

Ужгородський національний університет
Інженерно-технічний факультет
Кафедра приладобудування

Кваліфікаційна робота бакалавра

Тема : " Блок керування системою
автоматизованого провітрювання
теплиць."

Студентки

Остич І.Й.
(прізвище, ім'я, по батькові)

2024 р.

КРБ-2024

Остич І.Й.
(П.І.Б. дипломанта)

ІТФ
інв. № _____

ДВНЗ УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технічний факультет
Кафедра приладобудування

Завідувач кафедри

Чичура І.І.

«__» _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»

на тему:

**Блок керування системою
автоматизованого провітрювання
теплиць.**

Виконав:

студентки 5 курсу, групи АКІТз

Остич І.Й.

(прізвище, ім'я, по-батькові)

(підпис)

Керівник:

ст. викл. Чичура І.І.

(вчене звання, ПІБ, посада)

(підпис)

Ужгород - 2024

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Огляд і аналіз аналогів об'єкта проектування	8
1.1 Огляд сучасних методів і засобів вимірювання температури	11
1.2 Напівпровідникові інтегральні температурні сенсори	16
1.3 Огляд схемотехнічних рішень терморегуляторів	20
2 Конструкторсько-розрахунковий розділ	26
2.1 Розробка систем автоматичного провітрювання теплиць	28
2.1.1 Вибір ПВП для вимірювання температур та розрахунок передавальної характеристики	28
2.1.2 Обґрунтування вибору структурної та принципової електричної схеми блоку нормуючої електроніки	34
2.1.3 Базові розрахунки окремих вузлів принципової електричної схеми	35
2.1.4 Опис компонентів	36
2.1.5 Розрахунок окремих блоків нормуючої електроніки	41
3 Алгоритм роботи та програмування контролера	42
3.1 Опис алгоритму роботи пристрою	42
Висновки	46
Перелік посилань	47
Додатки	48

КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ				
Вим,	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Остич І.Й.		
Перевірив		Чичура І.І.		
Н. Контр.		Гютюнников		
Затвердив		Чичура І.І.		
Блок керування системою автоматизованого провітрювання теплиць. Пояснювальна записка				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		У	4	53
УжНУ, ІТФ, курс 5, спец. АКІТз				



AKIT 2024

AK

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 53 сторінки, 15 рисунків, 4 таблиця, 6 додатків, 5 посилань.

Об'єкт проектування – пристрій для автоматизованого провітрювання теплиць .

Мета роботи – розробка сучасного та гнучкого у використанні пристрою для автоматизації теплиць у галузі дрібного фермерського господарства.

Ключові слова: **ТЕМПЕРАТУРА, КОНТРОЛЬ TEMПЕРАТУРИ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОВІТРЮВАННЯ ТЕПЛИЦЬ, МОНІТОРИНГ TEMПЕРАТУРИ.**

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 53 pages, 15 figures, 4 tables, 6 appendices, 5 references.

The design object is a device for automated ventilation of greenhouses.

The purpose of the work is to develop a modern and flexible device for automating greenhouses in the field of small farming.

Keywords: TEMPERATURE, TEMPERATURE CONTROL, AUTOMATED GREENHOUSE VENTILATION SYSTEM, TEMPERATURE MONITORING.

АКІТ
2024

АК

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

З кожним роком все більше уваги приділяється забезпеченню якісного мікроклімату в теплицях, як для великих теплиць, що використовують підприємства так і для малих та середні, що використовують фермери та приватні домогосподарства. Правильно та якісно обрана технологія підтримки мікроклімату - одна з найважливіших складових, що дозволяють суттєво підвищити врожайність. А, у свою чергу, ефективне використання енергоресурсів - додаткова можливість суттєво зменшити собівартість вирощеної продукції. Сучасна та гнучка автоматизована система керування мікрокліматом повинна вміти підтримувати заданий режим та максимально ефективно використовувати можливості сучасних виконавчих систем.

У теперішній час ведеться активна модернізація теплиць, що пов'язана з підвищенням кількості та вдосконаленням виконавчих систем: поділ контурів, модернізація систем вентиляції, установка систем затінення, встановлення примусових систем вентиляції. І чим більше сучасних виконавчих систем має теплиця, тим важливішим є, для неї вибір критерію, що визначають стратегію підтримки мікроклімату. Наприклад, одним з найбільш популярних, у наш час, критеріїв управління є економія енергетичних (тепло ресурсів). Досвід впровадження автоматизованих систем керування демонструє, що на етапі проектування системи доволі складно обрати єдиний критерій керування. Тому в системі керування повинна існувати можливість оперативно задати критерій під час її експлуатації, причому методи його завдання повинні чітко відображати агрономічні, економічні та технічні вимоги, пропоновані до даної системи. Таким чином, сучасна система керування повинна дозволяти задавати не тільки один з вище перерахованих критеріїв керування або їх комбінації, але і будь-який інший критерій, що виникає в процесі експлуатації, надаючи агроному-технологу широкі можливості у виборі методів підтримання оптимального температурно-вологісного та інших режимів в даній теплиці.

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Виконати вимірювання температури тіла або речовини безпосередньо, тобто так, як проводять вимірювання інших фізичних величин, наприклад маси, довжини, часу чи об'єму неможливо, оскільки в нашому світі не існує еталону цієї величини або зразка одиниць цієї величини. Тому зазвичай визначення температури речовини проводиться через спостереження за зміною фізичних властивостей речовини, що вступає в взаємодію з вимірюваною та набуває з нею, через якийсь проміжок часу, теплової рівноваги. Такий спосіб вимірювання дає нам не абсолютне значення температури середовища, що нагрівається а тільки різницю температур з вихідною температурою робочої речовини, яку ми умовно приймаємо за нуль

У результаті зміни в процесі нагріванні внутрішньої енергії речовини майже всі фізичні властивості останньої, у більшому чи меншому ступені, залежатимуть від її температури, та для її вимірювання вибирають за можливості такі з них, які однозначно змінюються зі зміною температури, не піддаються впливу на них інших факторів та порівняно легко можуть бути вимірними. Цим вимогам у найбільшій мірі відповідають властивості робочих речовин, такі як об'ємне розширення, зміна тиску в замкненому об'ємі, зміна електричного опору, поява термоелектрорушійної сили чи інтенсивність випромінювання. Ці властивості покладені в основу роботи пристроїв для вимірювання температури.

Агрегатна зміна стану хімічно чистої речовини (плавлення або кристалізація, кипіння чи конденсація), як відомо в природі, протікають при постійній температурі, значення цієї температури визначається складом речовини, характером агрегатної зміни та її тиском. Значення таких відтворених температурних точок рівноваги між твердою та рідкою чи рідкою та газоподібною фазами різних речовин за нормального атмосферного тиску, що рівний 101325 Па (760 мм рт. ст.), у фізиці називають реперними точками.

Якщо прийняти за основу інтервали температур між реперними точками кипіння води та плавлення льоду, і позначити їх відповідно 100 та 0, а у межах цих температурних значень виміряти об'ємне розширення підходящої робочої

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовини, до прикладу ртуті, що знаходиться у вузькій циліндричній скляній посудині, та розділити на 100 однакових частин зміну висоти її стовпчика, то у результаті цього буде побудовано так звану температурну шкалу.

Щоб вимірювати температуру, що знаходиться вище чи нижче вибраних значень реперних точок, отримані поділки наносять на шкалу і за межами позначок 100 та 0 . Такі поділки створеної температурної шкали називають градусами.

Будуючи зазначену температурну шкалу, було довільно прийнято пропорційну залежність між об'ємним розширенням ртуті від зміни температури, що насправді не відповідає дійсності, а особливо при температурах, що перевищують 100 градусів. Саме тому за допомогою цієї шкали, можливо виміряти точно температуру тільки у двох реперних точках 100 та 0 градусів, а у інших точках діапазону шкали, результати вимірювань будуть не точними.

Скориставшись другим законом термодинаміки, у 1848 р. англійський фізик Кельвін запропонував дуже точну та рівномірну шкалу, яка не залежить від властивостей робочої речовини. Вона отримала назву: термодинамічна температурна шкала (або шкала Кельвіна). Вона заснована на рівнянні термодинаміки оборотного процесу або цикл Карно.

Починається термодинамічна температурна шкала з абсолютного нуля та є основною шкалою у наш час . Умовно шкалу позначають літерою T а одиниці термодинамічної температури позначають великою літерою K (кельвін).

Генеральна конференція з мір та вагів Міжнародного комітету мір і ваг прийняла нову температурну шкалу у 1968 р. (МПТШ – 68), градуси на якій позначаються °C (градус Цельсія). Умовне позначення температури відповідає букві T. Таля такої шкали 1 градус Цельсія дорівнює 1 градусу Кельвіна а нульова температура відповідає, температурі плавлення льоду.

Класифікація приладів, що використовуються для вимірювання температури:

Прилади, що використовують для вимірювання температури умовно розділяються залежно від принципу роботи та використовуваних ними фізичних

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

властивостей речовин. Їх можна поділити на наступні групи з відповідними діапазонами показів:

Термометри розширення ($-190\dots+650^{\circ}\text{C}$) засновані на властивостях тіл змінювати під впливом температури свій об'єм (розширюватися).

Манометричні термометри ($-160\dots+600^{\circ}\text{C}$) працюють на основі явища зміни тиску рідини, газу чи пари з рідиною у замкнутому об'ємі, за рахунок нагрівання чи охолодження таких речовин.

Термометри опору ($-200\dots+650^{\circ}\text{C}$) засновані на властивості металевого провідника змінювати свій електричний опір залежно від його нагрівання чи охолодження.

Термоелектричні термометри засновані на властивості різнорідних металів та їх сплавів утворювати у парі (спаї) та генерувати термоелектрорушійну силу, що залежить від температури у точці спаю.

Пірометричні вимірювачі температури працюють за принципом моніторингу випромінюваної нагрітими тілами енергії, що залежатиме від температури цих тіл.

У термометрах розширення використовується фізична властивість тіла змінювати свій об'єм у залежності від нагрівання. Ця властивість широко використовується для вимірювання температури. На такому принципі базується принцип роботи рідинних скляних і дилатометричних термометрів, що з'явилися дуже давно та послужили для формування перших температурних шкал.

У рідинних термометрах, що побудовані на принципі теплового розширення рідини у скляному резервуарі, у якості робочої речовини використовують ртуть та органічні рідини, наприклад етиловий спирт чи толуол та інші. Проте найбільш широкого застосування отримали ртутні термометри, які мають істотні переваги у порівнянні з термометрами, що заповнені органічними рідинами. До них можна віднести: широкий діапазон вимірювання температури, при якому ртуть залишається у рідкому стані, відсутність змочення скла ртуттю, можливість заповнення резервуару термометра хімічно чистою ртуттю за рахунок легкості її одержання та багато іншого. За нормального атмосферного тиску ртуть

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаходиться у рідкому стані від -39 (точка замерзання) до 357°C (точка кипіння) а її середній коефіцієнт температурного розширення складає $0,18 \cdot 10^{-3}\text{K}^{-1}$.

Термометри, що використовують органічні рідини, здебільшого придатні тільки для вимірювання низьких температур не вище ніж 100°C . Рідинні термометри, що виготовлені зі скла є традиційними місцевими засобами вимірювання температури. Вони складаються з тонкої капілярної трубки, що заповнена рідиною, вимірювальної шкали, та зовнішньої захисної колби. На кінці капіляру знаходиться розширення з рідиною а протилежний її кінець запаєно.

1.1 Огляд сучасних методів і засобів вимірювання температури

Давачі температури на основі використання терморезисторів

Найбільш широкого застосування одержали здавачі температури на основі терморезисторів [1]. Принцип терморезистивного перетворення оснований на зміні температурної залежності активного опору у металів та сплавів і напівпровідників, що володіють високою відтворюваністю та мають достатню стабільність по відношенню до дестабілізуючим чинників. Чутливість термометричного матеріалу до температури прийнято характеризувати через температурний коефіцієнт опору (ТКО).

Вже доволі давно розроблені та випускаються нашою промисловістю напівпровідникові температурні давачі з чутливими елементами, що створені на основі оксидів перехідних металів у яких не повністю заповнено 3d електронна оболонка. Важливою перевагою такого датчика є велике значення температурного коефіцієнта опору та його порівняно невеликі габаритні розміри. У залежності від застосовуваного напівпровідникового матеріалу терморезистори поділяються на кобальтово-марганцеві (КМТ і СТ1), марганцево-мідні (ММТ і Ст2), кобальтово-мідні (Ст3 і СТ4) та барієво-титанові, які мають невеликий допуск опору та ТКО (термо-резистори СТ5 і СТ6).

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міняючи склад матеріалів чутливого елемента, можливо одержати терморезистори з позитивним та з негативним значеннями ТКО у межах від $-6,5$ до $+20$ % / К. Номінальний опір таких чутливих елементах залежатиме від їхнього складу а також від їх розмірів і може знаходитися в межах від 1 Ом аж до 10^{-6} Ом. Великий номінальний опір у терморезисторів значно спрощує вимоги до подальшої системи терморегулювання, що у свою чергу дозволяє обмежитися простою двопровідною лінією зв'язку датчика та системи регулювання і в свою чергу зменшує похибку при перетворенні, обумовленою довжиною лінії зв'язку.

Залежність опору від температури описується виразом:

$$R_T = A \exp(B/T), \quad (1.1)$$

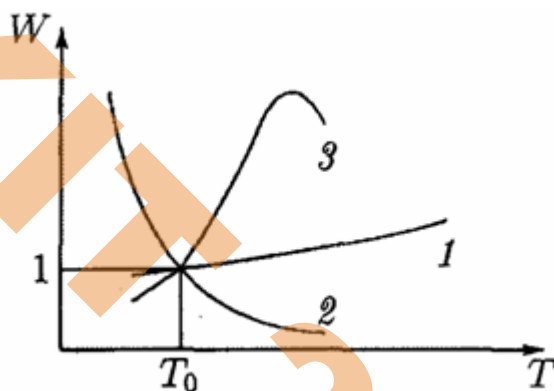


Рисунок.1.1. Залежність ТКО від температури для різних терморезисторів. [1]

- 1 - металеві терморезистори;
- 2 - напівпровідникові терморезистори (термістори);
- 3 - сегнетоелектричні кераміки (позистори).

де R_T - опір терморезистора при температурі T ; A , B - постійні коефіцієнти, що залежать від матеріалу з якого виготовлений терморезистор та номінального його значення опору. Таке співвідношення забезпечує дуже високу точність в апроксимації, але тільки у вузькому діапазоні температури. Так наприклад, для терморезисторів типу СТ4-16 похибка апроксимації не більше $\pm 0,05$ К забезпечується тільки в діапазоні $(15...55)$ °С. Кращі результати дають рівняння типу:

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$R_T = A_1 \cdot \exp(B_1/T + C_1/T^2) \quad (1.2)$$

$$1/T = A_2 + B_2 \cdot \lg R_T + C_2 (\lg R_T)^3, \quad (1.3)$$

де A_1 та A_2 , B_1 та B_2 , C_1 та C_2 - сталі. Наведене рівняння (1.2) забезпечує точність апроксимації $\pm(0,2...0,4)$ К в інтервалі $(-60 \dots +100)$ °С, а рівняння (1.3) - точність $(0,1$ К у інтервалі температур $(-20 \dots +120))$ °С.

Сучасні чутливі елементи таких датчиків виготовляють самих різних форм та конфігурацій – від розміру намистин діаметром 0,2 мм або дисків і шайб з діаметром $(3 \dots 25)$ мм аж до стержнів діаметром до 12 мм та довжиною до 40 мм. Бусинкові чутливі елементи звичайно заливають склом або поміщають у пластикові чи скляні корпуси. Чутливі елементи з дисковою конструкцією часто захищають спеціальними ізоляційними плівками виготовленими з лаку чи епоксидних смол та монтують їх на металевих пластинках і герметизують встановлюючи в пластмасові або металеві корпуси.

Однак, температурні давачі такого типу конструкції мають ряд серйозних недоліків.

Їх температурна залежність опору має нелінійний характер, так як величина ТКО у робочому температурному діапазоні міняє свою величину, інколи навіть на декілька порядків. Сучасна технологія виготовлення таких чутливих елементів не дозволяє отримати номінальні значення опору навіть для одного типу датчиків з розкидом параметрів менше $(10 \dots 20)\%$. Окрім того, значення температурних коефіцієнтів опору терморезисторів з однієї конфігурації можуть відрізнятися аж в два рази, в наслідок чого відсутня їхня пряма взаємозамінність.[2]

Проте основним недоліком таких термометрів є те, що у них, не зважаючи на спеціально проведені в процесі виготовлення операції штучного старіння, все одно володіють дуже низькою часовою стабільністю та відтворюваністю.

Значно більшою стабільністю своїх електрофізичних властивостей у порівнянні з аморфними речовинами володіють монокристали. Для того, щоб створити монокристалічні чутливі елементи у термометрах опору, широке застосування отримали такі матеріали як кремній і германій. В області більш

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

низьких температур найбільш часто використовується легований германій, який є добре вивченим напівпровідниковим матеріалом, технологія одержання кристалів якого добре відпрацьована. При легуванні германія елементами III і IV групи, такими матеріалами як галій і сурма, що є дрібними домішками з енергією активації близько 0,01 еВ. З них можна виготовляти термометри високої чутливості для роботи у діапазоні від 1 до 40 К з дуже малою похибкою 0,005 К.

Розроблені германієві температурні давачі мають високу стабільність, характеристики широко використовуються в криогенній області. Однак, вони мають вкрай низьку стійкість до механічних впливів. Основним недоліком германієвого температурного датчика можна вважати значну складність одержання стабільної плівки з двоокису германію, що при розробці термодатчиків вимагає спеціальних заходів по захисту поверхні чутливого елемента від навколишнього середовища. Крім того, через вузьку ($E_g \cong 0,74$ еВ) заборонену зону германій вже при $T > (300 \dots 400)K$ стає напівпровідником, що не дає можливості застосовувати його при значних температурах.

До тієї ж групи умовно можемо віднесені вугільні температурні давачі, що за характером своєї провідності займають проміжкові положення між металами та напівпровідниками, але володіють високим від'ємним ТКО і знайшли широке застосування в криогенній техніці. Як чутливий елемент вуглецевих термодатчиків часто використовують вуглецеві радіотехнічні опори. Для широкого інтервалу температур статичні характеристики перетворення вуглецевих термодатчиків пропонують представляти співвідношенням типу:

$$\ln R = A/T^m + B \quad (1.4)$$

де A , B і m – постійні величини.

Дане рівняння дозволяє у даному діапазоні температури (3...60)К отримати належну апроксимацію експериментальних даних з похибкою не більше $\pm 0,03$ К. Вуглецеві температурні давачі вимагають індивідуального градуювання. Вони не дорогі, проте в експлуатації вимагають обережного поводження, через чутливість

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

до механічного навантаження як безпосередньо на сам вугільний елемент, так і на його електричні виводи, які запресовані в елемент.

Відомі плівкові вуглецеві температурні давачі, чутливий елемент яких виготовляється з колоїдної суспензії графіту у воді, яка нанесена на тонку скляну пластинки. Такі давачі можуть використовуватися для інтервалу температур (0,03 ... 4,2) К.

В інтервалі (4,2 ... 273) також використовують скловуглецеві температурні давачі. Для виготовлення їх чутливого елемента лужно-боросилікатне скло піддають вилуговуванню, цим самим вилучаючи з нього фазу, що багата бором. У результаті чого формується пористе скло. Пори якого потім заповнюють тонко подрібненим вугіллям з високою чистотою. Одержаний матеріал потім висушування розрізають на пластинки. На кінці пластинок у вакуумі напильються електроди. Потім пластини з виводами поміщають в платинові гільзи. Гільзи наповнюють гелієм і герметизують. Статичні характеристики перетворення скловуглецевих термодатчиків можуть бути апроксимовані рівнянням (5).

В теперішній час у області практичного застосування жоден напівпровідниковий матеріал не здатен конкурувати з кремнієм за рівнем вивченості його характеристик та, особливо, за рівнем розробленості та освоєння технологій його виготовлення. Так як кремній має доволі широку ($E_g \cong 1,17$ eV) зону його провідності та, крім того, доволі інтенсивне окислення його поверхні яке відбувається при температурах, аж 1000 К, то на його основі можливо створюватися високотемпературні давачі температури. На основі монокристалічного кремнію можливо виготовляти давачі температури з позитивним, та негативним значенням ТКО в середньому температурному діапазоні. Від'ємне значення ТКО отримують при легуванні кремнію такими домішками, як залізо та золото, що утворюють в забороненій зоні "низькі" рівні.

На основі кремнію, легованого золотом, розроблений термодатчик з негативним ТКО для вимірювання температури поверхні з робочим діапазоном (273 ... 330) К.

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Для датчиків цього типу характерні такі недоліки, як:

- Великий розкид номінального опору (5 ... 10)%, що викликаний широким розкидом питомого опору і розміру кристалу кремнію.
 - Розкид значень ТКО, обумовлений розкидом ступеня легування кремнію.
- Зменшення розкиду значень ТКО обмежена можливостями сучасної технології;
- Досить високе значення показників термічної інерції, викликане необхідністю розміщувати напівпровідникові чутливі елементи в корпусах для їхнього захисту від навколишнього середовища.

Крім того, процес складання термодатчиків такого типу важко піддається автоматизації і, як правило, здійснюється з використанням великої кількості ручної праці.[3]

1.2 Напівпровідникові інтегральні температурні сенсори

Сучасні напівпровідникові давачі температури характеризуються високою точністю і лінійністю в діапазоні від -55 до 150 °С. Вбудовані підсилювачі можуть привести коефіцієнт перетворення датчика до значень порядку 10 мВ /°С. Ці пристрої широко використовуються у вузлах компенсації холодного спаю термопар, які працюють у широкому діапазоні температур. В основі роботи усіх датчиків температури лежить пряма залежність співвідношення між колекторним струмом біполярного транзистора та його напругою, що прикладена до переходу база-емітер:

$$V_{BE} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_c}{I_s} \right) \quad (1.5)$$

де k – стала Больцмана, q - заряд електрона, T - абсолютна температура, I_s - струм, який залежить від форми і температури переходу. (Дане співвідношення справедливо для декількох сотень мВ і не враховує деякі тонкі ефекти).

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

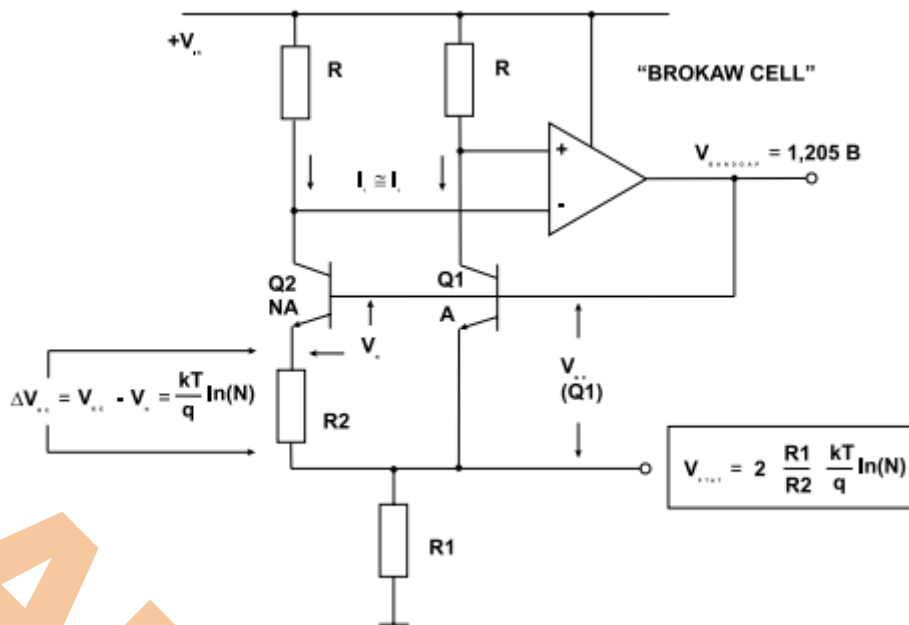


Рисунок.1.2 Схема Брокау

LM75 містить датчик температури, дельта-сигма аналого-цифрового перетворювача (АЦП), двухпроводний цифровий інтерфейс і регістри для управління роботою в ІС. Температура безперервно вимірюється, і може бути прочитана в будь-який момент часу. При бажанні, головний процесор може доручити LM75 моніторинг температури і приймати вихідний контакт високого чи низького значення (знак програмується), якщо температура перевищує запрограмовану межу. Другий, нижній поріг температури також може бути запрограмований, і господар може бути повідомлений, якщо температура впаде нижче цього порога. Таким чином, LM75 є серцем з моніторингу температури і підсистеми управління для мікропроцесорних систем, таких як персональні комп'ютери. Дані температури представлено 9-бітовим словом, в результаті чого 0,5 ° C це – роздільність. Точність $\pm 2 \text{ }^\circ \text{C}$ (від -25 до + 100 ° C) і $\pm 3 \text{ }^\circ \text{C}$ (від -55 ° C до + 125 ° C).

LM78 є високо інтегрованою системою збору даних ІК, які можуть контролювати кілька видів аналогових входів одночасно, у тому числі температури, частоти і напруги. Це ідеальне рішення для підвищення надійності серверів, персональних комп'ютерів, або практично будь-який мікропроцесорний прилад або система. ІС включає в себе датчик температури, I2C і ISA інтерфейси,

Резистивні датчі температури (РДТ) є доволі точними пристроями, але вони вимагають зовнішнього струму збудження та зазвичай використовують в мостових схемах вимірювання.

Термістори володіють найвищою чутливістю, але в той самий час вони володіють найбільшою не лінійністю. Не зважаючи на це, вони доволі популярні в портативних пристроях. Наприклад вимірювачах температури акумуляторних батарей та в інших системах вимірювання критичної температури.

Сучасні напівпровідникові датчі температури забезпечують високу точність та володіють високою лінійністю у діапазоні робочих температур, що складає від -55°C до $+150^{\circ}\text{C}$. Їх внутрішні підсилювачі сигналу можуть добре масштабувати вихідний сигнал, приводячи його до зручних значень на їх виході, наприклад, 10 мВ на С. Вони також дуже корисні до застосування в ланцюгах компенсації температури на холодному спаї для широкодіапазонних датчів температури - термопар. Напівпровідникові температурні датчі можуть бути об'єднаними в багатофункціональні інтегральні схеми (ІС).[4]

В таблиці 1.1. наведені основні, серед найпопулярніших, типів перетворювачів температури а також приведені їх основні характеристики.

Таблиця 1.1 Типи датчиків температури

Термопари	РДТ	Термістори	Напівпровідникові датчі температур
Найширший діапазон температур: -184°C до $+2300^{\circ}\text{C}$	Діапазон від -200°C до $+850^{\circ}\text{C}$	Діапазон від 0°C до $+100^{\circ}\text{C}$	Діапазон від -55°C до $+150^{\circ}\text{C}$
Хороша точність та відтворюваність	Хороша лінійність	Слабка лінійність	Лінійність: 1°C Точність: 1°C
Необхідність компенсації	Потребує зовнішнього	Потребує зовнішнього	Потребує зовнішнього збудження

холодного спаю	збудження	збудження	
Низька вихідна напруга	Невелика вартість	Хороша чутливість	Типові вихідні сигнали: 10мВ/К, 20мВ/К чи 1мА/К

1.3 Огляд схемотехнічних рішень терморегуляторів

Автоматичний регулятор температури

Запропонований в роботі [5] пристрій, що призначений для автоматичного підтримання необхідної температури з високою точністю. Він може бути використаним, як в побутових, так і в промислових установках для керування нагрівом термокамер.

Датчиком температури - термопара із хромель-капелевого спаю.

Такий пристрій (див. рисунок.1.4) складається із підсилювача, що зібрано на мікросхемі К553УД2 (D1), регулятора температури на резисторах R10, R11, індикатора температури PA1, пристрою порівняння D2, двополярного стабілізатора напруги на компонентах C7-C10, VD1-VD4, формувача синхронізуючих імпульсів на компонентах R15-R19, C12, C13, VT1, D3, перетворювача напруга у фазу (D3.2 - D3.4, VD5-VD8, C15, C17, R20 - R23), стабілізатор напруги для мікросхеми К561ЛА7 виконаного на елементах C16 та VD11, випрямляч напруги на компонентах R24 та VD10. Схема включає транзисторний ключ VT2 та імпульсний трансформатор Т1 з симістор VS1.

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

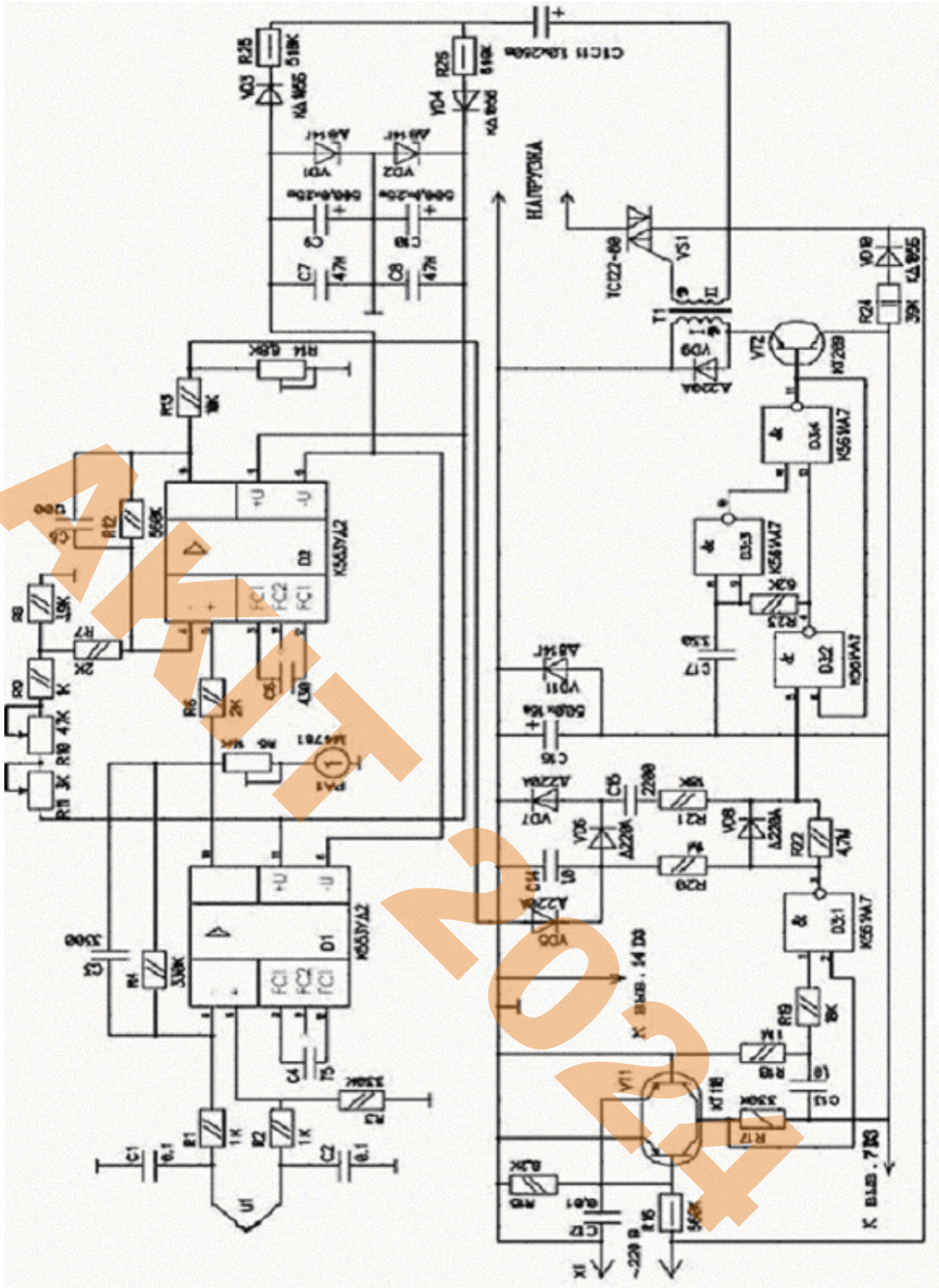


Рис.1.4. Автоматичний регулятор температури

Термометр – терморегулятор цифровий

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Даний прилад, схема якого приведена на (рисунку.1.5.) може бути використаний для автоматичного контролю температури в теплицях та овочесховищах, електропечах та сушильних шафах, а також в цілях біомедицини та ін.

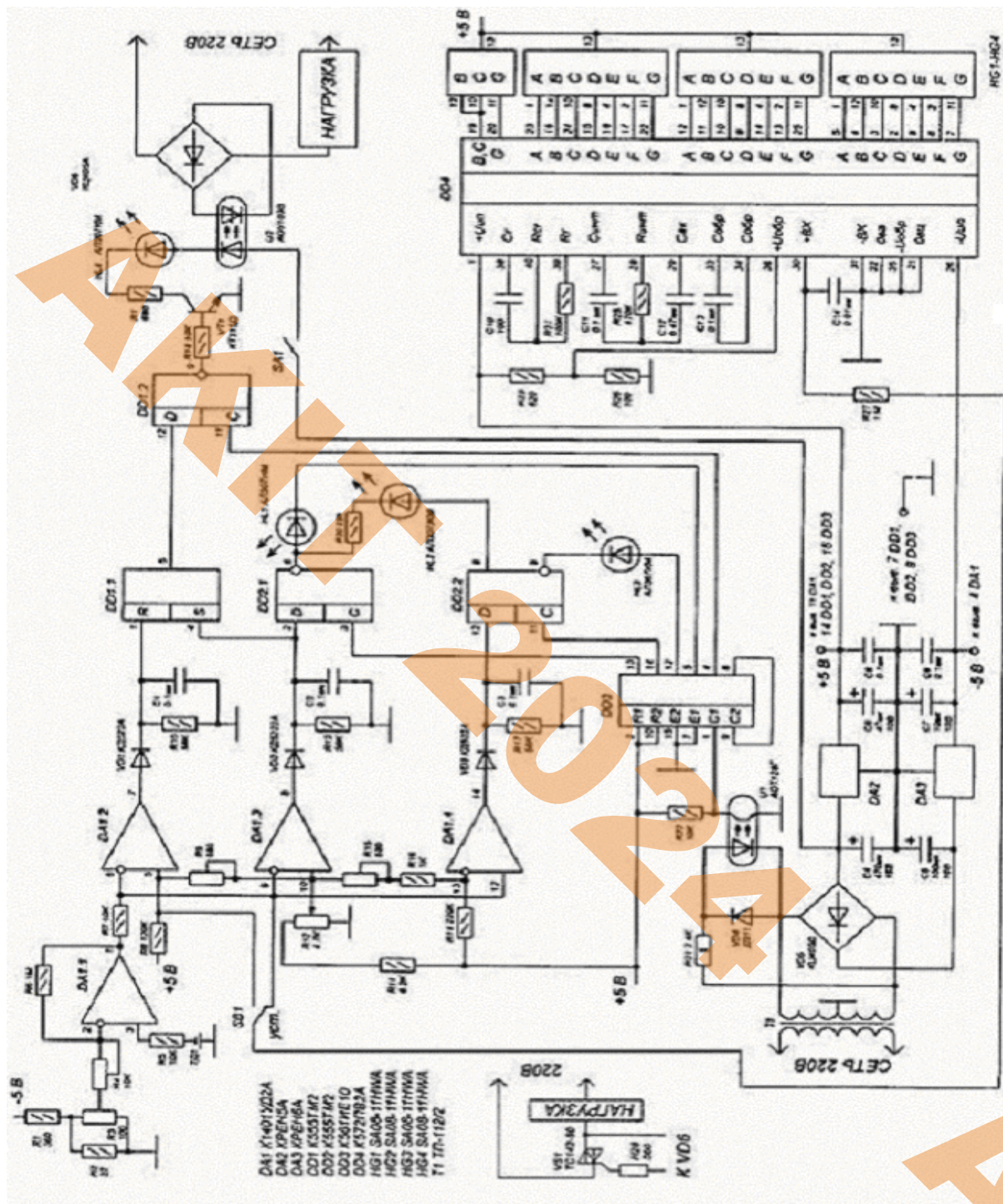


Рис.1.5. Цифровий термометр – терморегулятор

Він здатен забезпечувати достатньо високу чутливість та завадостійкість, а також має зручне управління його режимами роботи. А наявність гальванічної

розв'язки у ланцюгах живлення та управління, роблять його надійним та безпечним в роботі [6].

Оптронна система синхронізування з частотою мережі унеможливорює появу комутаційних перешкод.

Даний пристрій побудовано з двох базових функціональних вузлів: цифрового вимірювача і електронного терморегулятора. Сигнали управління в терморегуляторі формуються на основі порівнювання напруг, одержаної від термопари (ТП) та опорної напруги.

Основні технічні характеристики даного приладу наведено нижче:

Діапазон температур контролю, складає від 0 до 200 або до 1200°C у залежності від температурного датчика, який використовується. Похибка вимірювання температури не перевищує 1,5% від верхньої межі виміру; максимальна точність утримування температури, складає до 0,05°C. Слід зауважити, що система яка використовує ТП є диференціальною, тобто напруга на виході є пропорційною різниці температур між з'єднаними і вільними кінцями термопари. У зв'язку з цим, при великих значеннях контрольованих температур, вплив коливань температури навколишнього середовища на напругу на вході ТП є невеликий, і його можна нехтувати. Та для контрольованих температур, що менш 200°C необхідно застосовувати додаткові заходи для компенсації змін температури на вільних кінцях термопари. Максимальна допустима частота комутації навантаження, складає 12,5Гц, струм навантаження не більше 0,1А, а при застосуванні додаткового семісторного ключа до 80 А при напрузі ~ 220 В.

Цифровий таймер – термометр на базі Atmel мікроконтролера

В наш час на ринку присутні цифрові давачі температури та мікросхеми для цифрових термометрів, що дозволяють формувати канал

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювання температури, що не потребує калібрування і настроювання. Мікросхема для цифрового вимірювача температури DS1SS20 — одна з таких. Дана мікросхема здатна забезпечувати вимірювання температури в діапазоні від -55 до $+125$ °C з дискретністю на рівні $0,5$ °C, Термометр, що відкалібровано на заводі-виробника, володіє гарантованою точністю, яка складає $0,5$ °C у діапазоні від -10 до $+85$ °C та ± 2 °C в іншому діапазоні робочих температур. [7]. Принципова схема пристрою приведена на рисунку. 1.6.

Пристрій, що розроблено на базі мікроконтролера Atmel AT89C4051-24PI та цифрових здавачів температури DS18S2U та задуманий як побутовий. Через це технічні вимоги до нього доволі помірні. Основна функція цього термометра — вимірювання температури з відомою похибкою. У пристрої забезпечено два окремі канали вимірювання температури, що зібрані на цифрових датчиках температури DD1 і DD2. Це дозволяють забезпечувати контроль температуру у двох незалежних точках, наприклад, в середині приміщення і на вулиці. Похибка вимірювання температури, що визначається датчиками і складає, як вже зазначалося вище, $\pm 0,5$ °C.

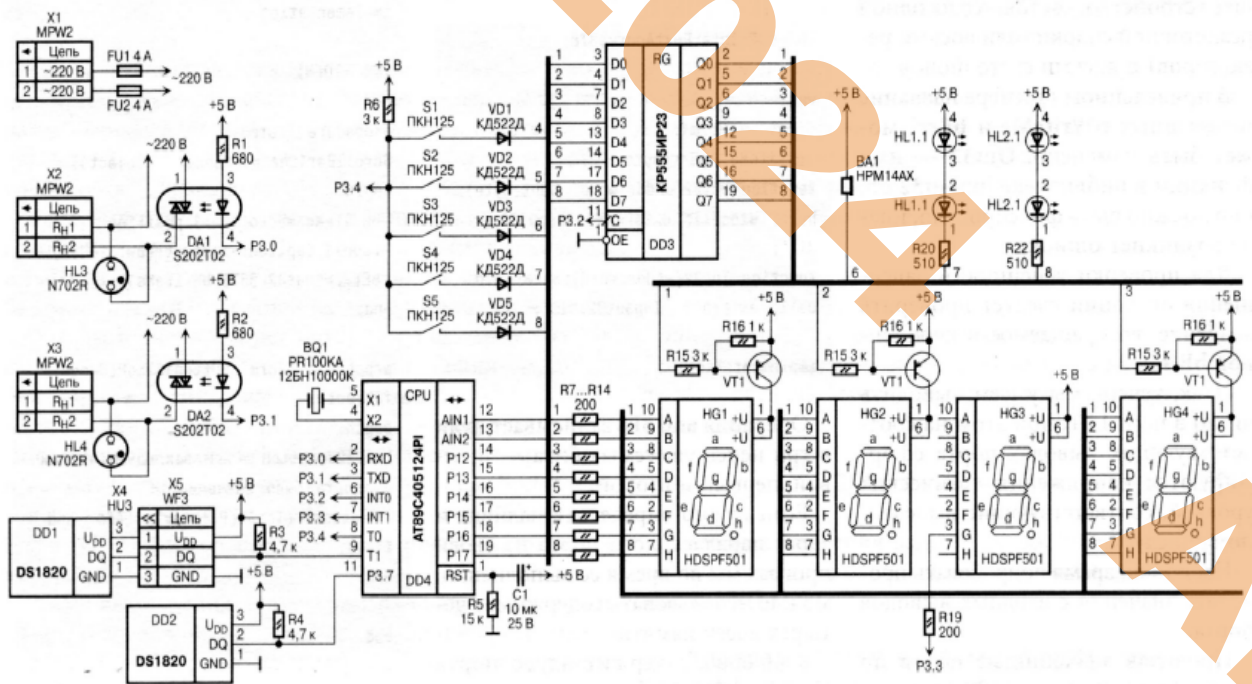


Рис.1.6. Термометр і таймер на базі мікроконтролера Atmel

Основні параметри термометра: діапазон вимірюваних температур - від -55 °С до +99,9 °С; кількість давачів температури - 2; тип давачів температури - DS1820 або DS1821; точність вимірювання температури -0,1 °С для DS1820 та -0,5 °С для DS1821; швидкодія при виміру температури - 0,5 с для DS1820 та 2 с для DS1821; вихід термостата для керування нагрівачем чи системою охолодження; можливість програмувати мікросхему DS1821 у режим термостатування; регульована яскравість на індикаторі; зберігання всіх параметрів в енергонезалежній пам'яті; малий споживаний струм (по шині +5 В) - 80 мА (при максимальній яскравості індикатора) [8].

Даний вимірювач температури здатний працювати у режимі термостату, здійснюючи керування виконавчими пристроями. Таким виконавчим пристроєм може виступати пристрій охолодження (наприклад вентилятор чи холодильний агрегат) а також нагрівач. Для забезпечення такої функції є вихід для керування термостатом. На цей вихід подається або не подається, напруга +5 В, в залежність від стану термостата. Стан термостатування визначається запрограмованими пороговими значення і температурою, що зчитується з датчика. Два порогових значення дозволяють задати необхідний гістерезис температури. Вихід у режимі термостата може бути використаним для керування силовими тиристорами, або ключовими транзисторами чи реле, що, у свою чергу забезпечать комутацію навантаження.

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка систем автоматичного провітрювання теплиць

Історично першим залежним від температури параметром був зворотній струм у діодів та транзисторів. Значення такого струму зазвичай зростає зі зміною температури по експоненціальним законам зі швидкістю близькою до 10%. Однак, температурний діапазон, у межах якого можливе використання зворотних струмів, є досить обмеженим. Гранична температурна межа застосування таких елементів визначається температурою їхнього теплового пробою.

Значного поширення у світі набуло використання прямих ділянок діодів та транзисторів. Їхньою істотною перевагою перед зворотною ділянкою є лінійність температурних залежностей, а також більш широкий температурний діапазон та висока стабільність. Найбільшого поширення для вимірювання температури набуло використання прямої напруга на р-п переході, що протікає при майже постійному струмі емітера. Зміна прямої напруги у такому випадку складатиме близько 2,5 мВ. При зростанні температури у транзисторів р-п-р типу, напруга емітер-база з області позитивних значень переходить у область негативних.

Так наприклад, для датчика TS-560, що був розроблений в ФТІ ім. А. Ф. Іоффе, являє собою напівпровідниковий діод виготовлений з арсеніду галію. Діапазон вимірювання температури у такого датчика в межах (4,2 ... 500) К, його основна похибка (0,1%, з чутливістю (2 ... 3) мВ/К, а розміри близько 3 × 3 мм.

Відомі випадки використання в якості температурозалежного параметра коефіцієнтів підсилення струму в діапазонах низьких та високих частот. Та невисока чутливість коефіцієнта підсилення від температури та його залежність від попередніх умов, та необхідність його індивідуального градуювання у всьому робочому діапазоні температур, обмежує застосування цього параметра при створенні температурних датчиків.

На основі транзисторів у яких емітерний перехід включений в одне з плечей моста, були створені температурні давачі типу: ТЕТ-1, ТЕТ-2. Перший тип здавачів використовується для контролю температури в польових умовах у

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діапазоні температур (-10 ... +40) °C з основною похибкою вимірювання не більше ± 1 K, а другий - в діапазоні температур (- 40 ... +80) °C з похибкою вимірювання не більше (0,3 ... 2) K.

Температурні межі застосування транзисторів у температурних датчиках значно ширші, ніж при застосуванні транзисторів за їх прямим призначенням. Обмеження у застосування з боку високих температур виникає у внаслідок переходу домішкових напівпровідників у стан, що веде до зменшення напруги пробою та зростання генерації носіїв у їх базовій області при відємних напругах. Їх застосування при дуже низьких температурах визначається зниженням концентрації основних носіїв, що виникає через дезактивації легуючих домішок та відповідно зменшення коефіцієнта посилення по струму.

Основним недоліком розглянутих нами температурних датчиків є складність отримання їх номінальної статичної характеристики, через значний розкид основних параметрів їх транзисторів: коефіцієнта посилення по струму, опору їх області бази і струму витоку та інше. Оцінка та аналіз впливу розкиду зазначених вище параметрів на точність вимірювання температури, при використанні їх номінальної статистичної характеристики, продемонстрували, що при використанні прямих параметрів транзисторів з градуванням за однієї температури, похибка вимірювання у схемі із загальним емітером - не перевищує 2 і 50% при коефіцієнті посилення по струму $\beta \leq 30$ та $\beta \geq 200$ відповідно.

Важливою характеристикою для широкого впровадження температурних давачів на основі діодів та транзисторів є їх стабільність параметрів. Результати при дослідженні довготривалої стабільності температурних давачів на основі транзисторів з залежними від температури параметрами - прямої напругою на їх р-п переході у залежності від температур та їх тривалості експлуатації, демонструють, що похибка вимірювання, за їх допомогою, може знаходитися в діапазоні (0,01 ... 0,15) K у їх перший рік експлуатації та (0,002 ... 0,04) K – у наступний рік. Основними причинами нестабільності вважають зворотній процес гідратації-дегідратації оксидного шару, що знаходиться на поверхні такого напівпровідникового кристала та поява залишкових деформацій у ньому, що

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

виникають у наслідок різниці температурних коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів у деталях транзисторів.

2.1.1 Вибір ПВП для вимірювання температур та розрахунок передавальної характеристики

Оскільки в даний час ведеться активна модернізація теплиць, то це призводить до великої кількості виконавчих систем. Тому, є дуже важливим вибір критерію, наприклад економія теплоресурсів. І оскільки нам потрібно використати ПВП напівпровідникового типу з цифровим виходом і передбачити можливість підключення кількох датчиків (до 32 штук) до однієї цифрової лінії передачі даних то первинні вимірювальні перетворювачі з аналоговим виходом слід відсунути, враховуючи великі довжини приєднанувальних кабелів. І тому, на основі проведеного огляду літератури і вище згаданих особливостей вимірювання температури в теплиці, у якості первинного вимірювального перетворювача було вибрано цифровий інтегральний температурний сенсор DS18B20 з 3-ох дротовим інтерфейсом, що забезпечує економічність розміщення датчиків на одній спільній шині на великій площі та в декілька разів зменшує кількість використаних кабелів.

Опис напівпровідникового термодатчика DS18B20

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

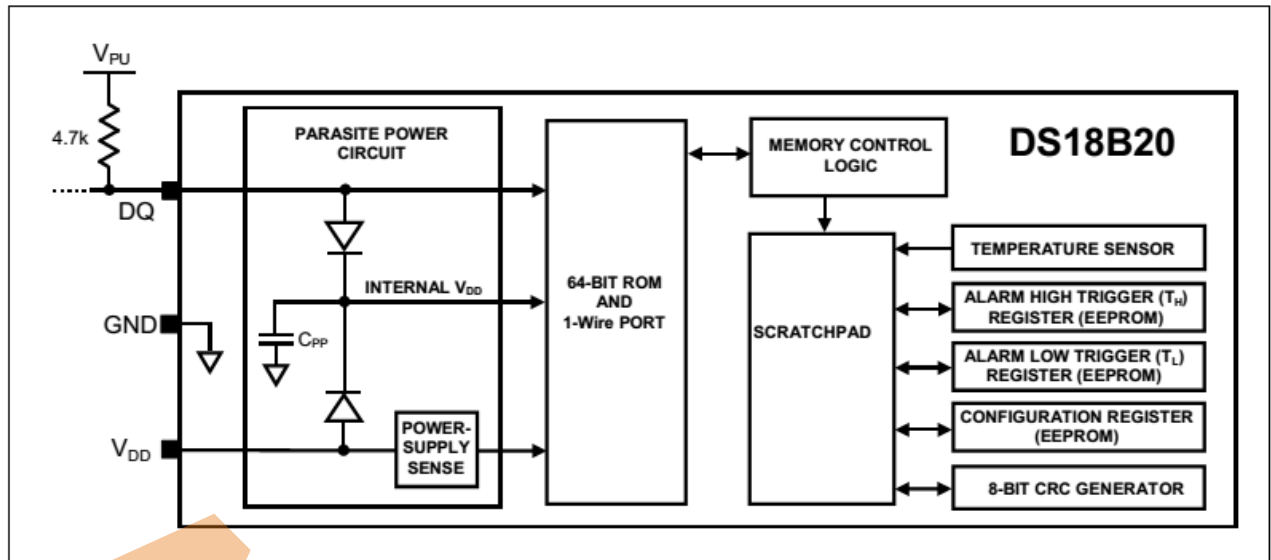


Рис.2.1 Основна блок-діаграма DS18B20

Цифровий термометр DS18B20 забезпечує вимірювання температури за Цельсієм з роздільністю від 9 до 12 розрядів, а також має функцію сигналізатора з енергонезалежними верхньою і нижньою точками запуску. DS18B20 обмінюється по шині 1-Wire що за технічними умовами вимагає тільки один дріт (і землю) для зв'язку з центральним мікропроцесором. Він має робочу температуру в діапазоні від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ і з точністю до $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ в діапазоні від -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Крім того, DS18B20 може житися безпосередньо від лінії даних ("паразитне живлення»), усуваючи необхідність зовнішнього джерела живлення.

Кожен DS18B20 датчиків має унікальний 64-бітний серійний код, який дозволяє декільком датчикам функціонувати на одній спільній шині. Таким чином, це дає можливість використовувати один мікропроцесор для управління багатьма датчиками розподіленими по великій площі. Пристрої можуть отримати вигоду з цієї функції такі як HVAC екологічний контролю, моніторинг температури системи всередині будівлі, обладнання, техніки і процесів моніторингу та контролю системи.

Основні технічні характеристики:

- Унікальний інтерфейс, що потребує тільки один пін порт для зв'язку;
- Кожен пристрій має унікальний 64-розрядний серійний код, що зберігається в ПЗУ сенсора;

- Є можливість точкового розміщення датчиків для зондування великих ділянок;
- Не вимагає зовнішніх компонентів;
- Може живитися від лінії даних; діапазон напруг живлення 3.0V до 5,5;
- Температурний діапазон від -55 ° C до + 125 ° C (-67 ° F до + 257 ° F);
- ± 0,5 ° C Точність від -10 ° C до + 85 ° C;
- Можливість вибору шини даних від 9 до 12 біт;
- Можливість перетворення температури з 12 бітного слова в 750 мс (макс);
- Можливість застосування визначених користувачем енергонезалежних меж сигналізування;
- В стані активної сигналізації можливе визначення адреси пристрою, що знаходиться в стані сигналізації;
- Випускається у 3-ох видах корпусів: SO-8(150 міл), μ SOP-8, TO-92;
- Забезпечена сумісність з DS1822;
- Програми використання терморегуляторів включають промислове обладнання, побутову техніку, термометри, або будь які термочутливі системи.

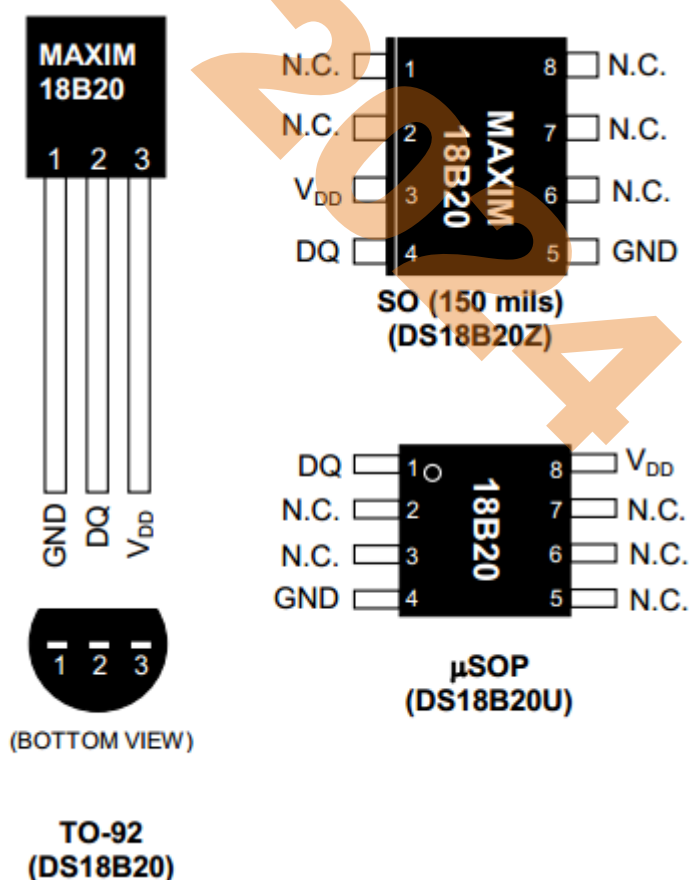


Рис.2.2 Варіанти корпусного виконання DS18B20

Огляд основних параметрів

На рис. 2.2 показана блок-схема датчика DS18B20. В таблиці 2.1 приведено опис контактних параметрів та дані про 64 бітний ROM код, що забезпечує унікальність кодування сигналу кожного пристрою. Пам'ять блоку даних містить 2-байт для реєстрації температури, який зберігає цифровий вихідний сигнал від датчика температури. Крім того, блок даних забезпечує доступ до 1-байт верхніх і нижніх реєстрах по тривозі (TH і TL). Регістр конфігурації дозволяє користувачеві встановлювати роздільну здатність температурно-цифрового перетворення, від 9 до 12 біт. У TH, TL реєстрах задані конфігурації енергонезалежної (EEPROM), тому вони зберігають дані, коли пристрій вимкнений.

Датчик DS18B20 використовує ексклюзивний протокол шини 1-Wire максимальний, який реалізує шини зв'язку з використанням одного сигналу управління. Лінія управління потребує слабкий підстроювальний резистор, оскільки всі пристрої зв'язані з шиною за допомогою 3-станів відкритим стоком порту. У цьому випадку мікропроцесор виявляє позицію потрібного сенсора за унікальним 64 бітним кодом. Тому що кожен пристрій має унікальний код. Протокол шини 1-Wire, в тому числі докладне пояснення команд і "Тимчасові інтервали", розглядаються в розділі 1-Wire-шини системи технічного опису на сенсор.

Ще одна особливість DS18B20 є здатність працювати без зовнішнього джерела живлення. Живлення замість окремої лінії подається через 1-Wire за допомогою розділового резистора через DQ контакти, коли шина висока. Високий рівень на сигнальній шині також заряджає внутрішній конденсатор (CPR), який потім подає живлення на пристрої, коли рівень на шині низький. Цей метод одержання енергії живлення від 1-провідної шини згадується як "спосіб паразитного живлення».

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

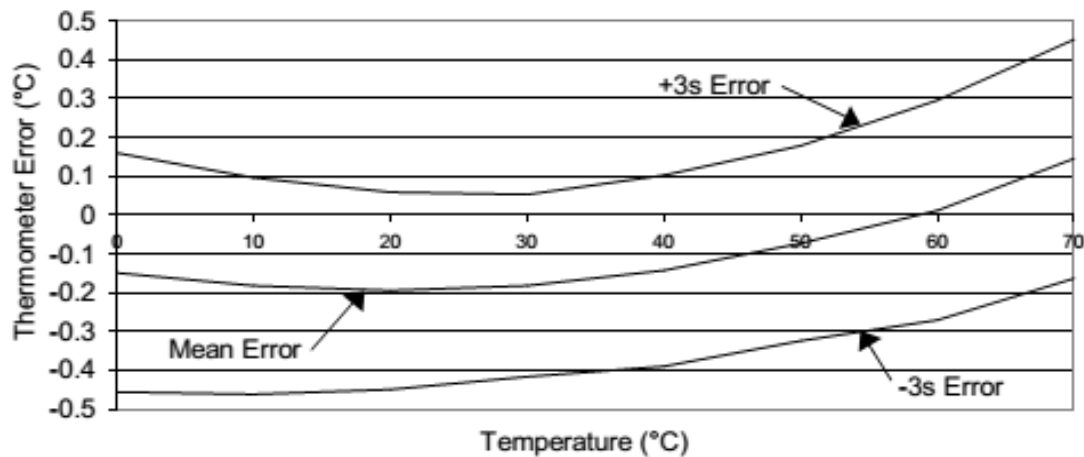


Рис.2.3 залежність виникнення похибки температури від вимірюваної температури

Таблиця 2.1 Основні електричні параметри сенсора DS18B20

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS		(-55°C to +125°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)					
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{DD}	Local Power	+3.0		+5.5	V	1
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasite Power	+3.0		+5.5	V	1,2
		Local Power	+3.0		V_{DD}		
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C			± 0.5	°C	3
		-55°C to +125°C			± 2		
Input Logic-Low	V_{IL}		-0.3		+0.8	V	1,4,5
Input Logic-High	V_{IH}	Local Power	+2.2		The lower of 5.5 or $V_{DD} + 0.3$	V	1, 6
		Parasite Power	+3.0				
Sink Current	I_L	$V_{IO} = 0.4V$	4.0			mA	1
Standby Current	I_{DDs}			750	1000	nA	7,8
Active Current	I_{DD}	$V_{DD} = 5V$		1	1.5	mA	9
DQ Input Current	I_{DQ}			5		μA	10
Drift				± 0.2		°C	11

Розрахунок передавальної характеристики

Дані температури на виході DS18B20 калібруються в градусах Цельсія; для застосування за Фаренгейтом, таблиця пошуку або для перетворення повинні бути використані. Температурні дані зберігаються в 16-бітному знак-розширення до

двох чисел комплементу в реєстрі температури . Знакові біти (S) вказують, якщо температура позитивна чи негативна: для позитивних чисел $S = 0$ та для від'ємних чисел $S = 1$. Коли DS18B20 налаштований для 12-бітного розряду, всі біти в температурному реєстрі будуть містити значущі дані. Для розряду 11-бітного, біт 0 невизначений. Для 10-бітового розряду, біти 1 і 0 не визначено, і для 9-бітового розряду біти 2, 1 і 0 не визначено.[9]

	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
LS BYTE	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	BIT 15	BIT 14	BIT 13	BIT 12	BIT 11	BIT 10	BIT 9	BIT 8
MS BYTE	S	S	S	S	S	2^8	2^5	2^4

S = SIGN

Рис.2.4 Формат реєстру температури

Табл.2.2 Зв'язок 2-го та 16-го коду DS18B20 з температурою

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

2.1.2 Обґрунтування вибору структурної та принципової електричної схем блоку нормуючої електроніки

Відповідно до технічного завдання об'єктом проектування є БНЕ автоматичного провітрювання теплиць у вибраному приміщенні стаціонарний. Пристрій призначений для вимірювання сигналізування граничних умов повітря які задаються користувачем.

Основні технічні характеристики наступні:

1. Вимірювання температури і вивід результатів на дисплей;
2. При виставлених граничних значеннях, передбачено запуск виконуючих пристроїв для стабілізації заданих умов.
3. Керування роботою пристрою – мікроконтролером.
4. Періодичність перевірки температури повітря: програмується.
5. Електричне живлення пристрою: від мережі 220 В та 50 Гц згідно умов ТЗ.
6. Використання пристрою передбачається в таких кліматичних умовах УХЛ 4.2:
 - робоча температура: в межах від - 0 до +45°C;
 - відносна вологість: до 100%;
 - атмосферний тиск у межах: від 84 до 106,7кПа (630 - 800мм.рт. ст.).
7. Встановлення пристрою в захищеному корпусі.

При розробці й експлуатації автоматизованих систем вентиляції і кондиціонування повітря аналіз процесів повітрообміну здійснюють на основі використання значень основного параметра — тепло. Збереження умов теплового балансу, вирішується системами провітрювання.

Оскільки в даний час ведеться активна модернізація теплиць, то це приводить до великої кількості виконавчих систем. Тому, є дуже важливий вибір критерію, наприклад економія теплоресурсів. І оскільки нам потрібно використати ПВП напівпровідникового типу з цифровим виходом і передбачити можливість підключення кількох датчиків (до 32 штук) до однієї цифрової лінії передачі даних то первинні вимірювальні перетворювачі з аналоговим виходом

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

слід відсунути, враховуючи великі довжини приєднань кабелів. І тому, на основі проведеного огляду літератури і вище згаданих особливостей вимірювання температури в теплиці, у якості первинного вимірювального перетворювача було вибрано цифровий інтегральний температурний сенсор DS18B20 з 3-ох провідним інтерфейсом, що забезпечує економічність розміщення датчиків на одній спільній шині на великій площі та в декілька разів зменшує кількість використаних кабелів.

2.1.3 Базові розрахунки окремих вузлів принципової електричної схеми

На основі виданого технічного завдання, було розроблено структурну схему пристрою, на основі якої можливо здійснювати подальше проектування даного пристрою

Структурна схема проектованого приведена на рисунку. 2.4.

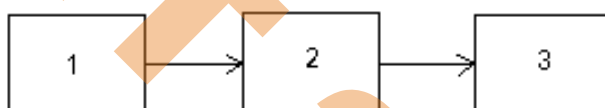


Рисунок. 2.4. Загальна структурна схема проектованого пристрою

1. ПВП;
2. Пристрій обробки інформації;
3. Пристрій відображення.

Аналізуючі умови ТЗ, структурна схема розробленого нами пристрою набуде вигляду рис.2.5.

Коротко опишемо роботу пристрою по структурній схемі: код з датчика (2) надходить на мікроконтролер (3). Отримана інформація про температуру повітря, надходить на цифровий дисплей (5). схема управління (4) – представляє собою реле і транзисторний ключ, за допомогою якого виконуючий пристрій зробить відкривання, або закривання вікон.

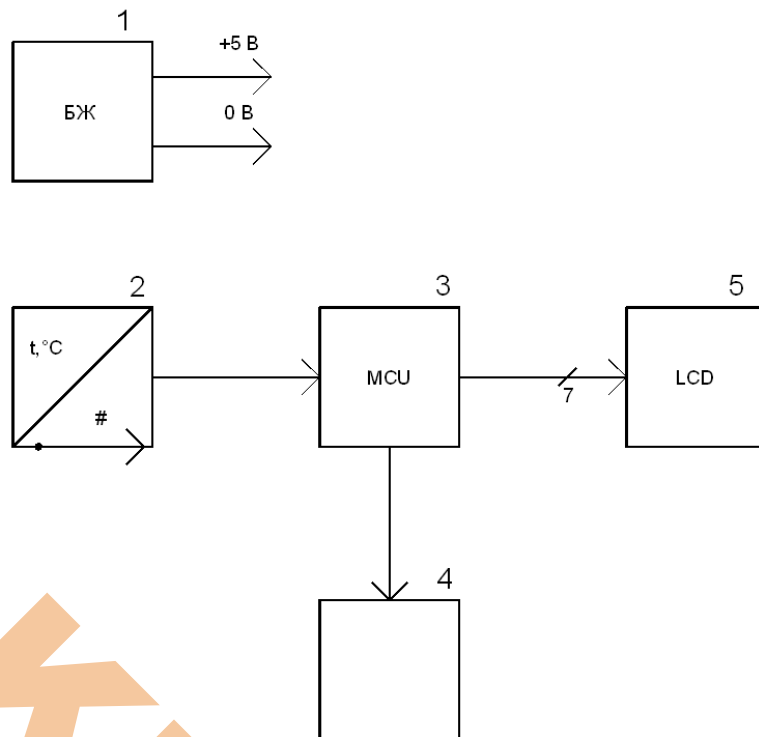


Рисунок. 2.5. Структурна схема пристрою

1. Блок живлення
2. Датчик
3. Мікроконтроллер
4. Блок управління
5. Цифровий дисплей

2.1.4 Опис компонентів

Використовуємо мікроконтролер фірми „Atmel” AT90S4414.

8-розрядний КМОП RISC мікроконтролер з завантажуванним Flash ПЗУ.

Основні властивості:

- AVR RISC архітектура - архітектура високої продуктивності та малого споживання;
- 120 команд, більшість яких виконується за один машинний цикл;
- 4 Кбайта Flash ПЗУ програм, з можливістю внутрішньосистемного перепрограмування і завантаження через SPI послідовний канал, 1000 циклів стирання / запис;

- 256 байтів ЕСППЗУ даних, з можливістю внутрішньосистемної завантаження через SPI послідовний канал, 100000 циклів стирання / запис;
- 256 байтів вбудованого СОЗУ;
- 32 x 8 біт регістра загального призначення;
- 32 програмованих ліній вводу / виводу;
- 16-розрядний і 32-розрядний формат команд;
- Діапазон напруг живлення від 2,7 В до 6,0 В;
- Повністю статичний прилад - працює при тактовій частоті від 0 Гц до 8 МГц;
- Тривалість командного циклу: 125 нс, при тактовій частоті 8 МГц;
- 8-розрядний і 16-розрядний (з режимами порівняння і захоплення) таймери / лічильники із загальним прескалером;
- Здвоєний ШІМ з 8,9 або 10-розрядних дозволом;
- Програмований повний дуплексний USART;
- Два зовнішніх і десять внутрішніх джерел сигналу переривання;
- Програмований сторожовий таймер з власним вбудованим генератором;
- Вбудований аналоговий компаратор;
- Режими енергозбереження: пасивний (idle) і стоповий (power down);
- Блокування режиму програмування;
- Промисловий (-40 ° С ... 85 ° С) і комерційний (0 ° С ... 70 ° С) діапазони температур;
- 40-вивідний корпусу PDIP і 44-вивідні корпусу TQFP і PLCC.

Блок-схема мікроконтролера AT90S4414 зображена на рис. 2.6., розташування виводів для даного мікропроцесора рис. 2.7.

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

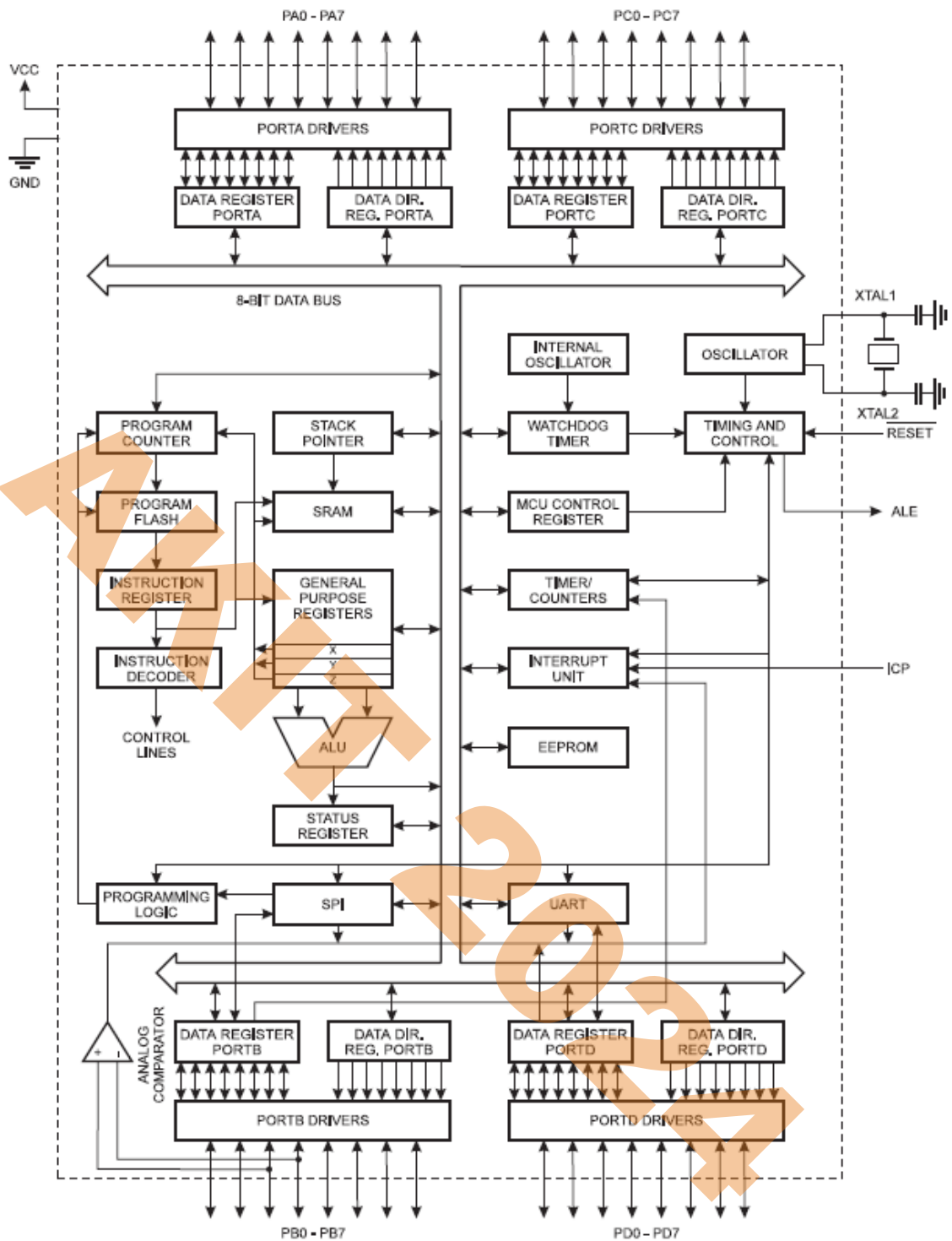


Рис. 2.6. Блок-схема мікроконтролер AT90S4414

На основі отриманих побудов структурної схеми ми можемо побудувати принципову схеми пристрою, враховуючі всі вимоги ТЗ принципова схема зображена на рис. 2.8.

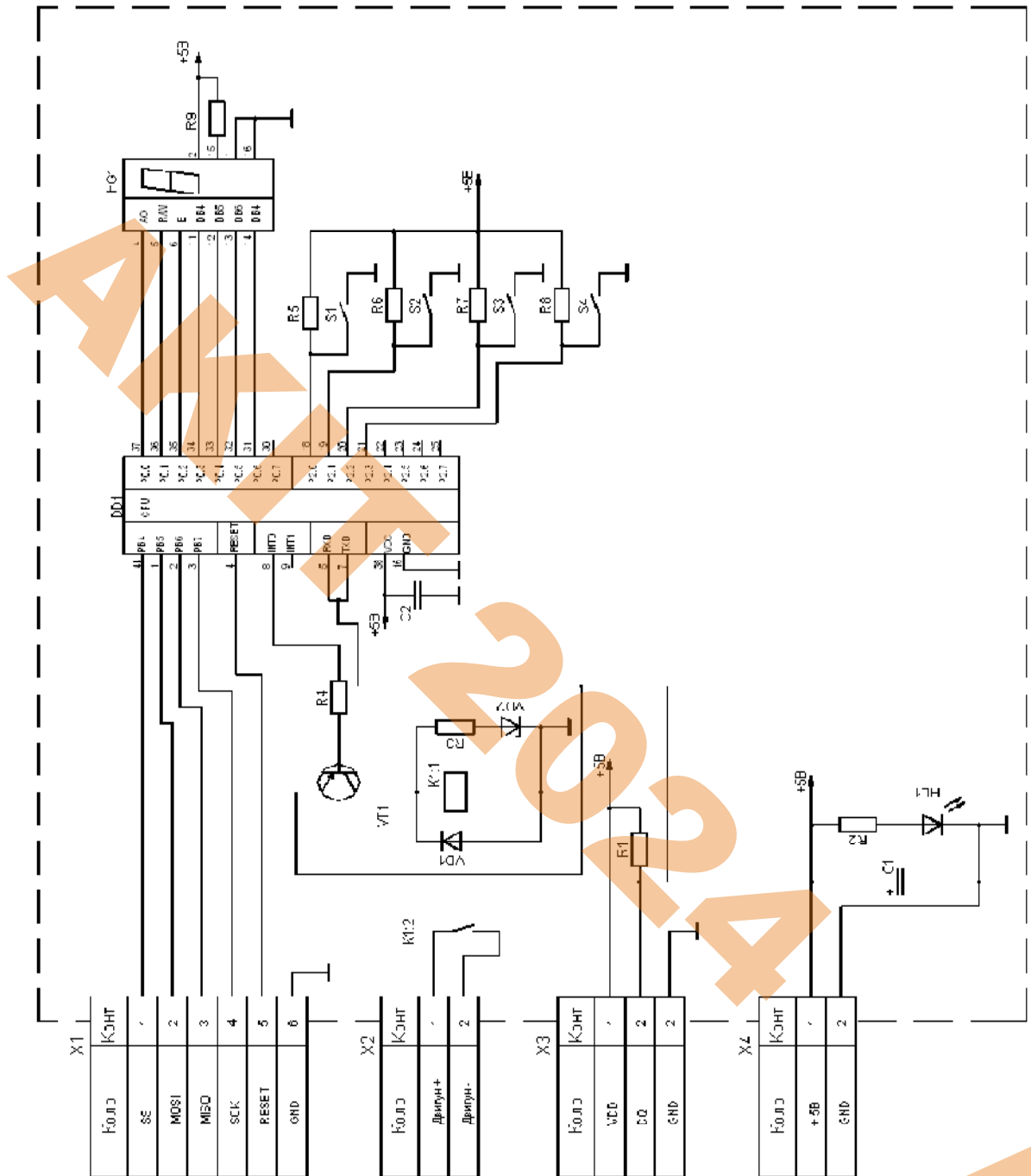


Рис. 2.8. Принципова електрична схема БНЕ

Керування індикатором здійснюється за допомогою кнопок SA1—SA4. (рис. 2.8). При включенні приладу загоряється світлодіод HL1. Для відображення температури повітря використовується індикатор HG1 (MT-16S2H).

2.1.5 Розрахунок окремих блоків нормуючої електроніки

Параметри індикатора: індикатор HG1 – рідкокристалічний дисплей MT-16S2H, що складається з БІС контролера керування та рідкокристалічної панелі. Контролер керування КБ1013ВГ6. Індикація на приладі вибирається кнопками доступу до меню.

Резистор R1 є підтягуючий для підняття сигналу від датчика через провід, тому візьме його номіналом 4,7 кОм також R4, що забезпечує відкривання транзистора.

Резистор R2 – обмежує струм світлодіода HL1 [10]:

$$R2 = \frac{U}{I} = \frac{5V}{10mA} = 500\Omega \quad (2.1)$$

Для близькості по номіналам використаємо резистор PNM0603K5100FBT1-510 Ом±1%. Таким самим номіналом візьмемо і резистор R3.

Для уникнення шкідливих впливів при натисканні кнопок SA1-SA4 необхідно ввести резистори R5...R8 типу PNM0603K5100FBT1-5,1 кОм. Величина опору таких резисторів достатня для вирішення такої проблеми.

Резистор R9 – обмежує струм на підсвічування панелі індикатора, згідно даних струм споживання $I_{max} = 120$ мА звідси:

$$R9 = \frac{U}{I} = \frac{5V}{120mA} = 40\Omega \quad (2.2)$$

3 Алгоритм роботи та програмування контролера

3.1 Опис алгоритму роботи пристрою

Вентиляція теплиць може бути реалізована двома способами: природно і примусово. Природна вентиляція передбачає використання елементів конструкції, що відкриваються: вікон, кватирок, дверей фрамуг та ін.. Примусова вентиляція забезпечується елементами припливу і відтоку повітря за допомогою вентиляторів, компресорів та ін.

Перевагами та недоліками ручної вентиляції є, її відносна простота та дешевизна проте недоліком може бути негативний вплив протягу на стан та зростання рослин. А для забезпечення належних умов система повинна бути автоматизованою з використанням елементів захисту та сигналізуванню про позаштатні ситуації.

У якості управляючих механізмів можуть бути використані різноманітні електродвигуни з передаванням крутного моменту, сервоприводи, пневматичні та гідравлічні виконавчі елементи.

Для контролю положення елементів провітрювання використовують, давачі переміщення, кінцевого та початкового положення, давачі кута повороту та інше.

Алгоритм роботи пристрою є однією з найважливіших задач при проектуванні пристрою, що розробляється на основі обраної елементної бази, датчиків та виконавчих механізмів

При написанні програми пристрою алгоритм описує логічну послідовність всіх операцій які повинен виконувати пристрій. Будь-який алгоритм роботи пристрою є списком визначених дій та інструкцій для вирішення поставленої задачі. Початком алгоритму є опис інструкцій процесу обчислень, які відбуваються за визначеною послідовністю станів, що також мають кінцевий стан. Перехід від одного стану до іншого стану не обов'язково детермінований – існують алгоритми, що не містять елементів випадковості. Одним із найбільш розповсюджених методів візуалізації алгоритму функціонування пристрою, окрім

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

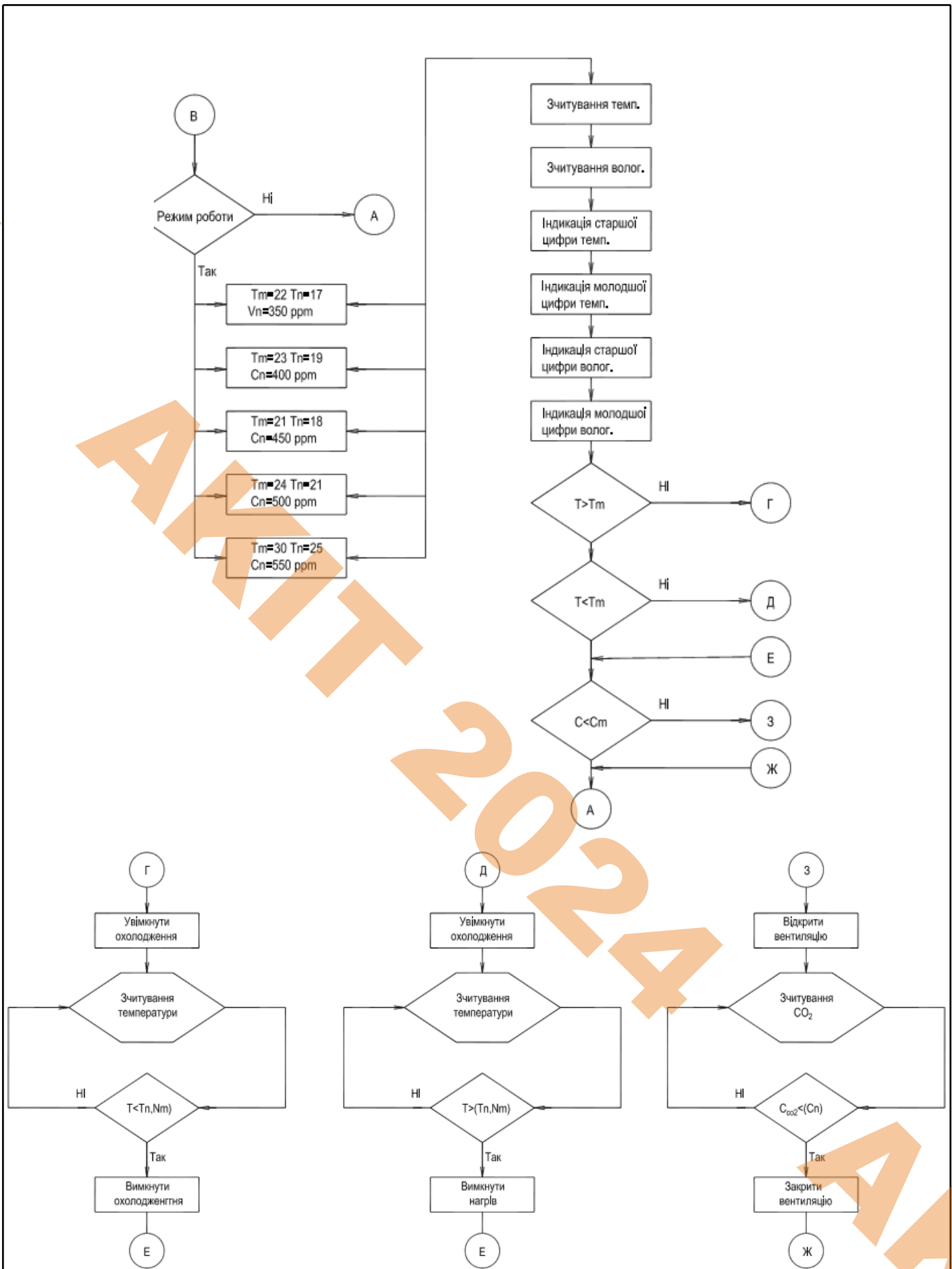


Рисунок 3.1 Алгоритм роботи програми

1. Пристрій вмикається після натиснення клавіші 1. Загорається світлодіодний індикатор.

2. Виконується опитування датчиків температури і вмісту CO₂.

Виводяться отримані дані про температуру і вмісту CO₂.

. Якщо натиснута клавіша 2 - виконується вибір послідуочого режиму роботи (режим 1 встановлено по замовчуванню).

. Якщо натиснута клавіша 3 - виконується вибір попереднього режиму роботи.

. В залежності від обраного режиму, для якого є свої відповідні параметри температури чи концентрації CO₂, починають працювати обігрів, вентиляція чи охолодження, які коректують ці параметри в разі потреби (якщо занадто висока температура то вмикається система охолодження, якщо вона навпаки замала - обігрів, якщо занадто висока концентрація вуглекислого газу вмикається провітрювання).

. В процесі коректування цих параметрів постійно зчитується температура і концентрація CO₂ з датчиків і надсилає сигнали (якщо температура не достатня тоді включається обігрів, якщо зависока охолодження, якщо концентрація вуглекислого газу зависока - провітрювання)

. Якщо натиснута клавіша 1 - система вимикається.

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання даної кваліфікаційної бакалаврської роботи, було розроблено пристрій для автоматизованого провітрювання теплиць, що може використовуватися як для приватних теплиць так і для невеликих підприємств.

У роботі виконано детальний огляд літератури з аналізом особливостей роботи та проектування таких пристроїв, та проведено короткий аналіз аналогів проєктованого пристрої і проаналізовано типові схеми, що використовуються при проектуванні автоматизованих систем провітрювання теплиць. На основі проаналізованих даних розроблено структурну та електричну принципову схеми. Їх опис а також опис вузлів та елементної бази наведено у розділі 2 даної роботи.

У розділі 3 проаналізовано логіку роботи пристрою та розроблено алгоритм його роботи. На основі розробленого алгоритму розроблено програмний код ля мікроконтролера, що наведений у додатках даної роботи.

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Методи та засоби вимірювання неелектричних велечин : Підручник / Під ред. Е.С.Поліщука. Львів, вид-во <Львівська політехніка>, 2000 р.- 360 с.
2. Sensors handbook. –CRC Press LLC ,1999-2007р.
3. Sensors handbook. –CRC Press LLC ,1999-2007р.
4. Гершунский Б.М. Справочник по расчету электронных схем. Киев, Высшая школа, 1983, 240стр.
5. Бутурлакін О.П., Овчаренко В.В., Федак В.В. Методичні рекомендації до виконання розрахунків по оцінці показників надійності радіоелектронної апаратури. – УжНУ,2001.-56ст

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47



ДОДАТКИ

АКІТ 2024

АКІТ

					КРБ.АКІТ.20052000.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Програмний код

\$include(mod51)0 :p1,#0; **очистка p1p3,#0 ; очистка p3p0.2 ; перевірка світлодіодівp0.3p0.4p0.5p0.6p0.7p2.0 ;очистити p2.0p2.1 ;очистити p p2.1 p2.2 ;очистити p2.2**

;початок роботи

start:p2.3,wait ; **включення схеми p0.7 ; подача сигналу на світлодіодp2.4,nok1 ; якщо натиснута s2 то перейти по мітці**

jb bitk11,nok11bitk11r1,#5,no01 ;перевірка значення в акумуляторі і перехід по мітціnok11:r1 ; інкримент регістра r1nok11:bitk11:p2.5,nok2bitk12,nok22bitk12r1,#1,no02 ;перевірка значення в акумуляторі і перехід по мітціnok22:r1 ; декримент регістра r1nok22:bitk12:r1,#1,ex11 ; включення 1-го режиму і відповідного світлодіодар0.2p0.3st:r1,#2,ex2 ; включення 2-го режиму і відповідного світлодіодар0.3p0.2p0.4st:r1,#3,ex3 ; включення 3-го режиму і відповідного світлодіодар0.4p0.3p0.5st:r1,#4,ex4 ; включення 4-го режиму і відповідного світлодіодар0.5p0.4p0.6st:p0.6 ; включення 5-го режиму і відповідного світлодіодар0.5:T_1WIRE_1 ; **перехід до 1 - го датчикаT_1WIRE_2 ; перехід до 2 - го датчикatype_dat ;вибір 1 - го датчикаGetTemp ; отримати температуруtype_dat ;вибір 2 - го датчикаGetTemp ; отримати температуруstart**

Зчитування і передача значення з датчика температури на індикатор виконується

;
_dat, next1_1Reset_1Wire_1next1_2_1: call Reset_1Wire_2_2:a, #0CCh; Посилаємо команду Skip ROM [CCh].RW_Bytea, #044h; Посилаємо команду Convert T [44h].RW_Byte

; затримка, не менше 750 мсA,#0Big_delayBig_delayBig_delayBig_delaytype_dat, next6_1Reset_1Wire_1next6_2_1: call Reset_1Wire_2_2:A,#165 ; (500 - 4) / 3 = 165delaya, #0CCh; Посилаємо команду Skip ROM [CCh].RW_Byte a, #0BEh;

					КР.АП.080954.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Посилаємо команду Read Scratchpad [BEh].RW_Bytea, #1hdelayCRC,#0A,#0FFhRW_Byte ;byte 0.fTEMPER_L,A ; Молодший байт температури.DO_CRCA,#0FFhRW_Byte ; byte 1.fTEMPER_H, A ; Старший байт температури.DO_CRC

; Дальше 8 непотрібних байти (зчитуємо тільки для формування CRC).A,#0FFhRW_Byte ; byte 2.DO_CRCA,#0FFhRW_Byte ; byte 3.DO_CRCA,#0FFhRW_Byte ; byte 4.DO_CRCA,#0FFhRW_Byte ; byte 5.DO_CRCA,#0FFhRW_Byte ; byte 6.DO_CRCA,#0FFhRW_Byte ; byte 7.DO_CRC

; Зчитуємо CRC.A,#0FFhRW_Byte ; byte 8 (CRC).CA,CRC ; A = A - CRCGT_CRC_OKA,#10Big_DelayCRC_OKGT_exit_CRC_OK: ; Якщо CRC - ok.CRC_OK

;перетворення і вивід температури. 0-99градусів

; якщо температура буде від'ємна - в регістрі fTEMPER_h буде значення FF

; значення після коми зберігаються в молодшій тетрадї регістра fTEMPER_la, fTEMPER_la, #0f0h ;множимо на маску, позбавлючись значень після коми ;значення молодшого байту - в молодших розрядах акумулятора fTEMPER_1, a ;нове значення температури a, fTEMPER_h b, #16 ;значення старшого байту AB ;перемножуємо на множник - 16, - результат в акумуляторі, fTEMPER_1 ;додаю значення молодшого байту

.1 Проведення аналізу даних із температурного датчика

```

jb      type_dat,      nnext7_1next7_1_1:r0,ar1,#1,no11a,#17      e1no1p2.0p2.2
GT_exno1:a,#6e1no2p2.2p2.0GT_exno2:p2.2p2.0GT_ex:r1,#2,no21a,#19e2no1p2.0
p2.2GT_exno1:a,#5e2no2p2.0p2.2GT_exno2:p2.2p2.0GT_ex:r1,#3,no31a,#18e3no1p2.
0p2.2
GT_exno1:a,#4e3no2p2.2p2.0Gt_exno2:p2.2p2.0GT_ex:r1,#4,no41a,#21e4no1p2.0p2.
2      GT_exno1:a,#4e4no2p2.0p2.2Gt_exno2:p2.2p2.0GT_ex:a,#25e5no1p2.2p2.0
GT_exno1:a,#6e5no2p2.0p2.2GT_exno2:p2.0p2.2_ex:a,r0

```

					КР.АП.080954.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

b, #10 ;розбиваю значення ab ;на два числаа ;збираю значення a, b ;докупи в акумуляторip1, a ;виводжу в порт на індикатор 1GT_exit

.2 Проведення аналізу даних із датчика CO2

```

next7_1:r0,ar1,#1,no1a,#30e1nop2.1
no:p2.1GT_exit1:r1,#2,no2a,#60e2nop2.1
GT_exit1no:p2.1Gt_exit1:r1,#3,no3a,#35e3nop2.1
GT_exitno:p2.1Gt_exit1:r1,#4,no4a,#70e4nop2.1
GT_exitno:p2.1Gt_exit:a,#40e5nop2.1 GT_exit1no:p2.1_exit1:a,r0b, #10 ;розбиваю
значення ab ;на два числаа ;збираю значення a, b ;докупи в акумуляторip3, a
;виводжу в порт на індикатор 2_exit;; вихід з GetTemp:
;=====1Wire_1
ire_1: ; Скидаємо лінію на час, біля 500 мкс. == 1 datchikT_1WIRE_1A,#165 ; (500
- 4) / 3 = 165delayT_1WIRE_1
; Пропускаємо імпульс присутностіA,#165 ; (500 - 4) / 3 = 165delay
;-----1Wire_2: ;
Скидаємо лінію на час, біля 500 мкс. == 2 datchikT_1WIRE_2A,#165 ; (500 - 4) / 3
= 165delayT_1WIRE_2
; Пропускаємо імпульс присутностіA,#165 ; (500 - 4) / 3 = 165delay
;-----
:fCOUNTER,A_Loop36;; 1 us.fCOUNTER,D_Loop36 ; 2 us.
;-----_delay:
;=770*x+1 x=(delay-5)/770 Враховуючи виконання call и
return.fCOUNTER2,AfCOUNTER,#0_Loop94;; 1 us.fCOUNTER,BD_Loop94 ; 2
us.fCOUNTER2,BD_Loop94 ; 2 us.
;=====
; Ф-ція вводу/виводу на лінію 1-Wire. по черзі, зсуваючи вправо значення в

```

					КР.АП.080954.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

А зчитуємо лінію і формуємо байт

```
; Виводимо з А и зчитуємо в А. _Byte:fTEMP,AR2,#8
;----- цикл :A,fTEMP ; повертаємо значення в
аккумулятор type_dat, next2_1T_1WIRE_1 ; Обнуляємо вихід. 1 datnext2_2_1: clr
T_1WIRE_2 ; Обнуляємо вихід. 2 dat_2:ACC.0,RB_Skip01type_dat,
next3_1T_1WIRE_1 ; Встановлюємо вихід. 1 datnext3_2_1: setb T_1WIRE_2 ;
Встановлюємо вихід. 2 dat_2:_Skip01:AACC.7 ; Приймаємо в той самий TEMP, з
якого передаємо type_dat, next4_1T_1WIRE_1, RB_Skip02next4_2_1: jnb
T_1WIRE_2, RB_Skip02_2:ACC.7_Skip02:fTEMP,A ; зберігаємо значення
; дальше даємо час на звільнення лінії веденим девайсом(release = до 45
мкс.) A,#14 ; (60 - 4) / 3 = 18delay
; Відпускаємо лінію.type_dat, next5_1T_1WIRE_1next5_2_1: setb
T_1WIRE_2_2:
; трішки відпочиваємо (на всякий пожарний).A,#1 delay
; Якщо 8 біт, то виходимо з циклу.R2,RBLoop ; послідовно зчитуємо 8 біт
(лічильник рег.R2)
;----- цикл
; прийнятий байт.A,fTEMP ; записуємо значення сформованого байту в
аккумулятор;
;=====
; Процедура обновлення CRC. Параметр в А. _CRC: PUSH ACC ;save
accumulatorB ;save the B registerACC ;save bits to be shiftedB,#8 ;set shift = 8 bits
;_LOOP: XRL A,CRC ;calculate CRCA ;move it to the carryA,CRC ;get the last CRC
valueZERO ;skip if data = 0A,#18H ;update the CRC value
;: RRC A ;position the new CRCCRC,A ;store the new CRCACC ;get the
remaining bitsA ;position the next bitACC ;save the remaining bitsB,CRC_LOOP
;repeat for eight bitsACC ;clean up the stackB ;restore the B registerACC ;restore the
accumulator
;-----
```

					КР.АП.080954.01.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

АКТИТ 2024

АКТИТ

					КР.АП.080954.01.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		