

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

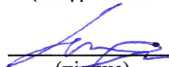
бакалавра

(назва освітнього ступеня)

Цифровий термостат

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності 172 Електронні комунікації та
радіотехніка

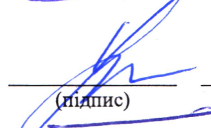
(шифр і назва спеціальності)


(підпис)

Білоус Д. А.

(прізвище та ініціали)

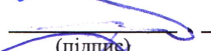
Керівник


(підпис)

Хвостівська Л. В.

(прізвище та ініціали)

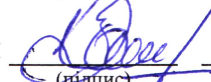
Нормоконтроль


(підпис)

Марценюк А. С.

(прізвище та ініціали)

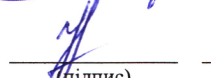
Завідувач кафедри


(підпис)

Дунець В. Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент


(підпис)

Роздрівська О. П.

(прізвище та ініціали)


Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)


(прізвище та ініціали)

«3» 06 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Білоусу Дмитру Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Цифровий термостат

Керівник роботи Хвостівська Лілія Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «03» 06 2024 року № 4/7-581.

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Напруга живлення: 220 В, струм споживання: 0,2 А, метод регулювання температури: плавно, маса: 0,3 кг.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, аналіз технічного завдання, розробка структурної схеми.

розрахунок окремих вузлів схеми електричної принципової, вибір елементної бази, компоновка вузла.

САПР, охорона праці та життєдіяльності, висновок і список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Схема структурна, схема електрична принципова, креслення друкованої плати,

креслення друкованого вузла.

6. Консультанти розділів роботи

АНОТАЦІЯ

Цифровий термостат // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2024 р. //с.-74, рис.-40, табл.-0.

Ключові слова: цифровий, SMD, термостат.

Завершена кваліфікаційна робота включала розробку конструкції цифрового термостата з наступними ключовими етапами: структурна схема та вибір компонентів, проектування печатної плати з детальною специфікацією компонентів, аналітичні розрахунки для окремих секцій (зокрема, стабілізатора напруги), використання програмного забезпечення для автоматизованого проектування і моделювання плати, а також аналіз заходів з охорони праці для забезпечення безпеки та умов праці.

ANNOTATION

Digital Thermostat // Ternopil National Technical University, Faculty of Power Engineering and Electrical Engineering, Group RAc-41. // Ternopil, 2024. // pp. 74, figs. 40, tables 0.

Keywords: digital, SMD, thermostat.

The completed qualification work involved the development of a digital thermostat design with the following key stages: structural scheme and component selection, printed circuit board design with detailed component specifications, analytical calculations for specific sections (including voltage stabilizer), use of software for automated design and board modeling, and analysis of occupational safety measures to ensure workplace safety and conditions.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Основна частина	6
1.1 Аналіз завдання	6
1.1.1 Обґрунтування актуальності роботи цифрового термостата	6
1.1.2 Аналіз інформації	12
1.2 Розробка структурної схеми цифрового термостата	13
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми цифрового термостата	14
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази цифрового термостата	20
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою	46
1.6 Висновки до розділу 1	49
2 Спеціальна частина (САПР).....	50
2.1 Вибір САПР	50
2.2 Створення бібліотеки компонентів.....	50
2.3 Виконання схеми електричної принципової в САПР (Altium Designer).....	56
2.3 Проектування друкованої плати в Altium Designer	58
2.4 Висновок до розділу 2	60
3 Охорона праці та безпека життєдіяльності	61
3.1 Роль центральної нервової системи в трудовій діяльності людини.....	61
3.2 Менеджмент безпеки	65
Висновки	69
Список використаних джерел	70
Додатки	

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Цифровий термостат</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркцшів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Білоц Д. А.</i>					4	74
<i>Перевір.</i>		<i>Хвостівська Л. В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Марценюк А. С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Дичнець В. Л.</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	ТНТУ, ФПТ гр. РАС-41		

Вступ

Цифровий термостат - це пристрій, що використовується для автоматичного регулювання температури в приміщенні або в системі опалення. Він зазвичай має електронний дисплей або символічний індикатор, на якому можна відображається бажана температура, та датчики, які вимірюють поточну температуру.

Цифрові термостати зазвичай дозволяють користувачам програмувати температуру з допомогою ручних регуляторів або передвстановлених програм. Це може допомогти економити енергію, забезпечуючи оптимальну температуру лише тоді, коли це необхідно.

Загалом, цифрові термостати дозволяють забезпечити більш точний і ефективний контроль за температурою в приміщенні, що може призвести до зменшення витрат на опалення або кондиціонування повітря.

Звичайний цифровий термостат може також мати додаткові функції, які можуть бути корисними для користувачів. Наприклад:

Графік програмування: деякі моделі термостатів дозволяють програмувати різні температурні режими на різний час доби або дні тижня, що дозволяє ефективно керувати енергоспоживанням.

Інтеграція з іншими системами: деякі моделі термостатів можуть бути інтегровані з іншими системами домашньої автоматизації, такими як системи "розумний дім", що дозволяє автоматизувати роботу термостата разом з іншими пристроями в будинку.

Загалом, ці додаткові функції можуть забезпечити більш комфортні умови проживання, забезпечуючи ефективне керування температурою та зменшення витрат на енергію.

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Аналіз завдання

Аналіз завдання на цифровий термостат включає:

Функціональні вимоги: Контроль температури з високою точністю, програмування режимів роботи.

Датчики температури: Використання надійних датчиків для точного вимірювання температури.

Схемотехніка: Розробка схеми для зчитування даних з датчиків і управління нагрівальними елементами.

Програмування мікроконтролера: Реалізація алгоритмів обробки даних і управління системою.

Інтерфейс користувача: Створення зручного інтерфейсу для взаємодії користувача з термостатом.

Комунікаційні можливості: Забезпечення можливості інтеграції термостата з іншими системами.

Безпека та надійність: Запобігання перегріву і забезпечення безпеки системи.

Ергономіка та дизайн: Проектування ергономічного та естетично привабливого пристрою.

Виробнича ефективність: Оптимізація процесу виробництва для зниження вартості.

1.1.1 Обґрунтування актуальності роботи цифрового термостата

Цифровий термостат є надзвичайно актуальним завдяки кільком ключовим аспектам. По-перше, він сприяє енергоефективності та економії. Завдяки точному контролю температури, цифрові термостати дозволяють знизити енерговитрати, автоматично регулюючи нагрівання та охолодження

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

відповідно до часу доби, присутності людей та інших факторів, що зменшує витрати на опалення та охолодження. По-друге, вони підвищують комфорт, забезпечуючи стабільну і комфортну температуру в приміщенні, часто краще, ніж механічні аналоги.

Можливість зберігати різні температурні режими для різних кімнат та періодів доби забезпечує оптимальний комфорт для користувачів. По-третє, цифрові термостати інтегруються з розумним домом, дозволяючи користувачам керувати температурою віддалено за допомогою смартфонів або голосових асистентів, що додає зручності та функціональності.

Окрім цього, вони мають функції самонавчання, аналізуючи поведінку користувачів і автоматично підлаштовуючи налаштування для максимальної ефективності та комфорту.

Існуючі прилади та схемотехнічні рішення:

Google Nest Learning Thermostat [33]

Опис: Google Nest Learning Thermostat використовує машинне навчання для автоматичного створення оптимального графіка нагрівання/охолодження на основі ваших звичок. Він відслідковує вашу присутність у будинку та адаптує температуру відповідно.

Технічні характеристики:

Розміри:3.3 x 3.3 x 1.1 дюйми;

Дисплей:.....Цифровий;

Джерело живлення:Проводове підключення;

Сенсори:Кімнатний, вологість, близькість, світло;

Підключення:Amazon Alexa, Google Home/Nest.

Схемотехнічне рішення: Центральний мікроконтролер обробляє дані з температурних сенсорів, сенсорів вологості та присутності. Компоненти підключаються через Wi-Fi та керуються через мобільний додаток або голосові асистенти. Приклад наведений на рисунку 1.1.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



Рисунок 1.1 – Google Nest Learning Thermostat

Honeywell Evohome [34]

Опис: Honeywell Evohome дозволяє контролювати температуру в кожній кімнаті окремо. Цей термостат ідеально підходить для великих будинків з різними температурними зонами.

Технічні характеристики:

Розміри:139 x 101 x 21 мм;

Дисплей: 24-бітний кольоровий LCD, роздільна здатність 480 x 272 пікселів

Сенсори:Температурний сенсор;

Зональний контроль:Так;

Підключення:Wi-Fi, Bluetooth;

Схемотехнічне рішення: Система складається з центрального блоку керування та декількох бездротових термостатів, що підключаються до радіаторів. Кожен термостат передає дані на центральний блок через Wi-Fi або Bluetooth. Пристрій показаний на рисунку 1.2.

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

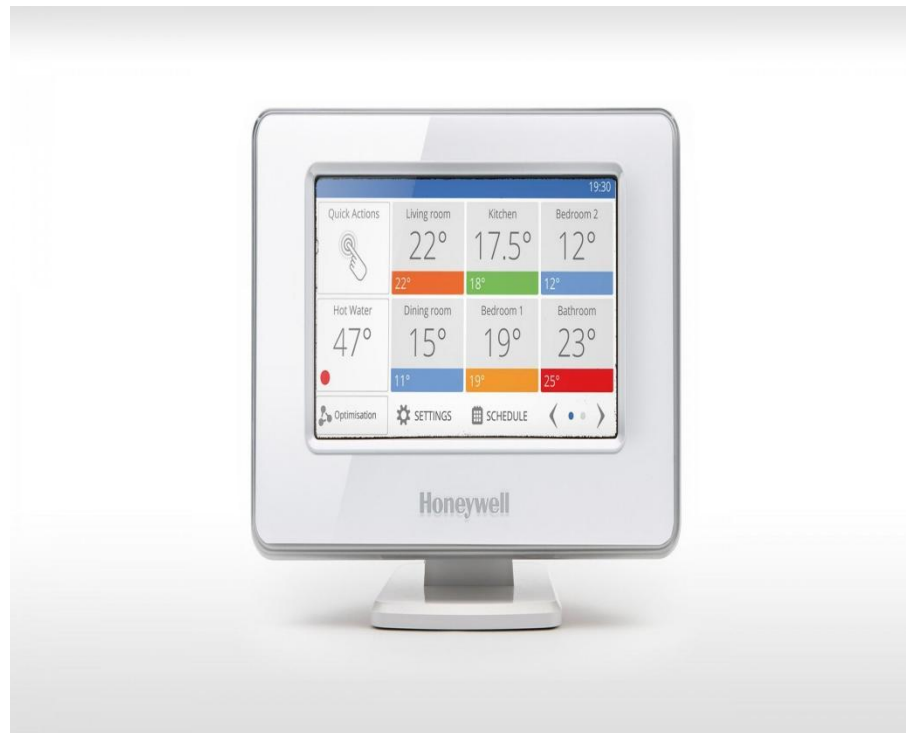


Рисунок 1.2 – Honeywell Evohome

Ecobee 3 Lite Smart Thermostat [35]

Опис: Ecobee 3 Lite є простим у встановленні та використанні термостатом, що підтримує основні функції розумного дому. Він дозволяє контролювати вологість у будинку за допомогою кондиціонера.

Технічні характеристики:

Розміри:Діаметр 109 мм, глибина 26 мм;

Дисплей: 3.5” повнокольоровий сенсорний LCD екран, роздільна здатність 320 x 480 пікселів;

Сенсори:Температурний, вологість, близькість, освітленість;

Зональний контроль:Ні;

Підключення:Wi-Fi, Bluetooth Low Energy.

Схемотехнічне рішення: Центральний мікроконтролер з'єднаний з сенсорами температури, вологості та освітленості. Дані обробляються та передаються на мобільний додаток через Wi-Fi або Bluetooth, див рис. 1.3.



Рисунок 1.3 – Ecobee 3 Lite Smart Thermostat

Honeywell Home RTH221B [36]

Опис: Honeywell Home RTH221B є простим і надійним програмованим термостатом для стандартних систем опалення та охолодження. Він не вимагає С-дроту і живиться від батарей.

Технічні характеристики:

Розміри:4.75 x 3.38 x 1.11 дюйми;

Дисплей:Цифровий;

Джерело живлення:2 АА батарейки;

Сенсори:Кімнатний;

Сумісність з розумним домом:Відсутня.

Схемотехнічне рішення: Термостат має простий мікроконтролер, що керує температурними сенсорами та екраном. Програмування здійснюється через інтерфейс користувача на передній панелі. Даний термостат показаний на малюнку 1.4.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



Рисунок 1.4 – Honeywell Home RTH221B

Wunda WundaSmart [37]

Опис: WundaSmart забезпечує точний контроль температури в кожній кімнаті за допомогою бездротових термостатів і розумних радіаторних клапанів.

Технічні характеристики:

Дисплей:Відсутній;

Сенсори:Температурний;

Зональний контроль:Так;

Підключення:Google Assistant, Amazon Alexa, IOS, Android.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Схемотехнічне рішення: Система складається з термостатів та розумних радіаторних клапанів, що підключаються до центрального блоку керування через низькоенергетичний радіочастотний сигнал. Управління здійснюється через мобільний додаток або голосові асистенти. Показаний на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Wunda WundaSmart

1.1.2 Аналіз інформації

Завдання полягає в розробці цифрового термостата для керування нагрівальними приладами, та здатністю плавно регулювати температурні режими для таких приладів. Детальні вимоги вказані нижче.

1. Функціональні вимоги:

1) Здатність регулювати температуру нагрівальних приладів (котлів, обігрівачів, тощо).

2) Наявність датчиків температури для точного вимірювання.

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

3) Можливість автоматичного виключення або зниження температури відповідно до графіку відсутності мешканців.

1) Символьний індикатор для відображення режиму роботи приладу.

2) Кнопки для керування режимами роботи.

Технічні характеристики:

Напруга живлення:220В.

Струм споживання:0,2 А.

Метод регулювання температури:плавно.

Маса:0,3 кг.

1.2 Розробка структурної схеми цифрового термостата

Структурна схема цифрового термостата відображає взаємозв'язок між різними компонентами та модулями, що входять у склад пристрою. Структурна схема наведена на рисунку 1.6.

Блок живлення: Цей блок відповідає за живлення всієї системи. Він може використовувати блок живлення 220 В - +5; +9; -9В.

Компаратор: він виконує роль керування температурою пристрою порівнюючи покази датчиків із закладеними налаштуваннями.

Датчики температури: Ці датчики вимірюють температуру в приміщенні та передають ці дані компаратору.

Дисплей і інтерфейс користувача: Дисплей відображає інформацію про поточну температуру.

Блок налаштувань містить інструменти налаштування для користувача, а саме перемикачі та ручки регулювання, що дозволяє користувачам налаштовувати параметри та вибирати режими роботи.

Модуль управління навантаженням: Цей модуль відповідає за керування системою обігріву або охолодження залежно від налаштувань користувача та вимірюваних даних температури.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Блок керування індикатором здійснює перетворення та обробку інформації для виведення її на власне індикатор.

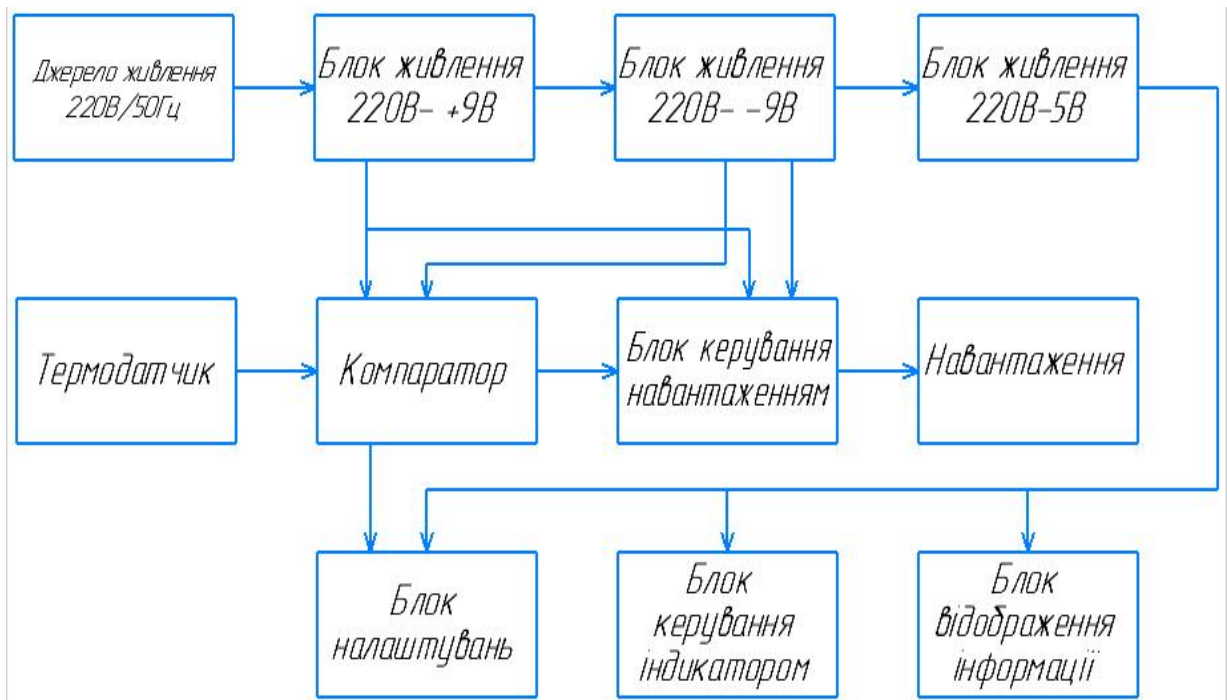


Рисунок 1.6 – Структурна схема цифрового термостата

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми цифрового термостата

Пристрій живиться від мережі 220в. Для живлення усіх каскадів приладу необхідною напругою є блок живлення сформований на елементах TV1, VD5, та ланки стабілізаторів +9В; -9В; +5В на елементах DA6, C13, DA7, C14, DA8, C15, C16.

На операційному підсилювачі DA3 сформований компаратор який порівнює покази термодатчика який під'єднується через роз'єм XS1.

Мікросхеми DD2, DA5 є формувачем імпульсів імпульси якого проходячи через оптопару U1 (яка гарантує гальванічну розв'язку на виході) впливають на основний керуючий елемент, симістор VS1.

DD1, DA4 здійснюють перетворення інформації для виведення її в зрозумілому вигляді на індикатор HG1.

Резистором R4 регулюється температура, перемикачами SA1-SA2 режими роботи термостата.

Запобіжники FU1-FU2 виконують роль захисту приладу від перевищеної вхідної напруги.

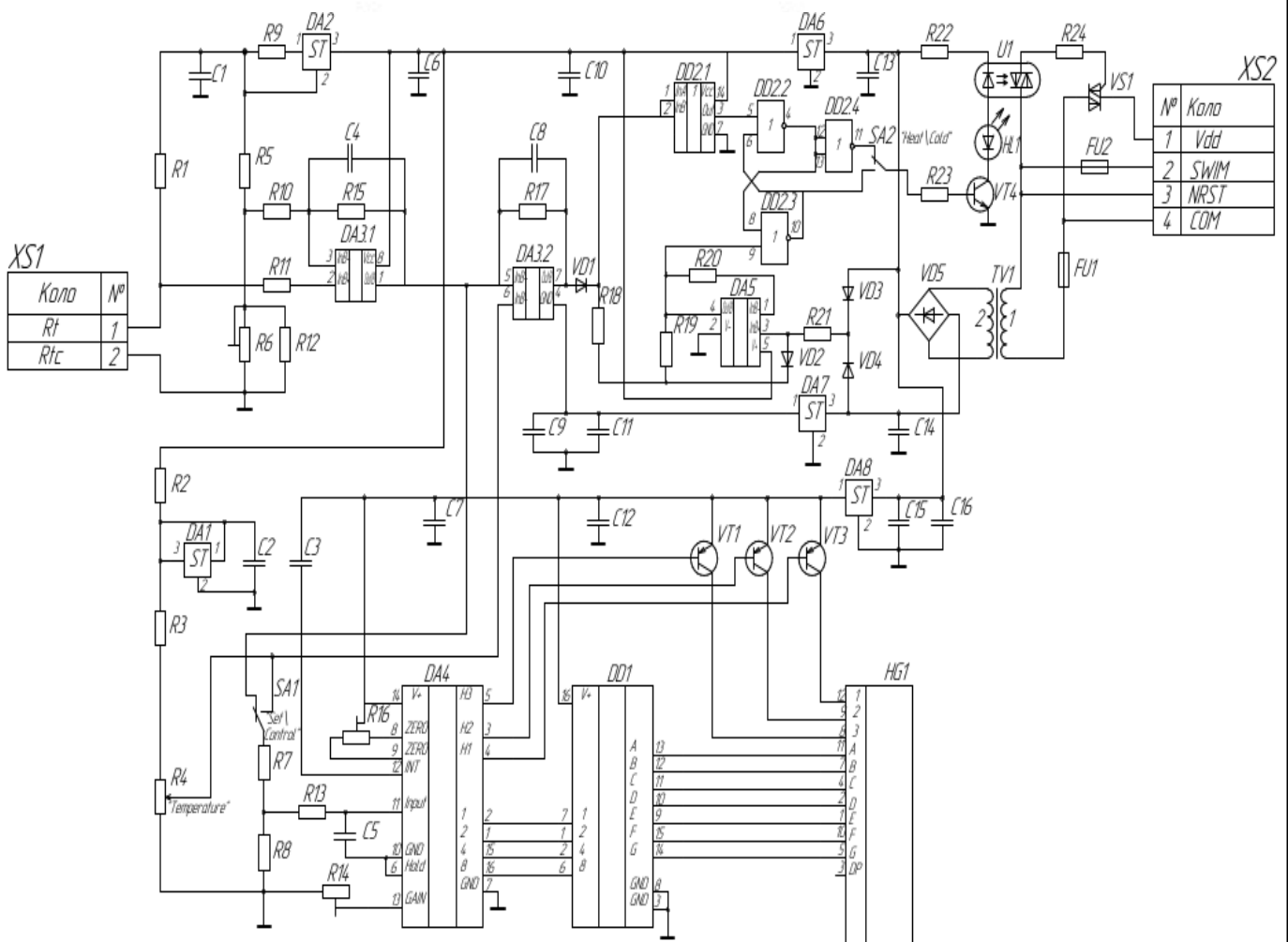


Рисунок 1.7 – Схема електрична принципова цифрового термостату

Для аналізу окремої частини схеми було обрано детальне дослідження стабілізатора. Процедура проектування стабілізатора напруги полягає у визначенні його вихідної потужності, що є необхідною для забезпечення надійної функціонування домашньої електротехніки.

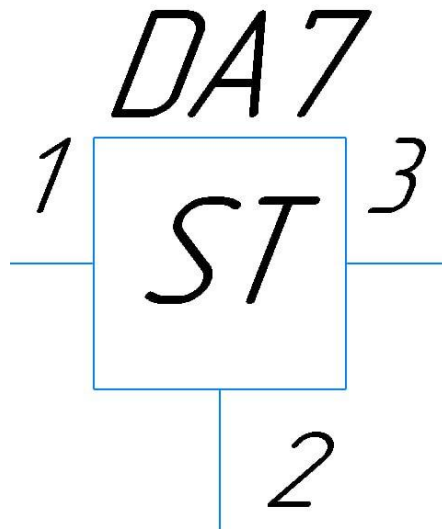


Рисунок 1.8 – Стабілізатор із схеми ЕЗ

У процесі розробки стабілізатора напруги з використанням інтегрованих схем (ІС) із заданим рівнем вихідної напруги, критично важливо підібрати ІС, що відповідає технічним характеристикам, а також переконатися у її придатності для конкретних умов експлуатації, з урахуванням напруги та лімітів на тепловіддачу. Що стосується напруги, слід дотримуватися наступних вимог:

$$U_{\text{вх max}} < U_{\text{вх max доп}} \quad (1.1)$$

де $U_{\text{вх max доп}}$ - визначення верхньої межі вхідної напруги, яку інтегрована схема (ІС) може безпечно приймати.;

$$U_{\text{вх min}} - U_{\text{вих}} > U_{\text{ІМС min}} \quad (1.2)$$

Оскільки:

$$U_{\text{вх max}} = 11 \text{ В} < 35 \text{ В} = U_{\text{вх max доп}}, \quad (1.3)$$

$$11 - 9 = 2 \text{ В} > 1,5 \text{ В} = U_{\text{ІМС min}}$$

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Щодо параметрів напруги, зазначена ІС відповідає критеріям задачі. Аналіз придатності інтегрованої схеми L78L09ABUTR з точки зору потужності проводиться з урахуванням її робочого струму навантаження:

$$I_H = P_H / U_{\text{вих}} = 0,9 / 9 = 0,1 \text{ А} \quad (1.4)$$

а максимальне падіння напруги на ній становить:

$$\Delta U = U_{\text{вх max}} - U_{\text{вих}} = 11 - 9 = 2 \text{ В} \quad (1.5)$$

Потужність розсіювання ІС:

$$P_{\text{ІМС}} = \Delta U \cdot I_H = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ Вт} \quad (1.6)$$

Оскільки: $P_{\text{ІМС}} = 0,2 \text{ Вт} < 1 \text{ Вт}$

За цих умов, інтегрована схема не вимагає зовнішнього охолодження. На основі аналізу, для стабілізації напруги було вибрано модель L78L09ABUTR.

Розрахунок формувача імпульсів

Розрахунок формувача імпульсів залежить від конкретного типу формувача та вимог до сигналу.

Формувач імпульсів на основі RC-ланцюга

RC-ланцюг складається з резистора і конденсатора, з'єднаних послідовно або паралельно. Основна ідея полягає в тому, що конденсатор заряджається і розряджається через резистор, створюючи змінний сигнал на виході.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Часова постійна RC-ланцюга:

Імпульс із тривалістю 1 мс за допомогою RC-ланцюга. Обираємо резистор R1 з опором 4,42 кОм. Необхідно обчислити ємність конденсатора C1.

Тривалість імпульсу $t = 4,5 \text{ мс} = 0,0045 \text{ с}$

Визначення часової постійної:

$$\tau = R1 \cdot C \quad (1.7)$$

Знаючи, що $\tau \approx t$, отримуємо

$$C1 = \tau / R1 = 0,0045 / 4420 = 0,1 \text{ мкФ} \quad (1.8)$$

Таким чином, для створення імпульсу з тривалістю 4,5 мс за допомогою RC-ланцюга з резистором 4,42 кОм, знадобиться конденсатор з ємністю 0,1 мкФ.

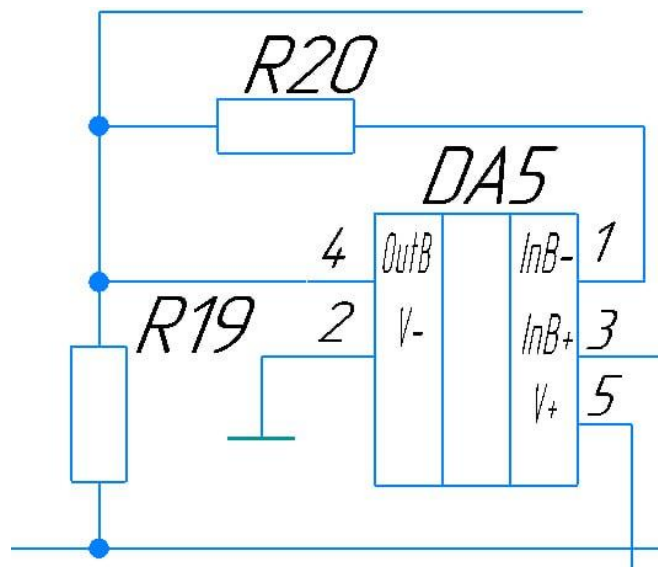


Рисунок 1.9 – Формувач імпульсів на основі RC-ланцюга

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази цифрового термостата

Конденсатор СС0805 [2] виробництва компанії YAGEO є поверхнево-монтажним електронним компонентом, призначеним для використання у різноманітних електронних пристроях і схемах, габаритні розміри конденсаторів показані на рисунку 1.11. Основні характеристики:

Розмір:.....0805.

Тип конструкції:..... поверхнево-монтажний (SMD).

Відхилення:±5%.

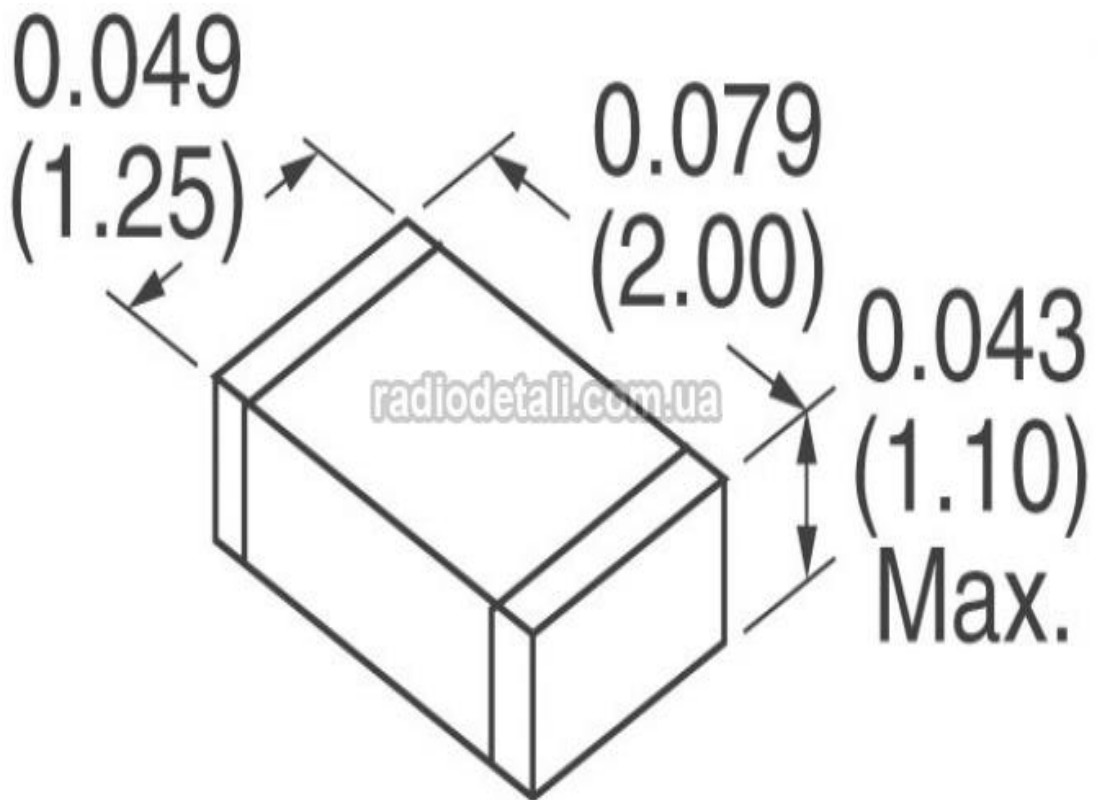


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри конденсаторів СС0805

Конденсатор танталовий TLJA107M006R0500 [3] від компанії AVX є електронним компонентом, який застосовується у різних електронних пристроях і схемах. Цей тип конденсаторів часто використовується для фільтрації вхідних та вихідних напруг, стабілізації напруги та забезпечення електричних властивостей в електронних схемах, габаритні розміри

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

танталових конденсаторів показані на рисунку 1.12. Ось основні характеристики цього конденсатора:

Тип конструкції:електролітичний конденсатор.

Напруга роботи:6 вольт.

Відхилення ємності: $\pm 20\%$.

Температурний діапазон:від -55°C до $+105^{\circ}\text{C}$.

Виробник:AVX.

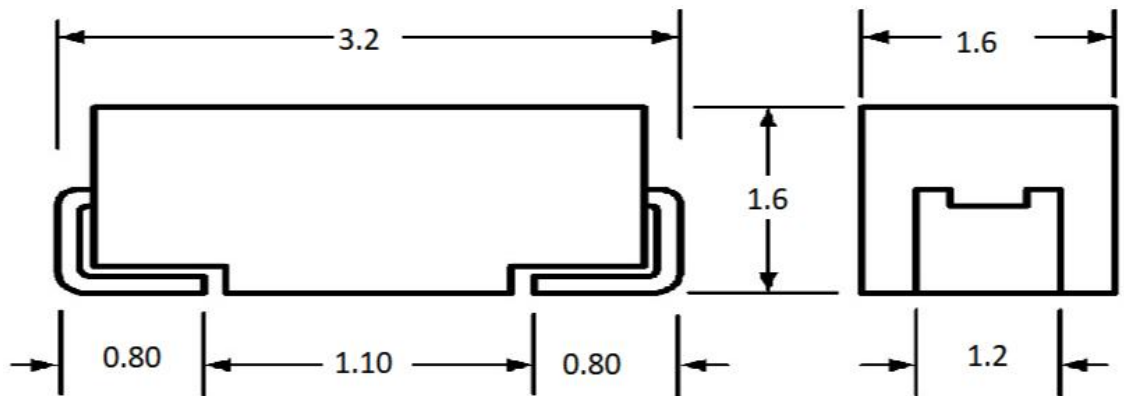


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри конденсатора танталового
TLJA107M006R0500

TL431 [4] - це програмований прецизійний оперувальний підсилювач напруги з регульованим вихідним напруговим джерелом, вироблений компанією STMicroelectronics. TL431 дозволяє стабілізувати або контролювати напругу в системі з високою точністю та стабільністю. Цей компонент використовується в багатьох різних пристроях, включаючи блоки живлення, апаратні засоби автоматизації, телекомунікаційне обладнання та інші, габаритні розміри наведені на рисунку 1.13. Ось деякі основні характеристики цього пристрою:

Тип: ..програмований прецизійний оперувальний підсилювач напруги.

Напруга початку роботи :приблизно 2,5В.

Діапазон робочої напруги:від початку роботи до 36В.

Температурний діапазон:від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

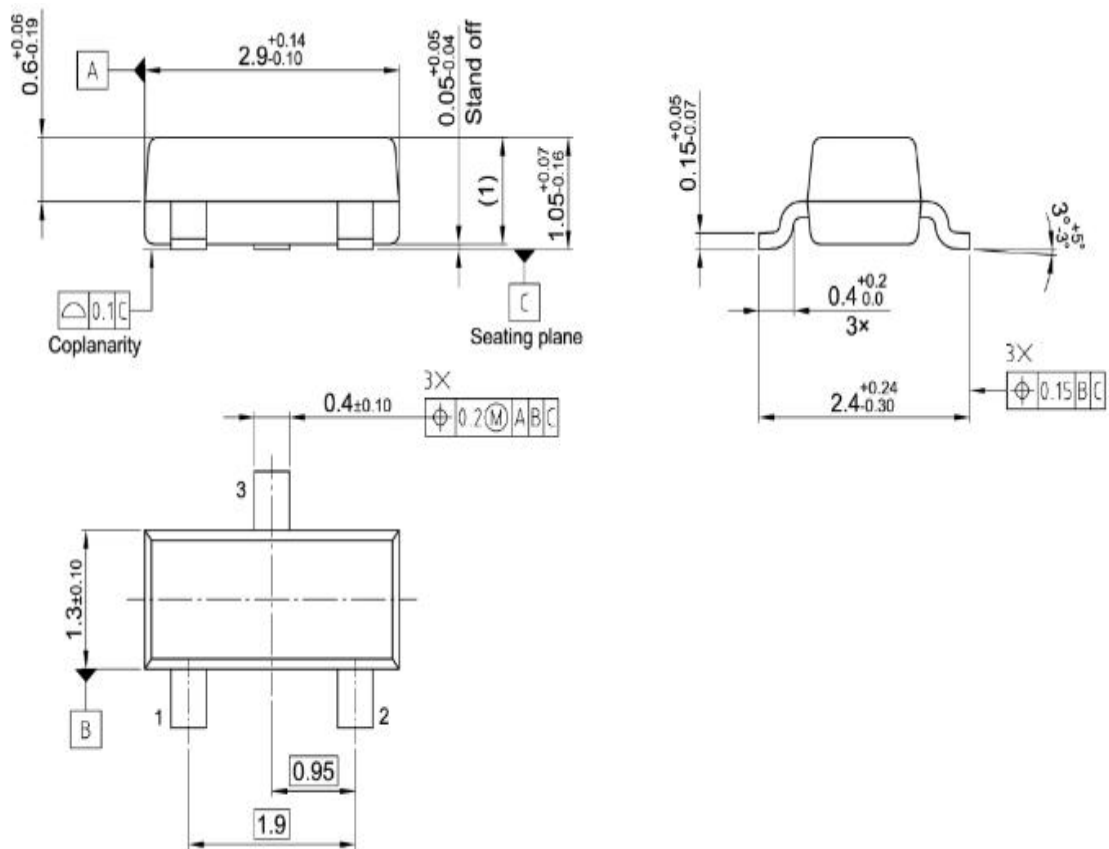


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри опорного регулятора напруги TL431

LM317LD13TR [5] - це регульований лінійний напівпровідниковий стабілізатор напруги виробництва компанії STMicroelectronics. LM317LD13TR є надійним і досить популярним компонентом в електронній промисловості. Він застосовується в різних пристроях, включаючи блоки живлення, апаратні засоби автоматизації, радіоелектронні пристрої та інші і наведений на рисунку 1.14. Ось основні характеристики цього пристрою:

Тип:регульований лінійний стабілізатор напруги.

Вихідна напруга:від 1,25В до мінус 1,5В.

Струм навантаження: до 100 мА.

Температурний діапазон: від -40°C до +125°C.

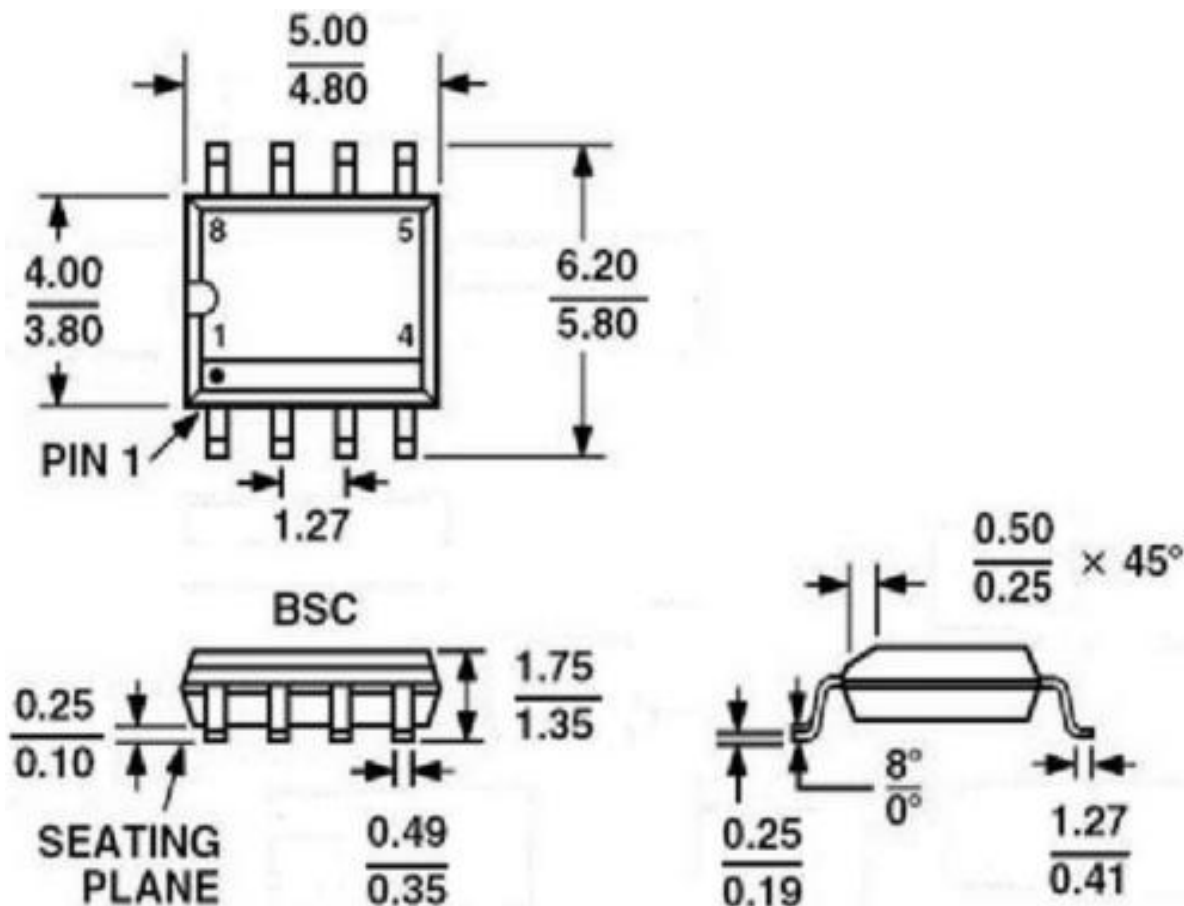


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри лінійного регулятора LM317LD13TR

LM358AD-ST [6] - це двохканальний операційний підсилювач загального призначення в корпусі SO8 виробництва компанії STMicroelectronics. LM358AD-ST широко використовується в аналогових схемах для операційного посилення, фільтрації сигналів, компараторів, генераторів сигналів та інших додатків. Габаритні розміри показані на рисунку 1.15.

Основні характеристики цього пристрою:

Тип:.....двохканальний операційний підсилювач.

Корпус:SO8.

Кількість каналів:два незалежних підсилювачі.

Напруга живлення:в діапазоні від $\pm 1,5\text{В}$ до $\pm 18\text{В}$.

Температурний діапазон: від -40°C до $+125^\circ\text{C}$.

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

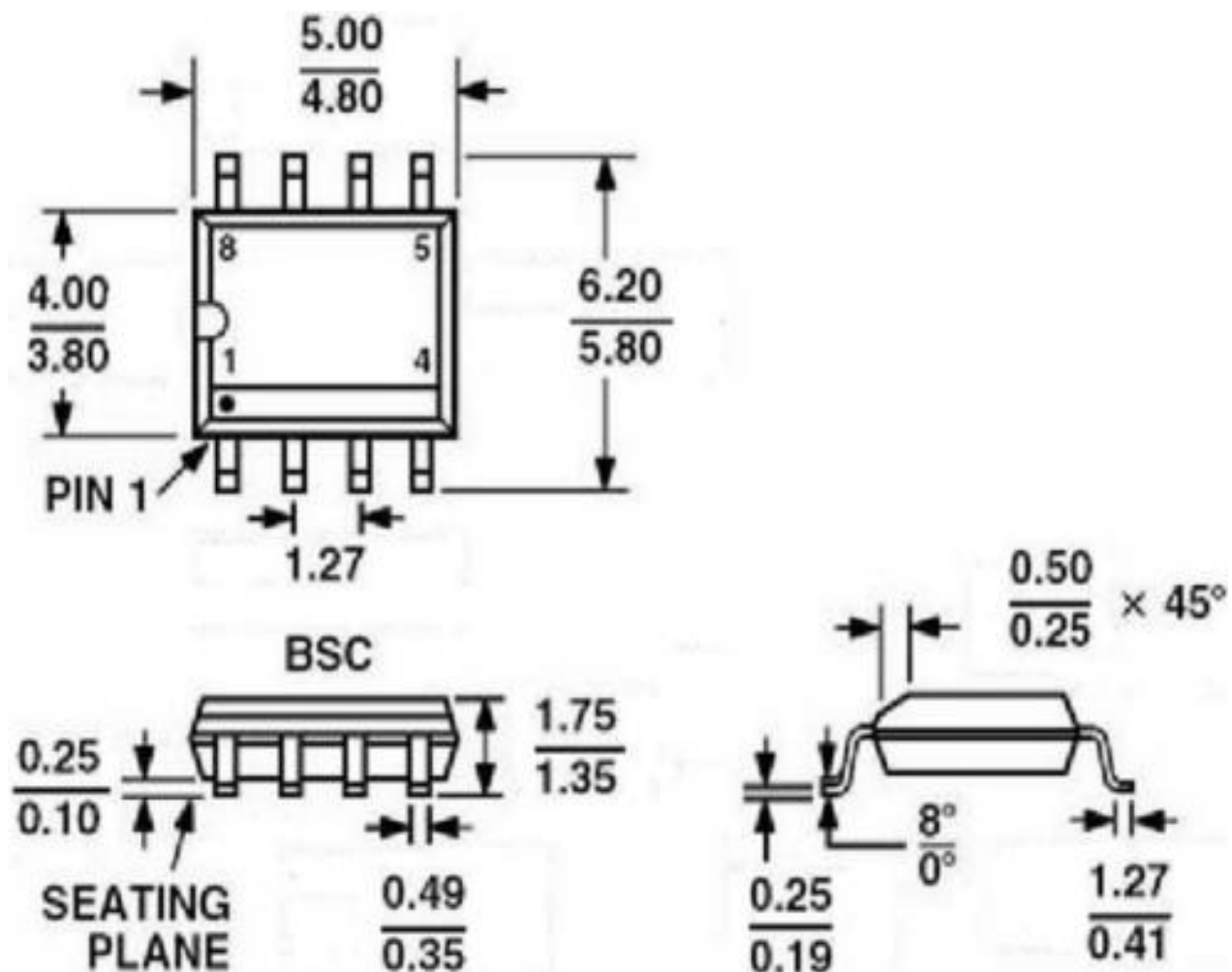


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри операційного підсилювача LM358AD-ST

CA3162 [7] - це аналогова мікросхема виробництва компанії Harris Semiconductor. Мікросхема CA3162 може бути використана в різних електронних пристроях, особливо там, де потрібна обробка аудіо або відеосигналів. Габаритні розміри наведені на рисунку 1.16.

Ось деякі основні характеристики цієї мікросхеми:

Тип:аналоговий інтегральний пристрій.

Функціональність: мікросхема CA3162 використовується як інтегральна частина аудіо або відеопроцесора, наприклад, для обробки сигналів у радіоприймачах, відеомагнітофонах тощо.

Властивості: Може включати в себе функції, такі як підсилення, фільтрація, демодуляція або модуляція сигналів.

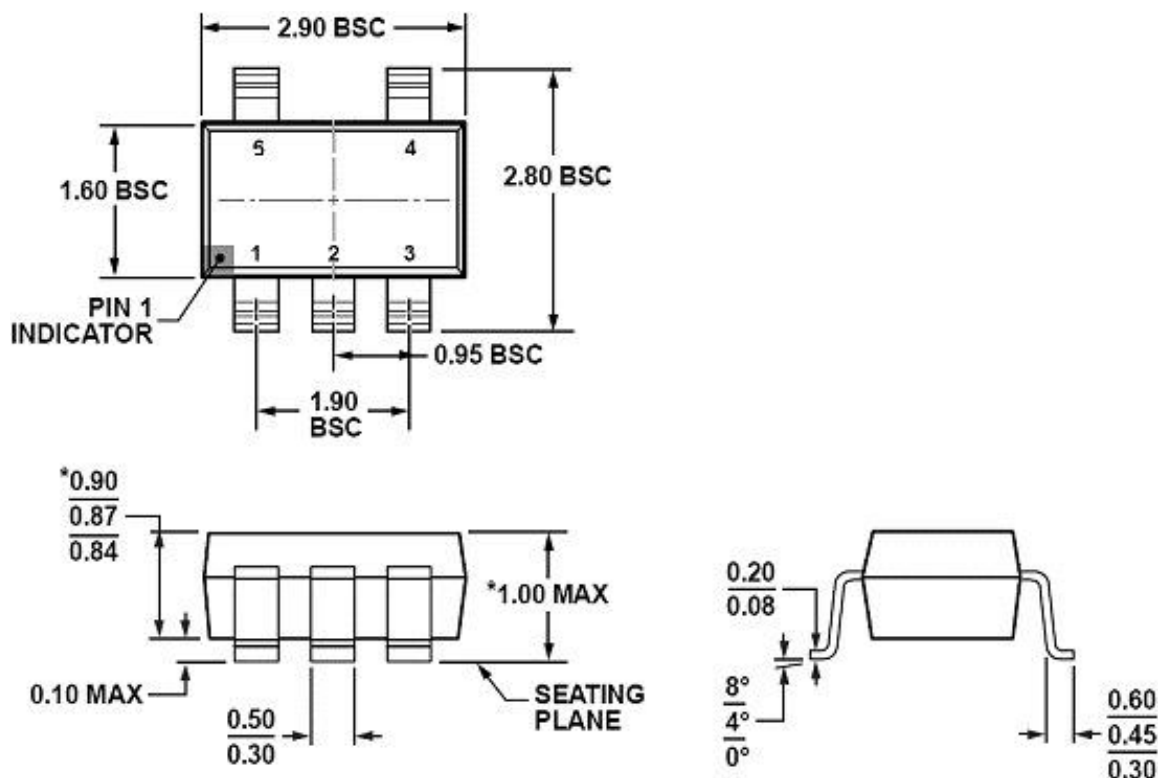


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри операційного підсилювача LM321

L78L09ABUTR [9] - це лінійний стабілізатор напруги фірми STMicroelectronics. Лінійні стабілізатори напруги, подібні до L78L09ABUTR, широко використовуються в електронних пристроях для стабілізації вихідної напруги, забезпечуючи постійне живлення для інших компонентів схеми. Зазвичай вони застосовуються у вбудованих пристроях, блоках живлення, аудіо- та відеоелектроніці та інших пристроях, де потрібна стабільна напруга, габаритні розміри наведені на рисунку 1.18.

Ось деякі основні характеристики цього пристрою:

Тип:лінійний стабілізатор напруги.

Напруга вихідна:9 В.

Напруга вхідна:11 до 35 В.

Вихідний струм:до 100 мА.

Температурний діапазон:від -40°C до +125°C.

Захист: ..захист від перевантаження, короткого замикання і перегріву.

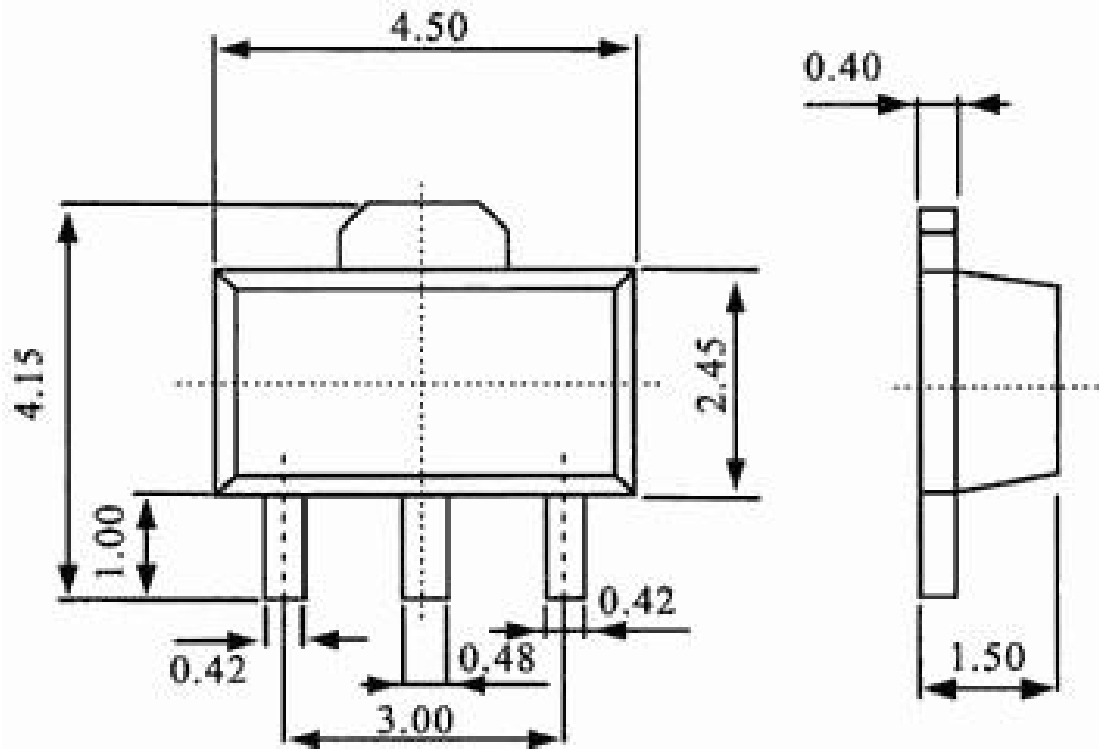


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри лінійного стабілізатора напруги
LM78L05ABUTR

СА3161Е [12] - це одноканальний аналогово-цифровий перетворювач з вбудованим оптронним ізолятором, вироблений компанією Harris Corporation. СА3161Е є важливим компонентом для захоплення аналогових сигналів і перетворення їх у цифровий формат. Вбудований оптронний ізолятор дозволяє забезпечити гальмівне роз'єднання між вхідними і вихідними сигналами, що робить цей пристрій особливо корисним у вимірювальних та контрольних системах, де важлива гальмівна ізоляція. Габаритні розміри наведені на рисунку 1.21.

Ось деякі основні характеристики цього пристрою:

Тип:одноканальний аналогово-цифровий перетворювач.

Роздільна здатність: 10 біт.

Швидкість перетворення: ...від кількох кілогерц до кількох мегагерц.

Живлення:+5В.

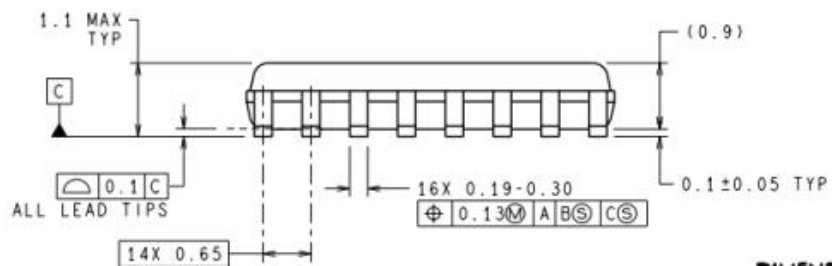
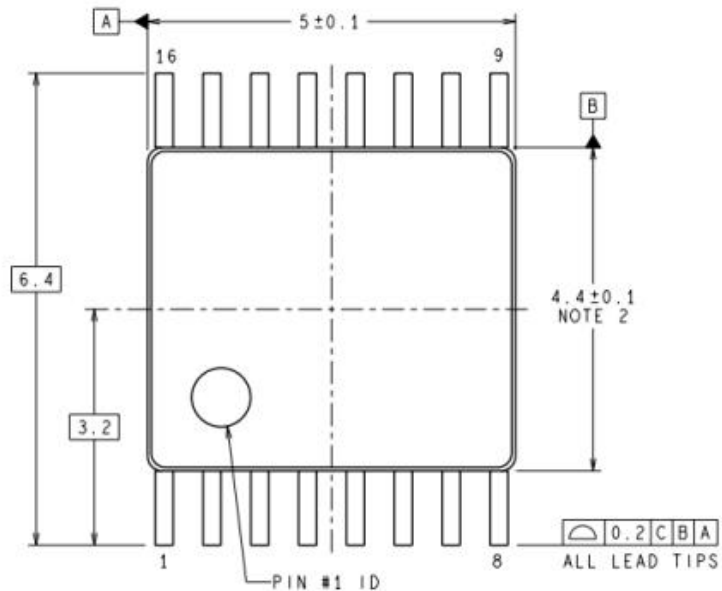


Рисунок 1.21 – Габаритні розміри одноканальний аналогово-цифровий перетворювач CA3161E

CD4011 [13] є чотирьохканальним NAND інтегральної мікросхеми, виробленою Texas Instruments. CD4011 може бути використаний в різноманітних додатках, де потрібна логіка NAND, таких як цифрові лічильники, затримки. Ця мікросхема є досить поширеною у світі електроніки, завдяки своїм універсальним можливостям і низькій вартості, габаритні розміри наведені на рисунку 1.22.

Ось деякі основні характеристики цієї мікросхеми:

Тип:чотирьохканальний NAND.

Вхідні напруги:від +3В до +18В.

Температурний діапазон:від -55°C до +125°C.

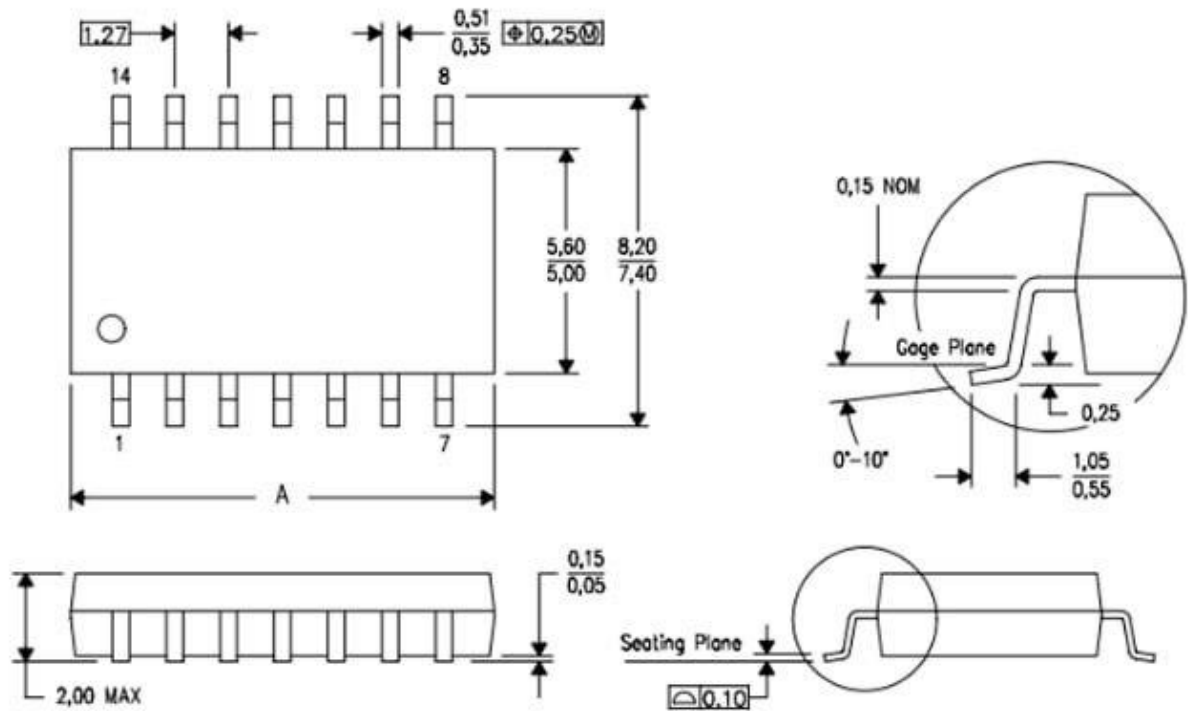


Рисунок 1.22 – Габаритні розміри чотирьохканальна NAND інтегральна мікросхема CD4011

Запобіжник серії FSF [14] від компанії SCHURTER є часто застосовуваним засобом захисту в електричних схемах. Він забезпечує надійний захист електронних пристроїв та обладнання від пошкоджень, що можуть виникнути внаслідок великих струмів чи напруг, габаритні розміри наведені на рисунку 1.23.

Ось деякі основні характеристики цього запобіжника:

Тип:скляний трубчастий запобіжник.

Напруга:

Номінальна напруга:250 В.

Максимальна напруга: до 300 В.

Струм:

Номінальний струм:500 мА.

Максимальний струм:до 10 ампер.

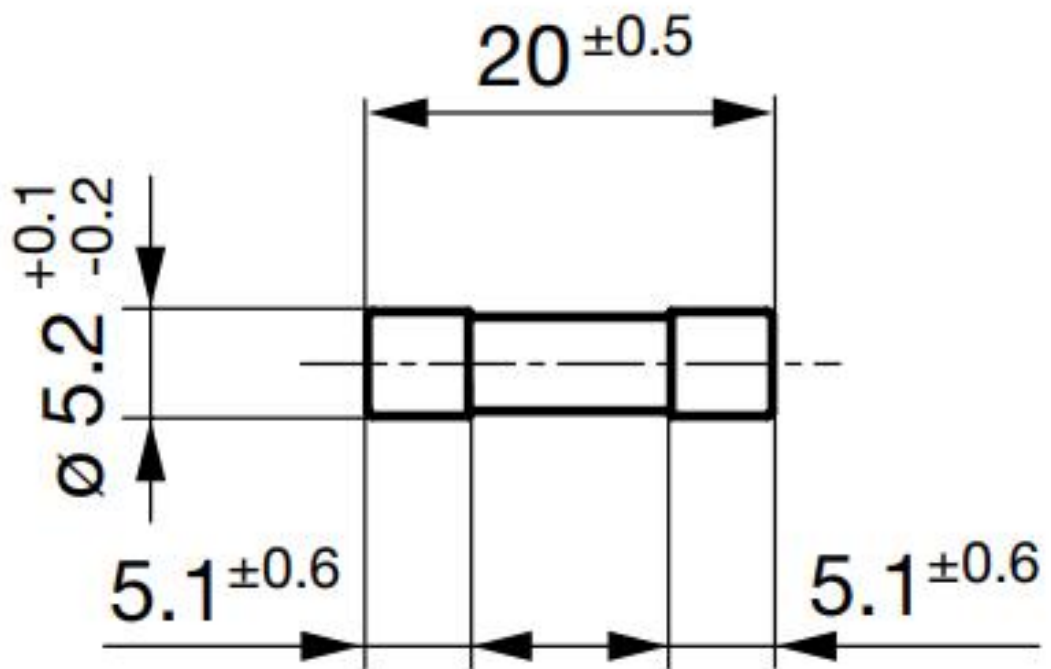


Рисунок 1.23 – Габаритні розміри запобіжника серії FSF

7-сегментний індикатор FYT-3631BUHR-21 [15] від FORYARD є компонентом, який використовується для відображення цифрової інформації у вигляді чисел в електронних пристроях. Цей індикатор може бути використаний в різних додатках для відображення чисел та символів, габаритні розміри наведені на рисунку 1.24.

Ось деякі основні характеристики цього індикатора:

Тип:7-сегментний індикатор.

Конфігурація: має форму "8", тобто сім сегментів плюс точка в кожному сегменті, що дозволяє відображати цифри та деякі символи.

Напруга:від +3В до +5В.

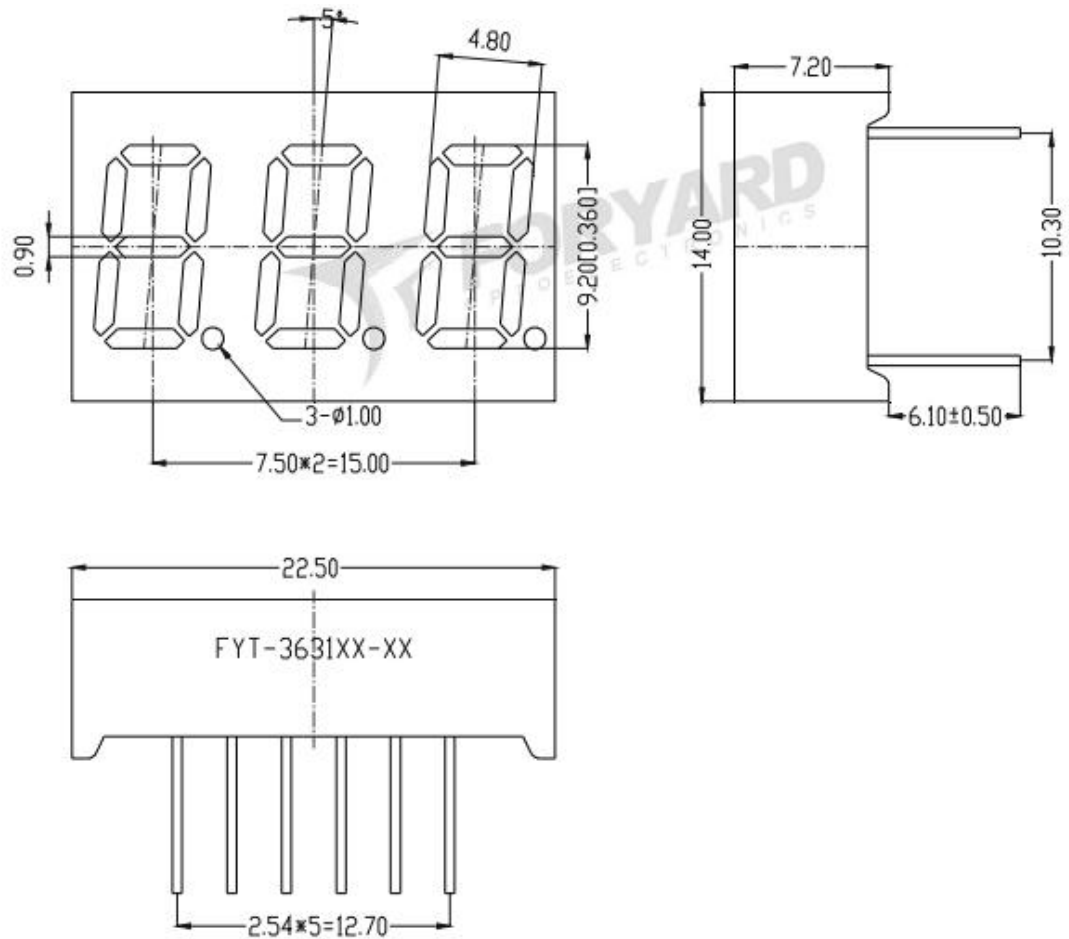


Рисунок 1.24 – Габаритні розміри 7-сегментний індикатора FYT-3631BUHR-

21

Світлодіод BL-B51V1 [16] від компанії BRIGHTLED є світлодіодом високої яскравості, який використовується для виробництва світлових джерел у різноманітних пристроях. Світлодіод BL-B51V1 від BRIGHTLED є надійним та ефективним джерелом світла, яке знаходить широке застосування в електроніці та освітленні. З його допомогою можна створювати яскраві світлові ефекти та освітлення з різноманітними кольорами світіння, габаритні розміри наведені на рисунку 1.25.

Ось деякі основні характеристики цього світлодіода:

Тип:світлодіод високої яскравості.

Колір:червоний.

Напруга:+3В.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДА 2.899.001 ПЗ

Арк.

33

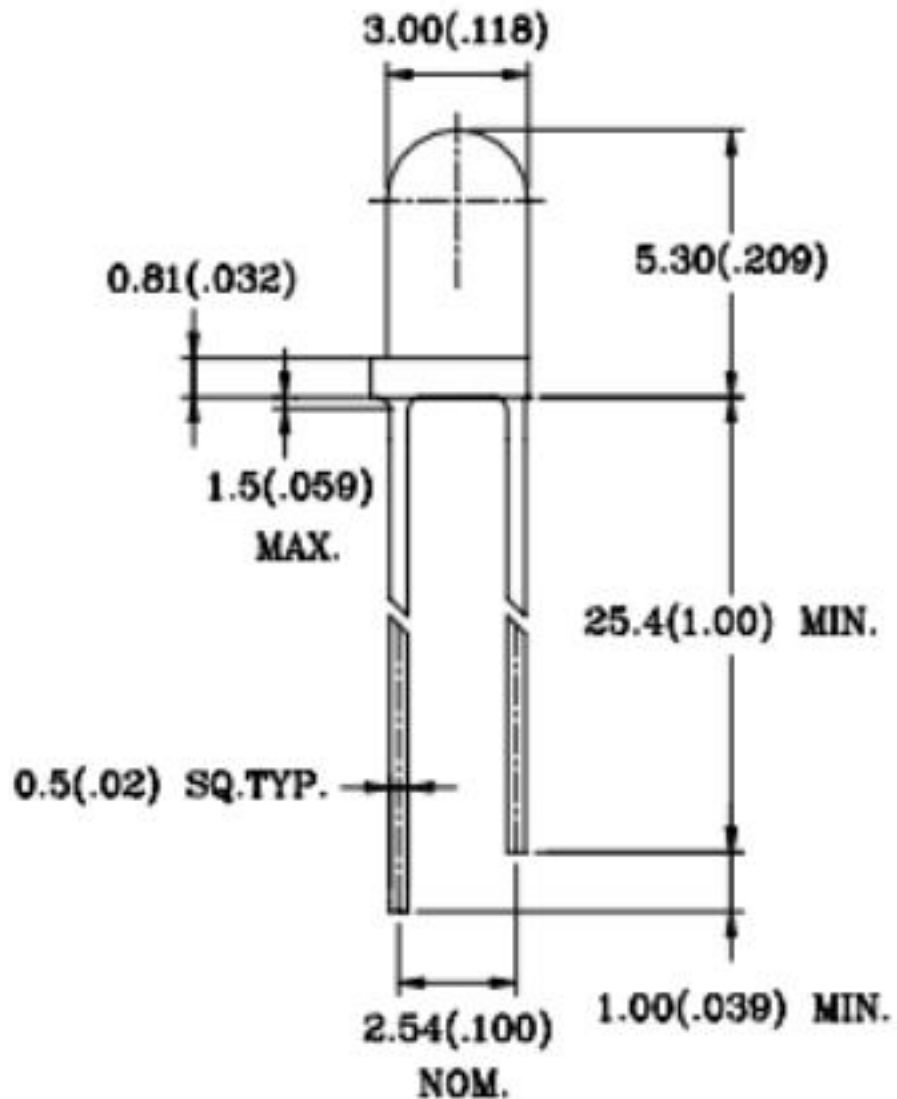


Рисунок 1.25 – Габаритні розміри світлодіода BL-B51V1

RC0805FR [17] - це резистор від виробника YAGEO. Він має стандартні розміри та характеристики, що робить його досить універсальним для використання в різних застосуваннях., габаритні розміри наведені на рисунку 1.26.

Ось деякі основні характеристики цього резистора:

Тип:стандартний плівковий резистор.

Розмір:0805.

Точність:5%.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

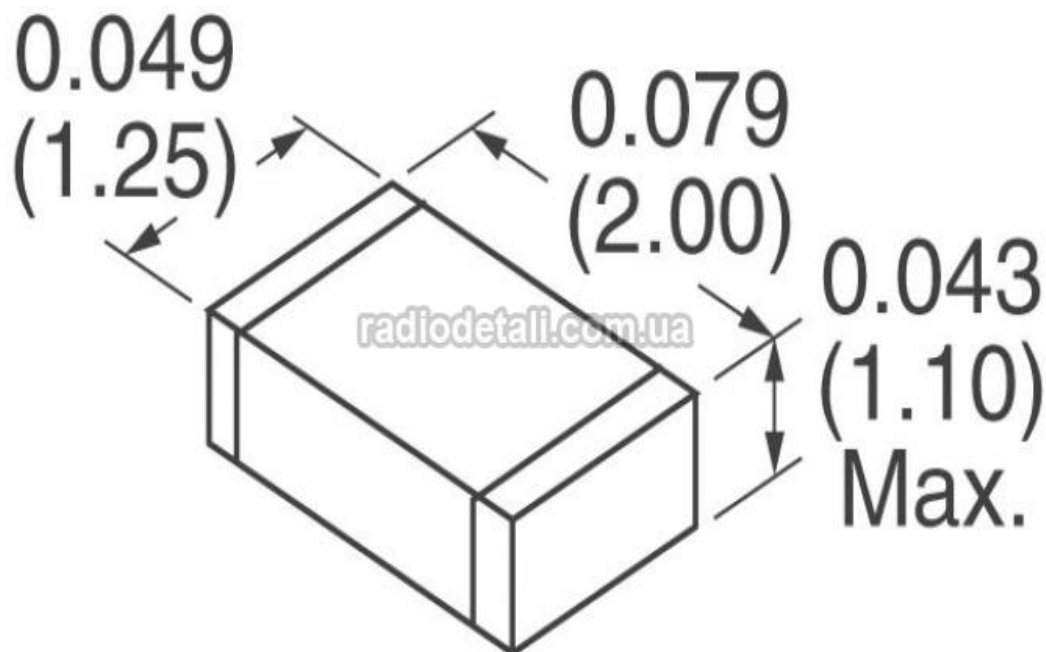


Рисунок 1.26 – Габаритні розміри резисторів RC0805FR

Компонент KLS4-WH148-1A-2-18T-B103-L15 [18] від компанії KLS є потенціометром, який використовується для регулювання опору в електричних схемах. Цей потенціометр може використовуватися для регулювання опору в електронних схемах, таких як аудіоусилувачі, освітлення, підсилювачі звуку тощо, габаритні розміри наведені на рисунку 1.27.

Ось розшифровка його позначень:

Тип:потенціометр.

Модель:KLS4-WH148-1A-2-18T-B103-L15.

WH148: це модельний номер, який вказує на конкретний тип потенціометра і його особливості.

1A: це поточний рейтинг потенціометра, тобто максимальний струм, який він може переносити без пошкодження.

2: це кількість обертів, які можна зробити з валом потенціометра від кінця до кінця для повного змінювання опору.

18T: це кількість контактів (зворотніх ізоляційних ламелей) на потенціометрі, які визначають точність регулювання.

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

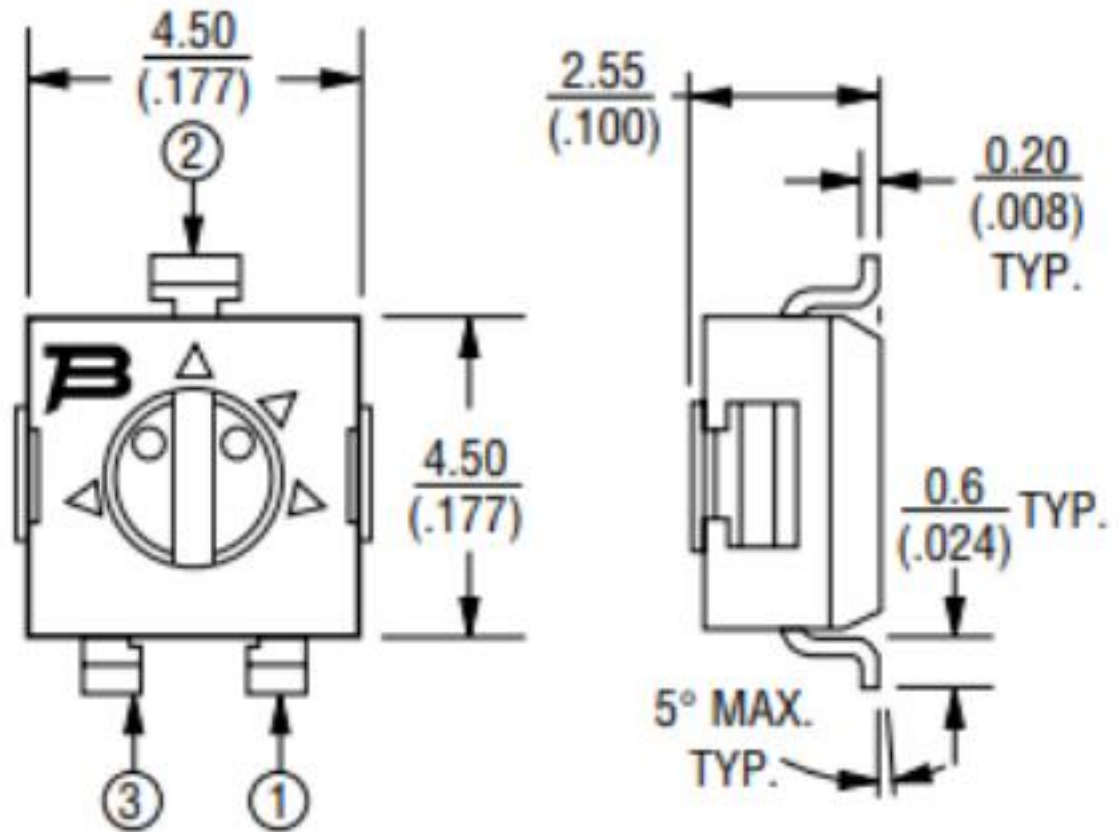


Рисунок 1.28 – Габаритні розміри підстроювального резистора 3314G-1-103E

Перемикачі 5FS3S102M2QE [20] від компанії NINIGI - це повзункові перемикачі, які мають три позиції (SP3T) і призначені для роботи з навантаженням до 3А при 120В АС або 3А при 28В DC. Вони підходять для монтажу на друковані плати методом пайки через отвори (ТНТ). Ці перемикачі можуть бути використані у різноманітних електронних пристроях для управління режимами роботи або вибору функцій. Габаритні розміри наведенні на рисунку 1.29.

Ось основні характеристики перемикачів 5FS3S102M2QE від компанії NINIGI:

- Тип перемикача:повзунковий.
- Кількість позицій:3.
- Максимальний струм:3А.
- Максимальна напруга:120В АС / 28В DC.

Тип монтажу:прохідні отвори (ТНТ).

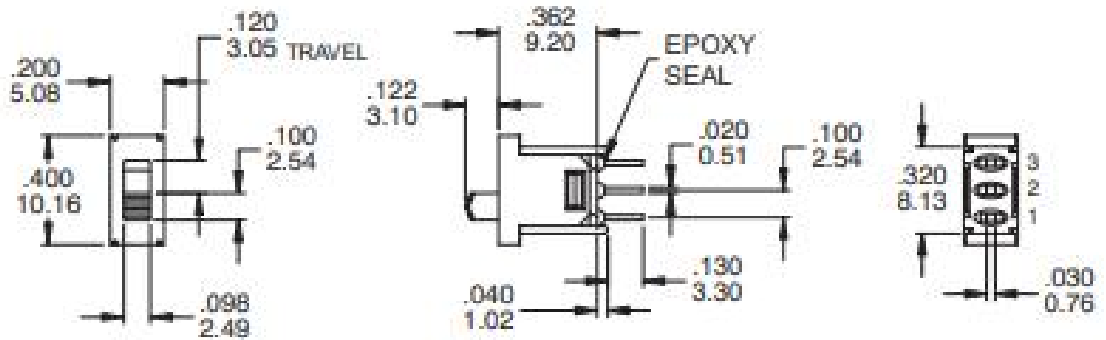


Рисунок 1.29 – Габаритні розміри перемикача 5FS3S102M2QE

Трансформатор VVEI 481 1172 [21] від компанії НАНН - це високоякісний залитий трансформатор, призначений для монтажу на друковані плати. Цей трансформатор відповідає нормам PN EN 61558-2-6:2000, UL 5085-1, UL 5085-3 і має термічний клас Ta70C/B, що робить його надійним вибором для широкого спектру застосувань. Завдяки своїм компактним розмірам, він легко інтегрується в різні електронні пристрої, забезпечуючи стабільне перетворення напруги з мережі 230В AC на низьковольтну напругу 12В DC. Габаритні розміри показані на рисунку 1.30.

Ось основні характеристики трансформатора VVEI 481 1172 від компанії НАНН:

Тип трансформатора:залитий.
 Потужність:10Вт.
 Первинна напруга:230В AC.
 Вторинна напруга:12В.
 Вторинний струм:833мА.
 Монтаж:на друковану плату.
 Серія:VVEI123.

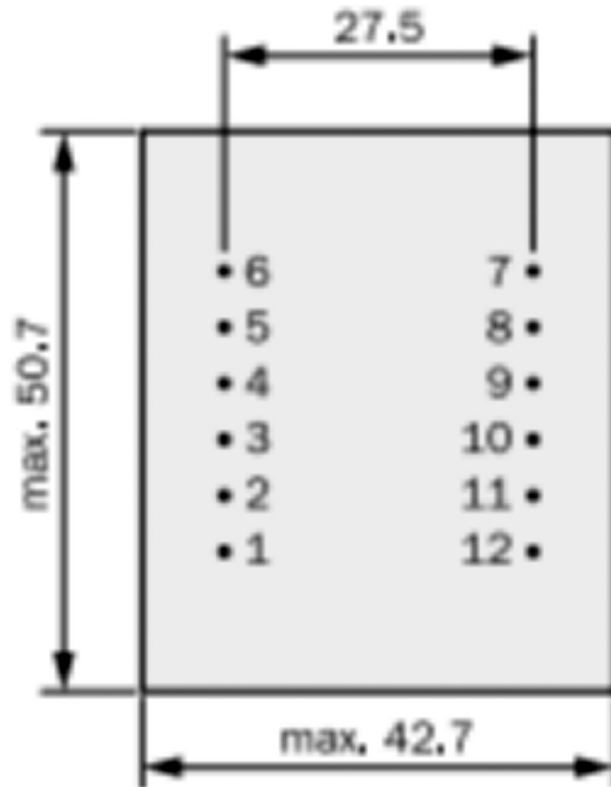


Рисунок 1.30 – Габаритні розміри трансформатора BVEI 481 1172

Оптопара М0С3052S [22] від компанії “Lite-On Inc.” - це оптоізолюваний триаковий вихідний пристрій, який забезпечує ізоляцію напруги між входом та виходом. Ця оптопара часто використовується в таких застосуваннях, як керування АС моторами, стартерами АС моторів, контакторами ЕМ, керування освітленням, керування соленоїдами/клапанами, твердотільними реле, статичними перемикачами потужності та керування температурою. Габаритні розміри наведені на рисунку 1.31.

Ось деякі з її ключових характеристик:

Максимальна робоча напруга вимкненого стану :мінімум 600В.

Максимальний прямиий струм:50 мА.

Максимальна зворотна напруга:6В.

Максимальна температура переходу :125°С.

Максимальна потужність розсіювання на вході:100 мВт.

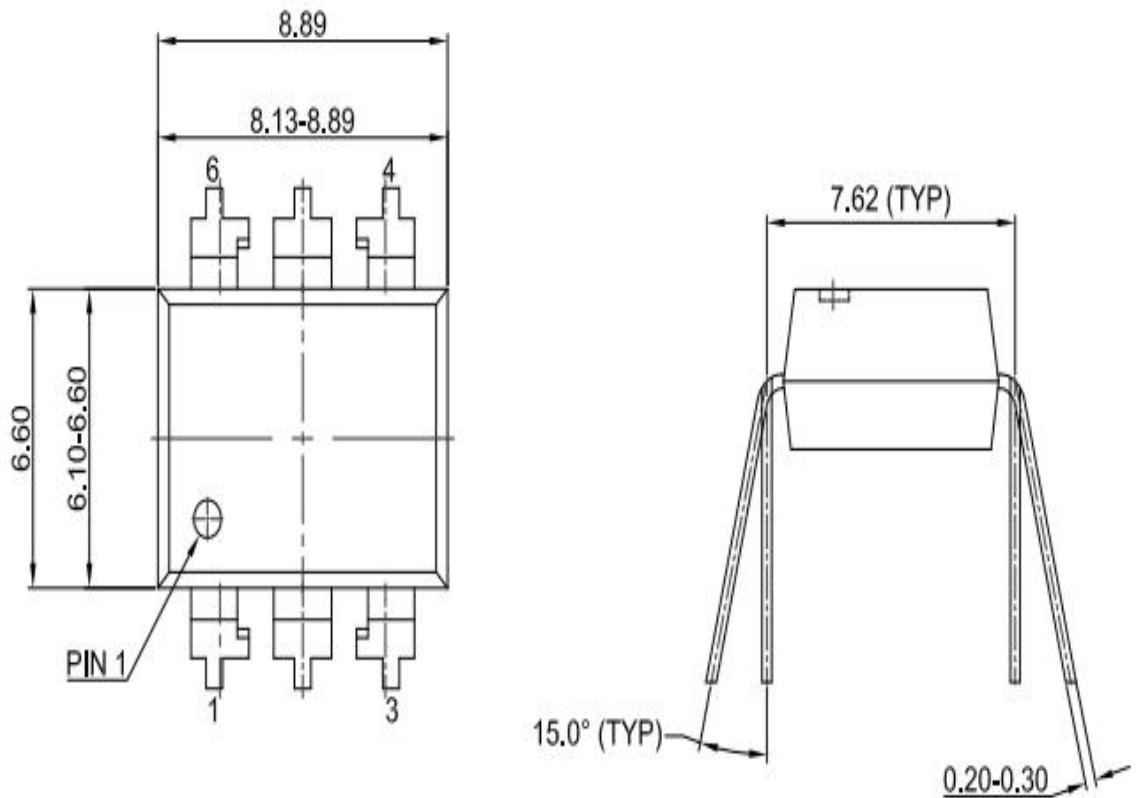


Рисунок 1.31 – Габаритні розміри оптопарі MOC3052S

Діод 1N4148 [23] від компанії DIODES INCORPORATED - це швидкодіючий діод для загального використання, який ідеально підходить для автоматичного монтажу. Цей діод використовується для швидкого перемикання сигналів при ультра-низьких витоках втрат. Габаритні розміри наведені на рисунку 1.32.

Ось додаткові характеристики:

Максимальна неперіодична зворотна напруга:100 В.

Максимальна періодична зворотна напруга :75 В.

Максимальний імпульсний прямий струм:500 мА.

Потужність розсіювання:200 мВт.

Максимальна температура переходу :+150 °С.

Діапазон температур зберігання:від -65 до +150 °С.

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

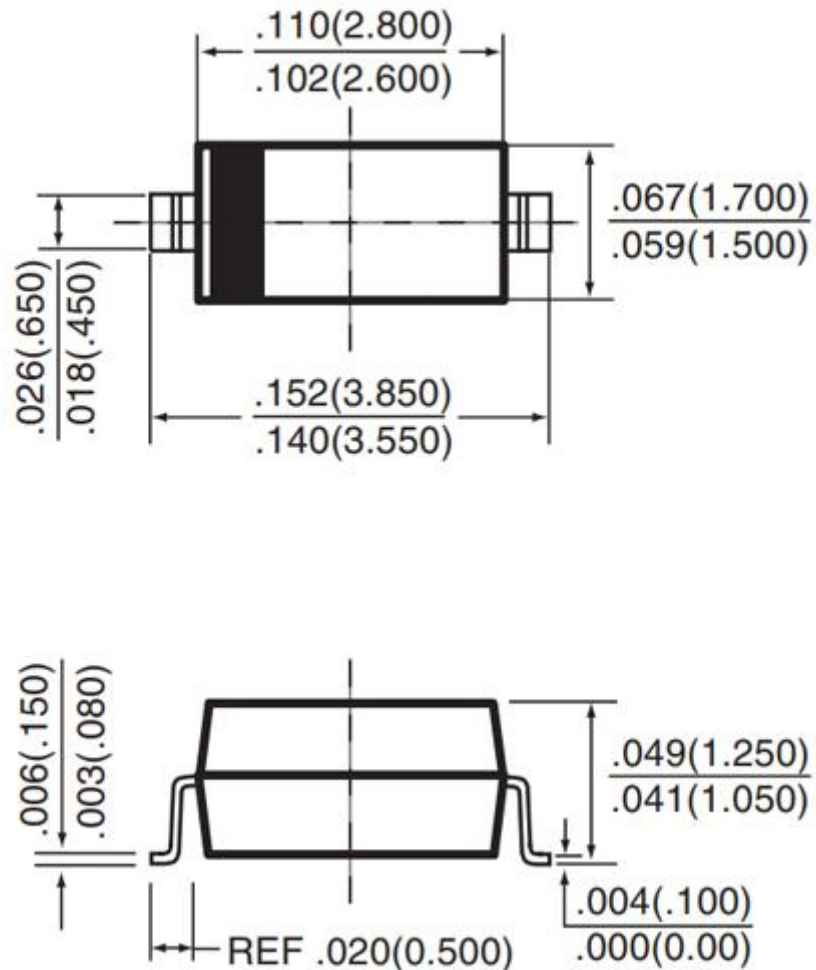


Рисунок 1.32 – Габаритні розміри діода 1N4148

Діодний міст DB107 [24] від компанії DC COMPONENTS - це однофазний містовий випрямляч. Цей діодний міст часто використовується для випрямлення змінного струму в постійний у різноманітних електронних пристроях. Габаритні розміри діодного моста наведені на рисунку 1.33. Його можна застосовувати в схемах живлення, електронних пристроях низької потужності, а також у пристроях, де необхідна висока надійність і довговічність, і він має наступні характеристики:

Максимальна постійна зворотна напруга:1000 В.

Максимальна імпульсна зворотна напруга:1200 В.

Максимальний прямий:1 А.

Максимальний допустимий прямий імпульсний струм:50 А.

Максимальний зворотний струм:10 мкА.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Максимальна пряма напруга:1,1 В при прямому струмі 1 А.

Робоча температура:від -55 до +125 °С1.

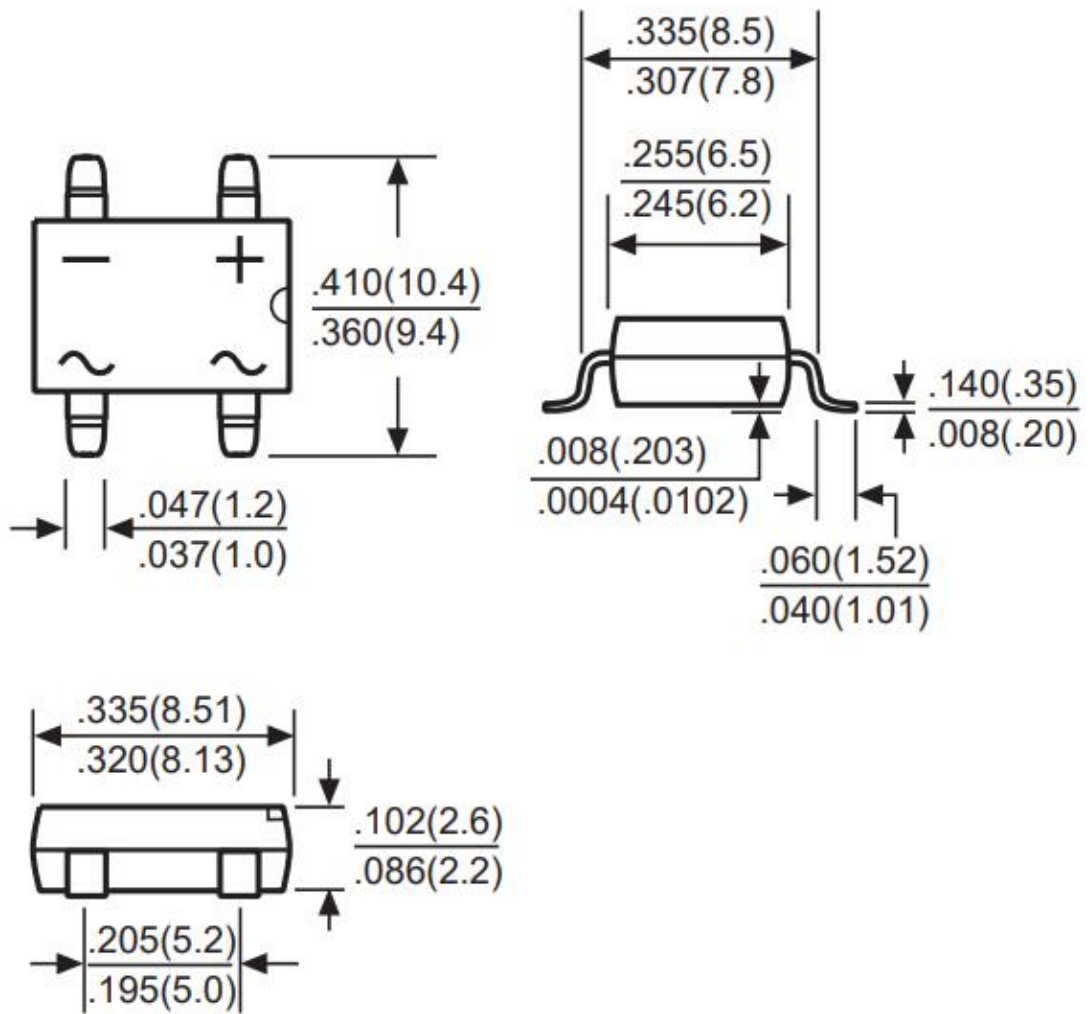


Рисунок 1.33 – Габаритні розміри діодного моста DB107

Тиристор VT139B-600E [25] від компанії NXP - це чотириохвядрантний триак з високою здатністю блокування напруги. Цей тиристор призначений для загального використання в бідирекційних перемикачах та фазовому керуванні. Він може бути прямо інтегрований з мікроконтролерами, логічними інтегральними схемами та іншими низькопотужними керуючими ланцюгами. Габаритні розміри тиристора наведені на рисунку 1.34.

Ось деякі з його ключових характеристик:

- Повторювана пікова напруга вимкненого стану:600В.
 Неповторюваний піковий струм в увімкненому стані:170А.
 Температура переходу:125°C.
 Струм спрацьовування затвора:від 2,5 мА до 25 мА.
 Струм утримання:від 4 мА до 45 мА.

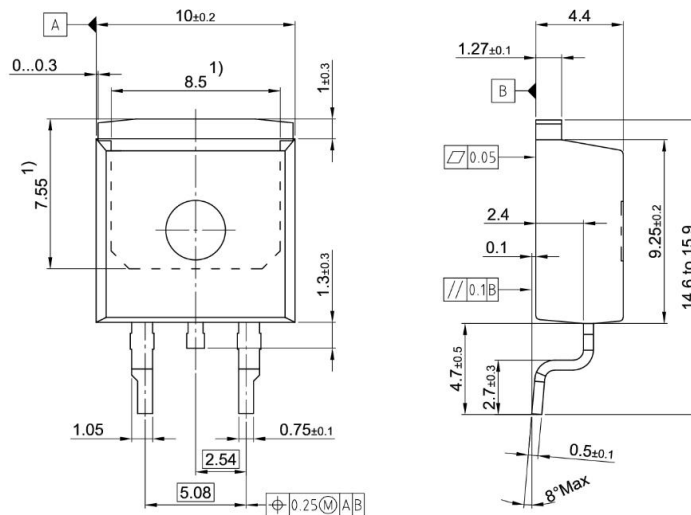


Рисунок 1.34 – Габаритні розміри тиристора BT139B-600E

Транзистор BC817 [26] від компанії DIOTEC SEMICONDUCTOR - це біполярний транзистор з NPN полярністю. Габаритні розміри транзистора наведенні на рисунку 1.35. Цей транзистор широко використовується для керування та сигнальної обробки в різноманітних електронних пристроях і має такі характеристики:

- Тип корпусу:SOT-23.
 Колектор-емітер напруга :45 В.
 Колекторний струм :800 мА.
 Потужність розсіювання:0,310 Вт.
 Максимальна температура переходу:150 °С.
 Посилення струму постійного струму :400.

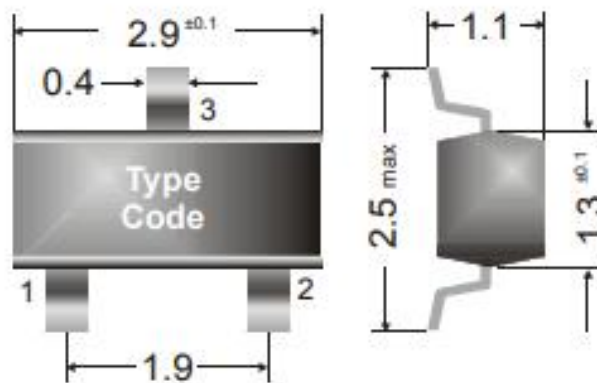


Рисунок 1.35 – Габаритні розміри транзистора BC817

Транзистор BC807 [27] від компанії DIOTEC SEMICONDUCTOR - це біполярний транзистор з PNP полярністю, який має такі характеристики і габаритний розмір транзистора наведений на рисунку 1.36:

- Тип корпусу:SOT-23.
- Колектор-емітер напруга :45 В.
- Колекторний струм :800 мА.
- Потужність розсіювання:0,310 Вт.
- Максимальна температура переходу:150 °С.
- Посилення струму постійного струму :400.

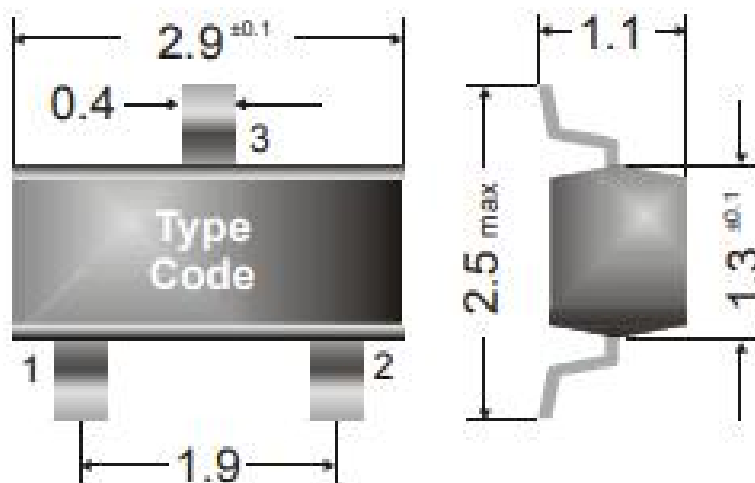


Рисунок 1.36 – Габаритні розміри транзистора BC807

Штирьові з'єднувачі PLS [28] від компанії KLS - це міжплатні з'єднувачі, які використовуються для створення надійних електричних з'єднань між платами. Габаритні розміри роз'єму показані на рисунку 1.37.

Ось деякі з їх основних характеристик:

Крок контактів:2.54 мм.

Форма контактів:прямі.

Матеріал ізолятора:полімер посилений скловолокном.

Опір ізолятора:менше 500 МОм.

Матеріал контактів:фосфориста бронза.

Опір контактів:трохи більше 0,01 Ом.

Робочий струм:1 А.

Спосіб монтажу:на плату.

Робоча температура:від -55 до 140 °С.

Вага:2,4 г.

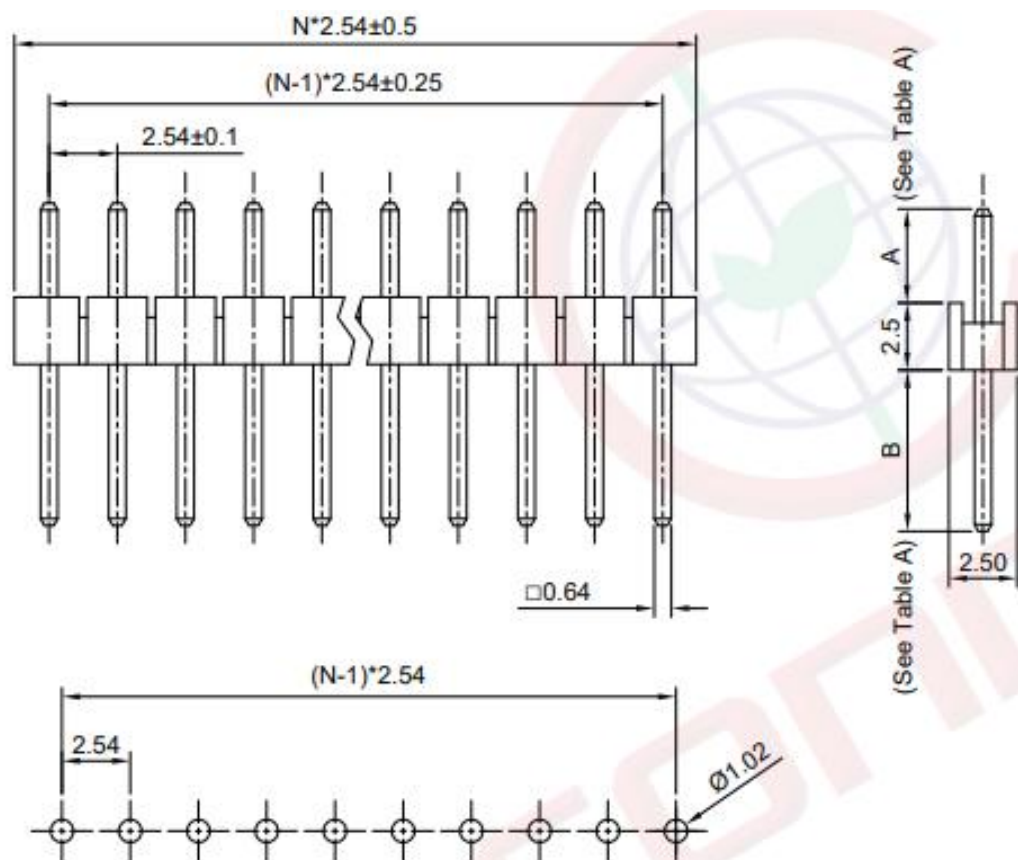


Рисунок 1.37 – Габаритні розміри штирьового з'єднувача PLS

1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою

У цьому розділі детально розглядається процес компонування друкованого вузла цифрового термостата, який є ключовим етапом у його розробці. Правильне розташування компонентів на платі забезпечує оптимальну функціональність, надійність і ефективність пристрою.

На двосторонній платі з високою густиною монтажу розміщені всі компоненти термостата. У правій частині плати розташовані блок живлення та захисту, трансформатор, діодний міст, запобіжники, стабілізатори та інші елементи їх "обв'язки". Також тут є чотири кріпильних отвори для монтажу вузла.

Центральна та ліва частини плати використовуються для розміщення блоку обробки сигналу для індикатора, компаратора та інших важливих елементів. В нижній частині знаходиться потенціометр для регулювання температури.

На зворотному боці плати розміщені індикатори, перемикачі та світлодіоди.

Процес виготовлення друкованої плати включає наступні кроки:

Підготовчі дії: Плата очищається для видалення будь-яких забруднень, що забезпечує чистоту поверхні перед подальшими етапами. Потім вона перевіряється на наявність фізичних дефектів, таких як перерви у доріжках або короткі замикання.

Нанесення паяльної пасти: Паяльна паста наноситься на контактні площадки за допомогою трафаретного друку, що дозволяє рівномірно розподілити її по необхідних зонах.

Установка компонентів: SMD-компоненти точно розташовуються за допомогою автоматизованої машини pick-and-place. У випадку невеликих серій або прототипів компоненти можуть встановлюватися вручну під мікроскопом з використанням пінцету.

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Паяння: Плата проходить через рефлю-піч, де паяльна паста розплавляється, утворюючи міцні електричні з'єднання. Процес включає попереднє нагрівання, активне нагрівання та охолодження.

Очищення та перевірка: Залишки флюсу видаляються за допомогою ультразвукових ванн або спеціальних розчинників. Автоматична оптична інспекція (AOI) застосовується для перевірки якості паяння та правильності розташування компонентів.

Монтаж компонентів через отвори (ТНТ): Після очищення і перевірки плати, компоненти вставляються вручну у відповідні отвори. Потім вони паяються хвильовим методом для створення міцних і надійних з'єднань.

Функціональне та електричне тестування: Проводиться тестування для визначення працездатності плати та виявлення можливих електричних несправностей.

Завершальна обробка: Наноситься конформне покриття для захисту від зовнішніх впливів та проводиться маркування для ідентифікації продукту.

Розрахунок друкованого монтажу

Мінімальний необхідний діаметр круглої контактної площинки для кожного монтажного або перехідного отвору можна визначити таким чином:

$$D_{i\text{еф}} = 2 (b_M + d_{\text{max}}/2 + \delta d + \delta p), \quad (1.11)$$
$$D_{i\text{еф}} = 2 (0,035 + 1,1/2 + 0,3 + 0,08) = 1,93$$

При використанні комбінованого позитивного методу і напівадитивної технології у фотохімічному способі нанесення захисної маски:

$$D_{\text{min}} = D_{i\text{еф}} + 1,5H_{\text{пр}} + 0,08, \quad (1.12)$$
$$D_{\text{min}} = 1,93 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,08 = 2,06$$

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Максимальний діаметр контактної площинки з урахуванням допуску під час виготовлення можна визначити як:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (1.13)$$

$$D_{\max} = 2,06 + 0,02 = 2,08$$

Мінімальний діаметр d_{\min} металізованого отвору залежить в першу чергу від класу точності ДП і визначається наступним співвідношенням:

$$d_{\min} = yH_{\Pi} \quad (1.14)$$

$$d_{\min} = yH_{\Pi} = 0,33 \cdot 1,5 = 0,5$$

$$d_{\text{пер}} = d_{\min} + |\Delta d| \quad (1.15)$$

$$d_{\text{пер}} = 0,5 + 0,05 = 0,55$$

Діаметр монтажного отвору, на відміну від перехідного, повинен бути більший за діаметр виводу на величину, яка задовольняє умовам пайки і автоматизованої зборки. Це можна розрахувати таким чином:

$$d_{\text{МОНТ}} = yH_{\Pi} + |\Delta d| + r \quad (1.16)$$

$$d_{\text{МОНТ}} = 0,5 + 0,55 + 0,15 = 1,2$$

Діаметр свердління металізованого отвору зазвичай не задається у кресленні і визначається технологією друкованої плати. У простому випадку можна вважати, що діаметр свердлення на 0,1-0,2 мм більший за номінальне значення діаметру монтажного отвору:

$$d_{\max} = d_{\text{МОНТ}} + (0,1 \dots 0,2) \quad (1.17)$$

$$d_{\max} = 1,1 + 0,2 = 1,3$$

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Мінімально допустиму ширину провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому, якщо конструкція провідника складається з одного шару міді, визначають таким чином:

$$t_{i \min} = \frac{\rho \cdot I_{\max} \cdot l}{h \cdot U_{\text{доп}}}, \quad (1.18)$$

$$t_{i \min} = \frac{0,0175 \cdot 0,6 \cdot 0,1}{0,005 \cdot 0,45} = 0,47$$

1.6 Висновки до розділу 1

У першому розділі було проведено аналіз завдання для розробки цифрового термостата, що підкреслило його актуальність у сучасних умовах. Детально розглянуто інформацію, що стосується принципів роботи та застосування термостатів, на основі чого було розроблено структурну схему пристрою. Проектування електричної принципової схеми включало розрахунок вузлів, що забезпечують необхідну функціональність і надійність пристрою. Вибір компонентної бази був обґрунтований з урахуванням технічних вимог та економічної ефективності. Компоновка друкованого вузла була оптимізована для забезпечення зручності монтажу та подальшої експлуатації цифрового термостата. Таким чином, перший розділ закладає міцний фундамент для подальшого детального проектування та реалізації цифрового термостата.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Вибір САПР

В ході процесу розробки електричної схеми та побудови друкованої плати для цифрового термостата використовувалося програмне забезпечення Altium Designer. Використання цієї програми відіграло важливу роль та мало численні переваги. По-перше, Altium Designer забезпечує єдине середовище для всіх етапів проектування, починаючи від розробки схем і закінчуючи компонуванням елементів на платі та створенням виробничої документації. Це спрощує процес розробки та оптимізує управління проектом. Далі, Altium Designer пропонує розширений набір інструментів, що підсилює ефективність роботи інженерів-електронщиків. Автоматизоване прокладання доріжок на платі заощаджує час та гарантує високу якість маршрутизації. Наявність обширних бібліотек компонентів та можливість їх повторного використання знижує складність проектування та прискорює випуск нових продуктів. Третім важливим аспектом є обширна база компонентів, доступна в Altium Designer. Це дозволяє швидко вибирати необхідні деталі для проекту, що сприяє ефективній розробці схем і прискоренню впровадження проектів. Крім того, можливість створення власних бібліотек компонентів дозволяє адаптувати робочий процес до конкретних потреб та підтримувати єдність стандартів у проектах.

2.2 Створення бібліотеки компонентів

В якості прикладу буде створено УГП та посадкове місце для 7-ми сегментного індикатора FYT-3631BUHR-21.

Перед початком потрібно налаштувати редактор умовних графічних позначень.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

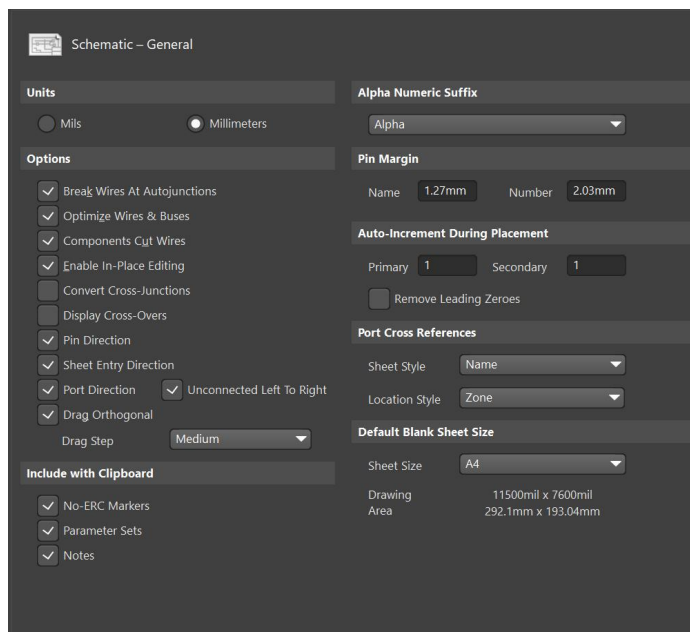


Рис. 2.1 — Вікно налаштування Schematic Library

У лівому нижньому вікні бібліотеки SCH потрібно обрати пункт "Add", щоб додати новий елемент бібліотеки УГП (див. рис. 2.2)..

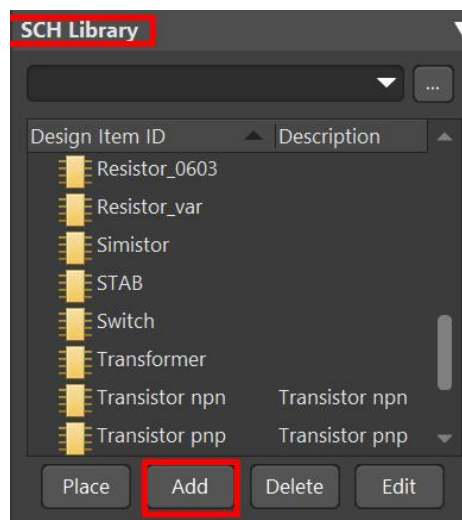


Рис. 2.2 — Вікно SCH Library

Спершу слід намалювати прямокутник для контуру мікросхеми. Це можна зробити за допомогою інструментів "Лінія" або "Прямокутник". Крім того, у вікні налаштувань можна відкоригувати параметри прямокутника,

щоб він виглядав як звичайний УГП. На рисунку 2.3 показані результати цього етапу.

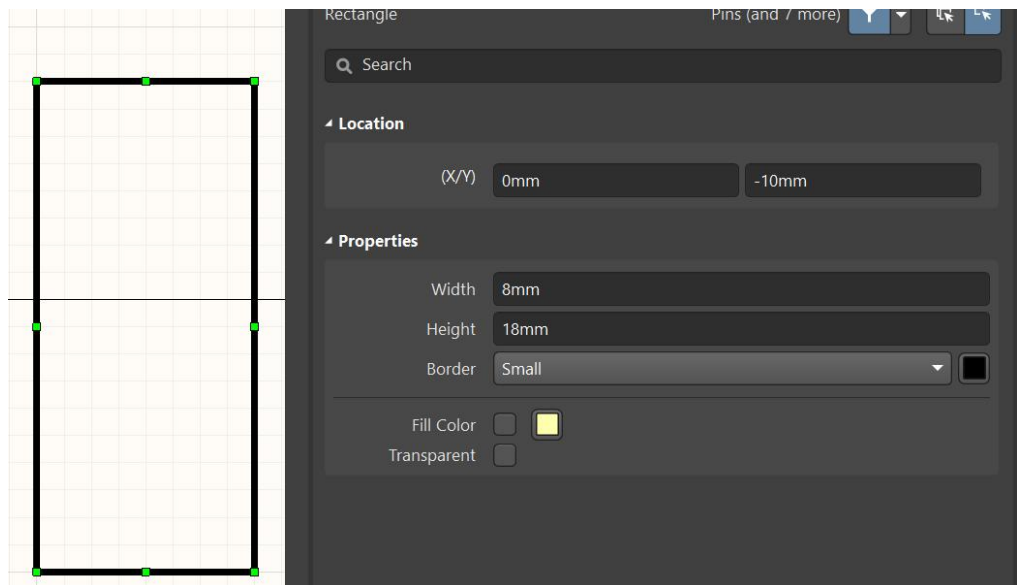


Рис. 2.3 — Контур УГП мікросхеми, та вікно редагування параметрів даного контуру

З допомогою інструмента Place PIN необхідно розставити виводи компонентів. Готові графічні позначення індикатора зображені на рисунку 2.4.

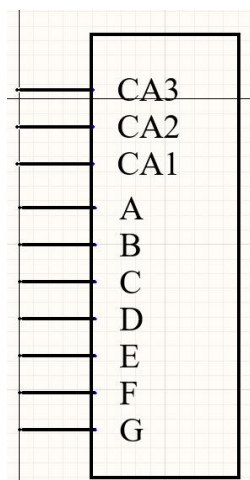


Рис. 2.4 — УГП семисегментного індикатора (ліворуч) та мікросхеми (праворуч)

Створення посадкових місць. Семисегментний індикатор.

Спочатку слід створити файл бібліотеки посадкових місць, обравши File - New - Library - Footprint. Далі потрібно налаштувати крок сітки та одиниці вимірювання у налаштуваннях проєкту.

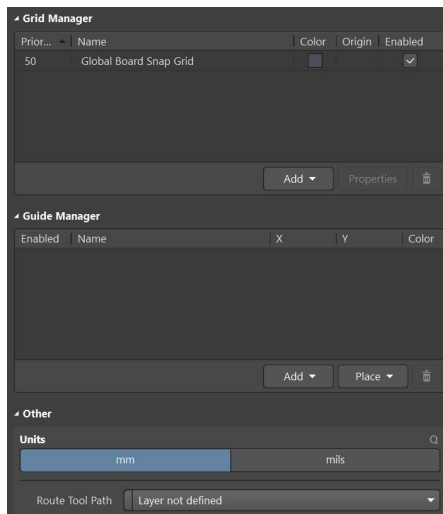


Рис. 2.5 — Вікно параметрів проєкту бібліотеки посадкових місць

Після цього, використовуючи даташит, за допомогою інструмента "Place Pad" розташовуємо контактні майданчики згідно з рисунком 2.7. Важливо переконатися, що параметр "Designator" кожного контактного майданчика відповідає виводу УГП компонента.



Рис. 2.6 — Розміщенні контактні майданчики семисегментного індикатора

Після цього необхідно додати шовкографію. Приклад нанесення наведений на рис. 2.7.

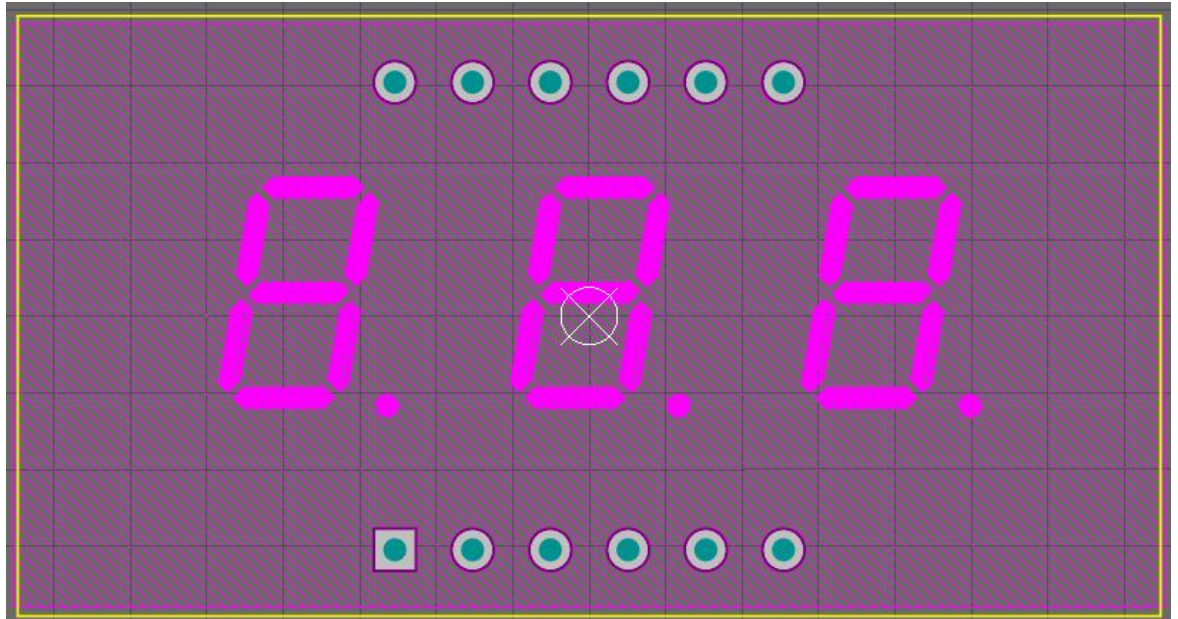


Рис. 2.7 — Посадкове місце елемента FYT-3631BUHR-21

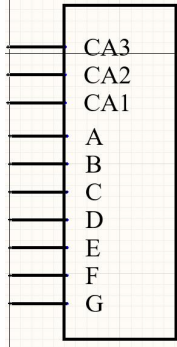
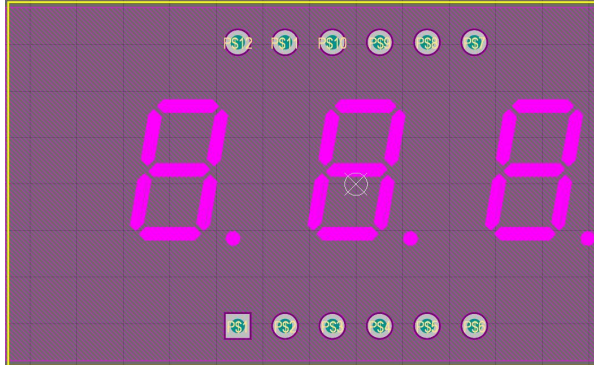
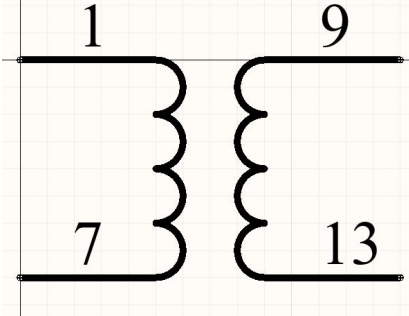

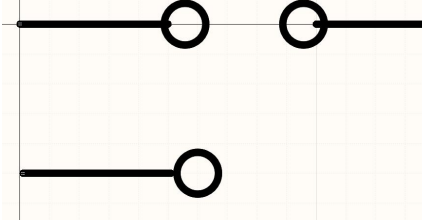
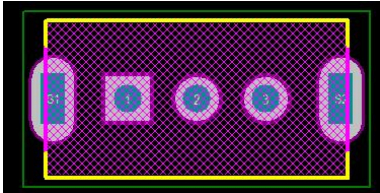
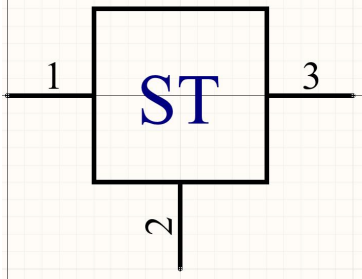
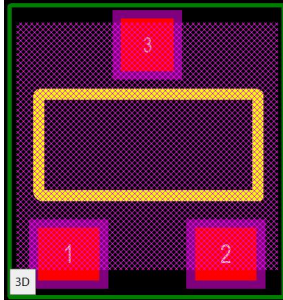
В правому вікні Properties у вкладці Pins можна перевірити правильність упаковки. Вона показана на рис. 2.8.

Pins	Name
⦿ - Pin 1	⦿ E_1
⦿ - Pin 2	⦿ DP_3
⦿ - Pin 3	⦿ G_1
⦿ - Pin 4	⦿ F_1
⦿ - Pin 5	⦿ DP_2
⦿ - Pin 6	⦿ DP_3
⦿ - Pin 7	⦿ A_1
⦿ - Pin 8	⦿ B_1
⦿ - Pin 9	⦿ D_1
⦿ - Pin 10	⦿ C_1

Рис. 2.8 Вікно перевірки виводів

В таблиці 2.1 наведено кілька прикладів УГП та посадкових місць компонентів

Таблиця 2.1 УГП елементів та посадкові місця

УГП елемента	Посадкове місце елемента
 <p data-bbox="453 819 616 855">Індикатор</p>	
 <p data-bbox="408 1223 663 1258">Трансформатор</p>	
 <p data-bbox="443 1568 625 1603">Перемикач</p>	
 <p data-bbox="432 1948 639 1984">Стабілізатор</p>	

2.3 Виконання схеми електричної принципової в САПР (Altium Designer)

Приблизний процес створення плати в Altium Designer такий.

1. Відкрийте Altium Designer і створіть новий проєкт або відкрийте існуючий.

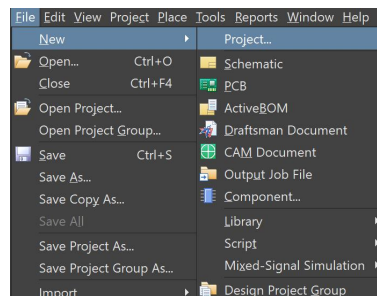


Рисунок 2.9 – Створення нового проєкту в Altium Designer

2. У розділі "Projects" (Проекти) виберіть "Schematic" (Схема) для створення нової або відкриття існуючої схеми.
3. Потім натисніть клавішу G на клавіатурі кілька разів, щоб встановити крок сітки координат на 2,5 мм.
4. Щоб додати компоненти до схеми, перетягніть їх з панелі "Libraries" (Бібліотеки) або з власної бібліотеки, як показано на рисунку 2.11.

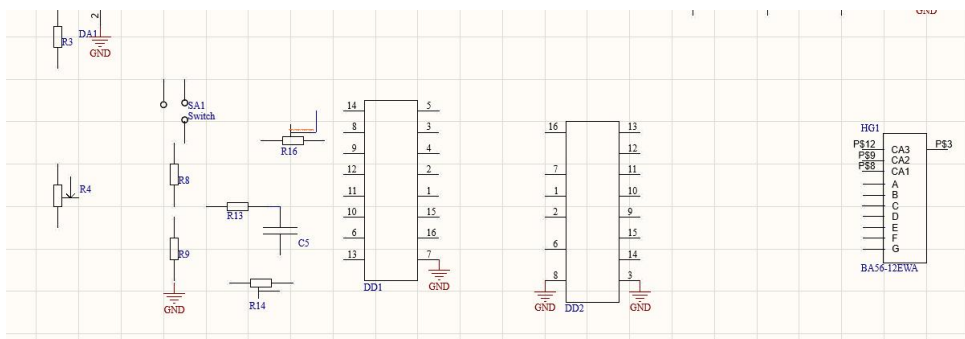


Рисунок 2.11 – Перетягування УГП на робочу область

5. Підключити компоненти за допомогою ліній зв'язку або шин.

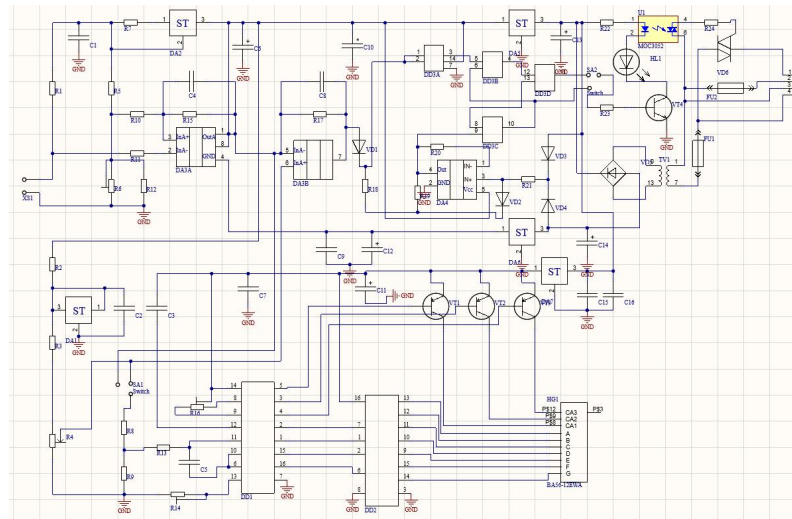


Рисунок 2.12 – Схема електрична принципова, розроблена в середовищі Altium Designer

6. Нанесення нумерації позиції елементів важливий і необхідний крок. Для цього у вікні Tools-Annotation-Annotate schematics. Проводимо наступні дії: Метод нумерації змінюємо на Down then Across, та обираємо опції, Update Changes List та потім Accept Changes. Вікно нумерації елементів показане на рисунку 2.18.

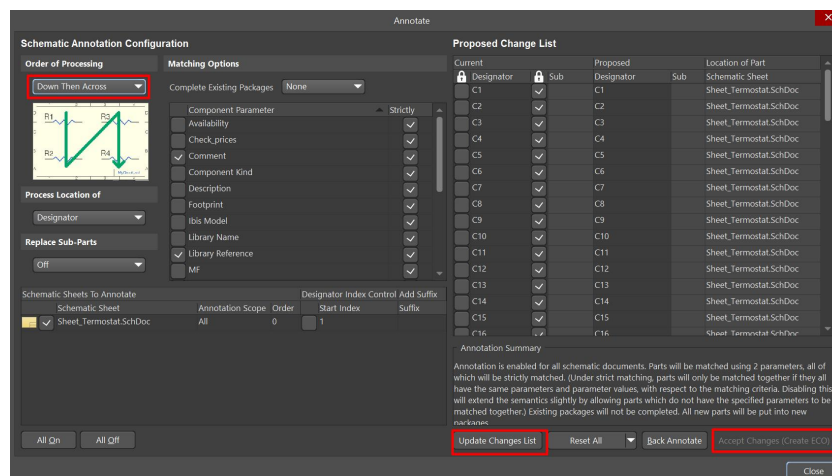


Рисунок 2.13 – Вікно нумерації елементів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДА 2.899.001 ПЗ

Арк.

57

7. Збережіть схему і виконайте її імпорт у РСВ (друковану плату), якщо ви готові переходити до процесу розміщення компонентів на платі.

Згідно вимог і процесу створення плати описаного вище було розроблено схему електричну принципову. Схема зображена на рис. 2.16.

2.4. Проектування друкованої плати в Altium Designer

Створення друкованої плати для термостата охоплює декілька етапів:

Трансфер з'єднань - інтеграція взаємозв'язків компонентів з електричної схеми до файлу печатної плати, що призводить до формування спеціалізованої зони з усіма компонентами та їх з'єднаннями.

Встановлення компонентів - розташування компонентів на платі відповідно до технологічних процесів та оптимального шляху зв'язків.

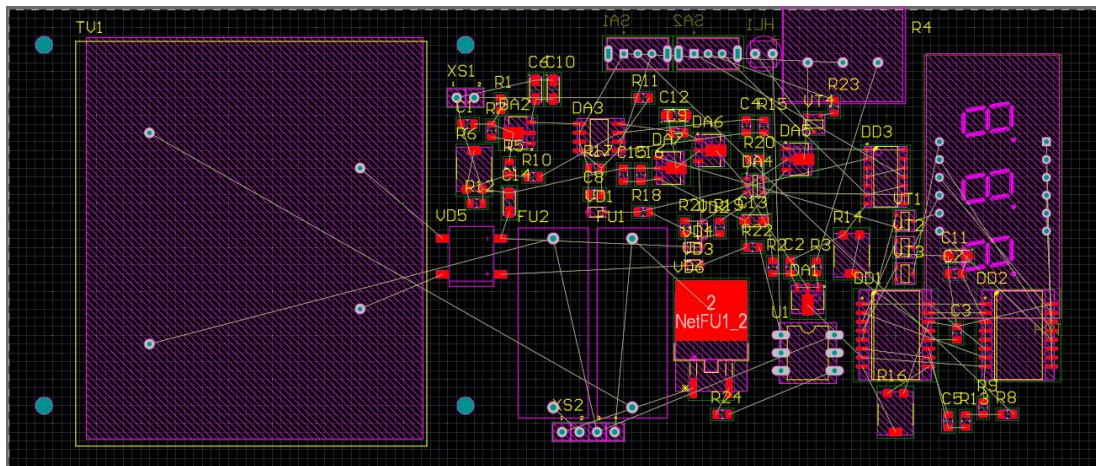


Рис. 2.14 Розміщені ЕРЕ плати термостата

Перед початком потрібно задати правила трасування. Через вікно Design-Rules відкривається вікно правил трасування.

Після цього необхідно розмістити компоненти на платі.

Далі в процесі буде автоматичне трасування доріжок. Для цього потрібно вибрати опцію Route -> Auto Route. Після цього відкриється вікно "Situs Routing Strategies", де можна натиснути "Route All". Після вибору цієї

опції з'явиться вікно "Messages", де будуть відображені всі кроки, виконані під час автоматичного трасування. Як результат, на екрані з'явиться малюнок друкованих провідників на друкованій платі.

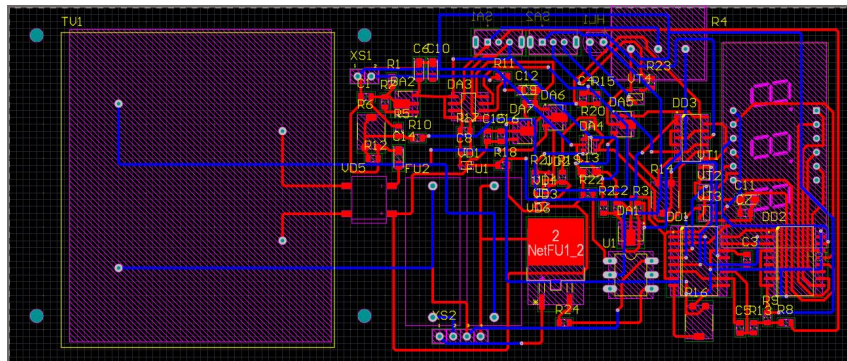


Рисунок. 2.15 — Друкована плата, розроблена в середовищі Altium Designer

Після завершення трасування необхідно обов'язково виконати перевірку друкованої плати на помилки (DRC) за допомогою команди Tools -> Design Rule Check. Це критичний крок, який дозволяє переконатися, що всі вимоги до трасування, такі як мінімальні відстані, ширина провідників та інші параметри, дотримуються. Результати DRC дозволять виявити та виправити будь-які потенційні помилки перед подальшою обробкою плати.

Summary	
Warnings	
Total	0
Rule Violations	
Clearance Constraint (Gap=0.254mm) (All) (All)	0
Short-Circuit Constraint (Allowed=No) (All) (All)	0
Un-Routed Net Constraint (All) (All)	0
Modified Polygon (Allow modified: No) (Allow shelved: No)	0
Width Constraint (Min=0.2mm) (Max=0.7mm) (Preferred=0.2mm) (All)	0
Power Plane Connect Rule (Relief Connect) (Expansion=0.508mm) (Conductor Width=0.254mm) (Air Gap=0.254mm) (Entries=4) (All)	0
Hole Size Constraint (Min=0.025mm) (Max=5mm) (All)	0
Hole To Hole Clearance (Gap=0.254mm) (All) (All)	0

Рис. 2.16 Результати DRC перевірки плати

2.5 Висновок до розділу 2

У спеціальній частині проекту було обрано Altium Designer як САПР для розробки друкованої плати, що забезпечило ефективне проектування відповідно до заданих параметрів.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

3 Охорона праці та безпека життєдіяльності

3.1 Роль центральної нервової системи в трудовій діяльності людини

Центральна нервова система (ЦНС) [30] відіграє ключову роль у трудовій діяльності людини, оскільки вона є основним координатором всіх функцій організму. ЦНС складається з головного та спинного мозку і забезпечує злагоджену взаємодію всіх органів і систем організму, підтримуючи стійкий внутрішній стан.

Спинний мозок регулює найпростіші рухи, а довгастих мозок відповідає за інтегровані та координаційні функції. Рефлекторна діяльність мозку зумовлена безумовними і умовними рефlekсами, які дозволяють освоювати трудові навички, усвідомлювати мету і результати праці.

ЦНС також відіграє важливу роль у формуванні інтегрального образу робочих дій, що дозволяє людині адаптуватися до різних умов праці та ефективно виконувати свої завдання.

ЦНС складається з головного мозку та спинного мозку і є відповідальною за координацію всіх функцій організму¹. Вона забезпечує злагоджену взаємодію всіх органів і систем, підтримуючи стійкий внутрішній стан.

Нервова система контролює і координує роботу внутрішніх органів і реагує на зміни зовнішнього середовища. ЦНС функціонує як центр обробки для нервової системи, отримуючи інформацію від периферичної нервової системи та надсилаючи її до неї.

ЦНС є складною і високоорганізованою системою, яка включає головний мозок, спинний мозок та периферичні нерви. Вона відіграє вирішальну роль у регуляції всіх видів діяльності організму, включаючи трудову [31].

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Головний мозок

Головний мозок є центром вищої нервової діяльності. Він складається з великих півкуль, які відповідають за свідомість, мислення, пам'ять, емоції та волю. Кора головного мозку містить центри, які керують рухами, мовою, зором, слухом та іншими сенсорними функціями.

Спинний мозок

Спинний мозок є важливим провідником інформації між головним мозком та тілом. Він координує рефлекторні реакції та прості рухові акти, такі як ходьба, стояння та автоматичні рухи.

Рефлекторна діяльність

Рефлекторна діяльність мозку є основою для освоєння трудових навичок. Безумовні рефлекси, такі як смоктання та моргання, є вродженими, тоді як умовні рефлекси розвиваються в процесі навчання та досвіду. Умовні рефлекси дозволяють людині адаптуватися до нових умов праці та ефективно виконувати складні завдання.

Втома

Втома є важливим фактором, який впливає на продуктивність трудової діяльності. Вона може бути фізичною або психічною і виникає в результаті тривалої роботи. ЦНС регулює відчуття втоми, сигналізуючи про необхідність відпочинку.

Мікроклімат робочої зони

Мікроклімат робочої зони також впливає на трудову діяльність. Надмірна спека, холод, вологість або шум можуть порушувати нормальну роботу ЦНС, знижуючи концентрацію уваги та ефективність праці.

ЦНС є ключовим елементом у забезпеченні адаптації людини до різноманітних умов праці та її здатності до навчання та розвитку нових навичок. Вона відіграє центральну роль у координації фізичних та психічних процесів, що необхідні для виконання трудових завдань.

Центральна нервова система (ЦНС) відіграє ключову роль у трудовій діяльності людини, оскільки вона є основним координатором всіх функцій

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

організму, включаючи рухову активність, сприйняття, мислення та прийняття рішень.

Декілька цікавих фактів про роль ЦНС у трудовій діяльності:

Координація рухів: ЦНС відповідає за точну координацію м'язів і рухів, що необхідно для виконання складних завдань.

Обробка інформації: головний мозок обробляє величезну кількість інформації, отриманої від органів чуття, що дозволяє людині адаптуватися до змін у робочому середовищі.

Втома: ЦНС також відіграє роль у виникненні втоми, яка є сигналом про необхідність відпочинку та відновлення.

Навчання та адаптація: ЦНС дозволяє людині навчатися новим навичкам, адаптуватися до нових умов праці та оптимізувати свою діяльність.

Втома та її взаємозв'язок з центральною нервовою системою (ЦНС) є дуже цікавою темою. Втома визначається як тимчасове зниження працездатності, яке виникає в результаті тривалої або інтенсивної діяльності і може виявлятися у фізичному і психічному стані людини. Це стан, який суб'єктивно сприймається як відчуття місцевої або загальної втоми.

Центральна нервова система відіграє важливу роль у розвитку втоми. Історично, І.М. Сеченов обґрунтував нервову природу втоми, вказуючи на те, що джерело відчуття втоми знаходиться не в м'язах, а в ЦНС¹. Це підтверджується тим, що втома може виникати не тільки в результаті фізичної, але й розумової діяльності, коли накопичення метаболітів у м'язах є мінімальним.

Фізіологічно, втома може бути пов'язана з рядом факторів, включаючи:

Зміни функціонального стану ЦНС: при інтенсивній або тривалій діяльності можуть виникати зміни, які характеризуються послабленням функцій органу.

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Роль змін функціонального стану нервово-м'язового апарату: це може включати зниження ефективності роботи м'язів.

Вплив емоцій та автоматизму дій: стан ЦНС, включаючи емоційний стан, може впливати на розвиток втоми.

Втома психологічного походження, також відома як психічна або емоційна втома, є станом, коли людина відчуває емоційне та ментальне виснаження. Цей тип втоми може бути спричинений тривалим стресом, емоційним напруженням, перевантаженням мозку або негативним впливом емоційних чинників.

Ключові аспекти психологічної втоми:

Причини: вона може виникати через монотонність праці, несприятливий соціально-психологічний клімат у колективі, значні інтенсивність і тривалість праці, її напруженість через підвищені виробничий ризик та небезпеку, стреси, депресивні й тривожні стани.

Симптоми: найпоширеніші ознаки втоми включають відчуття знесилення, неуважності та погіршення концентрації, погіршення пам'яті, уповільнення процесів мислення, зменшення глибини та критичності мислення, зниження цікавості до роботи, підвищена дратівливість, перманентна сонливість, реакція серцево-судинної системи.

Перевтома: якщо втома не лікується відпочинком, вона може перерости в перевтому, яка є сукупністю стійких, несприятливих для здоров'я функціональних зрушень в організмі.

Лікування: для подолання психологічної втоми важливо вчасно зрозуміти, що ви втомилися, і дозволити собі перепочинок. Повноцінний сон, правильно організований режим харчування, зниження рівня емоційного навантаження перед сном, приємне спілкування з близькими або читання улюбленої книжки можуть бути дієвими засобами від втоми.

Розуміння та врахування цих аспектів може допомогти у визначенні стратегій для управління психологічною втомою та підвищення якості життя. Важливо пам'ятати, що психологічна втома може мати серйозні

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

наслідки для здоров'я та благополуччя, тому не слід ігнорувати її симптоми.

Таким чином, втома є складним феноменом, який включає як центральні, так і периферичні механізми, і ЦНС відіграє ключову роль у її регуляції. Розуміння цих процесів може допомогти у визначенні стратегій для управління втомою та підвищення працездатності.

Загалом, ЦНС є фундаментальною для забезпечення ефективної та безпечної трудової діяльності, відіграючи роль у всіх аспектах роботи, від фізичного виконання завдань до психологічного благополуччя працівників.

3.2 Менеджмент безпеки

Менеджмент безпеки [32] — це надзвичайно широке та багатомірне поняття. У процесі управління безпекою реалізуються як загальні, так і спеціальні функції. Зокрема, системи менеджменту безпеки та державного управління техногенною, природною, соціальною безпекою та захистом в умовах надзвичайних ситуацій використовуються для реалізації цих функцій.

Основні елементи системи менеджменту безпеки включають:

Політика безпеки: це основа системи менеджменту безпеки, яка включає в себе зобов'язання керівництва до підтримки безпеки, визначення цілей та завдань для підвищення рівня безпеки, а також розробку внутрішніх стандартів і процедур.

Планування: включає в себе ідентифікацію ризиків та загроз, оцінку вразливостей та розробку планів дій для запобігання інцидентам або мінімізації їх наслідків.

Впровадження та функціонування: реалізація заходів безпеки, навчання персоналу, розробка процедур реагування на інциденти та забезпечення ресурсів для підтримки безпеки.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		65

Моніторинг та оцінка: систематичний збір та аналіз даних про ефективність заходів безпеки, включаючи аудити та перевірки, для виявлення можливих відхилень від планів та процедур.

Корекція: внесення змін у політику, плани та процедури на основі результатів моніторингу та оцінки, з метою неперервного поліпшення системи безпеки.

Для підтримки цих елементів використовуються різні інструменти та методики, такі як аналіз ризиків, методи виявлення та аналізу недоліків і чинників небезпеки, методи підвищення ефективності діяльності людини, а також розроблення та оцінка індикаторів безпеки.

Також важливим є розуміння того [33], що менеджмент безпеки не обмежується лише технічними аспектами, але й включає в себе створення культури безпеки, де співробітники залучені до процесу і мають можливість ділитися інформацією про помилки та майже-інциденти без страху перед покаранням, що сприяє відкритості та прозорості в організації.

Менеджмент безпеки має вирішальне значення для багатьох галузей, оскільки він допомагає ідентифікувати, оцінювати та контролювати ризики, що можуть призвести до серйозних наслідків, таких як людські жертви, шкода навколишньому середовищу або фінансові втрати. Ось кілька ключових причин, чому менеджмент безпеки є важливим:

Забезпечення безпеки та надійності: в галузях, де помилки можуть мати катастрофічні наслідки, управління ризиками допомагає забезпечити безпеку персоналу, клієнтів та громадськості.

Відповідність законодавству та нормам: багато галузей регулюються строгими законодавчими та нормативними вимогами. Ефективний менеджмент безпеки допомагає організаціям дотримуватися цих вимог.

Захист репутаційної цілісності: інциденти, пов'язані з безпекою, можуть негативно вплинути на репутацію компанії. Менеджмент безпеки допомагає запобігати таким інцидентам та підтримувати довіру клієнтів.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		66

Економічна ефективність: управління ризиками може допомогти зменшити витрати, пов'язані з інцидентами, та оптимізувати використання ресурсів.

Підтримка електронного бізнесу: в сучасному світі, де багато операцій відбуваються онлайн, менеджмент інформаційної безпеки є ключовим для захисту даних та підтримки електронної комерції.

Кожна галузь має свої унікальні виклики та ризики, тому підходи до менеджменту безпеки можуть варіюватися. Наприклад, в аерокосмічній промисловості, ядерній енергетиці, охороні здоров'я, автомобільній промисловості та нафтогазовій промисловості управління ризиками має особливе значення через високий рівень потенційних ризиків.

Менеджмент безпеки є важливою складовою сучасного управління підприємствами та організаціями. Він охоплює широкий спектр діяльностей, спрямованих на забезпечення безпеки працівників, захист активів компанії, а також мінімізацію ризиків, пов'язаних з потенційними надзвичайними ситуаціями.

Деякі цікаві аспекти менеджменту безпеки:

Інтегрований підхід: менеджмент безпеки часто інтегрується з іншими системами управління на підприємстві, такими як якість, екологія, та здоров'я.

Цикл управління: включає планування, впровадження, моніторинг та корекцію. Це дозволяє систематично виявляти та усувати недоліки.

Культура безпеки: Створення культури безпеки на підприємстві, де кожен працівник відчуває відповідальність за безпечне виконання своїх обов'язків.

Ризик-менеджмент: ідентифікація, аналіз та управління ризиками є ключовими для запобігання нещасним випадкам та іншим небажаним подіям.

Менеджмент безпеки вимагає постійного вдосконалення та адаптації до змінюваних умов, що робить його динамічною та вкрай важливою

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

частиною управління будь-якої організації. Він включає в себе не лише технічні аспекти, але й організаційні, юридичні та соціальні, що робить його комплексним та багатограним напрямком.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		68

Висновки

У процесі розробки цифрового термостата було виконано ряд ключових етапів, що забезпечили його ефективність та надійність. Починаючи з аналізу технічного завдання, було визначено основні вимоги та функціональність пристрою. На основі цього аналізу була розроблена структурна схема, яка відображає взаємозв'язки між різними компонентами системи.

Далі, увага була зосереджена на проектуванні та розрахунку електричної принципової схеми, що включає в себе вибір електронних компонентів та їх оптимальне розташування для забезпечення заданих характеристик термостата. Вибір і обґрунтування компонентної бази було здійснено з урахуванням необхідної точності, енергоефективності та вартості компонентів, що дозволило створити баланс між якістю та економічністю.

Завершальним етапом стала компоновка друкованого вузла, яка враховує ергономічність монтажу, тепловідведення та зручність сервісного обслуговування. Результатом цих етапів є цифровий термостат, який відповідає всім сучасним стандартам та вимогам, забезпечуючи точне та стабільне регулювання температури.

У спеціальній частині, присвяченій системам автоматизованого проектування (САПР), було здійснено вибір оптимальної САПР для розробки друкованих плат. Після аналізу різних варіантів, було вирішено використовувати Altium Designer через його функціональність та зручність у проектуванні складних електронних схем. Це дозволило ефективно розробити друковану плату, враховуючи всі технічні вимоги та оптимізувати процес виробництва.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

Список використаних джерел

1. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю “172 Телекомунікації та радіотехніка” [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php Дата доступу 10.03.2024.
2. Конденсатори СС0805 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/cc0805jrx7r9bb104-5> (дата звернення 15.04.2024).
3. Конденсатори TLJA107M006R0500 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/kGyolxf3_TLJ.pdf (дата звернення 15.04.2024).
4. TL431 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/SvGrtzGx_TL431-432_st.pdf (дата звернення 15.04.2024).
5. Лінійний регулятор LM317LD13TR [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/ZneiESpL_LM217L.pdf (дата звернення 15.04.2024).
6. LM358AD-ST [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/lm358ad-st-5> (дата звернення 15.04.2024).
7. СА3162 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://radioamatorxi.ru/spravochnik/mikroskhemy/900-mikroskhema-atspa3162-sa3162-a> (дата звернення 15.04.2024).
8. LM321 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/lm321mf-nopb-0> (дата звернення 15.04.2024).
9. L78L09ABUTR [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/qFu66mly_L78Lxx_ST.pdf (дата звернення 15.04.2024).

					БДА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

10. LM79L09F [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.digikey.com/en/products/detail/taejin/LM79L09F/22237415>
 (дата звернення 15.04.2024).
11. L78L05ABUTR [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/OaWsjdB2_L78Lxx_ST.pdf
 (дата звернення 15.04.2024).
12. CA3161E [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://radioamatorxi.ru/spravochnik/mikroskhemy/900-mikroskhema-atsp-sa3162-sa3162-a> (дата звернення 15.04.2024).
13. CD4011 [Електронний ресурс] –Режим доступу:
<https://imrad.com.ua/ua/cd4011bm-9> (дата звернення 15.04.2024).
14. Запобіжники серії FSF [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/52ry0bhD_typ_FSF_5x20.pdf
 f (дата звернення 15.04.2024).
15. FYT-3631BUHR-21 [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/file_yt2B3ZQ.pdf (дата звернення 15.04.2024).
16. BL-B51V1 [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/CEcreMIP_BL-B51V1.pdf
 (дата звернення 15.04.2024).
17. Резистори RC0805FR [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/TZS9VYah_YAGEO_RC0805.pdf (дата звернення 15.04.2024).
18. KLS4-WH148-1A-2-18T-B103-L15 [Електронний ресурс] –
 Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/kls4-wh148-1a-2-18t-b103-115-10k->
 (дата звернення 15.04.2024).
19. 3314G-1-103E [Електронний ресурс] –Режим доступу:
<https://imrad.com.ua/ua/3314g-1-103e-1> (дата звернення 15.04.2024).

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

20. 5FS3S102M2QE [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/cUWh9ami_slide_switch_5F.PDF (дата звернення 15.04.2024).

21. BVEI 481 1172 [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/RBNXCvKg_HAHN_trans.pdf (дата звернення 15.04.2024).

22. MOC3052SM [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/Ooh9Q7Ia_MOC3051_fair.pdf (дата звернення 15.04.2024).

23. 1N4148 [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/PafjxDOF_1n4148w_di.pdf (дата звернення 15.04.2024).

24. DB107 [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/pW6MQXyJ_DB101S-107S_dc.pdf (дата звернення 15.04.2024).

25. BT139B-600E.118 [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/wJc8QKqO_BT139B-600E.pdf (дата звернення 15.04.2024).

26. BC817 [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/lnEFI1Nn_BC817_dio.pdf (дата звернення 15.04.2024).

27. BC807 [Електронний ресурс] –Режим доступу:
https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/XyA4Zqmo_BC807_dio.pdf (дата звернення 15.04.2024).

28. Штирьовий з'єднувач PLS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/pls-4-8> (дата звернення 15.04.2024).

29. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. - К.: Основа, 2017, с. 437.

30. Запорожець О.І. Основи охорони праці. – К.: ВД Центр навчальної літератури (ЦНЛ), 2019, с. 463.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

31. НПАОП 32.0-1.02-14 “Правила охорони праці під час виробництва радіо- та електронної апаратури”.

32. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.

33. Google Nest Learning Thermostat [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.thespruce.com/> (дата звернення 15.04.2024).

34. Honeywell Evohome [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.techradar.com/> (дата звернення 15.04.2024).

35. Ecobee 3 Lite Smart Thermostat [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.techradar.com/> (дата звернення 15.04.2024).

36. Honeywell Home RTH221В [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.thespruce.com/> (дата звернення 15.04.2024).

37. Wunda WundaSmart [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.techradar.com/> (дата звернення 15.04.2024).

38. Розвиток математичного моделювання трафіку комп’ютерних мереж / М. О. Хвостівський, Г. М. Осухівська, Л. В. Хвостівська, Д. В. Величко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. Т.: ТНТУ, 2020. С. 187–188.

39. Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення синфазного виявлення радіосигналів в електронних комунікаційних мережах із завадами / Л. Хвостівська, М. Хвостівський, В. Дунець, І. Дедів // Вісник ТНТУ. — Т. : ТНТУ, 2023. — Том 111. — № 3. — С. 48–57.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

45. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.: Л.В.Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 63 с.

46. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.

47. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка. – Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842.

48. Liliya Khvostivska, Mykola Khvostivskyu, Vasyl Dunetc, Iryna Dediv. Mathematical and Algorithmic Support of Detection Useful Radiosignals in Telecommunication Networks. Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2022). Ternopil, Ukraine, November 22-24, 2022. P.314-318. ISSN 1613-0073.

49. Khvostivska L., Khvostivskyi M., Dediv I., Yatskiv V., Palaniza Y. Method, Algorithm and Computer Tool for Synphase Detection of Radio Signals in Telecommunication Networks with Noises. Proceedings of the 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023). CEUR Workshop Proceedings. Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. P.173-180. ISSN 1613-0073.

50. Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення синфазного виявлення радіосигналів в електронних комунікаційних мережах із завадами / Л. Хвостівська, М. Хвостівський, В. Дунець, І. Дедів // Вісник ТНТУ. — Т. : ТНТУ, 2023. — Том 111. — № 3. — С. 48–57.

										Арк.
										74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДА 2.899.001 ПЗ					

51. Яворський Б. І. Математичні основи радіоелектроніки. Частина І. Тернопіль: ТПІ імені Івана Пулюя. 1996. 184 с.

52. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.

53. Драган Я. П., Сікора Л. С., Яворський Б. І. Основи сучасної теорії стохастичних сигналів: енергетична концепція, математичний апарат, фізичне тлумачення. Львів: ЕБТЕС, 1999. 132 с.

54. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокадіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах: наукова монографія. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2022. 136 с.

55. Khvostivska L., Khvostivskyi M., Dunets V., Dediv I. (2023) Matematychnе, alhorytmichne ta prohramne zabezpechennia synfaznoho vyjavlennia radiosyhnaliv v elektronnykh komunikatsiinykh merezhakh iz zavadamy [Mathematical, algorithmic and software support of synphase detection of radio signals in electronic communication networks with noises]. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 111, no 3, pp. 48-57.

56. Хвостівська Л.В., Осухівська Г.М., Хвостівський М.О., Шадріна Г.М., Дедів І.Ю. Розвиток методів та алгоритмів обчислення періоду стохастичних біомедичних сигналів для медичних комп'ютерно-діагностичних систем». Вісник НТУУ "КПІ". Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування, (79). С. 78-84. doi: 10.20535/RADAR.2019.79.78-84.

					<i>БДА 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри РТ

к.т.н. Дунець В.Л.

“ 3 ” 06 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: « Цифровий термостат »

Узгоджено:

Керівник дипломного проекту
Хвостівська Л. В.

“ 05 ” 06 2024р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАС-41

Білоус Д. А.

“ 05 ” 06 2024р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Цифровий термостат”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-581 від “03” серпня 2024 р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Білоус Дмитро Анатолійович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка цифрового термостата, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного термостата;
- вибір компонентної бази розроблювального термостата;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної термостата;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Термостат повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 9 В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження термостата повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Термостат повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на термостат конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Термостат повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Термостат повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи термостата повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом термостата і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні термостат повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ДСТУ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект термостата повинно входити: термостат, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 34877 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 1 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 6 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Термостат повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях термостата повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів термостат висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох термостатів кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі частотомірів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження термостатів припиняють. Рішення про подальше виготовлення виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- Приймальний рівень $P_{\alpha} = 0.95$;
- Бракувальний рівень $P_{\mu} = 0.8$;
- Ризик виробника $\alpha = 0.1$;
- Ризик споживача $\beta = 0.2$.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема термостата;
- електрична принципова схема термостата;
- друкована плата термостата;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	7.03.2024
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	12.03.2024
3	Розробка структурної схеми	27.03.2024
4	Розрахунок основних вузлів цифрового термостата	11.04.2024
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного термостата;	24.04.2024
6	Компоновка друкованого вузла	3.05.2024
7	Створення допоміжної документації	7.05.2024
8	Спеціальна частина	8.05.2024
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	10.05.2024
10	Нормоконтроль	25.06.2024
11	Попередній захист КР	12.06.2024
12	Захист КР	26.06.2024

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	<u>Цифровий термостат</u>		
	<u>Конденсатори</u>		
C1-C2	CC0805JRX7R9BB104 «YAGEO»	2	
C3	CC0805JKX7R9BB224 «YAGEO»	1	
C4	CC0805JRNPO9BN101 «YAGEO»	1	
C5	CC0805JKNPO9BN682 «YAGEO»	1	
C6	CC0805JRX7R9BB104 «YAGEO»	1	
C7	CC0805JKX7R9BB224 «YAGEO»	1	
C8	CC0805JRNPO9BN101 «YAGEO»	1	
C9	CC0805JRX7R9BB104 «YAGEO»	1	
C10-C14	TLJA107M006R0500 «AVX»	5	
C15	CC0805JRX7R9BB104 «YAGEO»	1	
C16	TLJA107M006R0500 «AVX»	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1	TL431 «ST MICROELECTRONICS»	1	
DA2	LM317LD13TR «ST MICROELECTRONICS»	1	
DA3	LM358AD-ST «ST MICROELECTRONICS»	1	
DA4	CA3162 «HARRIS»	1	
DA5	LM321 «Texas Instruments»	1	
DA6	L78L09ABUTR «ST MICROELECTRONICS»	1	
DA7	LM79L09F «TAEJIN»	1	
DA8	L78L05ABUTR «ST MICROELECTRONICS»	1	
DD1	CA3161E «HARRIS»	1	
DD2	CD4011 «Texas Instruments»	1	
FU1	Запобіжник 0034.1506 «SCHURTER»	1	

БДА 2.899.000 ПЕЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Білоус Д. А.			Цифровий термостат		
Перевірив		Хвостівська Л. В.					
Рецензор							
Н. Контр.		Марценюк А.С.					
Затвер.		Дунець В. Л.					
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					н	1	2
					ТНТУ, ФПТ каф. РТ зр. РАС-41		
					Перелік елементів		

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка	
FU2	Запобіжник 0001.2534 «SCHURTER»	1		
HG1	7-сегментний індикатор FYT-3631BUHR-21 «FORYARD»	1		
HL1	Світлодіод BL-B51V1 «BRIGHTLED»	1		
	<u>Резистори</u>			
R1	RC0805FR - 4,42 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R2	RC0805FR - 560 Ом ±1 % «YAGEO»	1		
R3	RC0805FR - 106 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R4	KLS4-WH148-1A-2-18T-B103-L15 «KLS»	1		
R5	RC0805FR - 4,42 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R6	3314G-1-103E «BOURNS»	1		
R7	RC0805FR - 470 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R8	RC0805FR - 4,7 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R9	RC0805FR - 100 Ом ±1 % «YAGEO»	1		
R10-R11	RC0805FR - 10,7 кОм ±1 % «YAGEO»	2		
R12	RC0805FR - 567 Ом ±1 % «YAGEO»	1		
R13	RC0805FR - 820 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R14	RC0805FR - 5,1 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R15	RC0805FR - 107 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R16	RC0805FR - 47 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R17	RC0805FR - 107 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R18	RC0805FR - 10 кОм ±1 % «YAGEO»	1		
R19	RC0805FR - 360 Ом ±1 % «YAGEO»	1		
R20-R23	RC0805FR - 10 кОм ±1 % «YAGEO»	4		
R24	RC0805FR - 510 Ом ±1 % «YAGEO»	1		
SA1-SA2	Перемикачі 5FS3S102M2QE «NINIGI»	2		
БДА 2.899.000 ПЕЗ			Арк 2	
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.			
				<u>Документація</u>					
A3			БДА 2.899.001 ЕЗ	Схема електрична принципова					
A4			БДА 2.899.001 ПЕЗ	Перелік елементів					
A2			БДА 2.899.001	Вузол друкований					
				<u>Деталі</u>					
A2	1		БДА 7.161.001	Плата друкована	1				
				<u>Інші вироби</u>					
				<u>Конденсатори</u>					
		2		СС0805JRNPO9BN101 «YAGEO»	2	С4, С8			
		3		СС0805JKNPO9BN682 «YAGEO»	1	С5			
		4		СС0805JRX7R9BB104 «YAGEO»	5	С1,С2,С6,С9,С15			
		5		СС0805JKX7R9BB224 «YAGEO»	2	С3, С7			
		6		TLJA107M006R0500 «AVX»	6	С10-С14,С16			
				<u>Мікросхеми</u>					
		7		TL431 «ST MICROELECTRONICS»	1	DA1			
		8		LM317LD13TR«ST MICROELECTRONICS»	1	DA2			
		9		LM358AD-ST«ST MICROELECTRONICS»	1	DA3			
		10		CA3162 «HARRIS»	1	DA4			
		11		LM321 «Texas Instruments»	1	DA5			
		12		L78L09ABUTR«ST MICROELECTRONICS»	1	DA6			
		13		LM79L09F «TAEJIN»	1	DA7			
БДА 2.899.001									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Друкований вузол на цифровий термостат Специфікація				
Разроб.		Білоус Д. А.					Літ.	Аркцш	Аркцшів
Перевір.		Хвостівська Л. В.					Н	1	3
Н Контр.		Марценюк А.					ВСП ТФК ТНТУ		
Затверд.		Дунець В. Л.					м. Тернопіль		

