

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи з дисципліни
КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАНЬ
для студентів спеціальності
152 „Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка“
денної й заочної форм навчання

2020

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Комп'ютерні системи вимірювань» для студентів спеціальності 152 „Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка“ денної й заочної форм навчання / Укл.: Г.В. Сніжної. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 30 с.

Укладач: Г.В. Сніжної, проф., доктор техн. наук

Рецензент: В.В. Погосов, проф., д-р фіз.-матем. наук

Відповідальний за випуск: А.В. Коротун, доц., канд.фіз.-мат.наук

Затверджено
на засіданні кафедри
мікро- та наноелектроніки

Протокол №5
від “ 20 “ жовтня 2020 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
Протокол №3
від “ 22 “ жовтня 2020 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Порядок виконання курсової роботи	5
2. Вимоги до змісту курсової роботи.	5
3. Вимоги до оформлення курсової роботи.	7
4. Тематика курсових робіт.	8
5. Автоматична система контролю та регулювання температурним режимом.	11
5.1 Загальні відомості.	11
5.2 Терморезистор.	11
5.3 Термопара.	12
5.4 Металевий термометр опору.	13
5.5 Пірометр.	14
5.6. Вимірювачі Регулятори Технологічні (ВРТ) серії 5922. .	15
5.6.1 Призначення і загальні характеристики приладу.	15
5.6.2 Принцип роботи ВРТ.	17
5.6.3 Проведення вимірювань за допомогою ВРТ 5501.	20
5.6.3 Підключення ВРТ 5501 до компютера.	20
5.7 Прилад РМТ 69L.	23
5.8 Елементи управління РМТ 69L.	27
5.9 Основні режими РМТ 69L.	28
Рекомендована література	29

ВСТУП

Розвиток комп'ютерної техніки призвело до такого стану, що персональні комп'ютери зараз широко використовуються для виконання різних видів робіт, в тому числі і метрологічних, для виконання різних вимірювальних операцій і обробки даних, отриманих в результаті вимірювань за допомогою стаціонарних вимірювальних приладів. Але якщо використовувати прилади, які не мають зв'язку з комп'ютером, процес перенесення зібраної інформації в комп'ютер стає дуже трудомістким і виснажливим. Тим часом можна позбутися не тільки від необхідності вручну заносити дані в комп'ютер, але і від зовнішніх громіздких і дорогих приладів взагалі. Для цього необхідні плати збору даних, які візьмуть на себе всю турботу про введення в комп'ютер аналогової і цифрової інформації.

Успіхи в розвитку вимірювальної та обчислювальної техніки і програмування з'явилися передумовами для розробки комп'ютерних систем вимірювання (КСВ), конкурентоспроможних за своїми метрологічними характеристиками, а за економічною ефективністю помітно перевершує традиційні засоби вимірювань. При цьому збір інформації цим же ПК і можливість побудови програмної зв'язку між процесами управління вимірами, збору даних і їх обробки дозволили створити єдиний «технологічний» цикл вимірювання, обробки та збереження інформації. Будь-який комп'ютер, в тому числі і персональний комп'ютер, може перетворитися на потужний вимірювальний комплекс, якщо його забезпечити одним або декількома аналоговими входами. Важливою особливістю комп'ютерного засобу вимірювання є те, що розроблена і відтворена на екрані монітора програмним шляхом попередня панель засобу може повністю копіювати панель традиційного засобу вимірювання, але на відміну від панелі управління традиційного приладу така віртуальна панель може коректуватися як на етапі проектування, так і в процесі експлуатації.

Метою курсової роботи є закріплення одержаних здобувачами в процесі навчання знань з комп'ютерних систем. Перелік тем курсових робіт поданий в тематиці курсових робіт. Студенти обирають тему з запропонованої кафедраю тематики або за номером учбового журналу. Тема також може коригуватися виходячи з побажань роботодавця.

1. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Процес виконання курсової роботи включає наступні етапи: вибір теми, ознайомлення з основними її проблемами, складання плану работ, підбір літератури та фактичного матеріалу, написання та оформлення курсової роботи, захист.

1-й етап - вибір теми курсової роботи. Доцільно та вдало підібрана тема значно сприяє швидкому та успішному написанню курсової роботи. При виборі теми враховується фах студента, вже набутий практичний досвід та професійна орієнтація (особливо, для студентів заочної форм навчання).

2-й етап - складання плану. Це досить важливий та відповідальний етап виконання курсової роботи, оскільки від цього значною мірою залежить якість усієї роботи. План повинен висвітлювати вузлові питання теми кількість питань, що розглядаються, може варіюватися від трьох до п'яти, він має бути чітким та логічно послідовним.

3-й етап - підбір та вивчення літератури. На цьому етапі студенти складають бібліографію, в якій виділяють головні й визначальні літературні джерела, вивчення яких необхідне для написання роботи.

4-й етап - написання та оформлення роботи. Зібраний матеріал групують, обробляють та систематизують відповідно до плану. На цьому етапі уточнюються структура курсової роботи та підбирається ілюстративний матеріал. Після цього пишеться чорновий варіант роботи, який піддається літературній обробці та редагуванню.

5-й етап - захист курсової роботи. При захисті курсової роботи студент повинен розкрити зміст теми, продемонструвати добре знання рішення проблеми, відповісти на поставленні запитання. Після захисту курсова робота одержує оцінку, яка ставиться в екзаменаційну відомість та залікову книжку студента.

2. ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Виконуючи курсову роботу (КР) студент повинен провести теоретичні дослідження та практичні розрахунки для рішення поставленої проблеми. Загальні вимоги до структури та правила оформлення курсової роботи наведені в СТП 15-1 «Пояснювальна

записка до курсових та дипломних проектів (робіт)». Структура КР: вступна частина, основна частина і додатки. Вступна частина містить такі структурні елементи: титульний лист; завдання на КР; реферат; зміст; перелік умовних позначень (символів, одиниць, скорочень і термінів). Основна частина містить такі структурні елементи: вступ, теоретична та практична частини, висновки і перелік посилань. Додатки розміщують після основної частини КР. Перелік посилань і джерел, на які є посилання в основній частині КР наводять у юнці тексту КР, починаючи з нової сторінки. Бібліографічні описи посилань у переліку наводять відповідно до стандартів з бібліографічної справи.

Робота повинна мати чітку та логічну побудову.

У вступі до курсової роботи має бути обґрунтована актуальність обраної теми, коротко охарактеризовані стан проблеми та питання, що вимагають вирішення, чітко сформульовані мета та завдання курсової роботи, визначена методологія дослідження, вказані джерела інформації, що була використана автором при підготовці та написанні курсової роботи.

Теоретична частина передбачає глибоке всебічне розкриття змісту обраної теми, її найважливіших питань та проблем. Головна вимога - показати як висвітлюються ці проблеми в літературі з питань комп'ютерних систем вимірювання (КСВ), викласти різні точки зору і зробити їх критичний аналіз. Виклад теорії має відповідати сучасному рівню розвитку комп'ютерних систем вимірювання. Рекомендується використовувати лише літературу останніх років видання. Кожну тему курсової роботи необхідно розглядати з позицій сучасності, теоретичні положення супроводжувати аналізом статистичних даних, прикладами з практики. Необхідно продемонструвати вміння самостійно робити висновки на основі вивченої літератури, зібраного, обробленого та узагальненого конкретного матеріалу.

Основний розділ роботи - проектна частина. Характер та зміст запропонованих заходів визначається темою курсової роботи. Розробки повинні витекти з проведеного аналізу, відповідно з тими теоретичними положеннями, які були засвоєнні студентами при вивченні дисциплін учбового плану даної спеціальності. При розробці та опису запропонованих заходів, треба виконувати розрахунки, обґрунтування, приводити докази, використовуючи фактичні дані, нормативні та інші матеріали. При розрахунку ефективності запропонованих заходів, повинні бути показані технічні, технологічні,

організаційні, економічні, соціальні та інші перевага прийнятих рішень порівняно з існуючими варіантами.

Проектну частину треба закінчити короткими висновками, які уявляють собою положення та рішення з даної роботи.

У висновках підводять підсумки проведених розробок, показують їх практичну цінність, указуючи область використання та можливості подальшого розвитку.

Складовою частиною курсової роботи являється список використаної літератури, який включає основні джерела, нормативні документи та інші матеріали, використанні в процесі роботи.

Курсова робота може мати в собі додатки, куди включають матеріали, які підтверджують основні положення роботи підприємства.

3. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Загальне оформлення курсової роботи, написання формул, використання скорочень, цитат, посилань, виносков, оформлення таблиць, схем діаграм, додатків, списку літератури виконується відповідно до бібліографічних вимог і стандартів.

Обсяг роботи: 35-40 друкованих пронумерованих сторінок (перша сторінка - титульний аркуш). Текст оформлюють на аркушах формату А-4 (210х297), друкують 14 кегль через 1,5 інтервали. Поля: верхнє і нижнє - 20 мм, праве - 10 мм, лівє - 20 мм. Усі ілюстрації, таблиці і формули нумерують арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Нумерація складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації (таблиці, формули), відокремлених крапкою (наприклад, 2.2 - другий рисунок другого розділу). Номер і назву ілюстрації розміщують під ілюстрацією: «Рисунок 2.2 - далі назва». Номер і назву таблиці розміщують над таблицею.

Слово «Таблиця» вказують один раз справа над першою частиною таблиці, над іншими частинами тієї самої таблиці, розміщеної на наступних сторінках, пишуть «Продовження таблиці» із зазначенням номера таблиці. Заголовки граф таблиці починаються з великої літери, а підзаголовки - з малої, якщо вони складають одне речення із заголовком. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери. Заголовки і підзаголовки граф указують в однині. На всі ілюстрації і таблиці, наведені в розділі, мають бути

посилання в текстовій частині. Переліки можуть бути наведені всередині пунктів або підпунктів. Перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру української абетки з дужкою (другий рівень деталізації). Переліки першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу. Другого рівня - з відступом відносно місця розташування переліків першого рівня.

У тексті не дозволяється скорочувати слова, за винятком загальноприйнятих. Необхідно давати розшифровку означень у формулах і вказувати їх одиниці виміру.

Додатки слід розміщувати в кінці роботи і позначати послідовно великими літерами української абетки, наприклад, «Додаток А», «Додаток Б» тощо. Додатки повинні мати спільну з рештою матеріалу наскрізну нумерацію сторінок.

4. ТЕМАТИКА КУРСОВИХ РОБІТ

Тема 1. Мікропроцесорні контролери – основна частина КСВ.

1. Класифікація і структура контролерів.
2. Контролери модульні, каркасні.
3. Мікроконтролери.
4. Класифікація мікропроцесорів.

Тема 2. Програмне забезпечення інформаційно-вимірювальних і управляючих систем.

1. SCADA-системи.
2. MES-системи, ERP-системи, 5. OLAP-системи.
3. Програмне забезпечення автоматизованих систем управління технологічним процесом (АСУТП).

Тема 3. Вимоги до пристроїв відображення графічної інформації з погляду людино-машинного інтерфейсу.

1. Аналіз вимог до пристроїв відображення графічної інформації.
2. Відтворення інформації як процес моделювання реального об'єкта.
3. Діапазони функціональних параметрів пристроїв відображення графічної інформації.

Тема 4. Математичне моделювання процесу вимірювання в КСВ

1. Математичні моделі КСВ.
2. Приклади розробки математичної моделі.

Тема 5. Особливості метрологічного забезпечення КСВ.

1. Інформаційно-вимірювальні системи.
2. Призначення і види КСВ.
3. Особливості метрологічного забезпечення КСВ.

Тема 6. Методи визначення метрологічних характеристик КСВ.

1. Принципи та особливості нормування МХ.
2. Експериментальне визначення метрологічних характеристик.
3. Алгоритм обробки результату вимірювань (приклад).

Тема 7. Основні вимоги до сучасних КСВ.

1. Особливості сучасних багатоканальних КСВ.
2. Технічний рівень КСВ.
3. Концепція КСВ. Склад КСВ.
4. Склад мережних засобів.
5. Засоби проектування. Архітектура. Фізична структура КСВ.

Тема 8. Інформаційний масштаб КСВ.

1. Операторська станція. Архівна станція.
2. Станція аналізу. Розрахункова станція.
3. Інженерна станція. Приладова станція.
4. Самодіагностика і резервування.

Тема 9. Класифікація аналогово-цифрових перетворювачів та їх характерні особливості.

1. Області застосування АЦП.
2. Порозрядні АЦП для систем збору і обробки даних.
3. АЦП для прецизійних промислових систем і вимірювальної апаратури.
4. АЦП для телефонії і аудіосистем.

Тема 10. Інтерфейси.

1. Класифікація інтерфейсів між оператором і комп'ютером.
2. Інтерфейси передачі даних. Послідовний інтерфейс USB.
3. Інтерфейс RS – 232. Інтерфейс RS–485.

Тема 11. КСВ в робототехніці

Тема 12. КСВ в системах управління технологічними процесами.

Тема 13. Промислові контролери в КСВ, розвиток, перспективи.

Тема 14. КСВ як частина САК (систем автоматичного керування).

Тема 15. Комп'ютерні вимірювальні технології в машинобудівному виробництві

Тема 16. Комп'ютерні вимірювальні технології в транспортних системах

Тема 17. Комп'ютерні вимірювальні технології в лабораторії контролю якості

Тема 18. Комп'ютерні вимірювальні технології в авіації

Тема 19. Комп'ютерні вимірювальні технології в наоіндустрії

Тема 20. Комп'ютерні вимірювальні технології в медицині та біотехнологіях

Тема 21. Комп'ютерні вимірювальні технології в наукових дослідженнях

Тема 22. Комп'ютерні вимірювальні технології в енергетиці

Тема 23. Комп'ютерні вимірювальні технології в нафтогазовій галузі

Тема 24. Комп'ютерні вимірювальні технології в харчовій промисловості

Тема 25. Комп'ютерні вимірювальні технології в хімічній промисловості

Тема 26. Комп'ютерні вимірювальні технології в телекомунікаціях

Тема 27. Комп'ютерні вимірювальні технології в робототехніці

Тема 28. Комп'ютерні вимірювальні технології в охороні наоколишнього середовища

Тема 29. Комп'ютерні вимірювальні технології в електронній промисловості

5. АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА РЕГУЛІРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ

5.1 Загальні відомості

Контроль температури необхідний для забезпечення належної роботи різних установок, коли необхідно мати точне уявлення про температуру різних окремих частин і вузлів електромашин, трансформаторів та інших пристроїв. При виробництві пуско-налагоджувальних випробувань здійснюються також визначення температур для уточнення інформації про: опір постійному струму; діелектричних втратах; стані ізоляції.

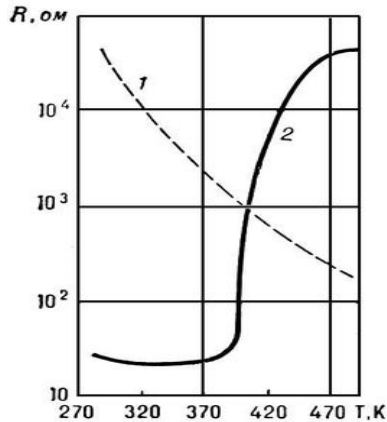
Серед найбільш поширених методів контролю температури варто виділити т.зв. метод термометра, коли дослідження проводяться за допомогою спеціального приладу, у вигляді складається з запаяної колби (варіант - балончик з капіляром) і відповідної шкали термометра (спиртового, ртутного і ін.). При визначеннях цим методом чутливий елемент (або ж резервуар) термометра повинен безпосередньо контактувати з поверхнею вимірюваного об'єкта.

Важливо розуміти, що такий метод непридатний, коли температура нагріву досліджуваного апарату або вузла може істотно змінитися через присутність термометра. Для таких випадків передбачається застосування термопар. Існують і інші методи контролю температури, наприклад, метод вимірювань опору.

5.2 Терморезистор

Терморезистор - напівпровідниковий резистор, в якому використовується залежність електричного опору напівпровідникового матеріалу від температури (рис. 2.1).

Для терморезистора характерні великий температурний коефіцієнт опору (ТКО) (в десятки разів, що перевищує цей коефіцієнт у металів), простота пристрою, здатність працювати в різних кліматичних умовах при значних механічних навантаженнях, відносно невисока довготривала стабільність характеристик. Терморезистор виготовляють у вигляді стрижнів, трубок, дисків, шайб, бусинок і тонких пластинок переважно методами порошкової металургії. Їх розміри можуть варіюватися в межах від 1-10 мкм до 1-2 см.



1 - $TKO < 0$; 2 - $TKO > 0$

Рисунок 5.1 - Залежність опору терморезистора від температури

Основними параметрами терморезистора є: номінальний опір, температурний коефіцієнт опору, інтервал робочих температур, максимально допустима потужність розсіювання. Терморезистор був винайдений Самюелем Рубеном в 1930 році. Розрізняють терморезистори з негативним (термістори) і позитивним (позистора) ТКС. Їх ще називають NTC-термістори (Negative temperature coefficient) і PTC-термістори (Positive temperature coefficient) відповідно. У позисторов з ростом температури зростає опір, а у термісторів - навпаки: при збільшенні температури опір падає.

5.3 Термопара

Термопара (термоелектричний перетворювач) - пристрій, що застосовується для вимірювання температури в промисловості, наукових дослідженнях, медицині, в системах автоматики. Міжнародний стандарт на термопари МЕК 60584 (п.2.2) дає наступне визначення термопари: Термопара - пара провідників з різних матеріалів, з'єднаних на одному кінці і формують частину пристрою, що використовує термоелектричний ефект для вимірювання температури.

Принцип дії заснований на ефекті Зеебека або, інакше, термоелектричному ефекті. Між з'єднаними провідниками є контактна різниця потенціалів; якщо стики пов'язаних в кільце провідників

знаходяться при однаковій температурі, сума таких різниць потенціалів дорівнює нулю. Коли ж стики знаходяться при різних температурах, різниця потенціалів між ними залежить від різниці температур. Коефіцієнт пропорційності в цій залежності називають коефіцієнтом термо-ЕРС. У різних металів коефіцієнт термо-ЕРС різний і, відповідно, різниця потенціалів, що виникає між кінцями різних провідників, буде різна. Помістивши спай з металів з відмінними коефіцієнтами термо-ЕРС в середу з температурою T_1 , ми отримаємо напругу між протилежними контактами, які перебувають при іншій температурі T_2 , яке буде пропорційно різниці температур T_1 і T_2 .

Переваги термопар:

- висока точність вимірювання значень температури (аж до $\pm 0,01$ °C);
- великий температурний діапазон виміру: від -250 °C до 2500 °C;
- простота;
- дешевизна;
- надійність.

Недоліки:

- ефект Пельтьє (в момент зняття показань, необхідно виключити протікання струму через термопару, так як струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий спай і розігріває холодний);
- залежність ТЕДС від температури нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу;
- виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур, механічних напружень, корозії і хімічних процесів в провідниках призводить до зміни градуовальної характеристики і похибок до 5 K.

5.4 Металевий термометр опору

Являє собою резистор, виконаний з металевого дроту або плівки і має відому залежність електричного опору від температури. Найбільш поширений тип термометрів опору - платинові термометри. Це пояснюється тим, що платина має стабільну і добре вивчену залежність опору від температури і високу стійкість до окислення, що забезпечує їх високу відтворюваність. Еталонні термометри

виготовляються з платини високої чистоти з температурним коефіцієнтом 0,003925. В якості робочих засобів вимірювань застосовуються також мідні і нікелеві термометри. Початкове опір виготовленого терморезистора може бути будь-яким. Промислові платинові термометри опору в більшості випадків вважаються мають стандартну залежність опір-температура (НСХ), що обумовлює похибка не більше $0,1^{\circ}\text{C}$ (клас АА при 0°C). Термометри опору, виготовлені у вигляді напилень на підкладку плівки, відрізняються підвищеною віброміцністю, але меншим діапазоном робочих температур. Максимальний діапазон, в якому встановлені класи допуску платинових термометрів для дротяних чутливих елементів становить 660°C (клас С), для плівкових 600°C (клас С).

Переваги термометрів опорів:

- висока точність вимірювань (зазвичай краще $\pm 1^{\circ}\text{C}$), може доходити до 0,13 тисячних $^{\circ}\text{C}$ (0,00013);

- можливість виключення впливу зміни опору ліній зв'язку на результат вимірювання при використанні 3-х або 4-х провідної схеми вимірювань;

- практично лінійна характеристика.

Недоліки термометрів опорів:

- малий діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами);
- дорожнеча (в порівнянні з термопарами з неблагородних металів, для платинових термометрів опору типу ТСП);

- потрібно додаткове джерело живлення для завдання струму через датчик.

5.5 Пірометр

Пірометр - прилад для безконтактного вимірювання температури тіл. Принцип дії заснований на вимірюванні потужності теплового випромінювання об'єкта вимірювання переважно в діапазонах інфрачервоного випромінювання і видимого світла.

Пірометри застосовують для дистанційного визначення температури об'єктів в промисловості, побуті, сфері ЖКГ, на підприємствах, де велике значення набуває контроль температур на різних технологічних етапах виробництва (сталеливарна промисловість, нафтопереробна галузь). Пірометри можуть виступати в ролі засобу безпечного дистанційного вимірювання температур

розпечених об'єктів, що робить їх незамінними для забезпечення належного контролю у випадках, коли фізична взаємодія з контрольованим об'єктом неможливо через високі температури. Їх можна застосовувати в якості теплолокаторів (вдосконалені моделі), для визначення областей критичних температур в різних виробничих сферах.

Пірометри можна розділити за кількома основними ознаками:

- Оптичні. Дозволяють візуально визначати, як правило, без використання спеціальних пристроїв, температуру нагрітого тіла, шляхом порівняння його кольору з кольором еталонної нитки;
- Радіаційні. Оцінюють температуру за допомогою перерахованого показника потужності теплового випромінювання. Якщо пірометр вимірює в широкій смузі спектрального випромінювання, то такий пірометр називають пірометром повного випромінювання;
- Кольорові (інші назви: мультиспектральні, спектрального відношення) - дозволяють робити висновок про температуру об'єкта, ґрунтуючись на результатах порівняння його теплового випромінювання в різних діапазонах;
- Низькотемпературні. Мають здатність показувати температури об'єктів, що володіють навіть від'ємними значеннями цього параметра;
- Високотемпературні. Оцінюють лише температуру сильно нагрітих тіл, коли визначення «на око» неможливо. Зазвичай мають сильне зміщення на користь «верхнього» межі вимірювання.

5.6. Вимірювачі Регулятори Технологічні (ВРТ) серії 5922

5.6.1 Призначення і загальні характеристики приладу

ВРТ призначені для вимірювання, контролю та регулювання температури та інших неелектричних величин, перетворених в електричні сигнали сили, напруги постійного струму і активний опір постійному струму.

ВРТ можуть бути використані в різних технологічних процесах промисловості. ВРТ є мікропроцесорними, переконфігуровуваними споживачем приладами, з індикацією поточних значень перетворюються величин і призначені для функціонування, як в автономному режимі, так і спільно з іншими приладами, об'єднаними в локальну комп'ютерну мережу. Перегляд і зміна параметрів конфігурації ВРТ проводиться як з кнопочової клавіатури, так і за

допомогою програми «Налаштування приладів серії ВРТ 5900 і ПІМ 0399» при підключенні приладів до комп'ютера.

Зв'язок приладу з комп'ютером здійснюється по інтерфейсу RS 232 або RS 485, тип інтерфейсу вказується при замовленні приладу. Індикація вимірюваних величин в IPT відбувається на основному світлодіодному індикаторі (СД-індикаторі). На додатковому чотирехразрядном СД-індикаторі може відображатися одна з трьох уставок або значення параметра конфігурації. Індикація спрацьовування реле здійснюється за допомогою одиничних СД-індикаторів. ВРТ здійснюють контроль достовірності вхідних сигналів (рис. 5.2).

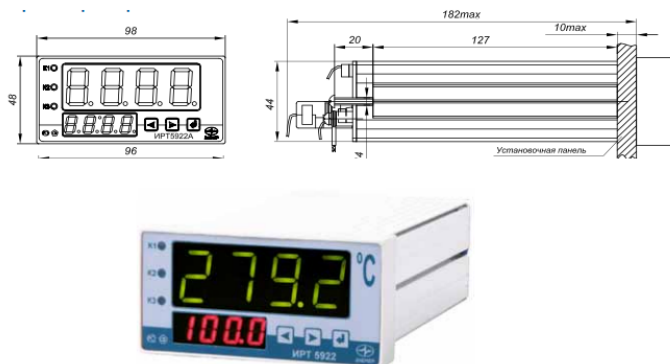


Рисунок 5.2 - Загальний вигляд і габаритні розміри приладу ВРТ

ВРТ призначені для роботи з уніфікованими вхідними електричними сигналами у вигляді постійного струму 0...5, 0...20 або 4...20 мА, з термопреобразователями опору (ТО) і перетворювачами термоелектричними (ТП), а також для вимірювання напруги постійного струму до 100 мВ і опору постійному струму до 320 Ом.

До складу ВРТ входить вбудований джерело напруги 24 В, призначений для живлення первинних перетворювачів з уніфікованим вихідним сигналом постійного струму.

ВРТ мають:

- три уставки (можливість зміни уставок захищена від несанкціонованого доступу);

- три канали управління електричними ланцюгами.

ВРТ стійкі і міцні до впливу температури навколишнього повітря від мінус 10 до плюс 50 ° С. ВРТ стійкі і міцні до впливу вологості до 95 і 98 % при температурі навколишнього повітря плюс 35 °С відповідно. ВРТ стійкі і міцні до впливу синусоїдальної вібрації в діапазоні частот від 1 до 100 Гц при амплітуді віброприскорення 20 м/с². ВРТ не мають конструктивних елементів і вузлів з резонансними частотами від 5 до 25 Гц. ВРТ стійкі і міцні до впливу механічних ударів одиночної дії з піковим ударним прискоренням 20 м/с², тривалістю ударного імпульсу від 2 до 20 мс і загальною кількістю ударів 30. ВРТ стійкі і міцні до впливу механічних ударів багаторазової дії з піковим ударним прискоренням 30 м/с², з кращою тривалістю дії ударного прискорення 10 мс (допускається тривалість - від 2 до 20 мс) і кількістю ударів в кожному напрямку 20.

ВРТ 5922 з додаванням в шифрі індексу «А», «А/Д» або «А/М» (підвищеної надійності) виконані у виконанні для АЕС, використовуються в складі систем управління технологічними процесами атомних електростанцій (АЕС).

5.6.2 Принцип роботи ВРТ

До складу ВРТ входять модулі:

- модуль імпульсного блоку живлення (з гальванічною розв'язкою від мережі) і комутації, з трьома реле каналів сигналізації;
- модуль індикації та клавіатури;
- модуль АЦП;
- модуль ПВІ з гальванічною розв'язкою;
- модуль інтерфейсів RS 232 або 485 з гальванічною розв'язкою;
- блок реле;
- мікропроцесорний блок управління.

1) Модуль імпульсного блоку живлення перетворює мережеве напруга 220 В частотою 50 Гц в постійні стабілізовані напруги для живлення модулів індикації і клавіатури, АЦП, інтерфейсів RS 232/485, блоку реле, блоку управління. Кнопка виключення живлення не передбачена, так як ВРТ призначений для роботи в безперервному режимі.

2) Модуль індикації та клавіатури призначений для:

- візуалізації результатів вимірювань і параметрів конфігурації ВРТ;

- виведення цифрової і символної інформації про поточний стан приладу;

- керування роботою приладу за допомогою кнопок, розташованих на лицьовій панелі.

3) Модуль АЦП призначений для перетворення вхідного аналогового сигналу від різних типів первинних перетворювачів в цифровий код і передачі його в мікропроцесорний блок управління. На платі модуля АЦП знаходиться вбудований стабілізатор напруги 24 В (з гальванічною розв'язкою), який забезпечує живлення вимірювальних перетворювачів.

4) Модуль ПВІ призначений для перетворення цифрового коду, що надходить від мікроконтролера управління через оптронна розв'язку в уніфікований сигнал постійного струму. значення якого може здаватися в трьох діапазонах 0 до 5,4 мА, 0 до 21,5 мА, 3,5 до 21,5 мА.

5) Модуль інтерфейсу RS 232 або RS 485 призначений для зв'язку з комп'ютером і забезпечує двосторонній обмін даними з зовнішніми пристроями через стандартні інтерфейси RS 232 або RS 485. Схеми підключення IPT до комп'ютера наведені на рис. 5.3.

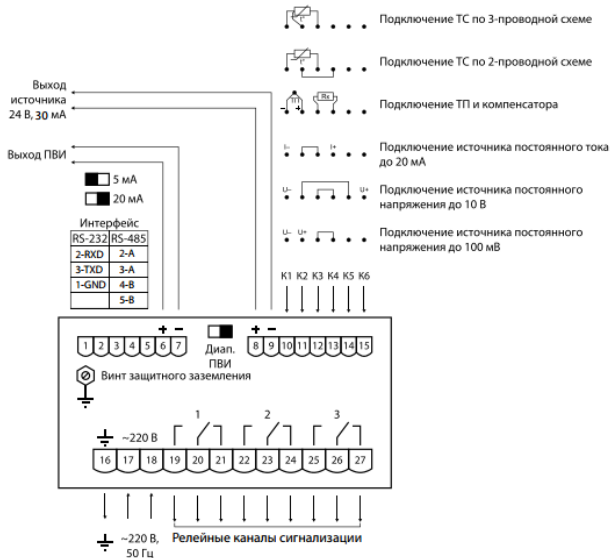


Рисунок 5.3 - Схема електричних підключень приладу ВРТ

6) Блок реле містить три виконавчих реле («K1», «K2», «K3») і призначений для управління зовнішніми виконавчими пристроями, підключеними до приладу.

7) Мікропроцесорний блок управління містить мікроконтролер, ППЗУ з програмним забезпеченням, незалежне пристрій і виконує наступні функції:

- перетворення цифрового коду у відповідне значення вимірюваної величини (масштабування, витяг квадратного кореня, лінеаризацію);
- аналіз результату поточного вимірювання в режимі реального часу;
- управління процесами взаємодії між модулями IPT;
- управління станом реле за результатами вимірювань;
- висновок поточного значення вимірюваної величини або значень уставок на індикатори;
- опитування клавіатури;
- управління модулем інтерфейсів RS 232 або 485.

На лицьовій панелі BPT знаходяться:

- основний СД-семісегментний індикатор з висотою символів 14 мм;
- чотирьохрозрядний зеленого світіння для BPT 5922, BPT 5922A;
- чотирьохрозрядний зеленого / червоного / жовтого світіння для IPT 5922Д, IPT 5922A / Д;
- п'ятирозрядний зеленого світіння для IPT 5922М, BPT 5922A/М;
- додатковий чотирьохрозрядний семісегментний СД-індикатор червоного світіння, з висотою символів 8 мм;
- індикатор «K1» - одиничний СД-індикатор стану 1-го реле;
- індикатор «K2» - одиничний СД-індикатор стану 2-го реле;
- індикатор «K3» - одиничний СД-індикатор стану 3-го реле;

У режимі вимірювання на основному індикаторі відображається поточне значення вимірюваного параметра, на додатковому індикаторі відображається одна з трьох можливих уставок. Числові значення виводяться на індикатор з плаваючою десятковою крапкою, розрядність перемикається автоматично.

У режимі програмування на основному індикаторі відображається значення параметрів, що задаються, мнемонічне позначення яких висвічується на додатковому індикаторі.

Індикатори «K1», «K2», «K3» відображають стан реле комутованих каналів сигналізації. Сяючі індикатори інформують про включеному стані реле.

На задній панелі ІРТ розташовані:

- роз'ємні клемні колодки для підключення електроживлення, ланцюгів комутації, первинних перетворювачів, струмових навантажень і кабелю;
- перемикач діапазону вихідного сигналу ПВІ;
- затиск захисного заземлення.

Прилади ІРТ серії 5922 успішно пройшли всі перевірки і отримали відповідні сертифікати (дозвіл на виготовленні, сертифікат затвердження типу, сертифікат відповідності), які можна побачити в додатку А-Г.

5.6.3 Проведення вимірювань за допомогою ВРТ 5501

Під час виконання курсової роботи потрібно провести ряд випробувань за допомогою ВРТ 5501.

Зробити настройку, використовуючи пункти меню реєстратора:

- Через пункт меню «Налаштування уставок» налаштували уставки вхідного каналу: уставку 1 на 80С, уставку 2 на 60С, уставку 3 на 75С, гістерезис на 5С. Для завдання уставок і гістерезиса були виконані наступні дії:

- включення ІРТ натисканням на ^, або на «<»;
- введення пароля "0000";
- вибираємо «ТЕМП1», натискаємо підтвердити і налагоджуємо необхідні значення температури, вказане в завданні, підтверджуємо обрані значення. Таким же способом встановлюються «ТЕМП2» і «ТЕМП3».

При необхідності здійснюється скидання параметрів, паролем «0001» або введенням пароля неправильно 2 рази. Через пункт меню «Налаштування» вхідний канал налаштували відповідно до типу датчика.

5.6.3 Підключення ВРТ 5501 до комп'ютера

Для зв'язку реєстратора з комп'ютером необхідна програма роботи з реєстратором ІРТ 5501 "irt.exe". Контроль даних за

допомогою кнопки «Читання» всіх налаштувань, що представлено на рис. 5.4.

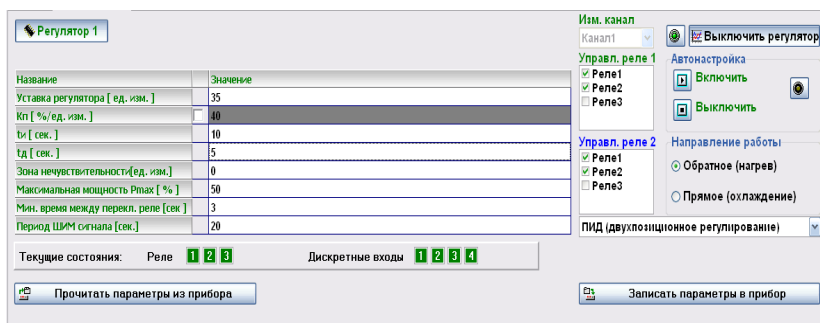


Рисунок 5.4 - Зчитування заданих параметрів за допомогою програми "irt.exe"

У програмі "irt.exe" в закладці «Вимірювання» можна отримати графік нагріву. Для зручності вибираємо відповідний масштаб вимірювання і час. Крива нагріву представлена на рис. 5.5.

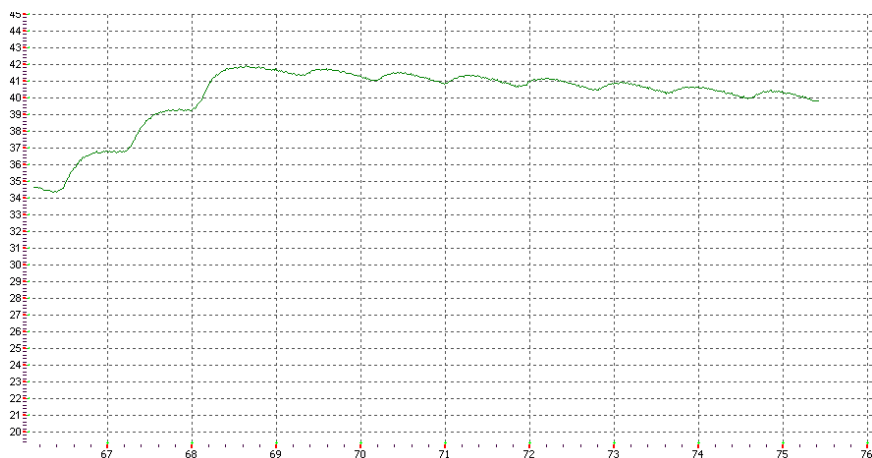


Рисунок 5.5 - Зчитування «Крива нагріву» ($P_{max} = 50\%$)

При отриманні кривої необхідно розрахувати коефіцієнти настройки для різних видів регулятора. Використовуючи отриманий

графік вибираємо амплітуду коливань $A = 0.45 \text{ }^{\circ}\text{C}$, час коливань $t_c = 0.65 \text{ сек.}$

для П-регулятора $K = 0,45 / A$, (1)

$$K = 0,45 / 0,45 = 1;$$

для ПД-регулятора $K = 0,45 / A$, $T_d = 0,05 * t_c$, (2)

$$K = 0,45 / 0,45 = 1, T_d = 0,05 * 0.65 = 0.0325;$$

для ПІ-регулятора $K = 0,4 / A$, $T_i = 0,8 * t_c$, (3)

$$K = 0,4 / 0,45 = 0.8889, T_i = 0,8 * 0.65 = 0.52;$$

для ПІД-регулятора $K = 0,55 / A$, $T_i = 0,5 * t_c$, $T_d = 0,12 * t_c$,

$$K = 0,55 / 0,45 = 1,2222, T_i = 0,5 * 0.65 = 0.325, T_d = 0,12 * 0.65 = 0.078.$$

Але, для отримання кращого результату, зменшення осциляцій, амплітуди і приблизно одного діапазону температур, збільшимо значення $P_{\max}$ до 100%. Тоді ми отримуємо графік який наведено нижче (рис.5.6).

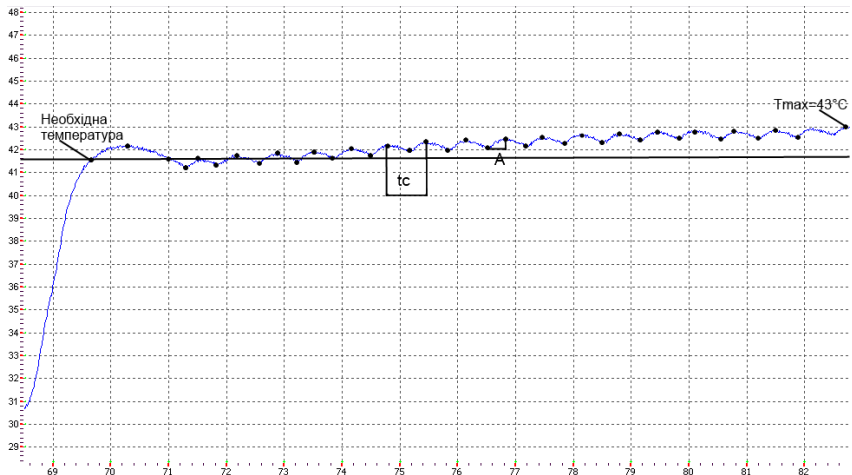


Рисунок 5.6 - Крива нагрівання при збільшенні максимальної потужності в 2 рази ($P_{\max} = 100\%$)

Відповідно до отриманої графіком зробимо розрахунок похибки нагріву. Результати представлені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Похибка нагріву

№	Температура, °C	Час, хв.	Похибка, °C
1	41.5	69.6	0
2	42.2	70.3	+0.7
3	41.5	71	0
4	41.1	71.3	-0.4
5	41.6	71.5	+0.1
6	41.3	71.8	-0.2
7	41.7	72.2	+0.2
9	41.4	72.5	-0.1
10	41.8	72.9	+0.3
11	41.45	73.3	-0.05
12	41.55	73.8	+0.05
13	42.1	74.3	+0.6

Далі проводимо аналогічний попередньому розрахунок коефіцієнтів настройки для різних видів регулятора. Використовуючи отриманий графік вибираємо амплітуду коливань $A = 0.5^\circ \text{C}$, час коливань $t_c = 0.6 \text{ сек}$..

для П-регулятора $K = 0,45 / A$,

$$K = 0,45 / 0,5 = 0,9;$$

для ПД-регулятора $K = 0,45 / A$, $T_d = 0,05 * t_c$,

$$K = 0,45 / 0,5 = 0,9, T_d = 0,05 * 0,6 = 0,03;$$

для ПІ-регулятора $K = 0,4 / A$, $T_i = 0,8 * t_c$,

$$K = 0,4 / 0,5 = 0,8, T_i = 0,8 * 0,6 = 0,46;$$

для ПІД-регулятора $K = 0,55 / A$, $T_i = 0,5 * t_c$, $T_d = 0,12 * t_c$,

$$K = 0,55 / 0,5 = 1,1, T_i = 0,5 * 0,6 = 0,3, T_d = 0,12 * 0,6 = 0,072.$$

5.7 Прилад PMT 69L

PMT 69L призначений для вимірювання, реєстрації та контролю температури та інших неелектричних величин, перетворених в електричні сигнали сили і напруги постійного струму або активний опір. PMT 69L використовується в різних технологічних процесах промисловості та енергетиці.

PMT 69L конфігурується по типу вхідного сигналу, діапазонів вимірюваної величини і типу шкали з допомогою клавіатури, послідовного інтерфейсу або з Multimediacard (MMC-карти) зі

збереженням параметрів конфігурації при відключенні PMT 69L від мережі живлення.

PMT 69L здійснює функцію сигналізації й автоматичного регулювання контрольованих параметрів. Кількість уставок в кожному каналі - 2. Процедура зміни уставок захищена від несанкціонованого доступу паролем.

Виконавчі реле каналів сигналізації забезпечують комутацію:

- змінного струму частоти:мережний
- при напрузі 250 До 5 А на активне навантаження,
- при напрузі 250 До 2 А на індуктивну навантаження ($\cos\phi \geq 0,4$);
- постійного струму:
- при напрузі 250 До 0,1 А на активну та індуктивне навантаження,

- при напрузі 30 До 2 А на активну та індуктивне навантаження.

- мінімальне комутоване напруга 5 при струмі ≥ 10 мА.

PMT 69L має загальнопромислове виконання:

- з модулем живлення 24 В;
- з модулем живлення 36 В;
- без модуля живлення.

Вимірювальні канали PMT 69L призначені для роботи з уніфікованими вхідними електричними сигналами у вигляді постійного струму 0...5, 0...20 або 4...20мА, з термо перетворювачами опору (ТЗ) і термоелектричними перетворювачами (ТП), а також для вимірювання напруги постійного струму від 0 до 100 мВ і опору постійному струму від 0 до 320 Ом.

Залежність вимірюваної величини від вхідного сигналу PMT 69L може бути лінійна, з функцією усереднення (демпфування), з функцією обчислення різниці двох сигналів, а для вхідного уніфікованого сигналу також і з функцією вилучення квадратного кореня.

До складу PMT 69 входять:

- модуль живлення з вузлом інтерфейсу;
- модуль шестиканального АЦП (канали АЦП гальванічно розв'язані);
- модуль реле і дискретних входів;
- модуль індикації;
- кольоровий рідкокристалічний дисплей;

- приймач ММС-карти.

Імпульсний блок живлення перетворює сіткова напруга 220 В частотою 50 гц постійні стабілізовані напруги +7 +24 В для живлення модулів індикації, АЦП, реле і дискретних входів. Вимкнення живлення не передбачено, оскільки РМТ 69 призначений для роботи в безперервному режимі. Розміщений на модулі живлення вузол інтерфейсу призначений для зв'язку з персональним комп'ютером і забезпечує двосторонній обмін даними з зовнішніми пристроями через комбіновані стандартні інтерфейси RS 232 або RS 485. Схеми підключення РМТ 69 до комп'ютера відповідають наведеним у додатку.

Модуль шестиканального АЦП призначений для перетворення вхідних аналогових сигналів в цифровий код, перерахунку коду в фізичну величину згідно з обраним типом датчика і одиницею виміру, передачі вимірюваних величин в модуль індикації по командам запиту даних.

Модуль реле і дискретних входів управляє включенням вимиканням реле по командам від модуля індикації, опитує стан дискретних входів і отриману інформацію про їх стан передає в модуль індикації.

Кожен вхід дозволяє перевіряти стан сухого контакту. Стан сухого контакту перевіряється вбудованим джерелом напруги. При цьому в перевіряється ланцюга виникає струм не більше 20 мА.

Модуль індикації є головним керуючим пристроєм РМТ 69. У його склад входять мікроконтроллер, оперативне запам'ятовуючий пристрій, таймер реального часу, який можна перепрограмувати електрично пральні пристрій зберігання службової інформації, флеш-пам'ять вимірюваних даних на 64 Мб, контролер з кольоровим рідкокристалічним дисплеєм, лінійні стабілізатори живлення, імпульсний перетворювач напруги, перетворювач RS 485, поодинокі світлодіодні індикатори, кнопкова клавіатура.

Кольоровий рідкокристалічний дисплей має розмірність 320x240 пікселів (точок). На ньому відображається службова інформація про режими роботи РМТ 69, виміряні дані, вміст архіву даних.

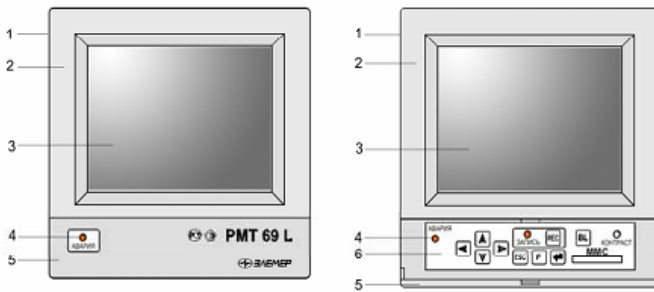
РМТ 69 має дві незалежні уставки на кожен вимірювальний канал, які можуть бути як верхніми і нижніми і можуть бути пов'язані з будь-яким виконавчим реле. Виконавчі реле працюють відповідно до

внутрішньої таблицею зв'язків реле й уставок каналів, що редагується користувачем.

Модуль інтерфейсу призначений для зв'язку EOM і забезпечує двосторонній обмін даними з зовнішніми пристроями через комбіновані стандартні інтерфейси RS 232 або RS 485.

Основні конструктивні та керуючі елементи приладу, а також роз'єми, доступні користувачеві, розташовані на передній і задній панелях приладу.

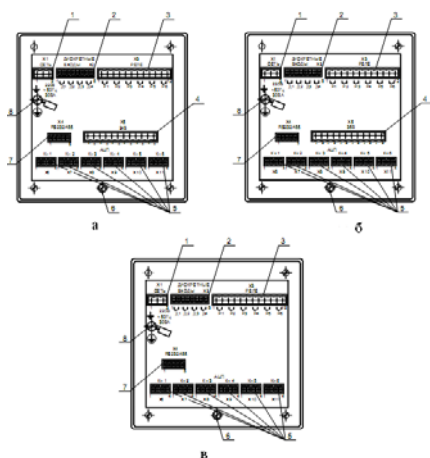
На рисунку 5.7 представлений загальний вигляд приладу спереду в двох варіантах: з закритою (малюнок ліворуч) і з відкритою відкидний декоративною панеллю.



1 - корпус; 2 - лицьова панель; 3 - рідкокристалічний дисплей; 4 - індикатор "АВАРІЯ"; 5 - відкидна декоративна панель; 6 - панель управління.

Рисунок 5.7 – Загальний вигляд приладу спереду в двох варіантах: з закритою (малюнок ліворуч) і з відкритою відкидний декоративною панеллю.

На рисунку 5.8 представлений вид задній панелі PMT 69L для трьох варіантів конструктивного виконання відповідно: з модулями живлення 24, 32 В і без модулів напруги.

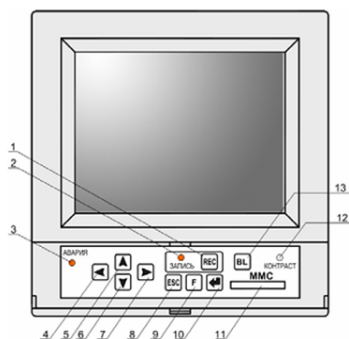


1 - клемна колодка для підключення живлення; 2 - клемна колодка дискретних входів для підключення 4-х зовнішніх замикають контактів; 3 - клемна колодка для підключення шести релейних виходів; 4 - клемна колодка 6-ти каналного джерела живлення +24 Або + 36 В; 5- шість клемних колодок Кн1-Кн6 для підключення первинних перетворювачів; 6 - місце для пломбування; 7 - клемна колодка інтерфейсу RS 232/ RS 485; 8 - гвинт захисного заземлення.

Рисунок 5.8 – Вид задньої панелі PMT 69L для трьох варіантів конструктивного виконання: а) з модулями живлення 24 В; б) з модулями живлення 32 В; в) без модулів живлення.

5.8 Елементи управління PMT 69L

На лицьовій панелі PMT 69L під відкидною декоративною панеллю розташована панель управління з кнопками, що дозволяють керувати режимами приладу і виробляти необхідні налаштування.



1 - "REC" кнопка включення/виключення запису в архів; 2 - одиничний індикатор включення режиму запису в архів; 3 - одиничний індикатор "АВАРІЯ"; 4, 5, 6, 7 - кнопки вліво "◀", вгору "▲", вниз "▼", вправо "▶"; 8 - кнопка входу і повернення з меню "ESC"; 9 - кнопка виклику спеціальних функцій "F"; 10 - кнопка вводу " "; 11 - приймач MMC-карти; 12 - резистор регулювання контрастності дисплея; 13 - кнопка включення / виключення підсвічування дисплея.

Рисунок 5.9 – Елементи управління PMT 69L

5.9 Основні режими РМТ 69L

РМТ 69L може перебувати в наступних основних режимах:

- * режим відображення поточних значень;
- * режим меню;
- * режим перегляду архіву.

В інші режими (запис на ММС-карту, редагування параметрів, тестування уставок і реле і т.д.) прилад переходить при виконанні завдань, визначених користувачем в режимі меню.

Незалежно від поточного режиму, РМТ 69L виконує наступні основні функції:

- * вимірювання поточних значень по шести аналогових входів (каналів);
- * перетворення вимірянних значень у відповідні фізичні величини;

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Войтенко С. С., Герасимов С. В. Використання комп'ютерних засобів вимірювання при підготовці фахівців-метрологів. / Системи обробки інформації. 2009. № 6(80). С. 156-158.
2. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» / Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 30, ст.1008. (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 124-VIII від 15.01.2015, ВВР, 2015, № 14, ст.96).
3. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів: навчальний посібник / М. Паламар, М. Стрембіцький, А. Паламар. – Тернопіль : ТНТУ, 2018. – 150 с.
4. Виртуальные средства измерений : учеб.-метод. пособие / А. Л. Гурский, В. Т. Ревин. – Минск : БГУИР, 2016. – 67 с.
5. Дорожовець М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник у 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик, за ред. Б. Стадника. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка». 2005, - т.1. Основи метрології. – 532 с.
6. Дорожовець М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник у 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик, за ред. Б. Стадника. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка». 2005, - т.2. Вимірювальна техніка. – 656 с.
7. Раннев Г. Г. Информационно-измерительная техника и электроника: учебник для вузов / Г. Г. Раннев. – М.: издательский центр «Академия», 2006. – 512 с.
8. Ширяев В. В. Компьютерные измерительные средства (КИС): учеб. пособие / В. В. Ширяев.– Томск:ТПУ, 2008.– 190 с.
9. РХІ. Высокопроизводительная модульная платформа,

предназначенная для создания автоматизированных и испытательных комплексов / National Instruments [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступа: ni.com.

10. UART и USART. COM-порт. Часть 1. – [Електронний ресурс] режим доступу до ресурсу: http://www.rotr.info/electronics/mcu/arm_usart.htm

11. Описание шины CAN – [Електронний ресурс] режим доступу до ресурсу: http://itt-ltd.com/reference/ref_can.html

12. Розподілені мікропроцесорні системи: конспект лекцій [Електронний ресурс]: для підготовки докторів філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікація за спеціальністю 171 Електроніка за спеціалізацією «Електронні системи» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Т. О. Терещенко– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 192 с.

13. Universal serial bus [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://www.usb.org>

14. Автоматизація виробничих процесів [Текст] : підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед ; Нац. ун-т харч. технол. – 2-ге вид., випр. – К. : Ліра-К, 2015. – 378 с.

15. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст] : навч. посіб. / О. М. Пупена, І. В. Ельперін, Н. М. Луцька, А. П. Ладанюк. – К. : Ліра-К, 2011. – 552 с.

16. Промислові контролери [Текст] : навч. посіб. / І. В. Ельперін ; МОН України, НУХТ. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

17. Boyer, Stuart A. (2010). SCADA Supervisory Control and Data Acquisition. USA: ISA – International Society of Automation. p. 179. ISBN 978-1-936007-09-7.

18. SCADA системи [Електронний ресурс] режим доступу до ресурсу:<http://www.scadasystems.net/>

19. Як вибрати SCADA систему [Електронний ресурс] режим доступу до ресурсу:<http://readonline.com.ua/items/47871-yak-vibrati-scada-sistemu/>