Агентства захисту навколишнього US Environmental Protection Agency (EPA) одного заряду тягової літій-іонної акумуляторної батареї Tesla з номінальною напругою 400В DC, ємністю 85 кВт·год вистачає на 265 миль (426 км) пробігу, що дозволяє подібних електромобілів. При цьому від 0 до 100 км/год подібна машина розганяється лише за 4,4 секунди.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рис.1.4 - Тяговий акумулятор електромобіля Tesla Model S

Тягова акумуляторна батарея Tesla (рис.1.5) (блок тягової акумуляторної батареї) складається з 16 батарейних модулів, кожен номінальною напругою 25В (виконання батарейного блоку - IP56). Шістнадцять батарейних модулів послідовно з'єднані в батарею з номінальною напругою 400В. Кожен батарейний модуль складається з 444 елементів (акумуляторів) 18650 Panasonic (вага одного акумулятора 46 г), які з'єднані за схемою 6s74p (6 елементів послідовно та 74 таких груп паралельно). Загалом у тяговій акумуляторній батареї Tesla – 7104 таких елементів (акумуляторів). Батарея захищена від навколишнього середовища за допомогою металевого корпусу з алюмінієвою кришкою [3].

На внутрішній стороні загальної алюмінієвої кришки є пластикові накладки у вигляді плівки. Загальна алюмінієва кришка кріпиться гвинтами з металевими та гумовими прокладками, які герметизуються, додатково силіконовим герметиком.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14



Рис.1.5 - Батарея електромобіля Tesla Model S у розрізі.

Блок тягової акумуляторної батареї розділений на 14 відсіків, у кожному відсіку розміщено батарейний модуль. У кожному відсіку зверху та знизу батарейних модулів розміщені листи пресованої слюди. Листи слюди забезпечують хорошу ізоляцію батареї електричну та теплову від корпусу електромобіля. Окремо спереду батареї під своєю кришкою розміщено два такі ж батарейні модулі (рис.1.6). У кожному з 16 батарейних модулів є вбудований блок ВМУ, який з'єднаний із загальною системою ВМС, яка керує роботою, стежить за параметрами, а також забезпечує захист усієї акумуляторної батареї. Загальні вивідні клеми (термінал) знаходяться в задній частині блоку тягової батареї.

На внутрішній стороні загальної алюмінієвої кришки є пластикові накладки у вигляді плівки. Загальна алюмінієва кришка кріпиться гвинтами з металевими та гумовими прокладками, які герметизуються, додатково силіконовим герметиком.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

батареї. Загальні вивідні клеми (термінал) знаходяться в задній частині блоку тягової батареї.

До того, як повністю її розібрати, було виміряно електричну напругу (воно склали близько 313,8 В), що говорить про те, що батарея розряджена, але знаходиться в робочому стані.

Батарейні модулі відрізняється високою щільністю елементів (акумуляторів) 18650 Panasonic, які там розміщені та точністю припасування деталей. Весь процес збирання на заводі Tesla проходить у повністю стерильному приміщенні, з використанням роботів, витримується навіть певна температура та вологість.



Рис 1.7 - Зовнішній вигляд акумулятора 18650 Panasonic.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

Кожен батарейний модуль складається з 444 елементів (акумуляторів), які на вигляд вкрай схожих з простими пальчиковими батарейками - це літій-іонні циліндричні акумулятори 18650, виробництва компанії Panasonic (рис.1.7). Енергоємність кожного батарейного модуля таких елементів становить 5,3 кВт·ч.

В акумуляторах 18650 Panasonic позитивний електрод – графіт, а негативний електрод – нікель, кобальт та оксид алюмінію.

Тягова акумуляторна батарея Tesla важить 540 кг, а її розміри дорівнюють 210 см завдовжки, 150 см завширшки, і 15 см завтовшки. Кількість енергії (5,3 кВт·год), що виробляється всього одним блоком (з 16 батарейних модулів), дорівнює кількості, що виробляється сотнею акумуляторів від 100 портативних комп'ютерів. До мінусу кожного елемента (акумулятора) як з'єднувач припаяний тяганина (зовнішній струмовий обмежувач), який при перевищенні струму (або при короткому замиканні) згоряє і захищає ланцюг, при цьому не працює тільки група (з 6 акумуляторів), в якій був цей елемент, решта акумуляторів продовжує працювати.

Тягова акумуляторна батарея Tesla охолоджується та підігрівається за допомогою рідинної системи на основі антифризу (рис.1.8).

При збиранні своїх батарей Tesla застосовує елементи (акумулятори), вироблені компанією Panasonic у різних країнах, таких як Індія, КНР та Мексика. Фінальна доопрацювання та розміщення в корпус батарейного відсіку, що проводяться в Сполучених Штатах. Компанія Tesla надає гарантійне обслуговування своєї продукції (у тому числі і акумуляторної батареї) на строк до 8 років [3].

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18



Рис.1.8 - Скидання охолоджуючої рідини батареї електромобіля Tesla Model S при ремонті.

Висновки. Тягова акумуляторна батарея сучасного електромобіля складається зі значної кількості елементів малої ємності. Ці елементи групуються в послідовно паралельні ланки. Висока щільність поєднаних елементів виникає вірогідність температурного перевантаження блоків тягової батареї, тому її потрібно охолоджувати, або підігрівати у холодну погоду, для збереження властивостей елементів. Тому необхідно контролювати температуру блока за допомогою мікропроцесорного блока, саме цьому питанню присвячені подальші дослідження.

РОЗДІЛ 2

ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРИ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

В мікроконтролерних системах керування для виміру температури об'єктів керування використовуються перетворювачі виду – «температура – електричний сигнал» (напруга, струм або опір).

Найбільш простими датчиками температури є терморезистор та термопара.

Терморезистор — це напівпровідник, дуже залежний від температурних режимів, саме цей параметр, а також високий коефіцієнт опору, дозволяє використовувати пристрій практично в усіх галузях промислового виробництва. Терморезистори виробляють з різних матеріалів, що мають різний питомий опір. До основних якісних показників даного РЕК відносять високий коефіцієнт температур, хімічну стабільність, температуру плавлення [4].

Терморезистори можуть бути різні за конструкції виготовлення, але найбільше поширені напівпровідникові стрижні, покриті емаллю (рис.2.1) [5]. До стрижня підводяться виводи та контактні ковпачки, використовувати їх можна тільки лише в сухому середовищі. Безліч подібних елементів відмінно діють в певному температурному проміжку, будь-який перегрів їх викликає негативну дію і веде до руйнування терморезистора. Для того, щоб захистити їх від згубного впливу зовнішнього негативного фактору, конструкцію терморезисторів поміщають в спеціальні герметичні корпуси. Такі деталі можна використовувати в будь-яких середовищах, навіть вологих. Якщо елементи вироблялися з матеріалів, що мають погану провідність, то зміна температурного режиму може призвести до змін в опорі в кілька десятків разів. Застосування матеріалу виготовлення з ідеальною провідністю

й теплопровідності навколишнього середовища), характерний для терморезисторів, застосовуваних у системах теплового контролю й пожежної сигналізації, регулювання рівня рідких і сипучих середовищ; дія таких терморезисторів заснована на виникненні релейного ефекту в ланцюзі з терморезистором при зміні температури навколишнього середовища або умов теплообміну терморезистора з середовищем.

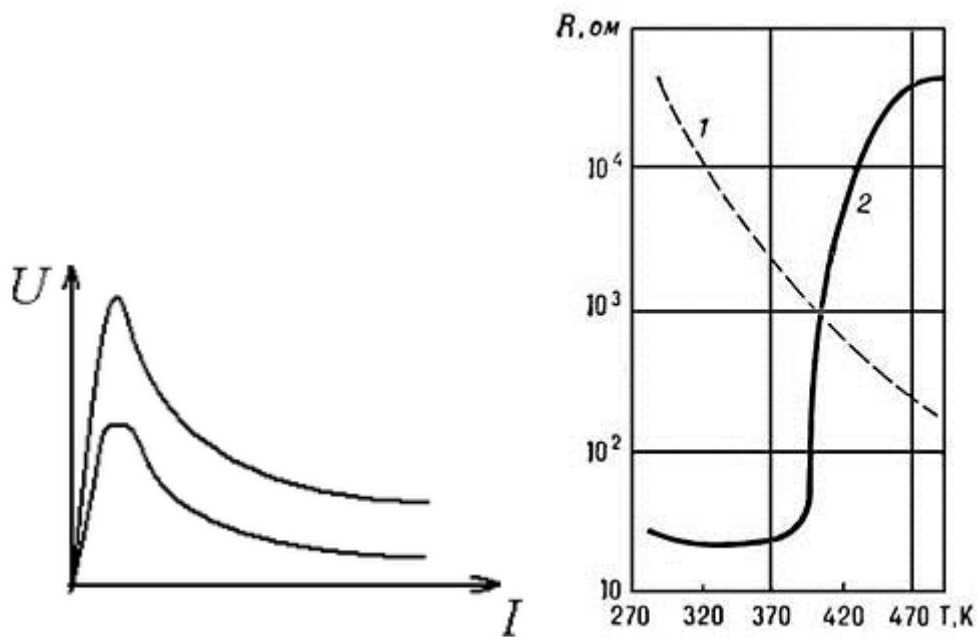


Рис.2.2 - ВАХ терморезистора та залежність опору терморезистора від температури

Виготовляються також терморезистори спеціальної конструкції — з непрямым підігрівом. У таких терморезисторах є обмотка підігріву, ізольована від напівпровідникового резистивного елемента (якщо при цьому потужність, що виділяється в резистивному елементі, мала, то тепловий режим терморезистора визначається температурою підігрівника, тобто струмом у ньому). Таким чином, з'являється можливість змінювати стан терморезистора, не міняючи струм через нього. Такий терморезистор використовується як змінний резистор, керований електрично на відстані.

Найбільш популярні радіоелектронні компоненти, при виготовленні яких використовують платину, що дозволяє витримувати широкий діапазон температур: мінус 200 – плюс 1200 градусів за Цельсієм, мають високий температурний коефіцієнт, стійкість до процесів окислення і технологічність. Також, матеріалом для виробництва терморезисторів можуть застосовувати нікель, мідь.

Мідні терморезистори ідеальні, коли необхідний тривалий вимір робочої температури, при цьому діапазон коливається в межах мінус 200 – плюс 200 градусів. Переваги міді, як матеріалу: недорогий, без домішок, технологічний, опір лінійно залежить від температури. До недоліків можна віднести: опір питомий невисокий, сильне окислення. Ці недоліки призводять до обмежень використання мідних терморезисторів.

Нікелеві терморезистори чудово підходять, що вимірювати температуру, що знаходиться в межах мінус 100 – плюс 300 градусів. До переваг можна віднести невисоку теплову інерцію, опір номіналу ідеальний. Недоліки: нелінійність, нестабільні номінальні статичні характеристики, неможливість їх взаємозаміни, присутність значного розкиду опору номінального.

Термопара (термоелектричний перетворювач температури) — термоелемент, застосовуваний у вимірювальних і перетворювальних пристроях, а також в системах автоматизації [7].

Термопара — пара провідників з різних матеріалів, з'єднаних на одному кінці і формують частину пристрою, що використовує термоелектричний ефект для вимірювання температури. Для вимірювання різниці температур зон, в одній з яких не знаходиться вторинний перетворювач (вимірювач термо-ЕРС), зручно використовувати диференціальну термопару: дві однакових термопари, сполучених назустріч один одному (див. малюнок). Кожна з них вимірює перепад температур між

своїм робочим спаєм і умовним спаєм, утвореним кінцями термопар, підключеними до клем вторинного перетворювача, але вторинний перетворювач вимірює різницю їх сигналів, таким чином, дві термопари разом вимірюють перепад температур між своїми робітниками спаями (рис.2.3) [7].

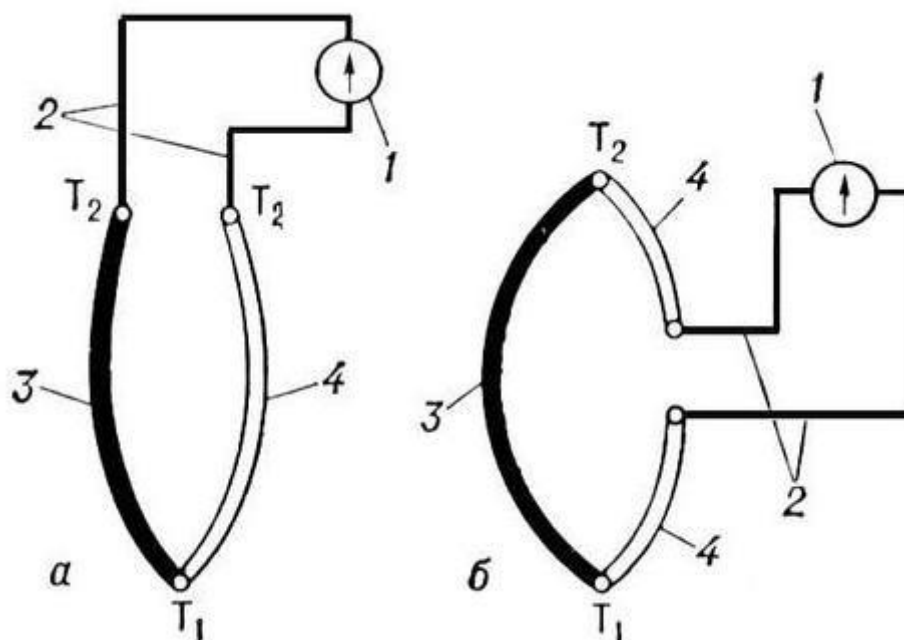


Рис.2.3 - Принципова схема підключення термопар.

Найбільш поширені два способи підключення термопар до вимірювальних перетворювачів: простий і диференціальний. У першому випадку вимірювальний перетворювач підключається безпосередньо до двох термоелектродів. У другому випадку використовуються два провідники з різними коефіцієнтами термо-ЕРС, спаяні в двох кінцях, а вимірювальний перетворювач включається в розрив одного з провідників.

Для дистанційного підключення термопар використовуються подовжувальні або компенсаційні проводи. Подовжувальні дроти виготовляються з того ж матеріалу, що і термоелектроди, але можуть мати інший діаметр. Компенсаційні проводи використовуються в основному

з термопарами з благородних металів і мають склад, відмінний від складу термоелектродів.

Як бачимо з короткого опису властивостей терморезистора та термопари, їх вихідний сигнал є безперервним і його рівень на вході вузла керування залежить від відстані між ними. Для підвищення точності обробки інформації необхідно використовувати спеціальні дроти або перетворювачі електричного сигналу, що збільшує вартість системи у цілому.

Виходячи з цих міркувань відучи фірми-виробники напівпровідникової техніки для систем автоматичного керування розробили та випускають спеціалізовані мікросхеми з різними типами вихідного сигналу, розглянемо їх базові типи.

2.1 Датчики температури інтегрального виконання

2.1.1 MAX6675 цифровий перетворювач із компенсацією холодного спаю

MAX6675 виконує компенсацію холодного спаю К-термопари та оцифровує сигнал від термопари типу К. Дані виводяться в 12-бітній роздільній здатності, сумісні з SPI™, формат читання [7,8,9].

Цей перетворювач розрізняє температури з кроком до 0,25°C, показання досягають +1024°C і демонструє термопару точність 8LSB для температур від 0°C до +700°C.

MAX6675 доступний у невеликому 8-контактному корпусі SO8 (рис.2.4).

Основні параметри датчика температури наступні:

Напруга живлення (VCC до GND): -0,3 В до +6 В.

SO, SCK, CS, T-, T+ до GND; 0,3 В до VCC + 0,3 В.

SO поточний: 50 мА.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

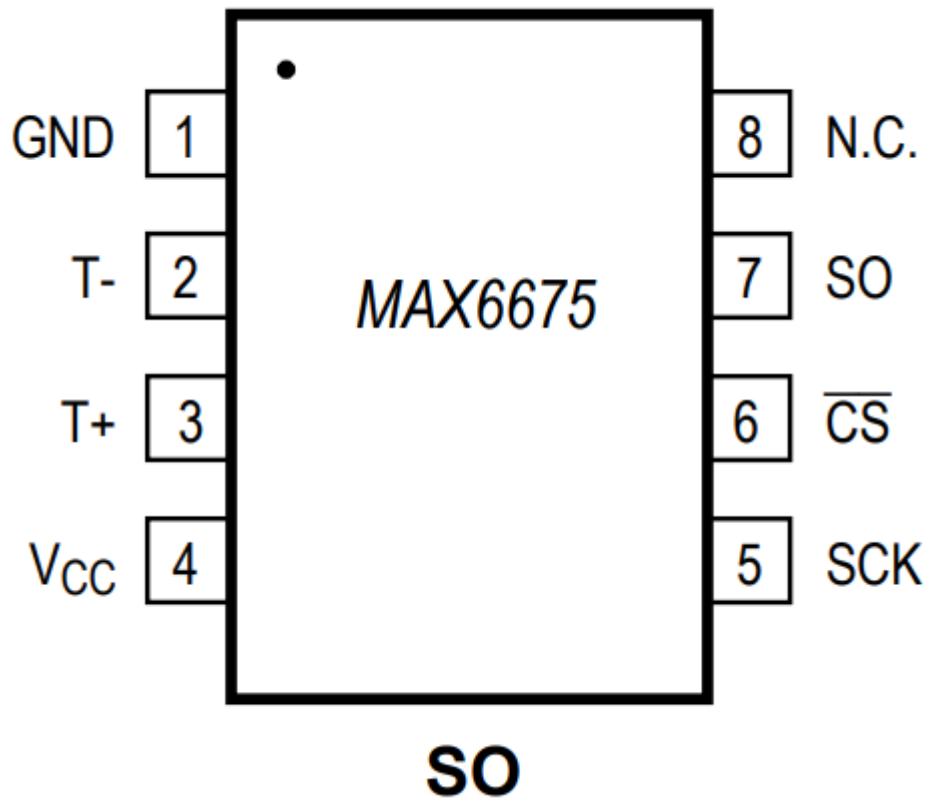


Рис.2.4 - Інтегральний термодатчик MAX6675.

Захист від електростатичного розряду (модель людського тіла): ± 2000

В.

Безперервне розсіювання потужності ($T_A = +70^\circ\text{C}$).

8-контактний SO (зниження $5,88 \text{ мВт}/^\circ\text{C}$ вище $+70^\circ\text{C}$): 471 мВт .

Діапазон робочих температур: -20°C до $+85^\circ\text{C}$.

Температурний діапазон зберігання: від -65°C до $+150^\circ\text{C}$.

Температура з'єднання: $+150^\circ\text{C}$.

Функціональне призначення виводів термодатчика представлено на рис.2.5.

PIN	NAME	FUNCTION
1	GND	Ground
2	T-	Alumel Lead of Type-K Thermocouple. Should be connected to ground externally.
3	T+	Chromel Lead of Type-K Thermocouple
4	V _{CC}	Positive Supply. Bypass with a 0.1μF capacitor to GND.
5	SCK	Serial Clock Input
6	\overline{CS}	Chip Select. Set \overline{CS} low to enable the serial interface.
7	SO	Serial Data Output
8	N.C.	No Connection

Рис.2.5 - Виводи MAX6675

MAX6675 — це складний перетворювач термопар в цифровий код з вбудованим 12-розрядним аналого-цифровим перетворювачем (АЦП). MAX6675 також містить датчик компенсації та корекція холодного спаю, цифровий контролер, SPI-сумісний інтерфейс та пов'язана з ним логіка управління.

MAX6675 розроблений для роботи в поєднанні з зовнішній мікроконтролер (μC) або інший інтелект у термостаті, управлінні процесом або моніторингу.

Перетворення температури MAX6675 містить обладнання для формування сигналу перетворює сигнал термопар в напругу, сумісну з вхідними каналами АЦП. Входи T+ і Tinput підключаються до внутрішньої схеми, яка зменшує шумові помилки від проводів термопар.

Перед перетворенням термоелектричної напруги в еквівалентні значення температури, необхідно компенсувати різницю між термопарою сторони холодного спаю (температура навколишнього середовища MAX6675) і віртуальний еталон 0°C. Для термопар типу K, напруга змінюється на 41

мкВ/°С, що приблизно дорівнює характеристика термопар з наступною лінійною рівняння:

$$U_{out} = \left(\frac{41 \text{ мкВ}}{^\circ\text{C}} \right) \cdot 5 \cdot (T_R - T_{AMB}), \quad (2.1)$$

де: U_{out} – вихідна аналогова напруга, мкВ;

T_R - температура віддаленого спаю термопар (°С);

T_{AMB} - температура навколишнього середовища (°С).

Функція компенсації холодного спаю термопар полягає в тому, щоб відчувати різницю в температурі між двома кінцями проводів термопар. Гарячий спай термопар може бути читати від 0°С до +1023,75°С. Холодний кінець (температура навколишнього середовища плати, на якій МАХ6675 монтується) може коливатися лише від -20°С до +85°С.

Поки температура на холодному кінці коливається, МАХ6675 продовжує точно відчувати різницю температур на протилежному кінці.

МАХ6675 відчуває зміни та коригує їх температура навколишнього середовища з компенсацією холодного спаю. Пристрій перетворює температуру навколишнього середовища зчитування напруги за допомогою датчика температури. Щоб зробити фактичну температуру термопар вимірювання, МАХ6675 вимірює напругу від виходу термопар та від чутливого діода.

Внутрішня схема пристрою пропускає напругу діода (датчик температури навколишнього середовища) і термопару напруга (датчик температури мінус навколишнє середовище температури) у функцію перетворення, збережену в АЦП для розрахунку температури гарячого спаю термопар.

Оптимальна продуктивність MAX6675 досягається коли холодний спай терморезистора та MAX6675 знаходяться при однаковій температурі. Уникайте розміщення теплогенеруючих пристроїв або компонентів поблизу MAX6675 оскільки це може спричинити помилки, пов'язані з холодним спаєм.

АЦП додає вимірювання діода холодного спаю з посиленою напругою терморезистора і зчитує 12-бітний результат на висновок SO. Послідовність усіх нулів означають, що показання терморезистора дорівнює 0°C. А послідовність усіх одиниць означає показання терморезистора становить +1023,75°C.

Типова схема застосування показує MAX6675 сполучений з мікроконтролером (рис.2.6).

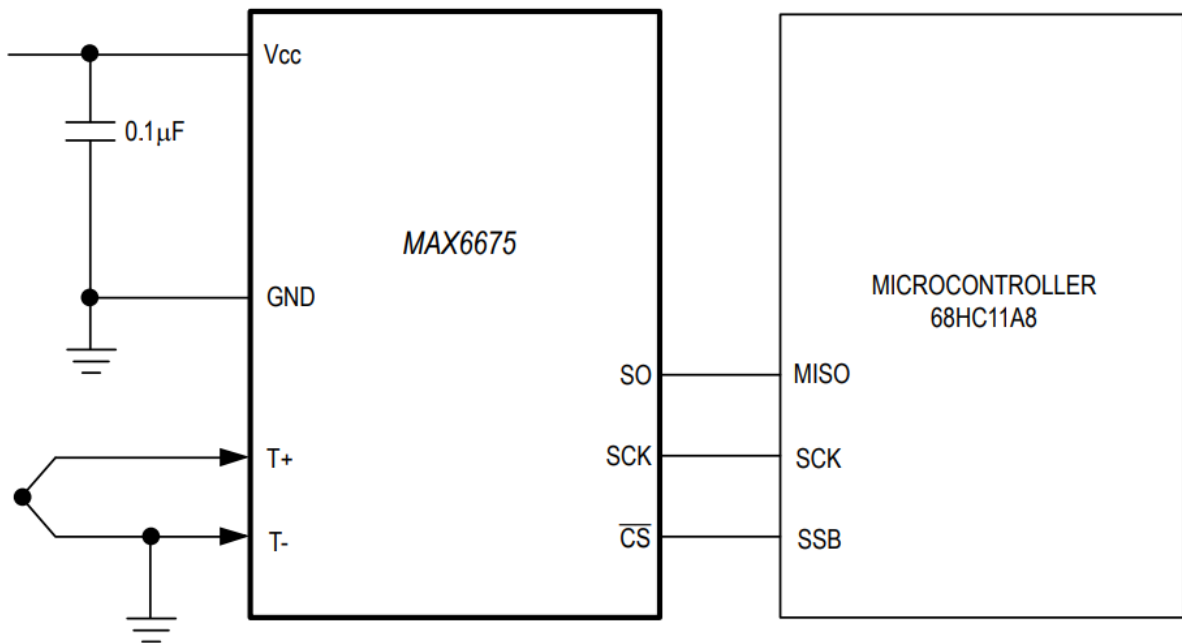


Рис.2.6 - Підключення MAX6675 до мікроконтролера

У цьому прикладі MAX6675 обробляє зчитування з терморезистора та передає дані через послідовний інтерфейс.

Примусово встановити низький рівень CS і застосувати тактовий сигнал до SCK для читання результату на SO. Примусовий низький рівень CS

визначенням вимагає лише однієї лінії даних (і землі) для зв'язку з центральним мікропроцесором [10,11,12].

Діапазон вимірюваної температури – від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ з точністю $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ в інтервалі від -10 до $+85^{\circ}\text{C}$. Крім того, DS18B20 може отримувати живлення безпосередньо від лінії даних ("паразитне живлення"), усуваючи потребу у зовнішньому джерело живлення.

Кожен DS18B20 має унікальний 64-розрядний серійний номер. Тому безлічі DS18B20 працювати на одній однопровідній шині. Таким чином, одним мікропроцесором можна керувати багатьма, розподіленими на великій площі.

Вигляд датчика температури представлено на рис.2.8.

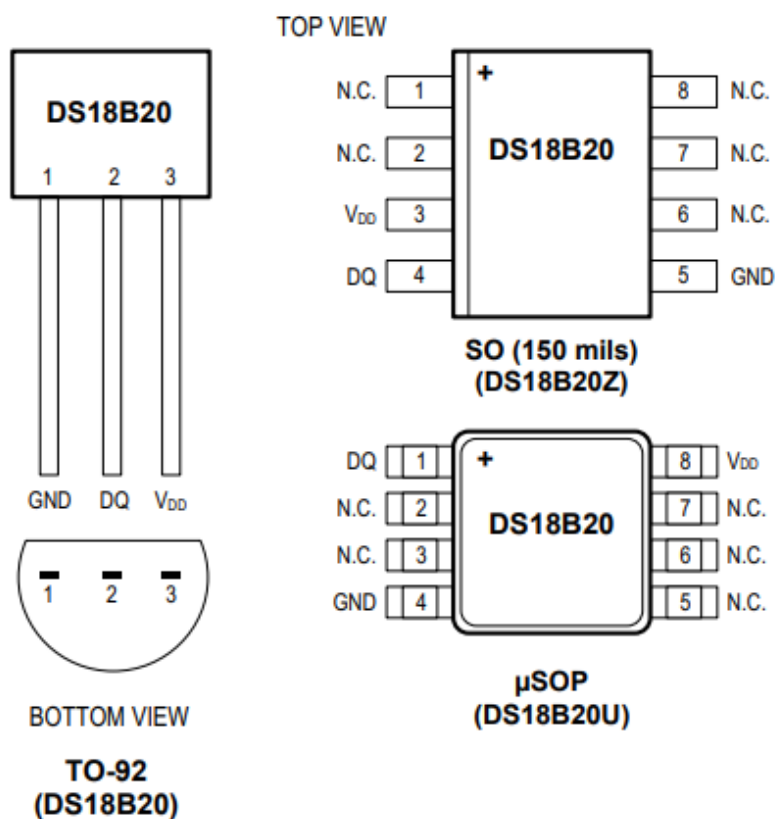


Рис.2.8 - Датчик температури DS18B20.

DS18B20 можуть бути корисними в системах екологічного контролю, включаючи HVAC, системах контролю температури всередині будівель, обладнання або машин, та інших системах контролю.

На рис. 2.9 зображено блок-схему DS18B20, а опис виводів на рис.2.10.

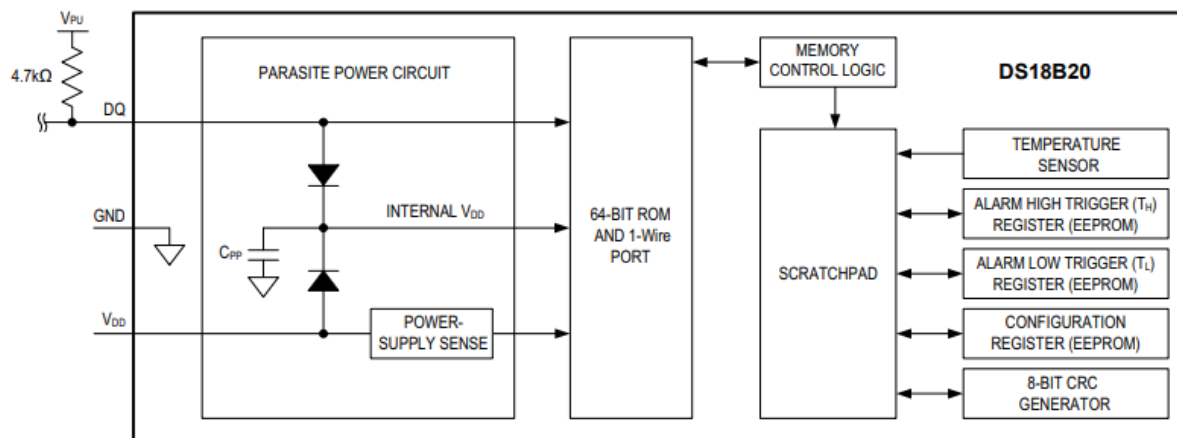


Рис.2.9 - Внутрішня будова DS18B20

PIN			NAME	FUNCTION
SO	μSOP	TO-92		
1, 2, 6, 7, 8	2, 3, 5, 6, 7	—	N.C.	No Connection
3	8	3	V _{DD}	Optional V _{DD} . V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.
4	1	2	DQ	Data Input/Output. Open-drain 1-Wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see the <i>Powering the DS18B20</i> section.)
5	4	1	GND	Ground

Рис.2.10 - Призначення виводів DS18B20

64-розрядний ROM записаний унікальний серійний номер пристрою. В оперативній пам'яті міститься 2x -байтний температурний регістр, в якому зберігається цифровий результат температури датчика. Крім того, через оперативну пам'ять забезпечується доступ до верхнього і нижньому 1-байтним тригерним сигнальним регістрам (TH і TL), і 1-байтному регістру конфігурації. Регістр конфігурації дозволяє користувачеві встановлювати

роздільну здатність перетворення температури – 9, 10, 11, чи 12 біт. Регістри TH, TL та конфігурації енергонезалежні (EEPROM), тому, коли пристрій вимкнено, дані в них зберігаються.

DS18B20 використовує шинний протокол 1-Wire від Dallas для зв'язку на шині з використанням одного сигналу керування. На лінії управління потрібен слабкий резистор, що підтягує, тому що всі пристрої пов'язані з шиною через порт з відкритим стоком або з 3 станами (вивід DQ DS18B20). У цій шинній системі, мікропроцесор (майстер-пристрій) ідентифікує та адресує пристрої на шині, використовуючи унікальний 64-розрядний код кожного пристрою. Оскільки кожен пристрій має унікальний код, кількість пристроїв, до яких можна звернутися на одній шині, практично необмежено.

Інша особливість DS18B20 – здатність працювати без зовнішнього живлення. Живлення при цьому подається через 1-Wire-підтягуючий резистор та висновок DQ, коли на шині високий рівень.

Високий рівень сигналу заряджає також внутрішній конденсатор (C_{pp}), який віддає запасену енергію пристрою, коли на шині низький рівень. Цей метод живлення від шини 1-Wire згадується як "паразитне живлення". Як альтернатива, до висновку VDD може бути підключено зовнішнє джерело живлення.

Роздільна здатність температурного датчика визначається користувачем: 9, 10, 11, або 12 біт, з збільшенням 0.5°C, 0.25°C, 0.125°C, і 0.0625°C, відповідно. Задана за замовчуванням роздільна здатність при включенні живлення - 12 біт. Увімкнення живлення DS18B20 перебуває у неактивному стані з низьким енергоспоживанням; щоб ініціалізувати вимірювання температури та аналого-цифрове перетворення, майстер повинен надіслати команду «Convert T». Після перетворення результат вимірювання зберігається в 2x -байтному температурному регістрі в оперативній пам'яті, і DS18B20 повертається в неактивний стан. Якщо

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

DS18B20 підключено до зовнішнього джерела живлення, після команди «Convert T» майстер може видати "тимчасовий інтервал зчитування" .

DS18B20 дадуть відповідь, передаючи 0, якщо відбувається перетворення температури та 1, якщо перетворення завершено. Якщо DS18B20 підключено з паразитним живленням, ця методика повідомлення не може використовуватися, так як шина має бути підтягнута до живлення сильною підтяжкою протягом усього часу перетворення.

Вихідні дані температури DS18B20 калібровані в °C; для переведення в градуси Фаренгейта потрібно використовувати перекладну таблицю або підпрограму перетворення.

Результат перетворення зберігається як 16-розрядне знакове число 2х-байтному температурному регістрі (див. рис. 2.9). Знакові біти (S) вказують позитивну температуру чи негативна: для позитивних значень $S = 0$, для негативних – $S = 1$. Якщо DS18B20 налаштований для 12-розрядного дозволу, всі біти в температурному регістрі будуть значущими. При 11-розрядній роздільній здатності біт 0 не визначено. При 10-розрядному дозволі не визначено біти 1 та 0, а при 9-розрядному дозволі не визначено біти 2, 1 та 0.

Приклади цифрових 12-розрядних кодів температури представлено на рис.2.11.

Байт 4 оперативної пам'яті – регістр конфігурації, організація якого проілюстрована на рис. 2.12. Користувач може встановити роздільну здатність перетворення DS18B20, використовуючи біти R0 та R1 цього регістру, як показано на рис.2.12. При включенні живлення по значення цих бітів – $R0 = 1$ і $R1 = 1$ (12-розрядне дозвіл). Зверніть увагу на пряму залежність між роздільною здатністю та часом перетворення. Біти 7 та 0 – 4 у регістрі конфігурації зарезервовані для внутрішнього використання пристроєм та не можуть бути перезаписані, зчитуються як одиниці.

TEMPERATURE (°C)	DIGITAL OUTPUT (BINARY)	DIGITAL OUTPUT (HEX)
+125	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85*	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5	0000 0000 0000 1000	0008h
0	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55	1111 1100 1001 0000	FC90h

Рис.2.11 12-розрядний код температури

R1	R0	RESOLUTION (BITS)	MAX CONVERSION TIME	
0	0	9	93.75ms	($t_{CONV/8}$)
0	1	10	187.5ms	($t_{CONV/4}$)
1	0	11	375ms	($t_{CONV/2}$)
1	1	12	750ms	(t_{CONV})

Рис.2.12 - Конфігурація байту керування датчика DS18B20

2.1.3 LM75B - цифровий датчик температури з функцією термозахисника

LM75B — це перетворювач температури в цифровий код, який використовує вбудовану датчик температури забороненої зони і вихід сигма-дельта аналого-цифрового перетворювача з виявленням перегріву [13,14,15].

Вигляд датчика представлено на рис.2.13.

Призначення виводів на рис.2.14

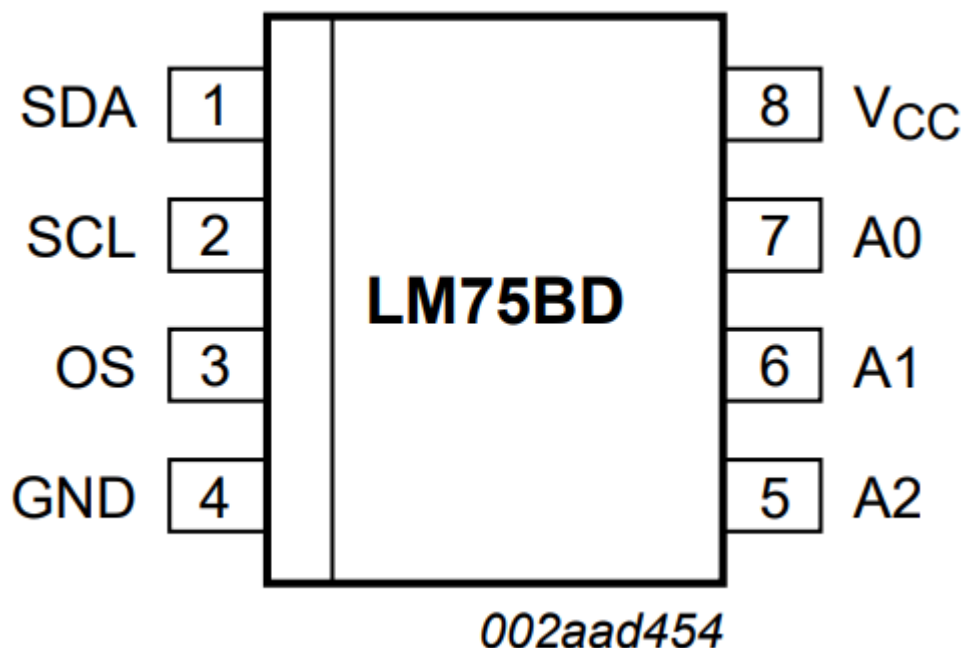


Рис.2.13 - Вигляд датчика LM75B.

Symbol	Pin	Description
SDA	1	Digital I/O. I ² C-bus serial bidirectional data line; open-drain.
SCL	2	Digital input. I ² C-bus serial clock input.
OS	3	Overtemperature Shutdown output; open-drain.
GND	4	Ground. To be connected to the system ground.
A2	5	Digital input. User-defined address bit 2.
A1	6	Digital input. User-defined address bit 1.
A0	7	Digital input. User-defined address bit 0.
V _{CC}	8	Power supply.

Рис.2.14 - Призначення виводів датчика LM75B.

Основні параметри датчика наступні.

Температурна роздільна здатність 0,125 °C і специфікація однієї частини над джерелом живлення в діапазоні живлення від 2,8 В до 5,5 В

Інтерфейс I²C-bus з до 8 пристроями на одній шині.

Діапазон живлення від 2,8 В до 5,5 В.

Діапазон температур від -55 °C до +125 °C.

Діапазон частот від 20 Гц до 400 кГц із тайм-аутом при несправності шини для запобігання зависанню.

11-розрядний АЦП, що забезпечує температурну роздільну здатність 0,125 °С.

Програмований температурний поріг і задані значення гістерезису.

Струм живлення 1,0 мкА в режимі вимкнення для енергозбереження.

Автономна робота як термостат при включенні.

Захист від електростатичного розряду перевищує 4500 В.

LM75В містить кілька регістрів даних (рис.2.15): Регістр конфігурації (Conf) для зберігання налаштування пристрою, такі як режим роботи пристрою, режим роботи ОС, полярність ОС і чергу помилок ОС; температурний регістр (Temp) для зберігання цифрових показань температури та регістри заданих значень (Tos і Thyst) для зберігання програмовані межі відключення при перегріві та гістерезису, які можуть бути передаватися контролером через 2-провідний послідовний інтерфейс шини I2C. Пристрій також включає вихід з відкритим зливом (OS), який стає активним, коли температура перевищує запрограмовані обмеження. Є три контакти для вибору логічної адреси, щоб отримати вісім пристроїв можуть бути підключені до однієї шини без конфлікту адрес.

LM75В можна налаштувати для різних умов роботи. Його можна встановити в звичайному режимі, режим для періодичного контролю температури навколишнього середовища або в режимі вимкнення для мінімізації споживання енергії. Вихід ОС працює в одному з двох доступних режимів: режим компаратора ОС або режим переривання ОС. Його активний стан можна вибрати як будь-який «1» або «0». Черга помилок, яка визначає кількість послідовних помилок, щоб активація виходу ОС програмується, а також обмеження заданих значень.

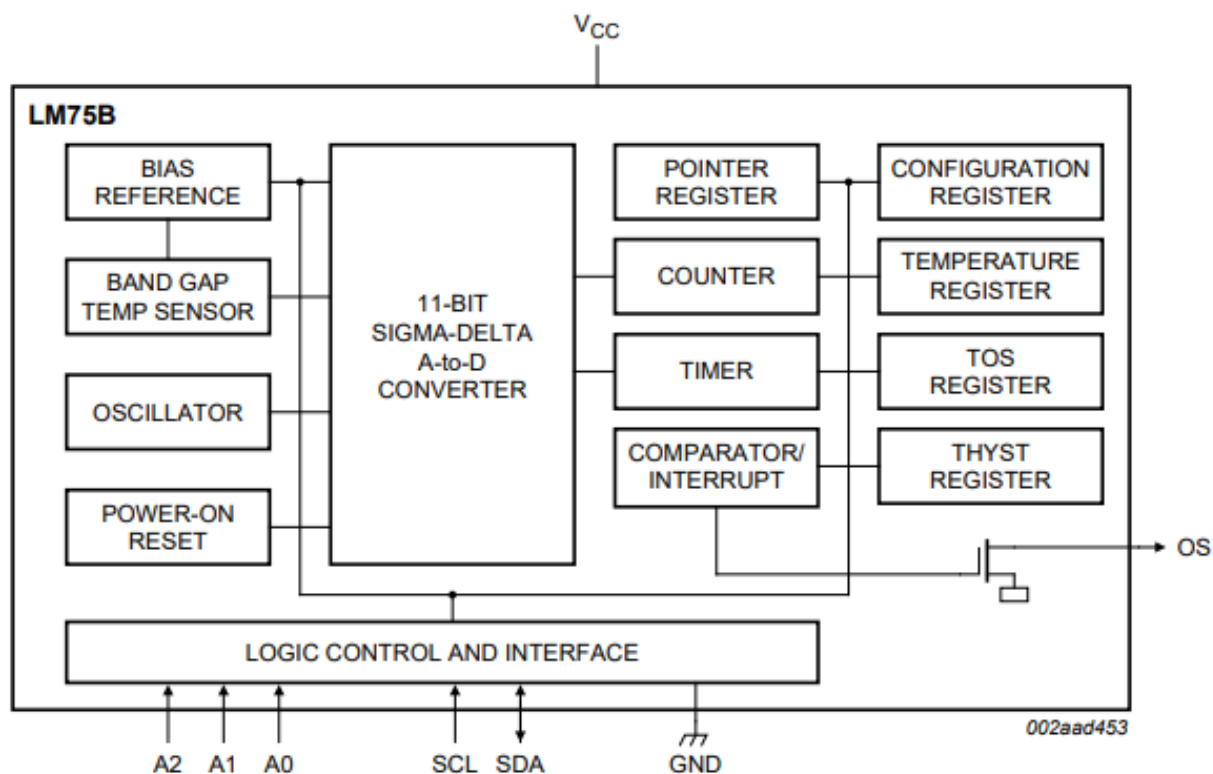


Рис.2.15 - Внутрішня структура датчика LM75B

Регістр температури завжди зберігає 11-розрядні дані з доповненням до двох, що дає температурна роздільна здатність 0,125 °С. Ця високотемпературна роздільна здатність особливо корисна у застосуваннях вимірювання саме теплового дрейфу або розбігу. Коли LM75B є доступ до процесу перетворення не переривається (тобто секція шини I2C повністю незалежно від секції сигма-дельта перетворювача) і доступ до LM75B безперервно, не чекаючи принаймні одного часу перетворення між повідомленнями не заважає пристрою оновлювати тимчасовий реєстр новим результатом перетворення.

Новий результат перетворення буде доступний одразу після оновлення тимчасового реєстру.

LM75B вмикається в нормальному режимі роботи з ОС у режимі компаратора, температурний поріг $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ і гістерезис $75\text{ }^{\circ}\text{C}$, щоб його можна було використовувати як автономний термостат із попередньо визначеними значеннями температури.

LM75B використовує вбудований датчик забороненої зони для вимірювання температури пристрою з роздільною здатністю $0,125\text{ }^{\circ}\text{C}$ і зберігає 11-бітні двокомплементні цифрові дані, отримані в результаті 11-бітного аналого-цифрового перетворення, у реєстр температури пристрою. Цей тимчасовий реєстр може бути прочитаний у будь-який час контролером на шині I2C. Зчитування даних про температуру не впливає перетворення, що виконується під час операції читання.

Пристрій можна налаштувати на будь-який режим роботи: звичайний або вимкнений. У нормальному режимі роботи тимчасове перетворення в цифрове виконується кожні 100 мс, а реєстр Temp оновлюється в кінці кожного перетворення. Протягом кожного «періоду перетворення» (T_{conv}) приблизно 100 мс пристрою потрібно лише близько 10 мс, що називається «часом перетворення температури» ($t_{conv}(T)$), щоб завершити перетворення температури в дані, а потім переходить у режим очікування на час, що залишився в періоді. Ця функція реалізована для значного зниження розсіюваної потужності пристрою. У режимі вимкнення пристрій переходить у режим очікування, дані перетворення вимкнено, а реєстр Temp містить останній результат; однак інтерфейс шини I2C пристрою все ще активний, і можна виконувати операцію запису/читання реєстру. Режим роботи пристрою регулюється програмуванням біта B0 реєстра конфігурації.

Прикладу коду АЦП в залежності від температури представлено на рис.2.16.

Перетворення температури починається, коли пристрій увімкнено або повертається в нормальний режим після вимкнення. Крім того, наприкінці

кожного перетворення в звичайному режимі дані про температуру (або Temp) у регістрі Temp автоматично порівнюється з даними порогу вимкнення температури (або Tth(ots)), що зберігаються в регістрі Tos, і даними гістерезису (або Thys), що зберігаються в регістрі Thyst, для встановлення стану ОС пристрою. вихід відповідно.

11-bit binary (two's complement)	Hexadecimal value	Decimal value	Value
011 1111 1000	3F8	1016	+127.000 °C
011 1111 0111	3F7	1015	+126.875 °C
011 1111 0001	3F1	1009	+126.125 °C
011 1110 1000	3E8	1000	+125.000 °C
000 1100 1000	0C8	200	+25.000 °C
000 0000 0001	001	1	+0.125 °C

11-bit binary (two's complement)	Hexadecimal value	Decimal value	Value
000 0000 0000	000	0	0.000 °C
111 1111 1111	7FF	-1	-0.125 °C
111 0011 1000	738	-200	-25.000 °C
110 0100 1001	649	-439	-54.875 °C
110 0100 1000	648	-440	-55.000 °C

Рис.2.16 - Кодові комбінації температури датчика LM75B.

Регістри пристроїв Tos і Thyst здатні записувати/читати, і обидва працюють з 9-бітними двокомплементами цифровими даними. Щоб узгодити цю 9-бітну операцію, тимчасовий регістр використовує для порівняння лише 9 бітів MSB своїх 11-бітових даних. Те, як вихідні дані ОС реагують на операцію порівняння, залежить від режиму роботи ОС, вибраного бітом конфігурації B1, і визначеної користувачем черги помилок конфігураційними бітами B3 і B4.

2.2 Висновки.

Огляд існуючих датчиків температури та принципів створення систем на їх основі доцільно використовувати інтегральні датчики температури з однопровідним обміном даними.

Серед розглянутих датчиків обираємо для подальшої розробки два типи датчиків: DS18B20 та LM75B

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРИ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

Обрані у розділі 2 інтегральні датчики розмістимо у вигляді окремих плат, які підключимо до мікроконтролерної системи керування за допомогою окремої лінії.

Представимо порівняння двох конструкцій інтегральних датчиків температури.

В якості програмного середовища для розробки принципової схеми та конструкції датчиків використовуємо хмарний сервіс EasyEDA.

3.1. Датчик температури на базі мікросхеми DS18B20.

Принципова схема датчика температури на базі мікросхеми DS18B20 представлено на рис. 3.1.

Мікросхема DS18B20 (U1) у корпусі типу TO93 підключається до роз'єму J1 трьома проводами:

- лінія напруги живлення VDD
- лінія передачі даних DQ
- загальний провід (земля) GND

У відповідності до документації лінія передачі даних повинна бути підтягнута до лінії живлення за допомогою резистора опором 4,7 кОм (на схемі R2).

З метою індикації наявності живлючої напруги у схемі передбачено світло діод LED1 у колі якого використано струмообмежуючий резистор R1 опором 750 Ом.

Монтажна схема компонентів датчика температури на базі мікросхеми DS18B20 на печатній платі представлено на рис.3.2 та рис.3.3.

На рис.3.2 нижня сторона печатної плати.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

На рис. 3.3 верхня сторона печатної плати.

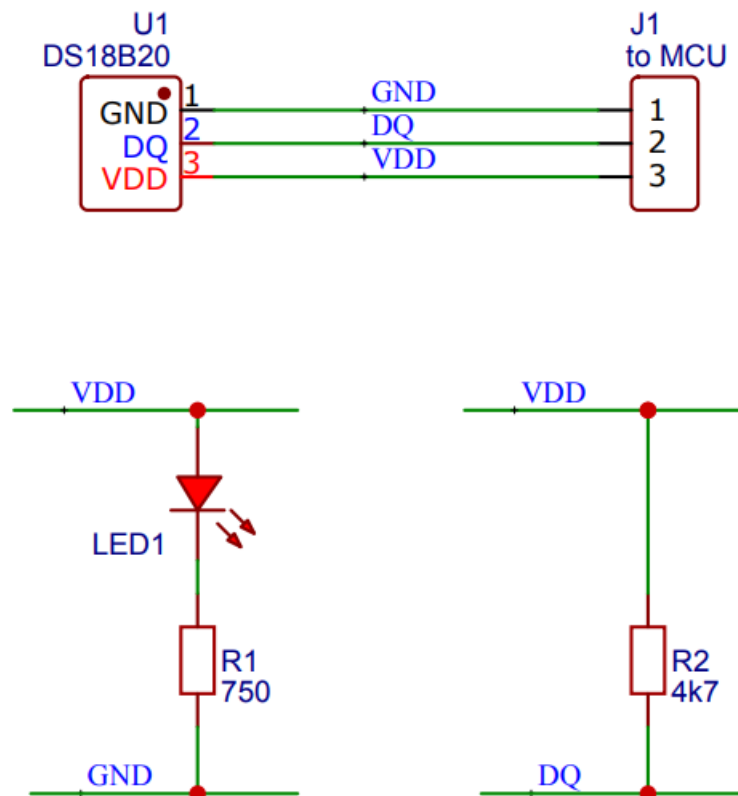


Рис.3.1 - Принципова схема датчика температури на базі мікросхеми DS18B20.

У конструкції датчика температури використано резистори для поверхневого монтажу (smd) що дозволяє значно зменшити габарити пристрою.

Світлодіод використано традиційної вивідної конструкції, діаметром світло випромінюючої лінзи 5 мм.

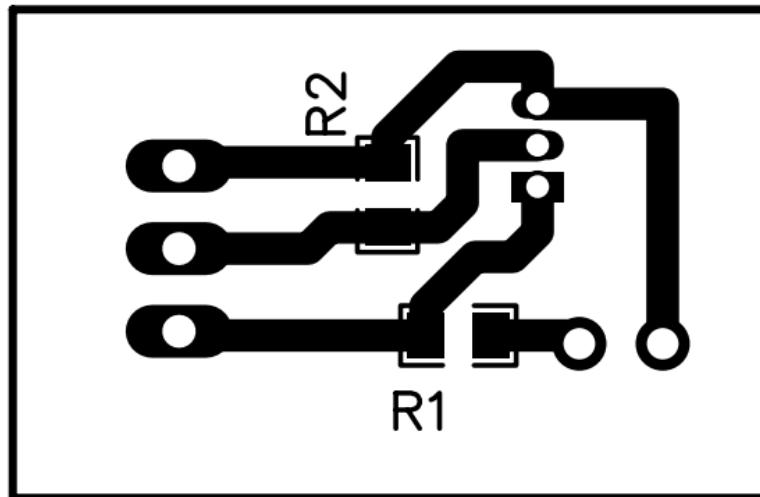


Рис.3.2 Монтажна схема компонентів датчика температури на базі мікросхеми DS18B20 на печатній платі (нижня сторона).

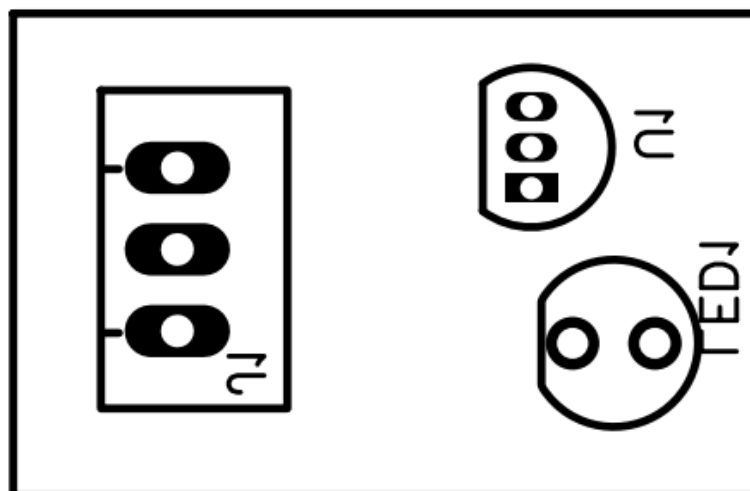


Рис.3.3 - Монтажна схема компонентів датчика температури на базі мікросхеми DS18B20 на печатній платі (верхня сторона).

Система EasyEDA дозволяє створювати 3D моделі розроблених пристроїв.

На рис.3.4 (вид зліва) та рис.3.5 (вид справа) представлено декілька проєкцій 3D моделі розробленого датчика температури на базі мікросхеми DS18B20.

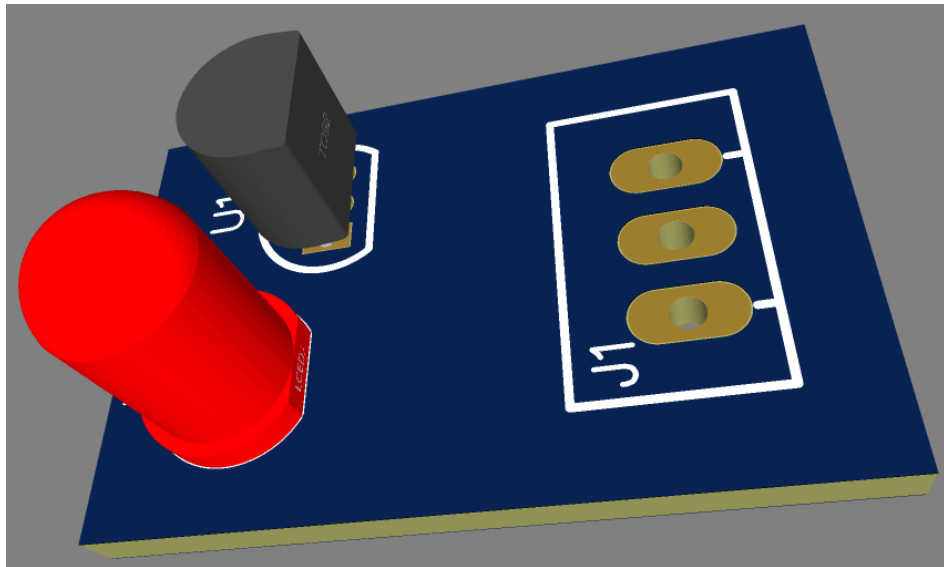


Рис.3.4 - Проекція 3D моделі розробленого датчика температури на базі мікросхеми DS18B20(вид зліва).

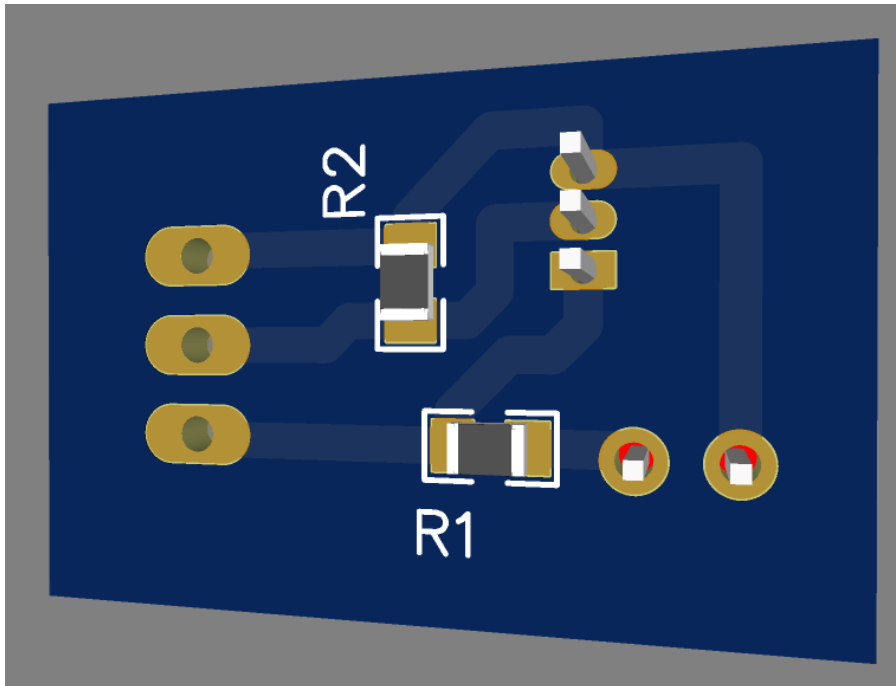


Рис.3.5 - Проекція 3D моделі розробленого датчика температури на базі мікросхеми DS18B20 (вид справа).

3.2. Датчик температури на базі мікросхеми LM75B.

Принципова схема датчика температури на базі мікросхеми LM75B представлено на рис. 3.6.

Мікросхема LM75B (U1) у корпусі типу SOP-8 підключається до роз'єму J1 за допомогою вісьмох проводів:

- лінія напруги живлення VDD
- загальний провід (земля) GND
- три проводи керування мікросхемою A0, A1 та A2
- лінія вихідного потоку даних SDA
- лінія вхідного потоку даних SCL
- лінія синхронізації системи OS.

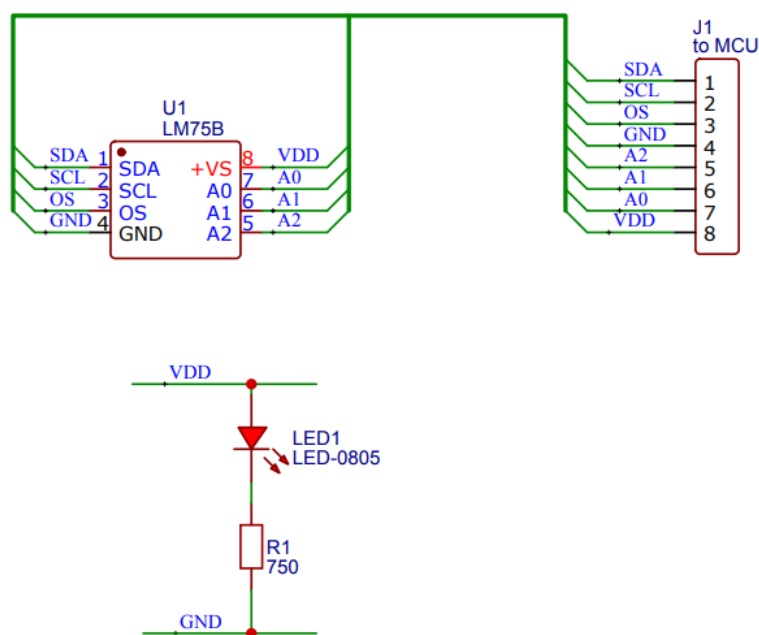


Рис.3.6 - Принципова схема датчика температури на базі мікросхеми LM75B.

З метою індикації наявності живлючої напруги у схемі передбачено світло діод LED1 у колі якого використано струмообмежуючий резистор R1 опором 750 Ом.

Монтажна схема компонентів датчика температури на базі мікросхеми DS18B20 на печатній платі представлено на рис.3.2 та рис.3.3.

На рис.3.7 нижня сторона печатної плати.

На рис. 3.8 верхня сторона печатної плати.

У конструкції датчика температури використано резистор та світлодіод для поверхневого монтажу (smd) що дозволяє значно зменшити габарити пристрою.

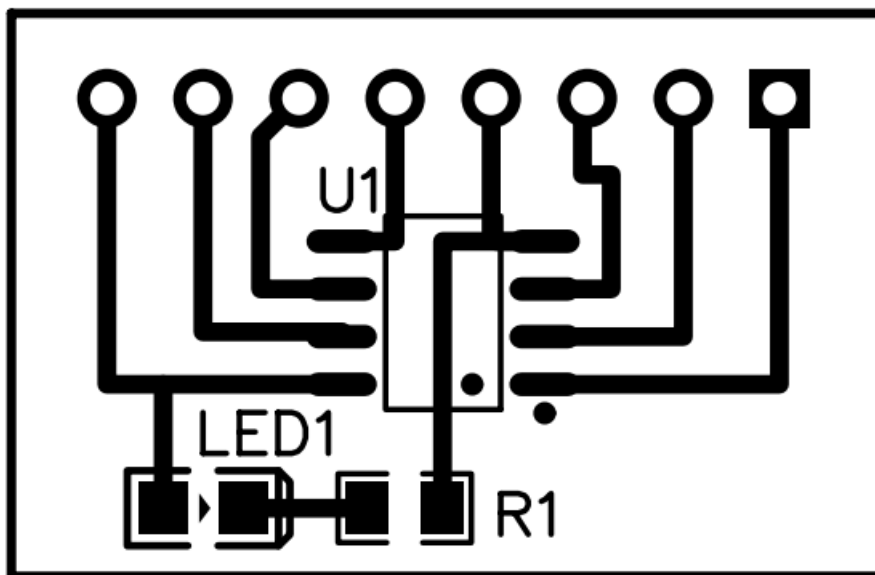


Рис.3.7 Монтажна схема компонентів датчика температури на базі мікросхеми LM75В на печатній платі (нижня сторона).

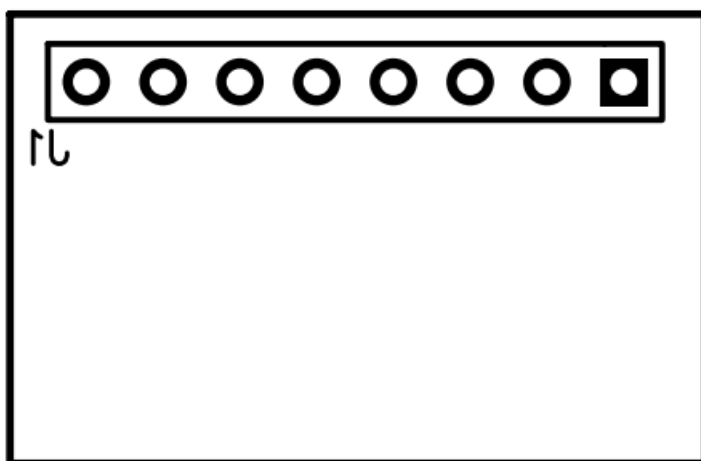


Рис.3.8 - Монтажна схема компонентів датчика температури на базі мікросхеми LM75В на печатній платі (верхня сторона).

Система EasyEDA дозволяє створювати 3D моделі розроблених пристроїв.

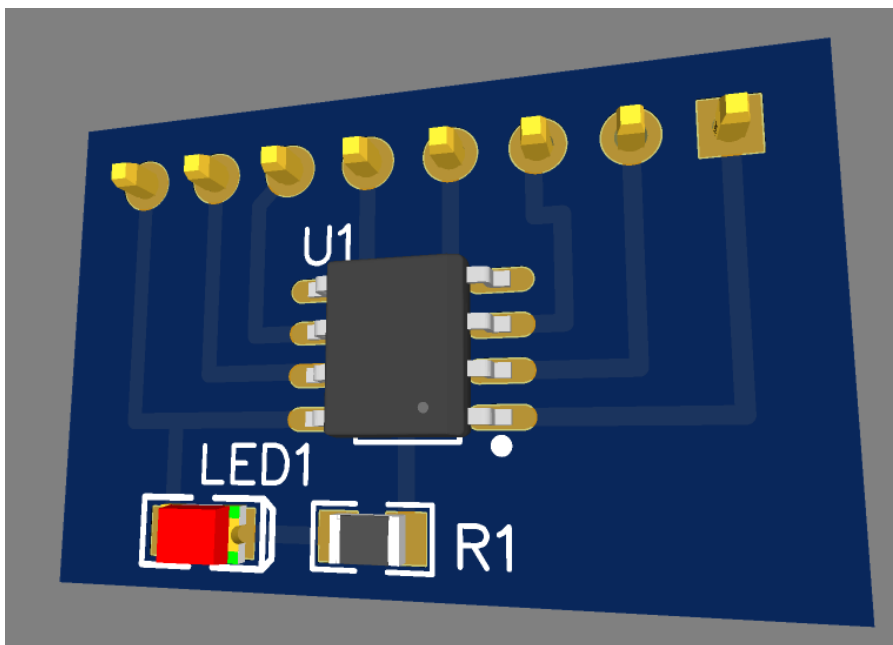


Рис.3.9 - Проекція 3D моделі розробленого датчика температури на базі мікросхеми LM75B (вид зліва).

На рис.3.9 (вид зліва) та рис. 3.10 (вид справа) представлено декілька проєкцій 3D моделі розробленого датчика температури на базі мікросхеми LM75B.

Як бачимо печатна плата датчика температури має відносно велику кількість ліній для передачі даних та 8-піновий роз'єм, що може мати негативний вплив на показники надійності конструкції у цілому.

3.3 Висновки.

Розроблені у програмному середовищі принципові схеми та конструкції датчиків температури на базі мікросхем DS18B20 та LM75B дозволяють на етапі розробки, за допомогою візуальних 3D моделей оцінити конструктивні особливості та якості розроблених конструкцій.

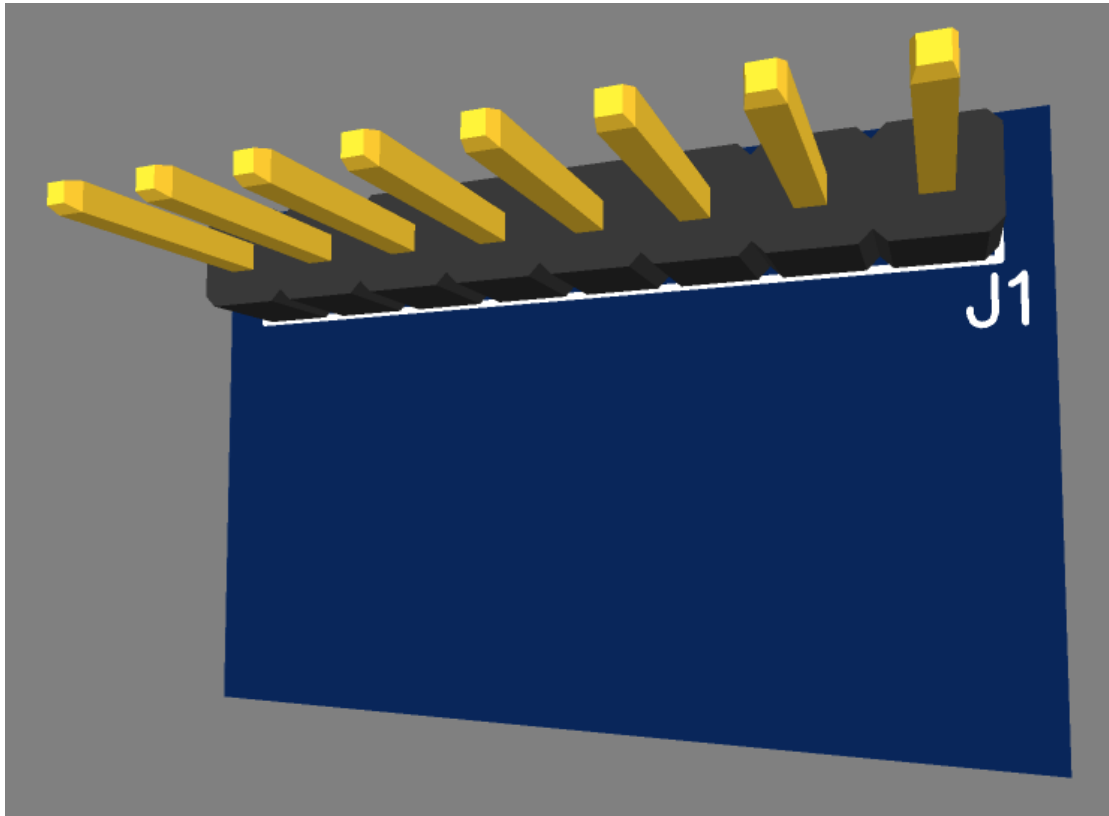


Рис.3.10 - Проекція 3D моделі розробленого датчика температури на базі мікросхеми LM75В (вид справа).

Аналіз конструкцій датчиків показав їхню технологічність та простоту виробництва з мінімальної кількості компонентів.

З огляду на необхідність отримання дешевого та відносно простого пристрою рекомендується використовувати датчик температури на базі мікросхеми DS18B20.

РОЗДІЛ 4

МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТА ОБРОКИ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРИ ТЯГОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

4.1 Розробка принципової схеми та конструкції мікроконтролерного вузла.

Інформація, що надходить з інтегрального датчика температури представлена у послідовному двійковому коді, який отримує мікропроцесорна система керування. Датчик типу DS18B20 реалізує алгоритм типу «One-Wire».

В якості мікроконтролера пропонується використовувати Attiny13 фірми Atmel.

Принципова схема мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації представлена на рис.4.1

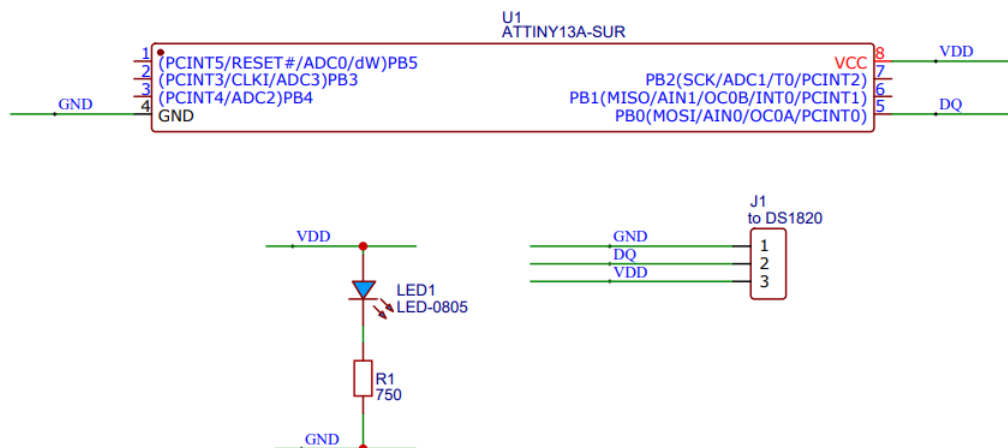


Рис.4.1 - Принципова електрична схема мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13.

Світлодіод LED1 призначено для індикації наявності напруги живлення на лінії VDD.

Лінія передачі даних від датчика температури підключена до лінії PB0.

На рис.4.2 представлена печатна плата мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13.

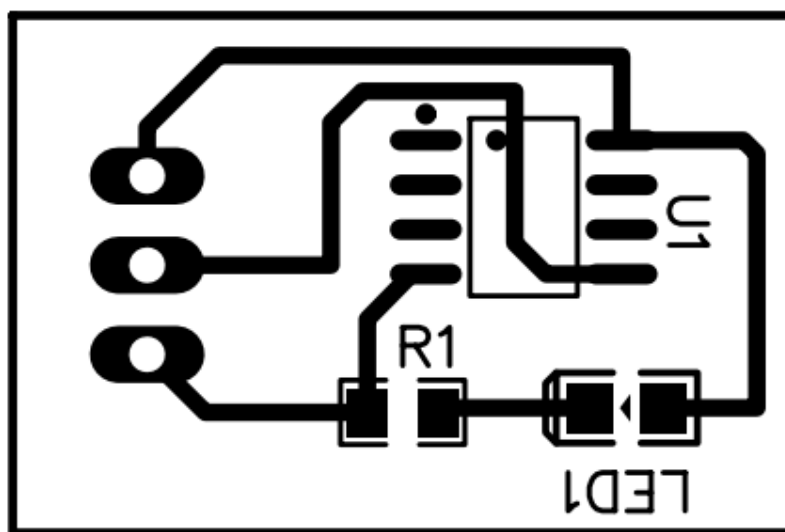


Рис.4.2 - Печатна плата мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13.

Монтажна схема – розташування компонентів на печатній платі мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13 представлено на рис.4.3.

Використано елементи поверхневого монтажу (smd).

4.2. Розробка програмного кода для мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13

Для створення програмного коду мікроконтролера Attiny13 використано спеціалізоване програмне середовище Flowcode, яке на базі

стандартних бібліотек дозволяє згенерувати програмний для завантаження у пам'ять мікроконтролера.

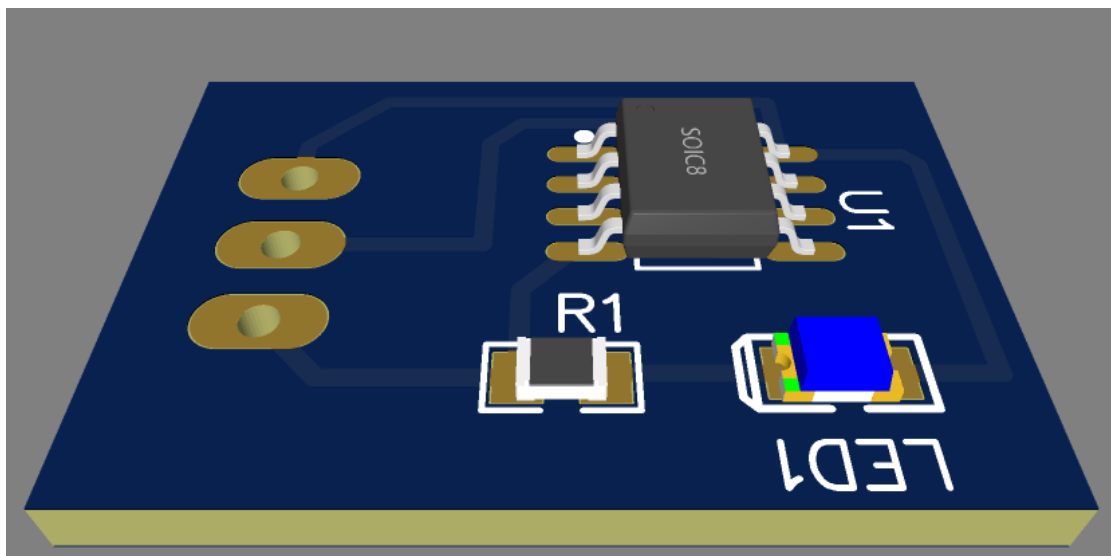


Рис.4.3 - Монтажна схема мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13.

На рис.4.4 представлено робочий простір Flowcode з підключеними бібліотеками інтерфейсу “One-Wire”.

Де кожна з процедур (макросов) відповідає за ініціалізацію датчика температури, передачу даних та фіналізацію передачі даних.

Обрання необхідного порту мікроконтролера представлено на закладці керування макросами (рис.4.5)

Згенерований код на мові асемблера представлено далі по тексту.

Disassembly of section .text:

```
00000000 <__vectors>:
```

```
0: 09 c0      rjmp  .+18      ; 0x14 <__ctors_end>
```

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

```

2: 16 c0      rjmp .+44      ; 0x30 <__bad_interrupt>
4: 15 c0      rjmp .+42      ; 0x30 <__bad_interrupt>
6: 14 c0      rjmp .+40      ; 0x30 <__bad_interrupt>

```

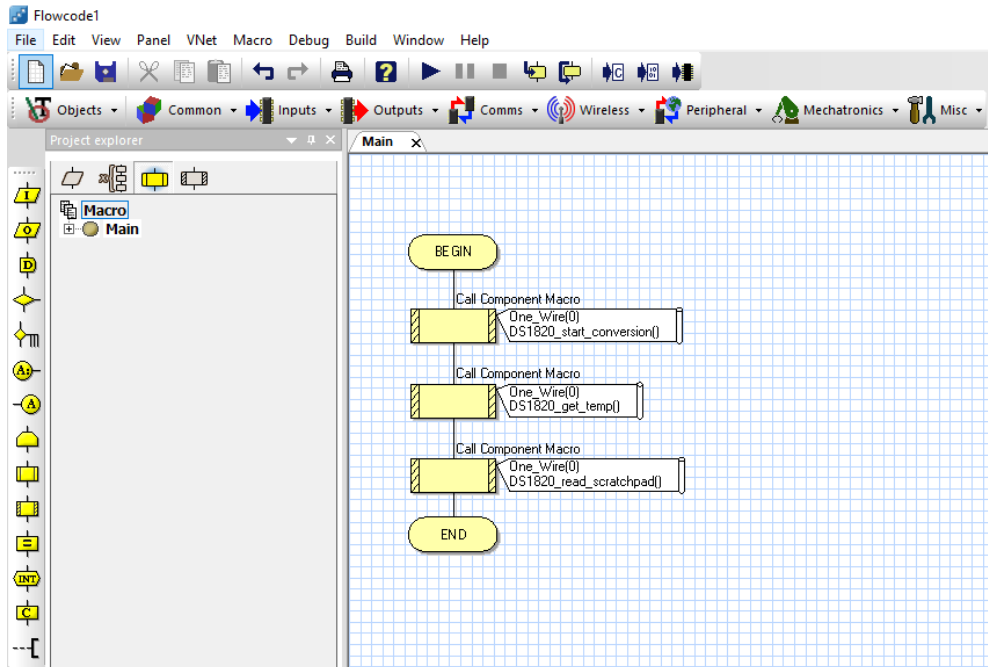


Рис.4.4 - Робочий простір Flowcode з підключеними бібліотеками інтерфейсу “One-Wire”

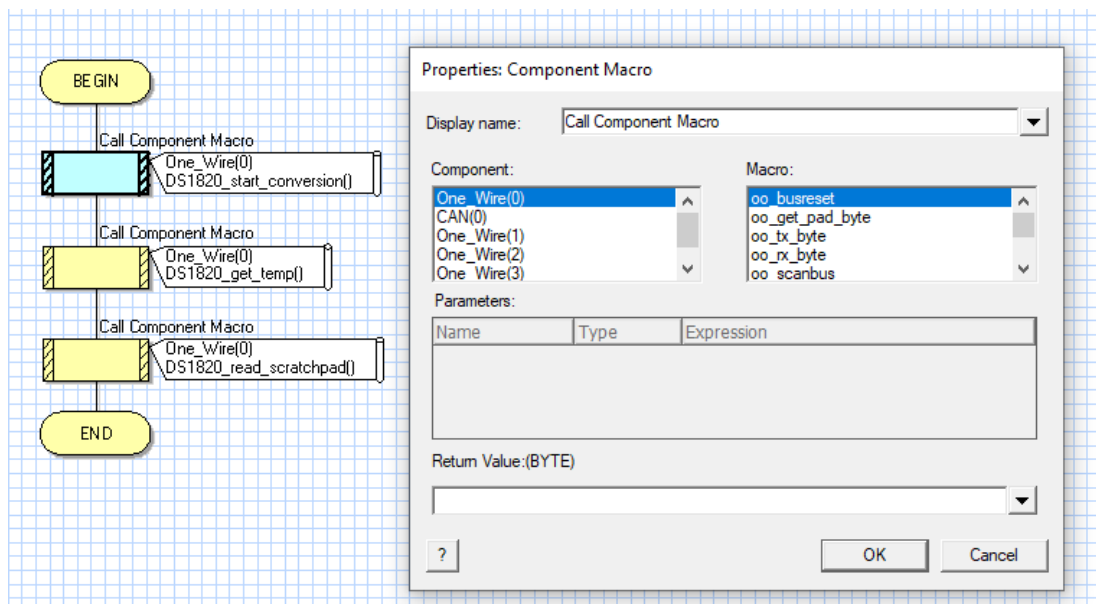


Рис.4.5 - Керування макросом “One-Wire”

Налагодження параметрів мікроконтролера Attiny13 представлено на рис.4.6.

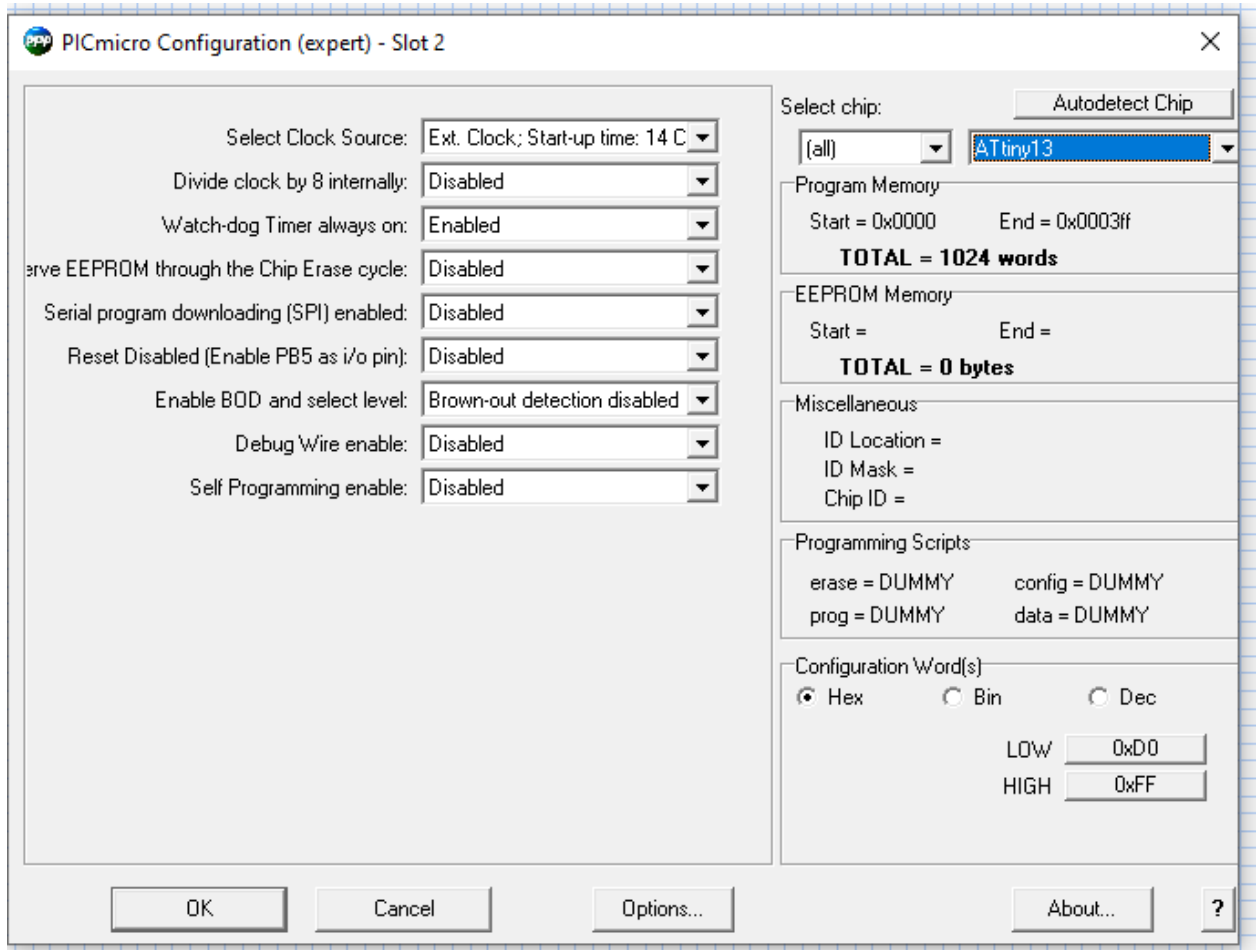


Рис.4.6 - Налагодження параметрів мікроконтролера Attiny13.

```

8: 13 c0      rjmp  .+38      ; 0x30 <__bad_interrupt>
a: 12 c0      rjmp  .+36      ; 0x30 <__bad_interrupt>
c: 11 c0      rjmp  .+34      ; 0x30 <__bad_interrupt>
e: 10 c0      rjmp  .+32      ; 0x30 <__bad_interrupt>
10: 0f c0     rjmp  .+30      ; 0x30 <__bad_interrupt>
12: 0e c0     rjmp  .+28      ; 0x30 <__bad_interrupt>

```

```
00000014 <__ctors_end>:
```

```
14: 11 24     eor   r1, r1
```

```

16: 1f be      out   0x3f, r1    ; 63
18: cf e9      ldi   r28, 0x9F  ; 159
1a: cd bf      out   0x3d, r28   ; 61

```

0000001c <__do_clear_bss>:

```

1c: 10 e0      ldi   r17, 0x00  ; 0
1e: a0 e6      ldi   r26, 0x60  ; 96
20: b0 e0      ldi   r27, 0x00  ; 0
22: 01 c0      rjmp  .+2        ; 0x26 <.do_clear_bss_start>

```

00000024 <.do_clear_bss_loop>:

```

24: 1d 92      st    X+, r1

```

00000026 <.do_clear_bss_start>:

```

26: a6 37      cpi   r26, 0x76  ; 118
28: b1 07      cpc   r27, r17
2a: e1 f7      brne  .-8        ; 0x24 <.do_clear_bss_loop>
2c: dc d0      rcall .+440      ; 0x1e6 <main>
2e: e3 c0      rjmp  .+454      ; 0x1f6 <_exit>

```

00000030 <__bad_interrupt>:

```

30: e7 cf      rjmp  .-50       ; 0x0 <__vectors>

```

00000032 <Wdt_Delay_Ms>:

```

32: 90 e0      ldi   r25, 0x00  ; 0
34: 28 e8      ldi   r18, 0x88  ; 136
36: 33 e1      ldi   r19, 0x13  ; 19
38: 05 c0      rjmp  .+10       ; 0x44 <__SREG__+0x5>

```

```

3a: a8 95      wdr
3c: f9 01      movwr30, r18
3e: 31 97      sbiw r30, 0x01 ; 1
40: f1 f7      brne  .-4      ; 0x3e <__SP_H__>
42: 9f 5f      subi r25, 0xFF ; 255
44: 98 17      cp    r25, r24
46: c8 f3      brcs  .-14     ; 0x3a <__CCP__+0x6>
48: 08 95      ret

```

0000004a <Wdt_Delay_S>:

```

4a: 0f 93      push r16
4c: 1f 93      push r17
4e: cf 93      push r28
50: df 93      push r29
52: 08 2f      mov  r16, r24
54: 10 e0      ldi  r17, 0x00 ; 0
56: 0a c0      rjmp .+20     ; 0x6c <Wdt_Delay_S+0x22>
58: c0 e0      ldi  r28, 0x00 ; 0
5a: d0 e0      ldi  r29, 0x00 ; 0
5c: 81 e0      ldi  r24, 0x01 ; 1
5e: e9 df      rcall .-46   ; 0x32 <Wdt_Delay_Ms>
60: 21 96      adiw r28, 0x01 ; 1
62: 83 e0      ldi  r24, 0x03 ; 3
64: c7 3e      cpi  r28, 0xE7 ; 231
66: d8 07      cpc  r29, r24
68: c9 f7      brne .-14     ; 0x5c <Wdt_Delay_S+0x12>
6a: 1f 5f      subi r17, 0xFF ; 255
6c: 10 17      cp   r17, r16

```

```

6e: a0 f3      brcs  .-24      ; 0x58 <Wdt_Delay_S+0xe>
70: df 91      pop  r29
72: cf 91      pop  r28
74: 1f 91      pop  r17
76: 0f 91      pop  r16
78: 08 95      ret

```

0000007a <FCI_DELAYINT_US>:

```

7a: 2b ef      ldi  r18, 0xFB  ; 251
7c: 34 e0      ldi  r19, 0x04  ; 4
7e: 05 c0      rjmp .+10      ; 0x8a <FCI_DELAYINT_US+0x10>
80: f9 01      movwr30, r18
82: 31 97      sbiw r30, 0x01  ; 1
84: f1 f7      brne .-4       ; 0x82 <FCI_DELAYINT_US+0x8>
86: 8f 5f      subi r24, 0xFF  ; 255
88: 90 40      sbci r25, 0x00  ; 0
8a: 8f 3f      cpi  r24, 0xFF  ; 255
8c: 91 05      cpc  r25, r1
8e: 09 f0      breq .+2       ; 0x92 <FCI_DELAYINT_US+0x18>
90: b8 f7      brcc .-18      ; 0x80 <FCI_DELAYINT_US+0x6>
92: 00 97      sbiw r24, 0x00  ; 0
94: 99 f0      breq .+38      ; 0xbc <__stack+0x1d>
96: 28 2f      mov  r18, r24
98: 30 e0      ldi  r19, 0x00  ; 0
9a: 40 e0      ldi  r20, 0x00  ; 0
9c: 50 e0      ldi  r21, 0x00  ; 0
9e: da 01      movwr26, r20
a0: c9 01      movwr24, r18

```

```

a2: 62 e0      ldi   r22, 0x02    ; 2
a4: 88 0f      add   r24, r24
a6: 99 1f      adc   r25, r25
a8: aa 1f      adc   r26, r26
aa: bb 1f      adc   r27, r27
ac: 6a 95      dec   r22
ae: d1 f7      brne  .-12         ; 0xa4 <__stack+0x5>
b0: 82 0f      add   r24, r18
b2: 93 1f      adc   r25, r19
b4: a4 1f      adc   r26, r20
b6: b5 1f      adc   r27, r21
b8: 01 97      sbiw  r24, 0x01    ; 1
ba: f1 f7      brne  .-4          ; 0xb8 <__stack+0x19>
bc: 08 95      ret

```

000000be <FCI_DELAYINT_MS>:

```

be: 48 e8      ldi   r20, 0x88    ; 136
c0: 53 e1      ldi   r21, 0x13    ; 19
c2: 09 c0      rjmp  .+18         ; 0xd6 <FCI_DELAYINT_MS+0x18>
c4: 20 e0      ldi   r18, 0x00    ; 0
c6: fa 01      movwr30, r20
c8: 31 97      sbiw  r30, 0x01    ; 1
ca: f1 f7      brne  .-4          ; 0xc8 <FCI_DELAYINT_MS+0xa>
cc: 2f 5f      subi  r18, 0xFF    ; 255
ce: 2f 3f      cpi   r18, 0xFF    ; 255
d0: d1 f7      brne  .-12         ; 0xc6 <FCI_DELAYINT_MS+0x8>
d2: 8f 5f      subi  r24, 0xFF    ; 255
d4: 90 40      sbci  r25, 0x00    ; 0

```

```

d6: 8f 3f      cpi   r24, 0xFF ; 255
d8: 91 05      cpc   r25, r1
da: 09 f0      breq  .+2        ; 0xde <FCI_DELAYINT_MS+0x20>
dc: 98 f7      brcc  .-26       ; 0xc4 <FCI_DELAYINT_MS+0x6>
de: 00 97      sbiw  r24, 0x00 ; 0
e0: 49 f0      breq  .+18       ; 0xf4 <FCI_DELAYINT_MS+0x36>
e2: 20 e0      ldi   r18, 0x00 ; 0
e4: 48 e8      ldi   r20, 0x88 ; 136
e6: 53 e1      ldi   r21, 0x13 ; 19
e8: fa 01      movwr30, r20
ea: 31 97      sbiw  r30, 0x01 ; 1
ec: f1 f7      brne  .-4        ; 0xea <FCI_DELAYINT_MS+0x2c>
ee: 2f 5f      subi  r18, 0xFF ; 255
f0: 28 17      cp    r18, r24
f2: d0 f3      brcs  .-12       ; 0xe8 <FCI_DELAYINT_MS+0x2a>
f4: 08 95      ret

```

000000f6 <FCI_DELAYINTWDT_MS>:

```

f6: cf 93      push  r28
f8: df 93      push  r29
fa: ec 01      movwr28, r24
fc: 04 c0      rjmp  .+8        ; 0x106

```

<FCI_DELAYINTWDT_MS+0x10>

```

fe: 8f ef      ldi   r24, 0xFF ; 255
100: 98 df      rcall .-208      ; 0x32 <Wdt_Delay_Ms>
102: cf 5f      subi  r28, 0xFF ; 255
104: d0 40      sbci  r29, 0x00 ; 0
106: cf 3f      cpi   r28, 0xFF ; 255

```



```

132:    31 97    sbiw r30, 0x01 ; 1
134:    f1 f7    brne  .-4      ;                0x132
<FCI_DELAYINT_S+0x16>
136:    2f 5f    subi r18, 0xFF ; 255
138:    2a 3f    cpi  r18, 0xFA ; 250
13a:d1 f7    brne  .-12     ; 0x130 <FCI_DELAYINT_S+0x14>
13c:20 e0    ldi  r18, 0x00 ; 0
13e:fa 01    movwr30, r20
140:    31 97    sbiw r30, 0x01 ; 1
142:    f1 f7    brne  .-4      ;                0x140
<FCI_DELAYINT_S+0x24>
144:    2f 5f    subi r18, 0xFF ; 255
146:    2a 3f    cpi  r18, 0xFA ; 250
148:    d1 f7    brne  .-12     ;                0x13e
<FCI_DELAYINT_S+0x22>
14a:20 e0    ldi  r18, 0x00 ; 0
14c:fa 01    movwr30, r20
14e:31 97    sbiw r30, 0x01 ; 1
150:    f1 f7    brne  .-4      ;                0x14e
<FCI_DELAYINT_S+0x32>
152:    2f 5f    subi r18, 0xFF ; 255
154:    2a 3f    cpi  r18, 0xFA ; 250
156:    d1 f7    brne  .-12     ;                0x14c
<FCI_DELAYINT_S+0x30>
158:    3f 5f    subi r19, 0xFF ; 255
15a:3f 3f    cpi  r19, 0xFF ; 255
15c:11 f0    breq  .+4      ; 0x162 <FCI_DELAYINT_S+0x46>
15e:20 e0    ldi  r18, 0x00 ; 0

```

```

160:    e0 cf    rjmp  .-64    ;                0x122
<FCI_DELAYINT_S+0x6>
162:    8f 5f    subi  r24, 0xFF ; 255
164:    90 40    sbci  r25, 0x00 ; 0
166:    8f 3f    cpi   r24, 0xFF ; 255
168:    91 05    cpc   r25, r1
16a:19 f0    breq  .+6     ; 0x172 <FCI_DELAYINT_S+0x56>
16c:10 f0    brcs  .+4     ; 0x172 <FCI_DELAYINT_S+0x56>
16e:30 e0    ldi   r19, 0x00 ; 0
170:    f6 cf    rjmp  .-20    ;                0x15e
<FCI_DELAYINT_S+0x42>
172:    00 97    sbiw  r24, 0x00 ; 0
174:    21 f1    breq  .+72    ;                0x1be
<FCI_DELAYINT_S+0xa2>
176:    30 e0    ldi   r19, 0x00 ; 0
178:    48 e8    ldi   r20, 0x88 ; 136
17a:53 e1    ldi   r21, 0x13 ; 19
17c:1e c0    rjmp  .+60    ; 0x1ba <FCI_DELAYINT_S+0x9e>
17e:fa 01    movwr30, r20
180:    31 97    sbiw  r30, 0x01 ; 1
182:    f1 f7    brne  .-4     ;                0x180
<FCI_DELAYINT_S+0x64>
184:    2f 5f    subi  r18, 0xFF ; 255
186:    2a 3f    cpi   r18, 0xFA ; 250
188:    d1 f7    brne  .-12    ;                0x17e
<FCI_DELAYINT_S+0x62>
18a:20 e0    ldi   r18, 0x00 ; 0
18c:fa 01    movwr30, r20

```

```

18e:31 97      sbiw r30, 0x01 ; 1
190:      f1 f7      brne  .-4      ;                0x18e
<FCI_DELAYINT_S+0x72>
192:      2f 5f      subi  r18, 0xFF ; 255
194:      2a 3f      cpi   r18, 0xFA ; 250
196:      d1 f7      brne  .-12     ;                0x18c
<FCI_DELAYINT_S+0x70>
198:      20 e0      ldi   r18, 0x00 ; 0
19a:fa 01      movwr30, r20
19c:31 97      sbiw r30, 0x01 ; 1
19e:f1 f7      brne  .-4      ; 0x19c <FCI_DELAYINT_S+0x80>
1a0:2f 5f      subi  r18, 0xFF ; 255
1a2:2a 3f      cpi   r18, 0xFA ; 250
1a4:d1 f7      brne  .-12     ; 0x19a <FCI_DELAYINT_S+0x7e>
1a6:20 e0      ldi   r18, 0x00 ; 0
1a8:fa 01      movwr30, r20
1aa:31 97      sbiw r30, 0x01 ; 1
1ac:f1 f7      brne  .-4      ; 0x1aa <FCI_DELAYINT_S+0x8e>
1ae:2f 5f      subi  r18, 0xFF ; 255
1b0:      2a 3f      cpi   r18, 0xFA ; 250
1b2:      d1 f7      brne  .-12     ;                0x1a8
<FCI_DELAYINT_S+0x8c>
1b4:      3f 5f      subi  r19, 0xFF ; 255
1b6:      38 17      cp    r19, r24
1b8:      10 f4      brcc  .+4      ;                0x1be
<FCI_DELAYINT_S+0xa2>
1ba:20 e0      ldi   r18, 0x00 ; 0
1bc:e0 cf      rjmp  .-64     ; 0x17e <FCI_DELAYINT_S+0x62>

```



```

1e6:14 be    out  0x34, r1    ; 52
1e8:88 e1    ldi  r24, 0x18   ; 24
1ea:0f b6    in   r0, 0x3f    ; 63
1ec:f8 94    cli
1ee:81 bd    out  0x21, r24   ; 33
1f0:11 bc    out  0x21, r1    ; 33
1f2:0f be    out  0x3f, r0    ; 63
1f4:ff cf    rjmp .-2         ; 0x1f4 <main+0xe>

```

000001f6 <_exit>:

```
1f6:f8 94    cli
```

000001f8 <__stop_program>:

```
1f8:ff cf    rjmp .-2         ; 0x1f8 <__stop_program>
```

4.3 Висновки.

Розроблена схема мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації від датчика температури створена на базі малогабаритної інтегральної мікросхеми Attiny13. Для якої розроблено код зчитування температурного коду по протоколу “One-Wire”.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

5.1 Технічне обслуговування акумуляторних батарей (АБ)

5.1.1 Види технічного обслуговування

У процесі експлуатації через певні проміжки часу для підтримки акумуляторних батарей у справному стані необхідно проводити такі види технічного обслуговування [16]:

1. огляд акумуляторних батарей;
2. профілактичний контроль;
3. профілактичне відновлення (ремонт).

Поточні та капітальні ремонти акумуляторних батарей слід виконувати за необхідності.

5.1.2. Огляди акумуляторних батарей

Поточні огляди акумуляторів проводить персонал, що обслуговує батарею. В установках з постійним черговим персоналом такий огляд необхідно робити один раз на добу, а в установках без постійного чергового персоналу поточний огляд батареї потрібно проводити під час огляду іншого обладнання установки за спеціальним графіком (але не менше одного разу та 10 днів).

Під час поточного огляду необхідно перевірити:

1. напруга, щільність і температуру електроліту в контрольних акумуляторах (напруга та щільність електроліту у всіх і температуру в контрольних акумуляторах - не рідше одного разу на місяць);
2. напруга і струм підзаряду основних та додаткових акумуляторів;
3. рівень електроліту у баках;
4. правильність положення покривного скла або фільтр-пробок;
5. цілість баків, чистоту баків, стелажів та підлоги;

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

6. вентиляцію та опалення (взимку);
7. наявність невеликого виділення бульбашок газу з акумуляторів;
8. рівень та колір шламу в прозорих баках.

Якщо в процесі огляду виявлено дефекти, які можуть бути усунені одноосібно-оглядачем, він повинен отримати по телефону дозвіл начальника електроцеху на проведення цієї роботи. Якщо дефект може бути усунений одноосібно, спосіб і термін усунення дефекту визначається начальником цеху.

Інспекторські огляди проводять два працівники: особа, яка обслуговує батарею, та відповідальна особа інженерно-технічного персоналу. Інспекторські огляди проводять у строки, що визначаються місцевими інструкціями (але не рідше ніж один раз на місяць), а також після монтажу, заміни електродів або електроліту.

Під час інспекторського огляду необхідно повторити обсяг поточного огляду та додатково перевірити:

1. напруга та щільність електроліту у всіх акумуляторах батареї, температуру електроліту в контрольних акумуляторах;
2. відсутність дефектів, що призводять до коротких замикань;
3. стан електродів (короблення, надмірне зростання позитивних електродів, нарости на негативних, сульфатація);
4. опір ізоляції;
5. зміст записів у журналі, правильність його ведення.

При виявленні під час інспекторського огляду дефектів необхідно намітити строки та порядок їх усунення.

Результати оглядів та терміни усунення дефектів заносять до акумуляторного журналу.

5.1.3 Профілактичний контроль

Профілактичний контроль проводять з метою перевірки стану та працездатності акумуляторної батареї.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

Перевірка працездатності акумуляторної батареї ПС передбачається замість перевірки ємності. Допускається виробляти її при включенні найближчого вимикача до АБ з найбільш потужним електромагнітом включення.

При контрольному розряді проби електроліту необхідно відбирати наприкінці розряду, оскільки під час розряду ряд шкідливих домішок перетворюється на електроліт.

Позаплановий аналіз електроліту з контрольних акумуляторів слід проводити при виявленні масових дефектів роботи батареї:

1. короблення і надмірному зростанні позитивних електродів, якщо не виявлені порушення режиму роботи батареї;
2. випадання світло-сірого шламу;
3. зниженою ємності без видимих причин.

При позаплановому аналізі, крім заліза та хлору, визначаються такі домішки за наявності відповідних показань:

1. марганцю (електроліт набуває малинового відтінку);
2. міді (підвищений саморозряд, за відсутності підвищеного вмісту заліза);
3. оксидів азоту (руйнування позитивних електродів за відсутності в електроліті хлору).

Пробу потрібно відбирати гумовою грушею зі скляною трубкою, яка сягає нижньої третини акумуляторного бака. Пробу заливають у банку з притертою пробкою. Банку слід попередньо помити гарячою водою та обполоснути дистильованою водою. На банку наклеїти етикетку з назвою батареї, номером акумулятора та датою відбору проби.

Граничний вміст домішок в електроліті акумуляторів, що працюють, орієнтовно може бути прийнято в два рази більше, ніж у свіжоприготовленому електроліті з акумуляторної кислоти 1 сорту.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

Опір зарядженої акумуляторної батареї вимірюють за допомогою пристрою контролю ізоляції на шинах постійного щита струму або вольтметром з внутрішнім опором не менше 50 кОм.

5.1.4 Поточний ремонт свинцево-кислотних акумуляторів

До поточного ремонту відносять роботи з усунення різних несправностей акумуляторних батарей, які, як правило, виконуються силами експлуатаційного персоналу.

Визначити наявність сульфатації за зовнішніми ознаками часто важко через неможливість або недостатність огляду електродів, а також тому, що більш певні ознаки проявляються при значній і глибокій сульфатації.

Явною ознакою сульфатації є специфічний характер залежності зарядної напруги, порівняно зі справним акумулятором. При заряді сульфатованого акумулятора напруга відразу і швидко, залежно від ступеня сульфатації, досягає максимального значення і тільки в міру розчинення сульфату починає знижуватися. У справного акумулятора напруга в міру заряду збільшується

Систематичні недозаряди можливі через недостатність напруги та струму підзаряду. Своєчасне проведення зрівняльних зарядів забезпечує запобігання сульфатації і дозволяє усунути незначну сульфатацію.

Усунення сульфатації вимагає значних витрат часу і не є успішною, тому доцільніше не допускати її виникнення.

Незапущену та неглибоку сульфатацію рекомендується усувати проведенням наступного режиму.

Після нормального заряду батарею розряджають струмом десятигодинного режиму до напруги 1,8 В на акумулятор і залишають у спокої на 10 - 12 год. до настання інтенсивного газоутворення на електродах обох полярностей та досягнення нормальної щільності електроліту.

При запущених явищах сульфатації рекомендується проводити цей режим заряду в розведеному електроліті. Для цього електроліт після розряду

						6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			69

розбавляють дистильованою водою до густини 1,03-1,05 г/см³, заряджають і перезаряджають.

Ефективність режиму визначається за систематичним зростанням щільності електроліту.

Заряд ведеться до отримання постійної щільності електроліту (зазвичай меншою 1,21 г/см³) та сильного рівномірного газовиділення. Після цього доводять густину електроліту до 1,21 г/см³.

Якщо сульфатація виявилася настільки значною, що ці режими можуть виявитися безрезультатними, щоб відновити працездатність батареї, то необхідна заміна електродів.

При появі ознак короткого замикання акумулятори у скляних баках мають бути ретельно оглянуті з просвічуванням переносною лампою. Акумулятори в ебонітових та дерев'яних баках оглядаються зверху.

В акумуляторах, що працюють при постійному підзаряді з підвищеною напругою, на негативних електродах можуть утворюватися деревоподібні нарости губчастого свинцю, які можуть спричинити коротке замикання. При виявленні наростів на верхніх кромках електродів необхідно зіскребти їх смужкою скла або іншого кислотостійкого матеріалу. Профілактику та видалення наростів в інших місцях електродів рекомендується виконувати невеликими переміщеннями сепараторів вгору та вниз.

Коротке замикання через шлам в акумуляторі в дерев'яному баку зі свинцевою обкладкою можна визначити за результатами вимірювання напруги між електродами та обкладкою. За наявності замикання напруга дорівнюватиме нулю.

У справного акумулятора, що перебуває у спокої, напруга «плюс-обкладка» близько 1,3 В, а «мінус-обкладка» близько 0,7 В.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

При виявленні замикання через шлам необхідно відкачати шлам. При неможливості негайного відкачування необхідно спробувати розрівняти шлам косинцем і усунути зіткнення з електродами.

Для визначення короткого замикання можна скористатися компасом у пластмасовому корпусі. Компас переміщається вздовж сполучних смуг над вушками електродів спочатку однієї полярності акумулятора потім інший.

Різка зміна відхилення стрілки компаса з двох сторін електрода вказує на коротке замикання електрода з електродом іншої полярності, який визначається аналогічним способом з іншого боку акумулятора.

Якщо в акумуляторі будуть короткозамкнуті електроди, стрілка буде відхилятися біля кожного з них.

Короблення електродів виникає головним чином за нерівномірному розподілі струму між електродами.

Нерівномірний розподіл струму по висоті електродів, наприклад, при розшаруванні електроліту, при надмірно великих і тривалих зарядних і розрядних струмах веде до нерівномірного перебігу реакцій на різних ділянках електродів, і, як наслідок, поява механічних напруг, а також можливості короблення. Наявність в електроліті домішок азотної та оцтової кислоти посилює окислення глибших шарів позитивних електродів. Оскільки двоокис свинцю займає більший обсяг, ніж свинець, з якого вона утворилася, має місце зростання та викривлення електродів.

Глибокі розряди до напруги нижче допустимого також ведуть до викривлення та зростання позитивних електродів.

Короблення і зростання схильні до позитивних електродів. Викривлення негативних електродів має місце головним чином в результаті тиску на них з боку сусідніх позитивних покороблених.

Виправити пошкоджені електроди можна лише після видалення їх з акумулятора. Виправленню підлягають електроди, незасульфатовані і

						6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			71

повністю заряджені, тому що в цьому стані вони м'якші та легше піддаються виправленню.

Вирізані ушкоджені електроди обмивають водою і поміщають між гладкими дошками твердої породи (бук, дуб, береза). На верхню дошку необхідно встановити вантаж, що збільшується в міру редагування електродів. Забороняється редагування електродів ударами киянки або молотка, безпосередньо або через дошку, щоб уникнути руйнування активного шару.

Якщо покороблені електроди не є небезпечними для сусідніх негативних електродів, допускається обмежитися заходами, що запобігають виникненню короткого замикання, для цього з опуклої сторони покоробленого електрода необхідно прокласти додатковий сепаратор. Заміну таких електродів слід виконувати при черговому ремонті батареї.

При значному і прогресуючому жолобленні необхідно замінити в акумуляторі всі позитивні електроди на нові. Заміна тільки пошкоджених електродів на нові не допускається.

До видимих ознак незадовільної якості електроліту належить його колір, а саме:

- колір від світлого до темно-коричневого вказує на присутність органічних речовин, які під час експлуатації швидко (принаймні частково) переходять в оцтово-кислі сполуки;
- фіолетовий колір електроліту вказує на присутність з'єднань марганцю, при розряді батареї це фіолетове забарвлення зникає.

Головним джерелом шкідливих домішок в електроліті під час експлуатації є доливальна вода. Тому для запобігання потраплянню в електроліт шкідливих домішок, для доливки необхідно використовувати дистильовану або рівноцінну їй воду.

Застосування електроліту з вмістом домішок вище допустимих норм тягне за собою:

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

Після виявлення великої кількості забруднених міддю акумуляторів вигідніше замінити всі електроди і сепарацію.

Якщо в акумуляторах відкладення шламу досягли рівня, коли відстань до нижньої кромки електродів у скляних баках скоротилося до 10 мм, а непрозорих до 20 мм, необхідна відкачування шламу.

В акумуляторах з непрозорими баками перевірити рівень шламу можна за допомогою косинця з кислотійкого матеріалу. Необхідно вийняти сепаратор із середини акумулятора, а також підняти кілька сепараторів поряд і зазор між електродами опустити косинець до зіткнення зі шламом. Потім косинець повернути на 90 ° і підняти вгору до зіткнення з нижньою кромкою електродів. Відстань від поверхні шлаку до нижньої кромки електродів дорівнюватиме різниці вимірювань по верхньому кінці кутника плюс 10 мм. Якщо косинець не повертається або повертається насилу, то шлам або вже стикається з електродами або близький до цього.

При відкачуванні шламу одночасно видаляється електроліт. Щоб заряджені негативні електроди на повітрі не розігрівалися і не втратили ємність при відкачуванні потрібно заготовити необхідну кількість електроліту і залити його в акумулятор відразу після відкачування.

Відкачування роблять за допомогою вакуум-насоса або повітродувки. Як посуд, в який відкачують шлам, беруть сулію, через пробку в яку пропускають дві скляні трубки діаметром 12-15 мм. Коротка трубка може бути латунною діаметром 8-10 мм. Для пропуску шламу з акумулятора іноді доводиться виймати пружини і вирізати по одному бічному електроду. Шлам необхідно обережно розмішувати косинцем із текстоліту або вініпласту.

Надмірний саморозряд є наслідком низького опору ізоляції батареї, високої густини електроліту, неприпустимо високої температури акумуляторного приміщення.

Наслідки саморозряду від перших трьох причин зазвичай не вимагають спеціальних заходів виправлення акумуляторів. Досить визначити

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

та усунути причину зниження опору ізоляції батареї, привести в норму щільність електроліту та температуру приміщення.

5.2.1 Загальні відомості з безпеки при обслуговуванні АБ

Робочим при обслуговуванні та ремонті акумуляторних батарей доводиться мати справу зі свинцем і його з'єднаннями, що являють собою отрути, що повільно діють. Отруйна дія на організм свинцевого пилу, парів свинцю та його сполук, дратівлива дія сірчаної кислоти на слизову оболонку та дихальні шляхи, опіки, що спричиняються сірчаною кислотою при попаданні її на шкіру, вибухонебезпечність гримучого газу - все це вимагає від робочого акумуляторної майстерні техніки безпеки [17].

Робочі акумуляторної майстерні повинні знати безпечні методи праці, для чого при вступі на роботу вони проходять вступний інструктаж, потім інструктаж на робочому місці та навчання основ техніки безпеки. Усі працівники акумуляторної майстерні незалежно від їхньої кваліфікації та стажу роботи не рідше одного разу на шість місяців проходять повторний інструктаж.

Усі, хто вступає на роботу в акумуляторну майстерню, повинні пройти попередній медичний огляд і надалі проходити медичний огляд один раз на шість місяців.

Для робітників акумуляторної майстерні дотримання правил техніки безпеки має особливо велике значення. Водень, що виділяється в процесі заряду батарей при певній концентрації утворює з киснем повітря «гримучий газ», що вибухає навіть від невеликої іскри.

5.2.2 Правила техніки безпеки при технічному обслуговуванні та ремонті акумуляторних батарей

При огляді акумулятора під час обслуговування можна використовувати тільки електричні переносні лампи із запобіжною сіткою, щоб уникнути вибуху гримучого газу. Перед встановленням акумулятора на заряд необхідно прочистити вентиляційні отвори і вивернути пробки, щоб не

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

допустити скупчення всередині елементів великої кількості гримучого газу, що призводить до розриву кришок акумуляторів.

При плавці свинцю оксиди, що утворюються на його поверхні, потрібно видаляти металевим шумуванням і скидати в ящик із щільно закритою кришкою. Відкривати кришку слід лише під час скидання оксидів. Працювати мокрим черпаком чи заливати свинець у сирі, непрогріті форми забороняється.

При виливку свинцевих деталей охолоджувати їх водою категорично забороняється, тому що вода, потрапляючи в розплавлений свинець, інтенсивно випаровується і захоплює за собою частинки свинцю, які при попаданні на шкіру можуть спричинити опіки. Для захисту від опіків при роботі з розплавленим свинцем робітник повинен одягати захисний гумовий фартух, гумові рукавички, гумові чоботи та захисні окуляри.

Для покращення загальних умов праці приміщення майстерні має бути обладнане добре працюючою вентиляцією з обов'язковим пристроєм відсмоктувачів на кожному робочому місці, де виконуються виробничі операції, пов'язані з виділенням пилу, свинцю та його оксидів. Швидкість всмоктування повітря у приймальних отворах витяжних пристроїв має бути 1,5-4 м/с; вентиляція повинна забезпечувати у приміщенні шести-восьмиразовий обмін повітря в 1 год.

Особливо активно виділяються пари при розплавленні свинцю електричною дугою. Усі роботи необхідно проводити в респіраторі. На робочих місцях з ремонту електродів, виливку свинцевих деталей та збиранню акумуляторних батарей слід користуватися респіратором марок РПГ-67, У-2К, Ф-62Ш, «Пелюсток-200, -40, -5» та ін.

При заміні пластин одяг і руки робітника постійно забруднюються сполуками свинцю, тому необхідно працювати в бавовняному костюмі з кислотостійким просоченням, гумовому фартуху та рукавичках.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

При приготуванні заливальної мастики та при роботі з нею треба побоюватися опіків. Крім того, від постійного зіткнення з маслом, що входить до складу мастики, з'являються захворювання шкіри, тому перед початком роботи необхідно змащувати руки вазеліном.

При свердлильних операціях можна користуватися тільки електродрилями, які розраховані на напругу не вище 220 В. До роботи з електродрилем можуть бути допущені тільки робітники, які засвоїли правила техніки безпеки при роботі з електроінструментами. Ручка електродриля і введення проводів живлення повинні бути надійно ізольовані, а вимикач повинен знаходитися тільки на електродрилі. Корпус електродриля має бути заземлений ізолюваним проводом перетином не менше 2,5 см². При роботі з електродрилем слід застосовувати захисні засоби: гумові рукавички, калоші, гумовий килимок або ізолюючу підставку (при напрузі, що дорівнює 36 В, користуватися калошами або рукавичками слід тільки при роботі в сирих приміщеннях). Користуючись електродрилем, не можна допускати перевантаження двигуна та перекошу свердла.

Якщо електродриль розрахована на напругу 36 В, то для зниження напруги потрібно застосовувати тільки двообмотувальний трансформатор; використовувати в цьому випадку автотрансформатор або реостати забороняється. Металевий корпус трансформатора та один із висновків обмотки з боку низької напруги повинні бути заземлені.

5.2.3. Правила техніки безпеки при роботі із сірчаною кислотою

Сірчану кислоту не можна зберігати у металевому посуді. Зазвичай для цього використовують скляні сулії з притертими скляними пробками. Виливати кислоту з пляшки необхідно лише за допомогою пристроїв, що не допускають її проливання.

Електроліт слід складати в ебонітовому, фаянсовому або керамічному посуді, дотримуючись при цьому особливої обережності, оскільки кислота

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

при попаданні на шкіру утворює виразки, опіки, а також псує одяг та взуття. Особливо небезпечним є потрапляння електроліту в очі.

Категорично забороняється при приготуванні електроліту вливати воду в сірчану кислоту, тому що в цьому випадку різко підвищується температура в місці зіткнення струменя води з сірчаною кислотою і відбувається її розбризування, внаслідок чого краплі електроліту можуть потрапити на шкіру або одяг. Перед заливкою електроліт має бути охолодженим до 25°C.

Під час приготування електроліту або заливки його в акумулятори слід обов'язково застосовувати захисні окуляри та хімічно стійкі рукавички. Для запобігання ураженню кислотою та електролітом поверх вовняного спецодягу надягають гумовий фартух. У цих випадках користуються також гумовими чоботями

5.2.4. Правила техніки безпеки при заряді акумуляторних батарей

Акумуляторні батареї, підготовлені до заряду, повинні бути з'єднані за допомогою щільно прилеглих затискачів або наконечників, що забезпечують надійний електричний контакт і унеможливають іскріння. Забороняється з'єднувати акумуляторні батареї дротом, оскільки іскра, що утворилася в результаті поганого контакту, може спричинити вибух газів, що виділяються при заряді батарей. При вибуху електроліт розбризується і може потрапити на шкіру чи одяг. При заряді батарей необхідно відкривати заливні отвори.

Стан акумуляторної батареї слід перевіряти лише вилкою навантаження і денсиметром. Перевіряти батареї коротким замиканням категорично забороняється.

При роботі з навантажувальною вилкою, щоб уникнути опіку, не слід торкатися опору вилки. Забороняється заміряти напругу на клеммах акумулятора вилкою навантаження при заряді через можливе іскріння і вибуху газів.

При гострому отруєнні свинцем слід негайно викликати лікаря, а до його приходу помити постраждалому шлунок, дати йому випити якнайбільше води з содою.

При отруєнні парами сірчаної кислоти спостерігається чхання, кашель, печіння в очах та поява сліз. При великих концентраціях парів сірчаної кислоти може з'явитися кривава блювота і надалі можуть настати тяжкі захворювання бронхів та легень. Пари сірчаної кислоти діють на слизові оболонки порожнини рота, дихальні шляхи та очі, викликають шлункові захворювання. При отруєнні парами сірчаної кислоти необхідно негайно звернутися до медичного пункту, а першою допомогою потерпілому рекомендується дати подихати парами содового розчину та ефіру.

Сірчана кислота, потрапивши на шкіру, може викликати сильний опік, що довго не гоїться. Кислоту, що потрапила на шкіру, треба негайно видалити тампоном, змоченим 10%-ним розчином кальцинованої соди або нашатирним спиртом, після чого уражене місце рясно промити сильним струменем води.

Після роботи з електролітом обов'язково слід обмити руки слабким розчином кальцинованої соди.

Під час плавки свинцю, при паяльних роботах, при приготуванні маски заливки можливі опіки. При опіках першого ступеня почервоніле уражене місце слід покрити чистим шматком матерії, рясно змоченою насиченим розчином питної соди або слабким розчином калію марганцевокислого. При опіках другого та третього ступеня, коли утворюються бульбашки на шкірі або виходить її глибоке руйнування, потрібно накласти стерильну марлеву серветку на пошкоджену ділянку шкіри та негайно викликати лікаря або відправити постраждалого до лікарні. Застосовувати якісь медикаменти без вказівки лікаря не рекомендується.

Досить сильні опіки може спричинити електричний струм. Зважаючи на те, що опіки електричним струмом мають особливий характер, то до

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		80

прибуття лікаря не слід застосовувати жодних мазей, присипок і не змащувати уражене місце йодом. Рану слід лише покрити стерильною марлею.

При ураженні електричним струмом потерпілого необхідно якнайшвидше звільнити від струму. Якщо швидко відключити струмоведучу частину неможливо, треба негайно відокремити постраждалого від проводів. Той, хто надає допомогу, повинен одягнути гумові рукавички або обмотати руки сухим одягом, одягнути гумові (діелектричні) калоші або стати на суху дерев'яну дошку.

Відокремлюючи постраждалого від струмовідних частин, слід діяти по можливості правою рукою. Якщо потерпілий знепритомнів або довго перебував під дією електричного струму, йому необхідно зробити штучне дихання. До штучного дихання потерпілому треба забезпечити доступ чистого повітря: зняти частину одягу, що стискує дихання, очистити рот від крові чи слизу тощо.

Штучне дихання рекомендується проводити у теплому приміщенні, щоб не допустити охолодження тіла потерпілого.

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

ВИСНОВКИ

До основних висновків кваліфікаційної роботи відносимо.

1. Тягова акумуляторна батарея сучасного електромобіля складається зі значної кількості елементів малої ємності. Ці елементи групуються в послідовно паралельні ланки. Висока щільність поєднаних елементів виникає вірогідність температурного перевантаження блоків тягової батареї, тому її потрібно охолоджувати, або підігрівати у холодну погоду, для збереження властивостей елементів. Тому необхідно контролювати температуру блока за допомогою мікропроцесорного блока, саме цьому питанню присвячені подальші дослідження.

2. Огляд існуючих датчиків температури та принципів створення систем на їх основі доцільно використовувати інтегральні датчики температури з однопровідним обміном даними. Серед розглянутих датчиків обираємо для подальшої розробки два типи датчиків: DS18B20 та LM75B.

3. Розроблені у програмному середовищі принципові схеми та конструкції датчиків температури на базі мікросхем DS18B20 та LM75B дозволяють на етапі розробки, за допомогою візуальних 3D моделей оцінити конструктивні особливості та якості розроблених конструкцій.

4. З огляду на необхідність отримання дешевого та відносно простого пристрою рекомендується використовувати датчик температури на базі мікросхеми DS18B20.

5. Розроблена схема мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації від датчика температури створена на базі малогабаритної інтегральної мікросхеми Attiny13. Для якої розроблено код зчитування температурного коду по протоколу "One-Wire".

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		82

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Батерея Nissan-Life [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://www.autocentre.ua/ua/used/odinochnyj/nissan-leaf-osobennosti-elektricheskoy-nachinki-i-ee-nadezhnost-378040.html>
2. Батерея Tesla Model S [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<http://triumph.engineering/info/articles/tyagovye-litii-ionnye-batarei-tesla-cto-vnutri/>
3. Діагностика батареї Tesla Model S [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://sto.ms/diagnostika-i-remont-batarei-model-s>
4. Терморезистор [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://radio-detaly.com/termorezistori-termopari>
5. Терморезистор [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80>
6. Термопара [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://www.kvota.com.ua/statti/termopara/>
7. <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/MAX6675.pdf>
8. MAX6675 [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://datasheetspdf.com/pdf/443774/Maxim/MAX6675/1>
9. MAX6675 [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/73692/MAXIM/MAX6675.html>
10. DS18B20 [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds18b20.pdf>

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		83

- 11.DS18B20 [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58557/DALLAS/DS18B20.html>
- 12.DS18B20 [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>
- 13.LM75B [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/LM75B.pdf>
- 14.LM75B [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://www.ti.com/product/LM75B>
- 15.LM75B [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://www.alldatasheetru.com/datasheet-pdf/pdf/773893/TI/LM75B.html>
- 16.Технічне обслуговування акумуляторів [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/akkumulyatornye-batarei-26.html>
- 17.Техніка безпеки при обслуговуванні акумуляторів [Електронний ресурс] - Режим доступу:
<https://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/akkumulyatornye-batarei-22.html>

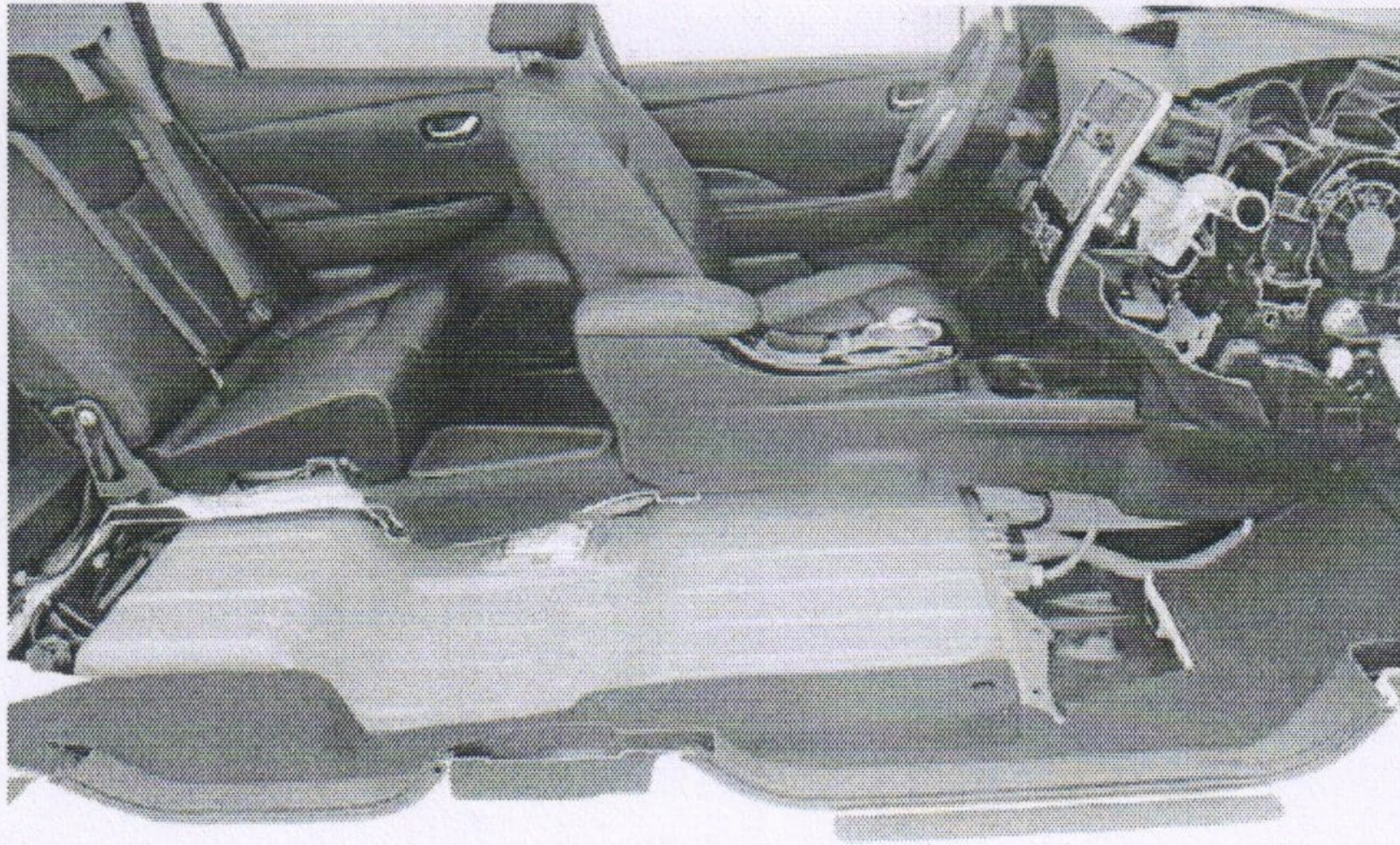
ПЕРЕЛІК ГРАФІЧНИХ РОБІТ

1. Тягові акумулятори
2. Датчики температури
3. Принципова схема та конструкція датчика температури
4. Мікроконтролерний блок

					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		85

ДОДАТОК А

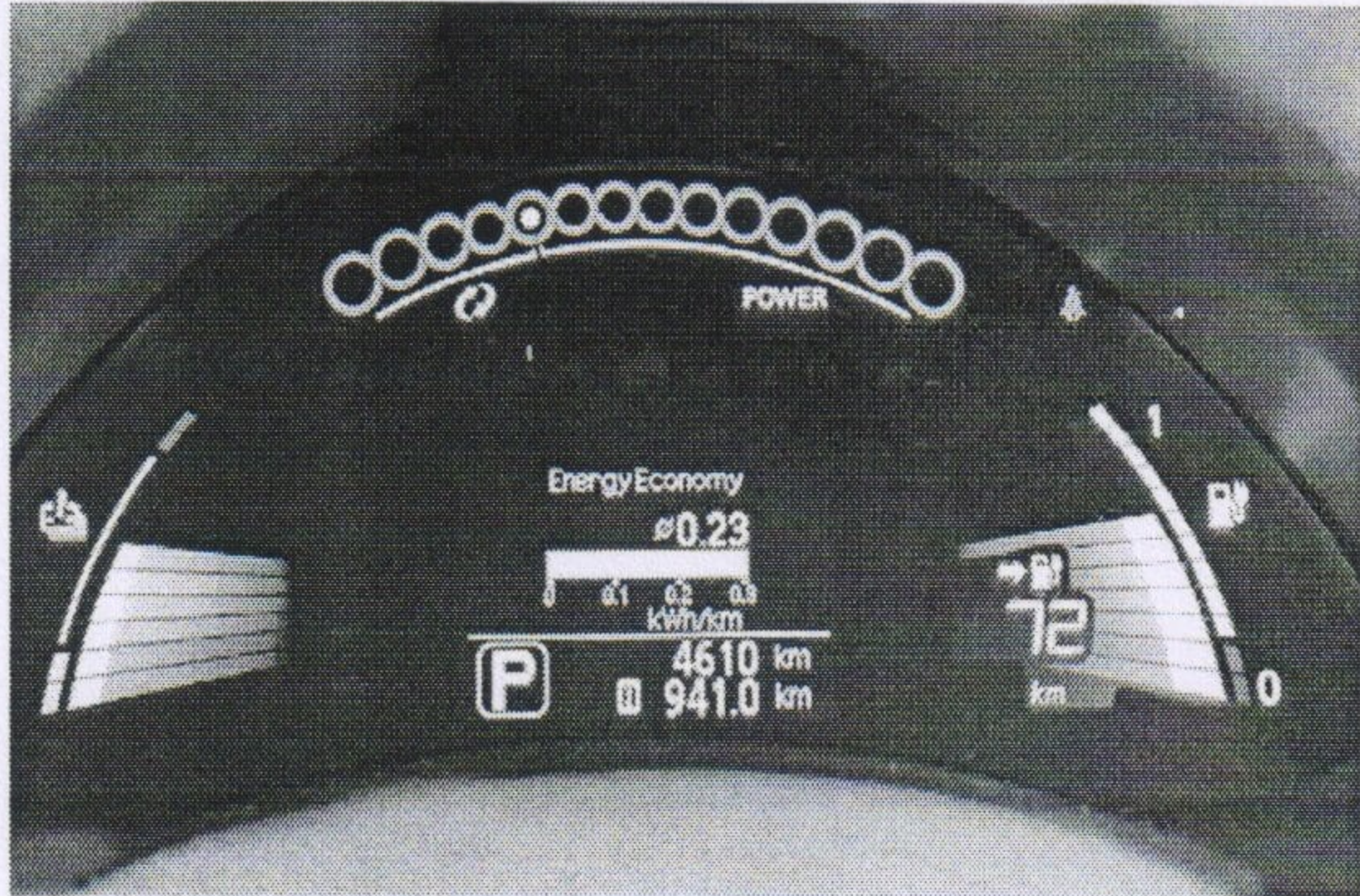
					6.141.190059.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		86



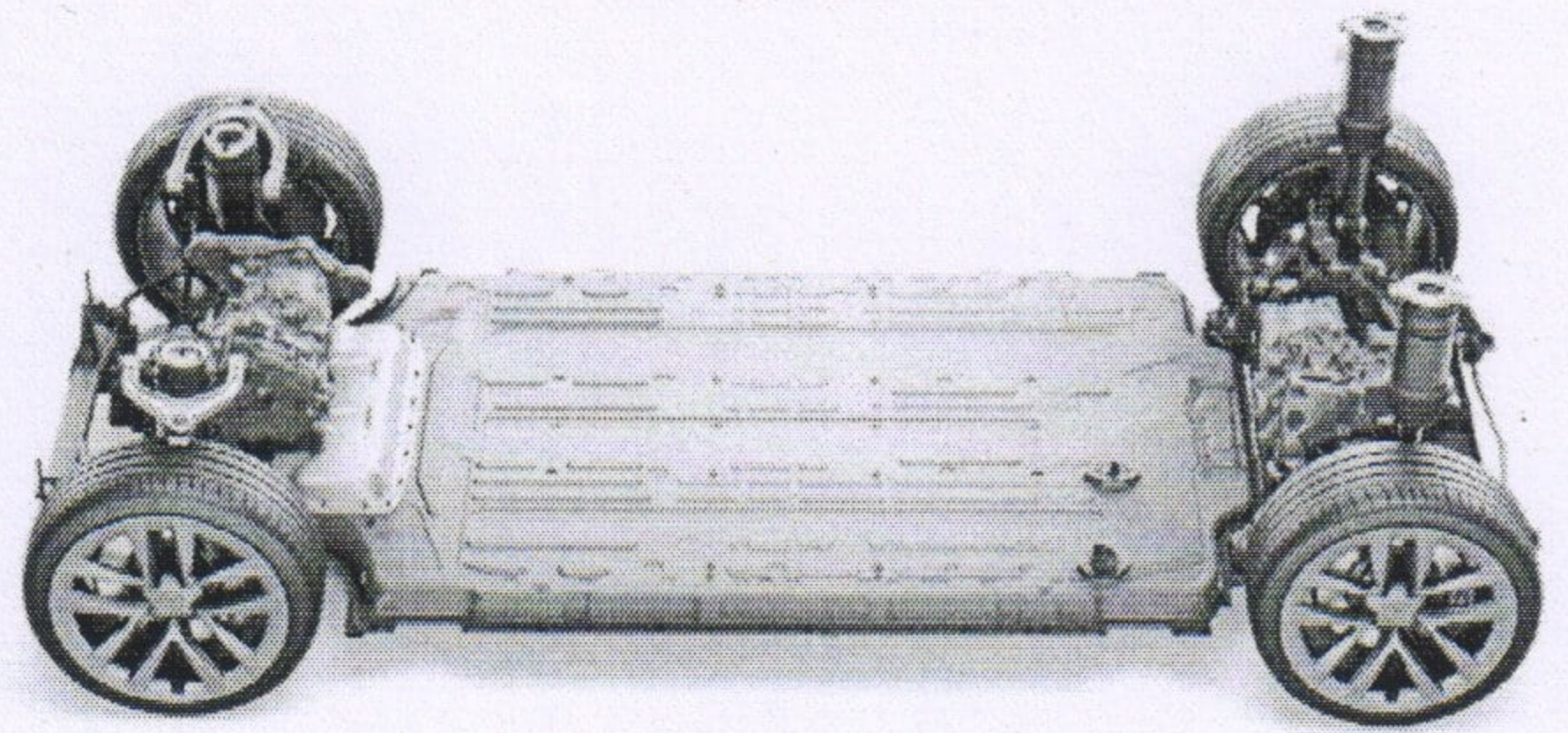
Розташування батареї на електромобілі Nissan Leaf



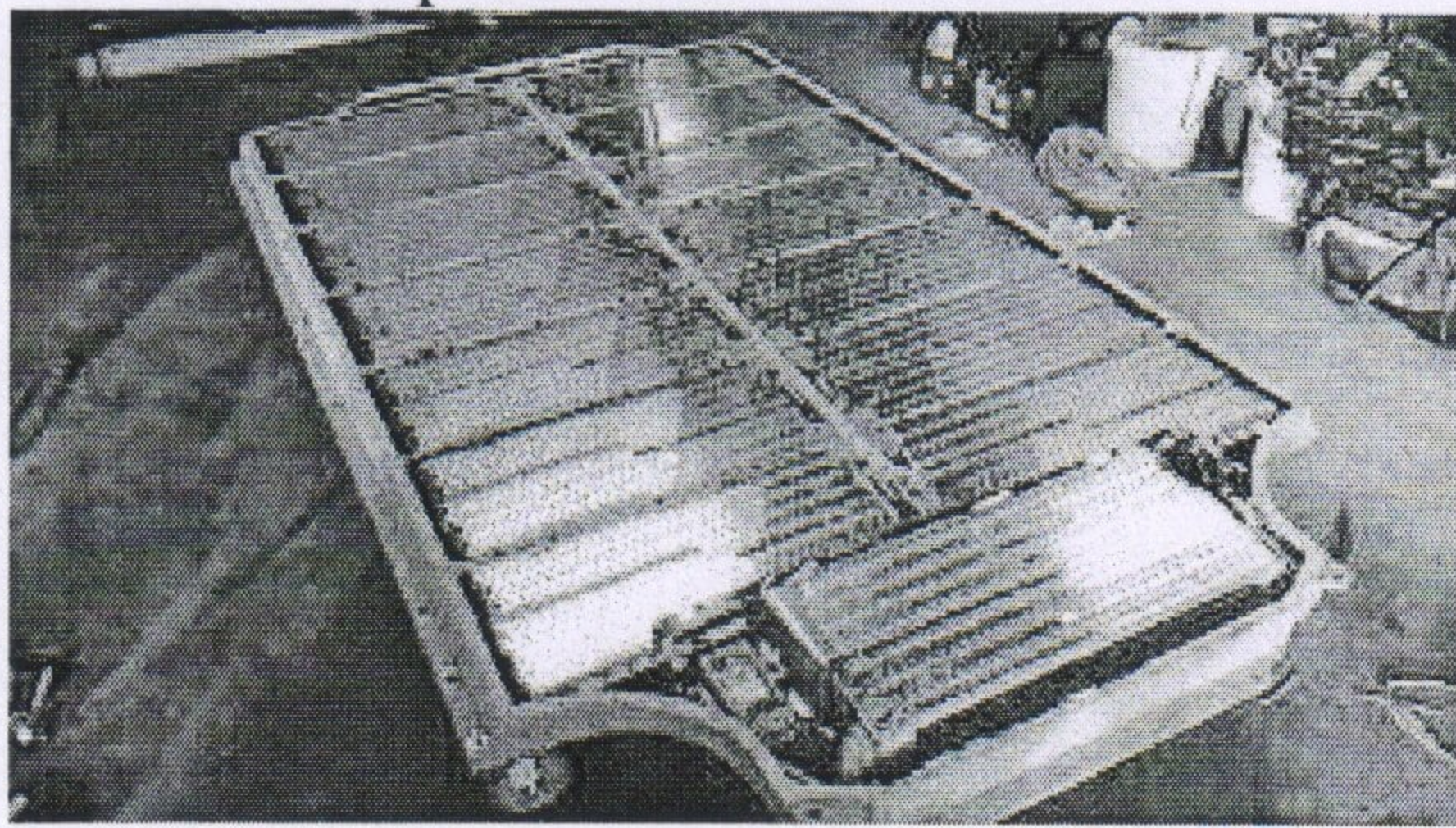
Внутрішня будова тягової акумуляторної батареї електромобіля Nissan Leaf



Блок індикації стану тягової батареї електромобіля Nissan Leaf



Тяговий акумулятор електромобіля Tesla Model S

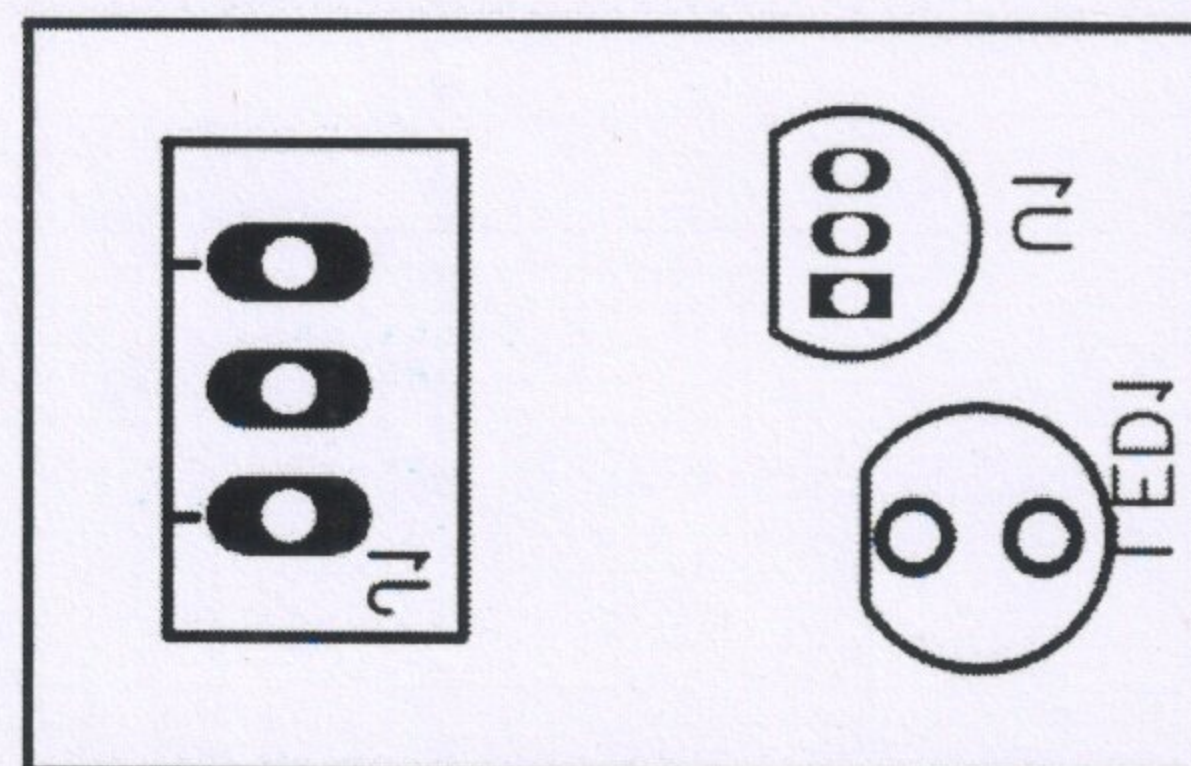
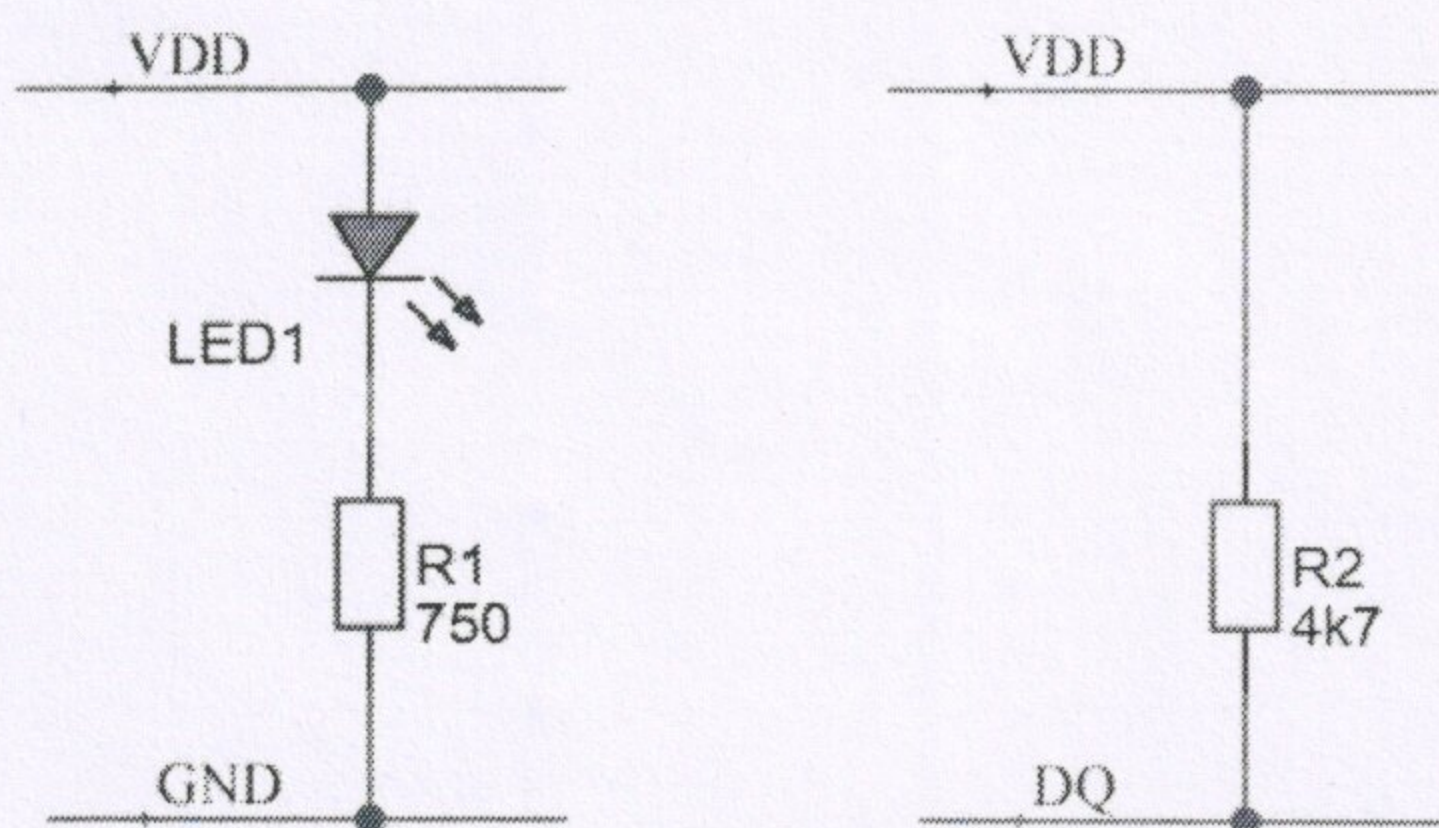
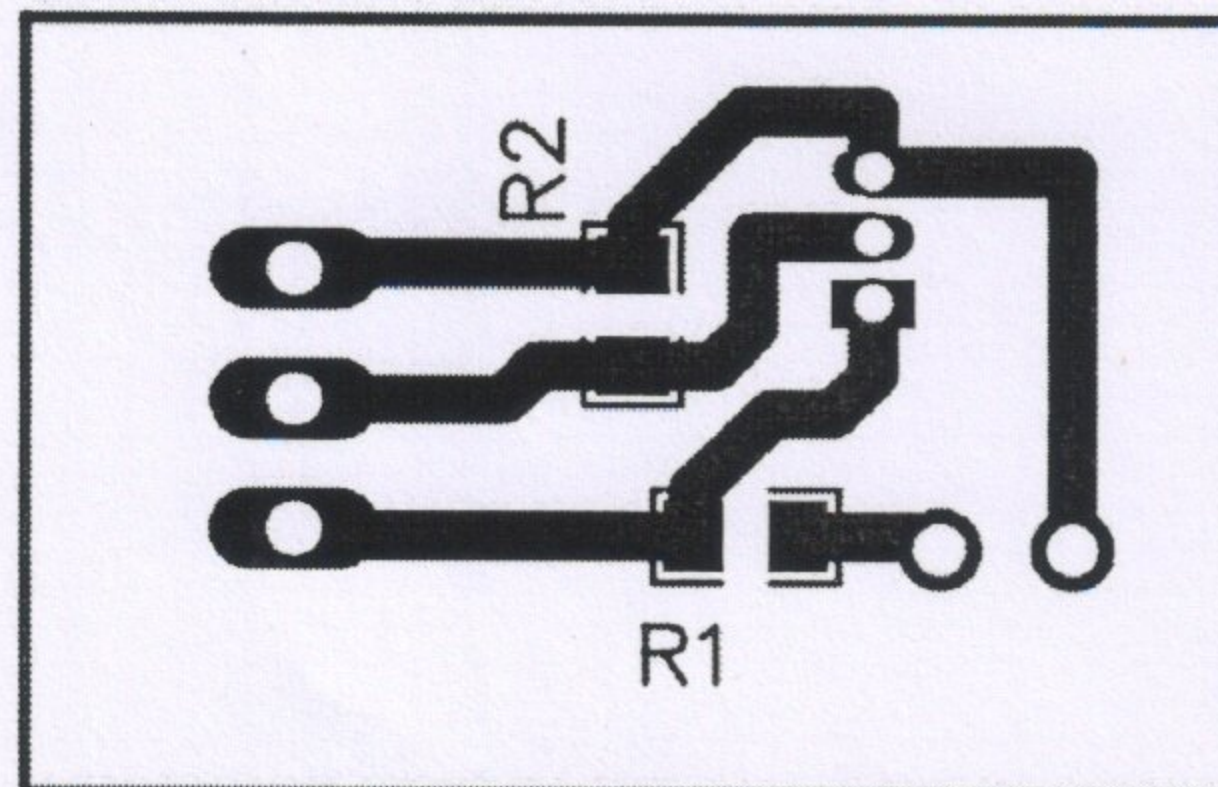
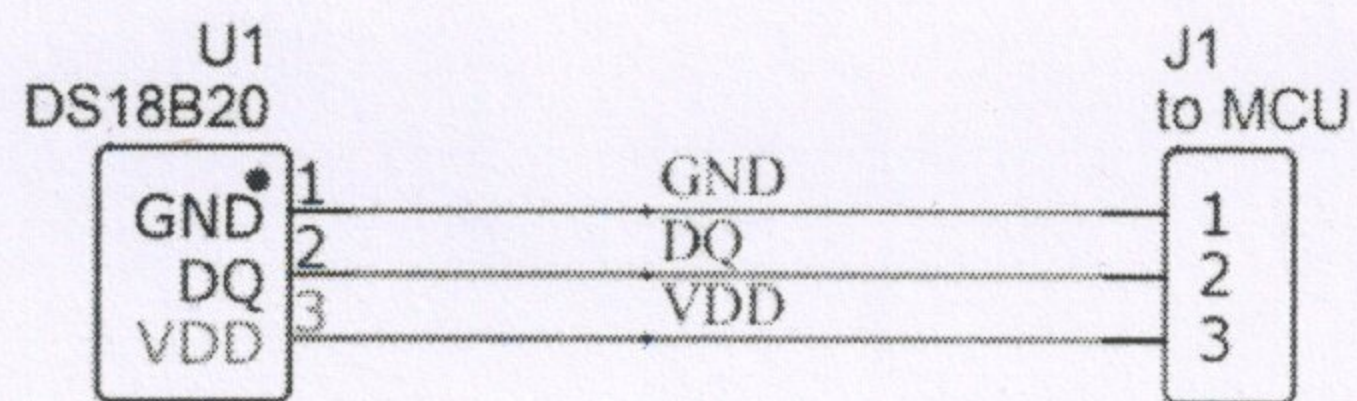


Батарея електромобіля Tesla Model S у розрізі



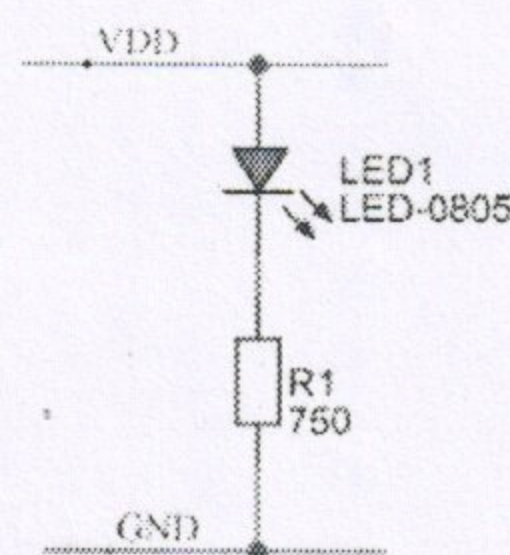
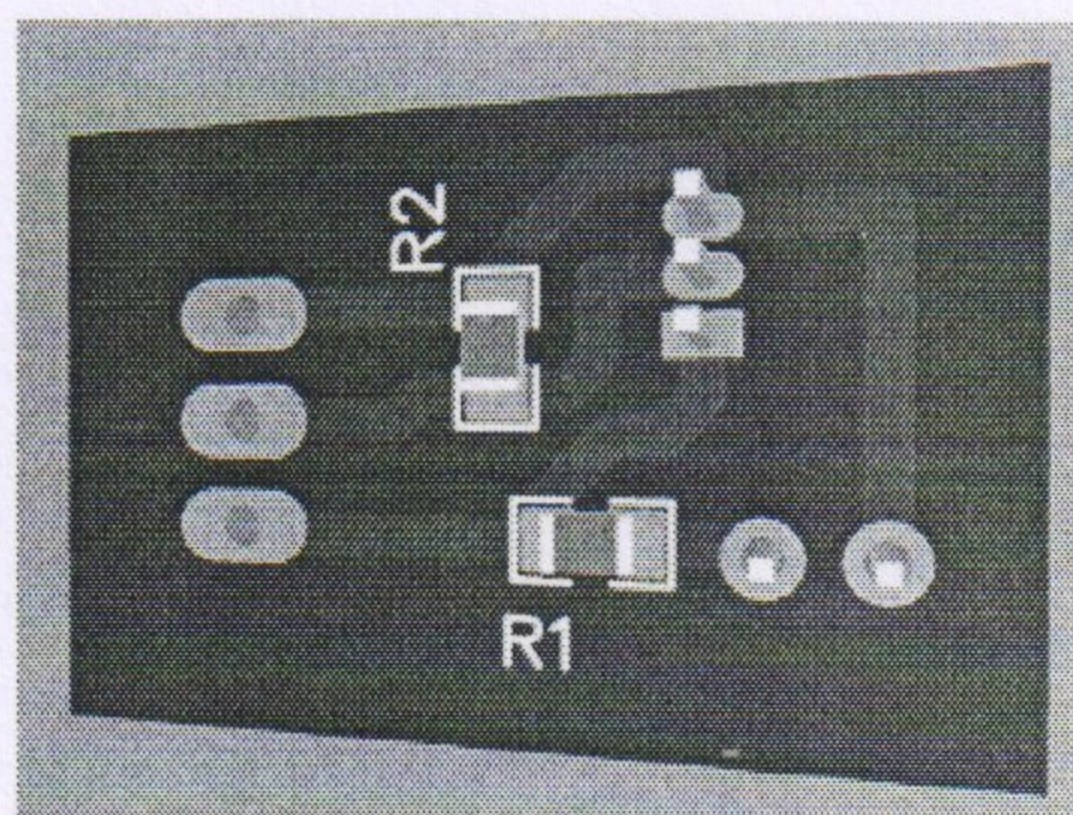
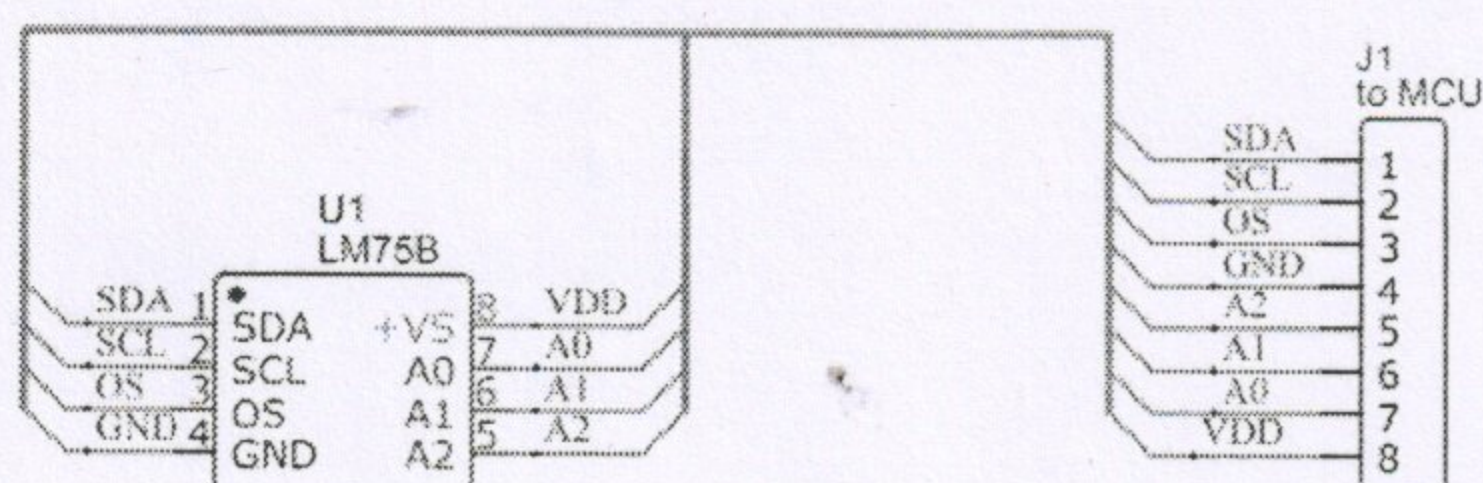
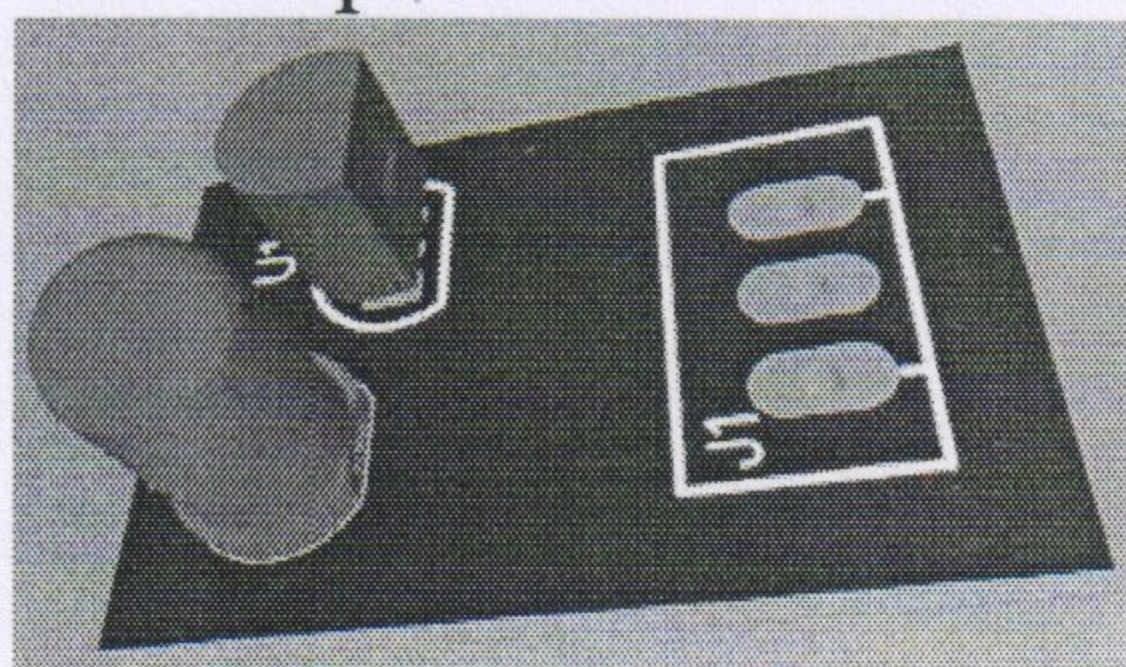
Зовнішній вигляд акумулятора 18650 Panasonic

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Маса	Масштаб	
Розробив		Сальник В.С.	<i>[Signature]</i>	2016			1:1	
Перевірив		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	2016				
Т. контр.					Арк. 87		Аркушів 90	
Реценз.					Український державний університет науки і технологій, група ЕП1911			
Н. контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	2016			Додаток А 6.141.190059.01	
Затвердив		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	2016				



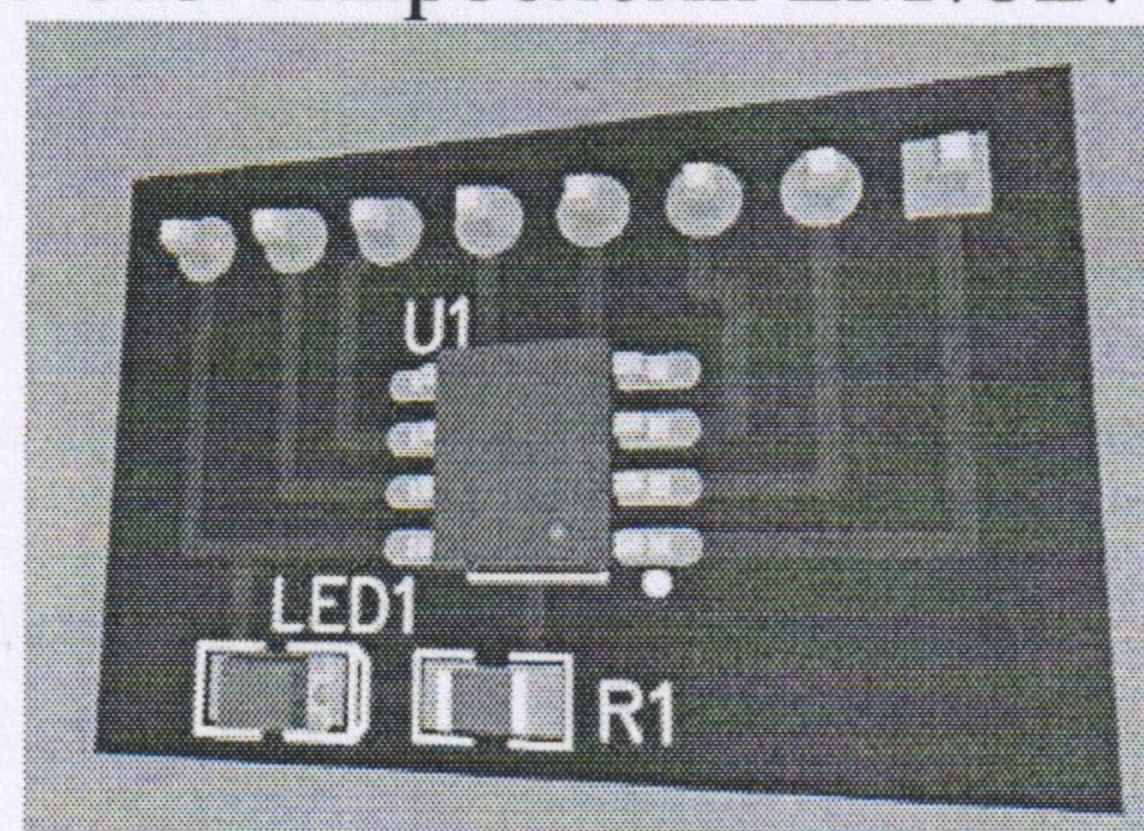
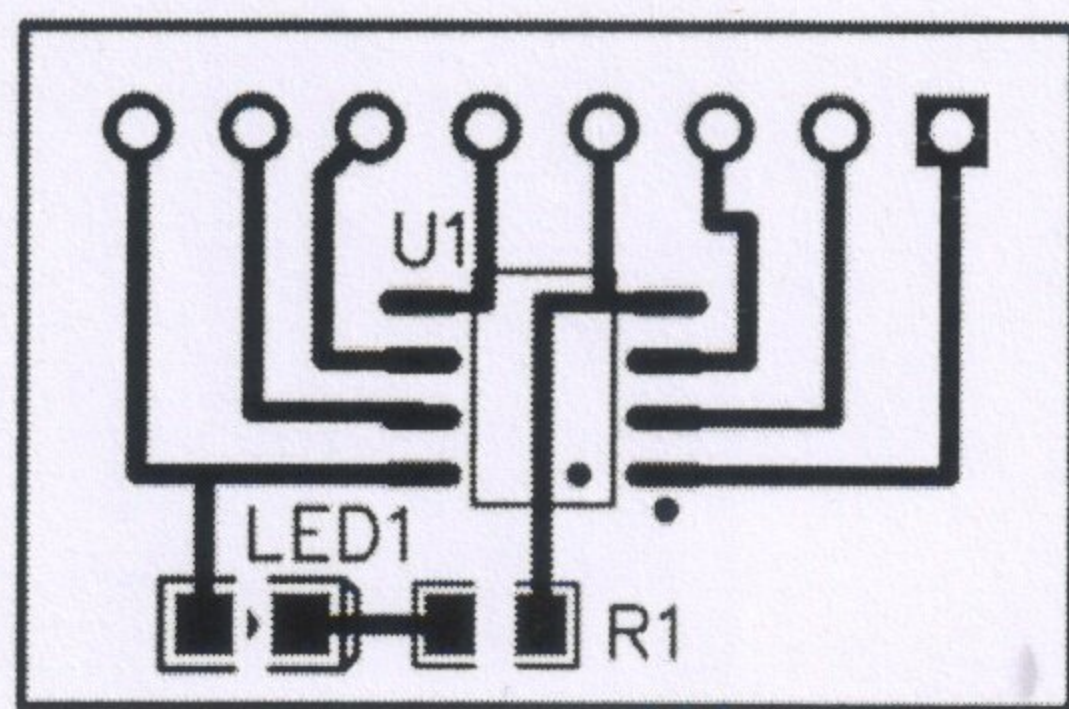
Принципова схема датчика температури на базі мікросхеми DS18B20.

Монтажна схема компонентів датчика температури на базі мікросхеми DS18B20



Проекція 3D моделі розробленого датчика температури на базі мікросхеми DS18B20

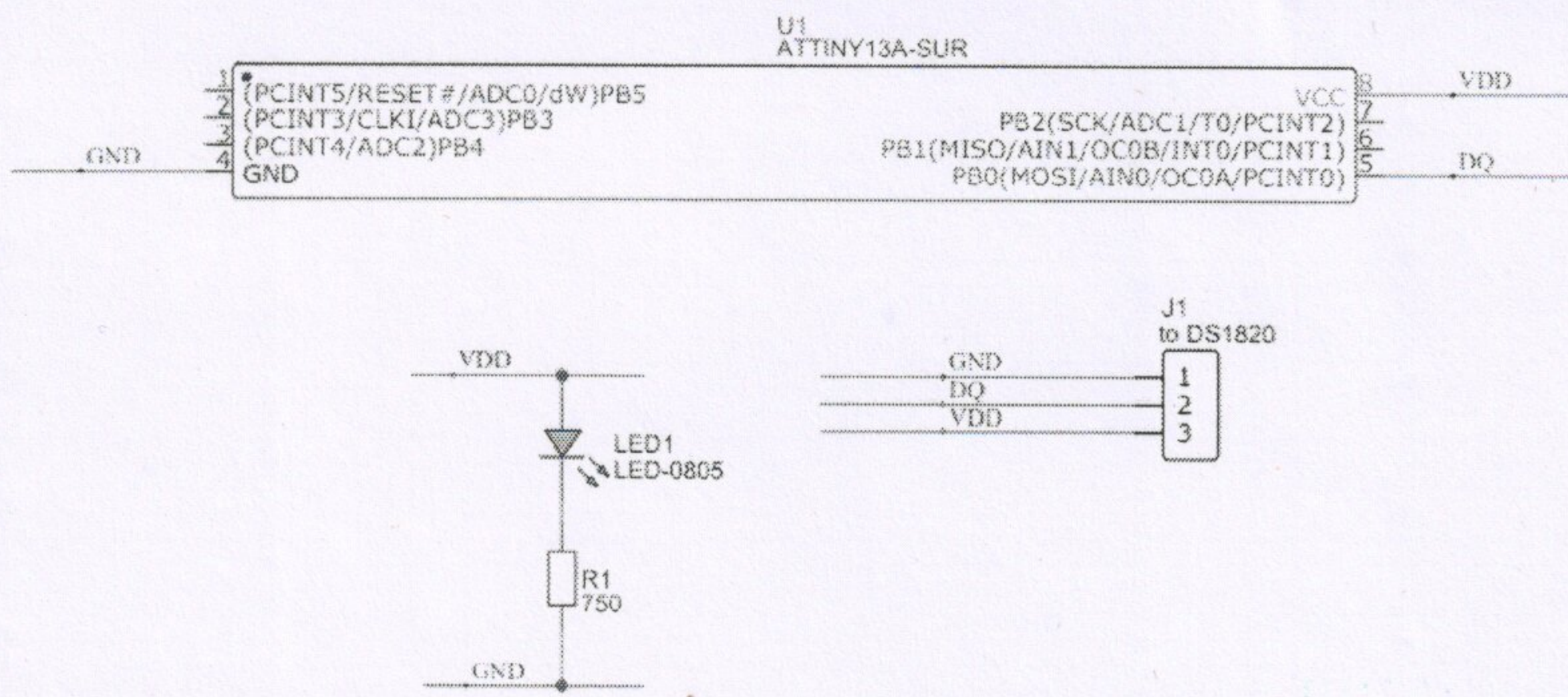
Принципова схема датчика температури на базі мікросхеми LM75B.



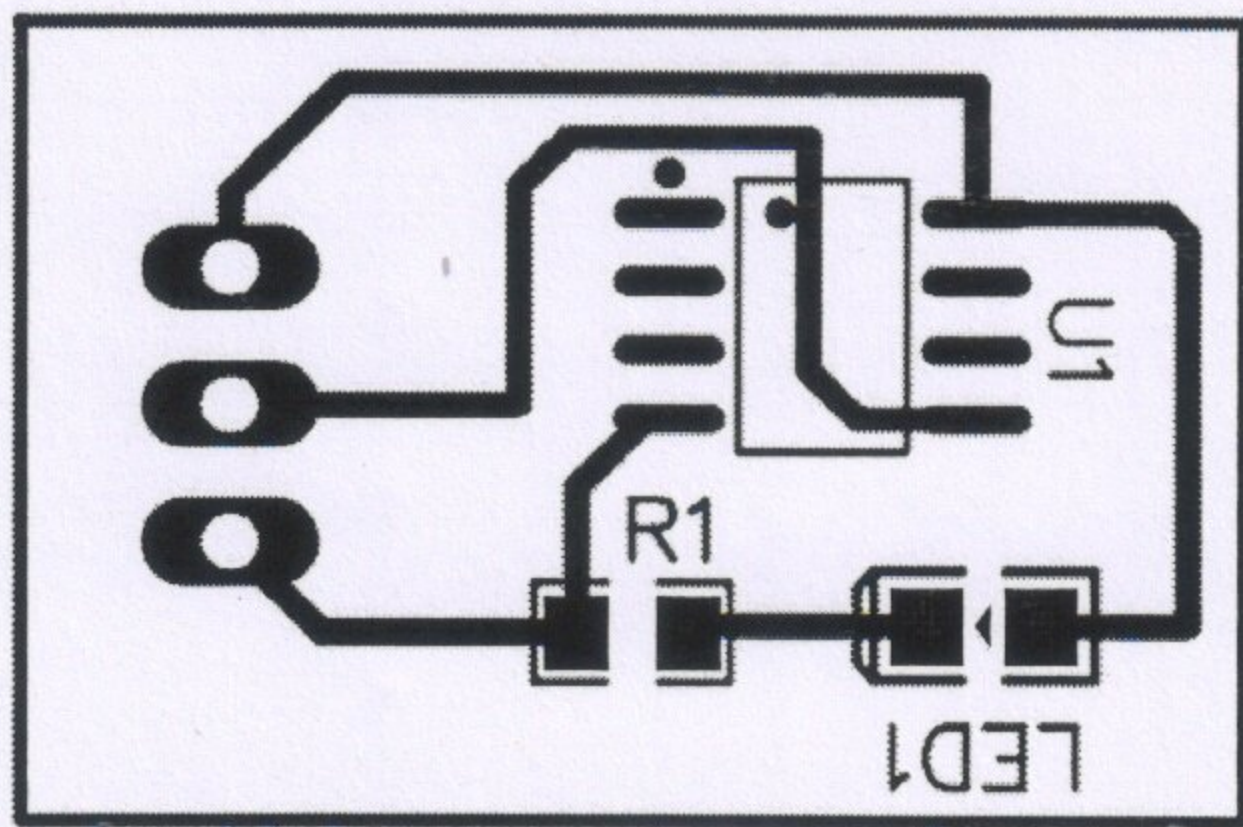
Монтажна схема компонентів датчика температури на базі мікросхеми LM75B

Проекція 3D моделі розробленого датчика температури на базі мікросхеми LM75B

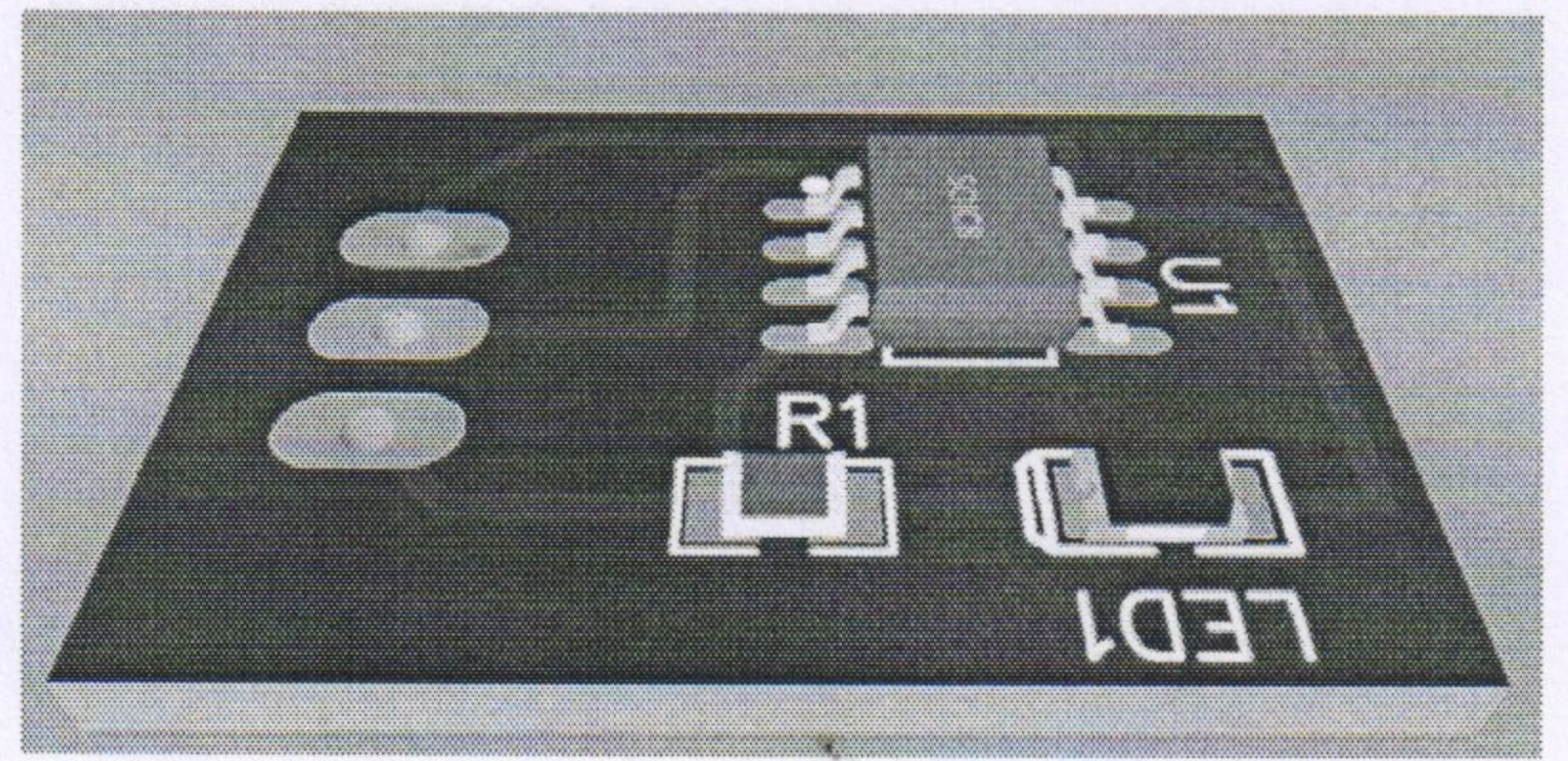
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Принципова схема та конструкція датчика температури	Літ.	Маса	Масштаб				
Розробив		Сальник В.С.	<i>[Signature]</i>	01.10.23				1:1				
Перевірив		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	01.10.23								
Т. контр.						Арк. 89	Аркушів 90					
Реценз.						Український державний університет науки і технологій, група ЕП1911						
Н. контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	01.10.23	Додаток А 6.141.190059.03							
Затвердив		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	01.10.23								



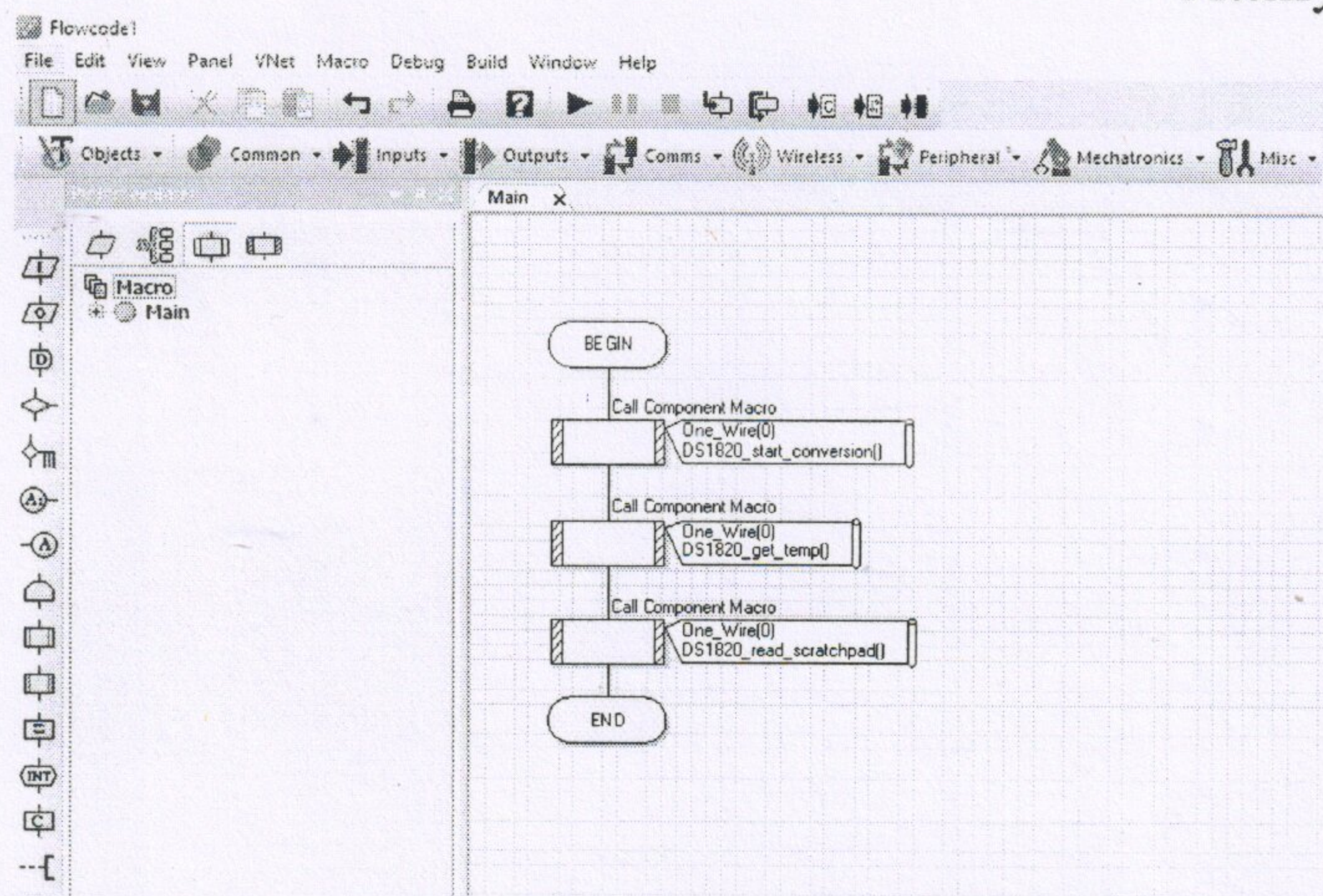
Принципова електрична схема мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13



Печатна плата мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13



Монтажна схема мікроконтролерного вузла збору та обробки інформації на базі Attiny13



Робочий простір Flowcode з підключеними бібліотеками інтерфейсу "One-Wire"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Мікроконтролерний блок	Літ.	Маса	Масштаб	
Розробив		Сальник В.С.	<i>[Signature]</i>	01.06.13					1:1
Перевірив		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	11/03					
Т. контр.						Арк. 90	Аркушів 90		
Реценз.						Український державний університет науки і технологій, група ЕП1911			
Н. контр.		Карзова О.О.	<i>[Signature]</i>	11/03	Додаток А 6.141.190059.04				
Затвердив		Муха А.М.	<i>[Signature]</i>	11/13					