

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій

Звіт з переддипломної практики:

**«БАГАТОКАНАЛЬНИЙ ЦИКЛІЧНИЙ ПРОГРАМОВАНИЙ ТАЙМЕР
ДЛЯ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ОПАЛЕННЯ»**

Виконав: студент ІV курсу, групи 1АКІТ-186
спеціальності 151 – Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

Крикус Д. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри АІТ

Овчинников К. В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

АНОТАЦІЯ

Метою роботи є пошук варіантів автоматизації сучасних систем опалення з використанням мікропроцесорних засобів автоматизації для підвищення ефективності їх роботи та оптимізації споживання енергоносіїв.

У загальній частині роботи розглянуто особливості процесу керування сучасними системами опалення, обґрунтована доцільність розробки багатоканального циклічного програмованого таймера.

Ключові слова: таймер, циклічний, програмований, багатоканальний, котел, система опалення.

ANNOTATION

The aim of the work is to find options for automation of modern heating systems using microprocessor-based automation tools to increase the efficiency of their work and optimize energy consumption.

In the general part of the work the peculiarities of the process of control of modern heating systems are considered, the expediency of development of multi-channel cyclic programmable timer is substantiated

Key words: timer, cyclic, programmable, multichannel, boiler, heating system.

ЗМІСТ

ВСТУП.	3
1 СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.	5
1.1 Загальні відомості про системи опалення.	5
1.2 Засоби та способи керування системами опалення	7
1.3 Висновки до першого розділу.	15
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ЦИКЛІЧНОГО ТАЙМЕРА.	16
2.1 Людино-машинний інтерфейс	16
2.2 Розробка структурної схеми пристрою	20
2.3 Висновки до другого розділу	21
ВИСНОВКИ	22
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	23

ВСТУП

Сьогодні як ніколи гостро стоїть питання економії енергоресурсів. В пошуках нових видів енергії, яку б можна було використовувати для опалення промислових та житлових приміщень людство винайшло багато видів теплогенераторів, що працюють на різному типі палива. Серед основних це: газ, тверде паливо (деревина, вугілля) та електрична енергія. Кожен з цих видів джерел енергії має свої переваги і недоліки. Сьогодні з метою підвищення ефективності та зменшення затрат на енергоносії все частіше використовують всі види теплогенераторів в єдиній системі. Але залишається питання ефективного управління цими теплогенераторами в складі однієї системи. На ринку існують готові рішення, проте вони, як правило, є складовою частиною коштовної системи «розумний будинок». В інших випадках готові прилади не забезпечують необхідний функціонал та потребують суттєвого доопрацювання «по місцю». Тому бакалаврська дипломна робота присвячена розробці пристрою, який дозволяє ефективно керувати теплогенераторами різної природи в складі однієї системи є **актуальною**.

Об'єктом роботи є процес керування системою опалення.

Предметом роботи є багатоканальний програмований циклічний таймер для керування системою опалення.

Метою дослідження є пошук варіантів автоматизації сучасних систем опалення з використанням мікропроцесорних засобів автоматизації для підвищення ефективності їх роботи та оптимізації споживання енергоносіїв різної природи.

Для досягнення мети сформульовані наступні **задачі**:

- провести огляд систем опалення та сучасних підходів до керування ними;
- визначити оптимальний алгоритм взаємодії різних теплогенераторів, що використовують різні типи теплоносіїв між собою;

- запропонувати структуру багатоканального циклічного програмованого таймера для керування системою опалення;
- вибрати електронні компоненти для створення ефективної системи керування та запропонувати електричну схему багатоканального циклічного програмованого таймера;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення багатоканального циклічного програмованого таймера.

Для вирішення поставлених в роботі задач використовувались методи пошуку та аналізу інформаційних ресурсів; в ході експериментальних досліджень використовувались методи планування експерименту; для розробки програмно-апаратної частини мікропроцесорного пристрою використовувалися методи алгоритмізації, програмування, схемо- та системотехніки.

Практична цінність роботи полягає в створенні електричної схеми багатоканального циклічного програмованого таймера для керування системою опалення та розробці програмного забезпечення для нього, що дозволить реалізувати пристрій здатний підвищити ефективність роботи систем опалення побудованих на базі теплогенераторів, які використовують паливо різної природи.

1 СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Для ефективного управління системами опалення засобами побутової автоматики необхідно визначитись із тим, якими теплогенераторами доведеться керувати, і як саме це робити правильно. До того необхідно проаналізувати можливості існуючих аналогів та визначитись із способами керування.

1.1 Загальні відомості про системи опалення

Теплогенератори – устаткування для прямого отримання нагрітого теплоносія в процесі спалювання різних видів палива [2], нині складають високу конкуренцію традиційним опалювальним котлам. Серед широкої номенклатури типів теплогенераторів виділяють основні: газові теплогенератори, твердопаливні теплогенератори, дизельні теплогенератори та електричні теплогенератори.

Газові теплогенератори є найбільш поширеним типом. Пов'язано це з рядом чинників: широкою мережею газових магістралей і доступністю газу, відсутністю процесів транспортування, складування і завантаження палива, крім того, природний газ до недавнього часу вважався найдешевшим видом палива [3], при цьому рівень шкідливих речовин, що виділяються в процесі згоряння - мінімальний в порівнянні з іншими видами палива. Теплогенератор газовий має найвищий ККД, який у більшості випадків складає $90 \div 91$ %. Існують моделі з відкритими і закритими топками. Моделі із закритими топками більш розповсюджені, оскільки безпечніші, але з огляду на більш складну конструкцію мають більшу ціну.

Твердопаливні теплогенератори за конструкцією є гібридом між газовими /дизельними теплогенераторами і звичайною паливною піччю. Окрім інших конструктивних елементів теплогенератора, вони мають колосники і дверцята для завантаження палива, що притаманно звичайним печам. Паливом є суха деревина, стружка і тріска, брикетований торф, кам'яне вугілля, різні органічні

відходи, наприклад, гречане лушпиння. Такі теплогенератори мають ККД менший, ніж у працюючих на газоподібному і рідкому паливі котли – $80 \div 85 \%$.

Електричний котел (електрокотел) – прилад, призначений для нагріву теплоносія теплом, що виділяється від електричного струму. Електрокотли, що нагрівають санітарну воду частіше називаються електричними водонагрівачами або електробойлерами. Електрокотел часто використовується як резервне джерело при теплопостачанні від апаратів, які працюють від поновлюваних джерел енергії, приміром, теплових насосів, потужності яких не завжди досить для обігріву приміщень в період сильних холодів. Придбання ж теплового насосу з великим запасом потужності, розраховуючи на найбільш холодні дні зими економічно не вигідні. Істотною перевагою використання електрокотлів є їх невеликі розміри – немає необхідності в спеціальному приміщенні для такого котла. Робочий ККД парового електродного котла, як правило, складає $70 \div 80 \%$.

Не зважаючи на особливості роботи кожного типу описаних теплогенераторів загальна схема підключення котла до системи гарячого водопостачання (ГВП) буде виглядати як показано на рисунку 1.1.

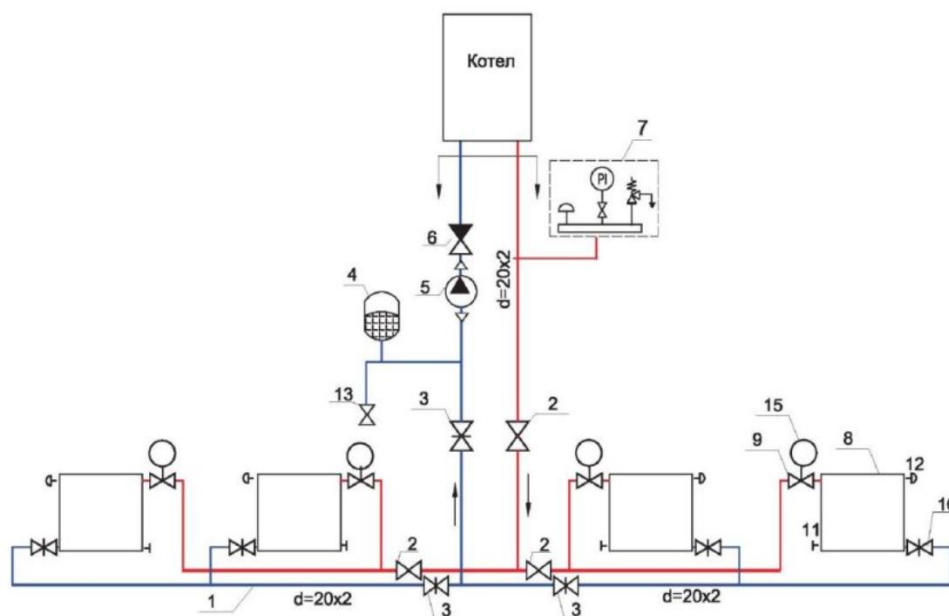


Рисунок 1.1 – Загальна схема підключення котла до системи ГВП

На рисунку 1.1 серед іншого позначений циркуляційний насос 5, який забезпечує циркуляцію теплоносія в системі. Якщо в системі ГВП працює декілька котлів у кожного буде такий насос, і цим насосом необхідно керувати. Керування цим насосом передбачає лише встановлення двох станів: включений або виключений. Також для кожного котла необхідно передбачити включення та виключення.

Одночасно необхідно пам'ятати про явище яке називається “тепловим ударом” [4]. Після відключення котла необхідно витримати деякий час включеним рециркуляційний насос, для забезпечення відводу тепла для запобігання виходу котла з ладу. Таку ж послідовність в зворотному порядку слід витримувати при включенні котла в системі ГВП.

1.2 Засоби та способи керування системами опалення

Таймери використовуються для системи опалювання або для системи гарячого водопостачання, і служать для того, щоб програмувати режими роботи системи опалювання або бойлера ГВП протягом доби або тижня. При роботі на систему ГВП таймер вимикає підігрівання води у бойлері в нічний час або на час відсутності людей у будинку, що призводить до економії витрати газу. Ця функція може використовуватися для котлів зі вбудованим бойлером або з накопичувальним бойлером ГВП. При відключенні таймером насосу ГВП також економиться і електроенергія.

На допомогу в рішенні подібних завдань приходять різні пристрої, що дозволяють віддалено і автоматично включати/виключати електричні прилади, якими користується людина в повсякденному житті: пральна машина, електричне освітлення, прилади опалювання і кондиціонування, приготування їжі і іншого призначення.

Розетка з таймером – електротехнічний пристрій, який встановлюється в звичайну розетку, що служить для підключення зовнішніх елементів наванта-

ження і оснащений таймером, для забезпечення виключення і відключення навантаження відповідно до виставленого значення часу. Час включення і виключення виставляється за допомогою таймера, який буває механічного або електронного типу. За допомогою реле часу – таймера, розширюються можливості використання побутової техніки і іншого електротехнічного устаткування.

За допомогою таймера для розетки 220 В можна:

- включати в роботу різні побутові прилади – пральну машину і електричний обігрівач, кондиціонер і прилади, що служать для приготування їжі;
- включати і відключати електричне освітлення – підсвічування елементів декору і акваріума, зовнішнього і чергового освітлення;
- включати різні електронні пристрої – засоби зв'язку і комунікацій (роутер, Wi-Fi-адаптер, тощо), а також систему сигналізації і відеоспостереження.

Моделі, оснащені електронним типом управління, більше функціональні, ніж механічні аналоги, а наявність вбудованого акумулятора (у деяких моделях) дозволяє взагалі здійснювати роботу в автономному режимі.

Використання подібних пристроїв спрощує експлуатацію різного електричного устаткування і побутових приладів, тому до достоїнств розетки з таймером можна віднести такі показники, як:

- з'являється можливість автоматизації процесу включення і виключення навантаження різного призначення – особливо це стосується електронних пристроїв;
- при правильно виконаних налаштуваннях можна добитися зниження споживання електричної енергії;
- режим роботи підключених елементів навантаження споживач настраює самостійно відповідно до свого графіку і ритму життя;

У моделей, оснащених електронних таймером, основним недоліком є те, що при відключенні централізованого електропостачання процес роботи таймера не зупиняється, а працює «сам по собі». Це може бути небажано при підключенні до подібних засобів автоматизації приладів опалювання або включення

побутових приладів в заданому циклі використання (нічний час і так далі). Прикладом такого засобу автоматизації процесу управління є таймер-розетка TS ED1 загальний вигляд якого зображено на рисунку 1.2.

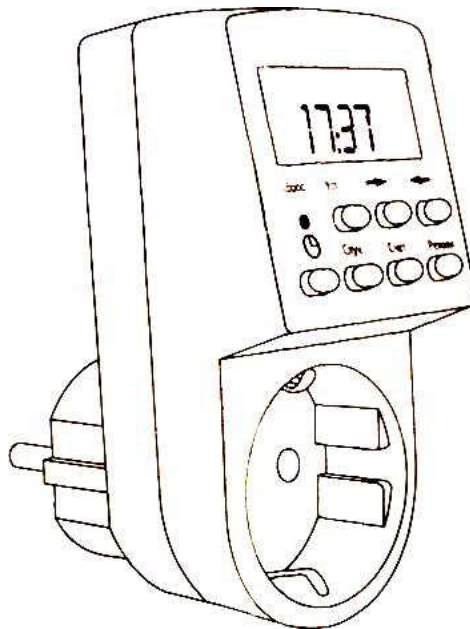


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд таймера-розетки TS ED1

Основні технічні характеристики таймера-розетки зведені до таблиці 1.1. До недоліків використання такого рішення в системах управління опаленням є те, що кількість таких таймерів-розеток на один котел необхідно не менше двох, а в системі керування трьома котлами – шість.

Таблиця 1.1 – TS ED1, основні характеристики

Тип таймера	Тижневий
Управління	Електронне
Точність встановлення часу	1 хвилина
Максимальне навантаження	16 А, 3600 Вт

Таймер, що кріпиться на DIN-рейку. Примітною особливістю такого типу таймерів є те, що вони встановлюються в електричну шафу (щит), і до них під-

ключається конкретна група електричної мережі. Принцип роботи і налаштувань у таймерів цього типу такі ж, як і для встановлюваних в розетку, а для кріплення в електричній шафі використовується стандартна DIN-рейка. Перевагою цих пристроїв є те, що кількість каналів управління може бути більшою за один, оскільки призначені такі прилади для роботи в умовах промислового виробництва з великою кількістю устаткування, яким необхідно керувати. Прикладом такого таймера може бути двоканальний цифровий таймер реального часу ELHART ETC1 (рис. 1.3) призначений для управління виконавчими механізмами по записаному в пам'ять пристрою графіку роботи, прив'язаному до часу доби, дня тижня, місяця, року, а так само до сходу і заходу сонця.

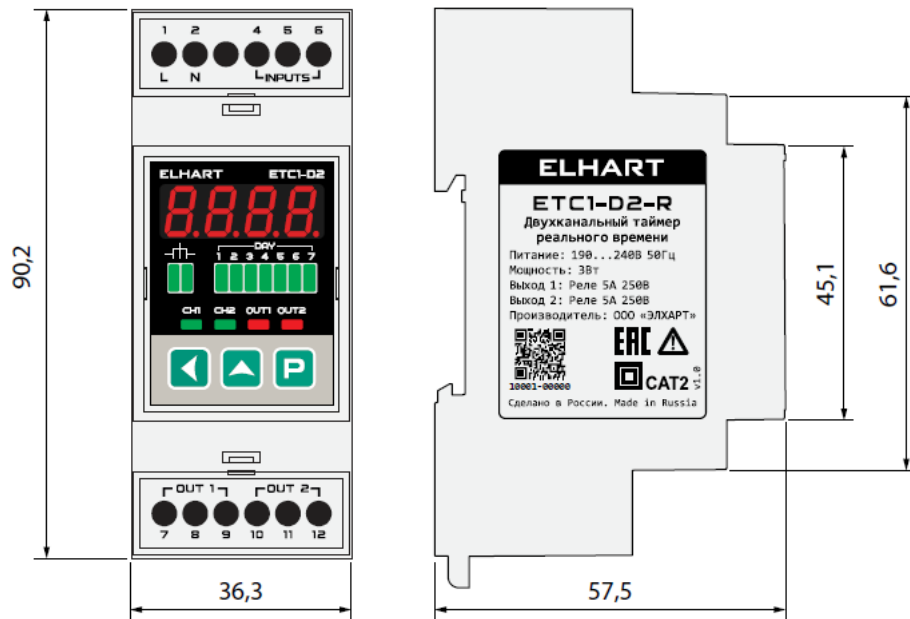


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд і основні габаритні розміри таймера

Таймер ETC1 відноситься до групи астрономічних таймерів (астротаймерів), що розраховують в автоматичному режимі час сходу і заходу сонця на точну календарну дату по широті, довготі і часовому поясу місця установки. Астротаймер ETC1 має 2 виходи, які можуть працювати незалежно один від одного або паралельно від першого логічного пристрою. Паралельна робота двох виходів використовується для управління декількома пристроями з різною

напругою живлення. Для примусово включення (виключення) виходів таймер оснащений двома дискретними входами, працюючих з сигналами «сухий контакт», NPN і PNP типу. Схема зовнішніх з'єднань приведена на рисунку 1.4.

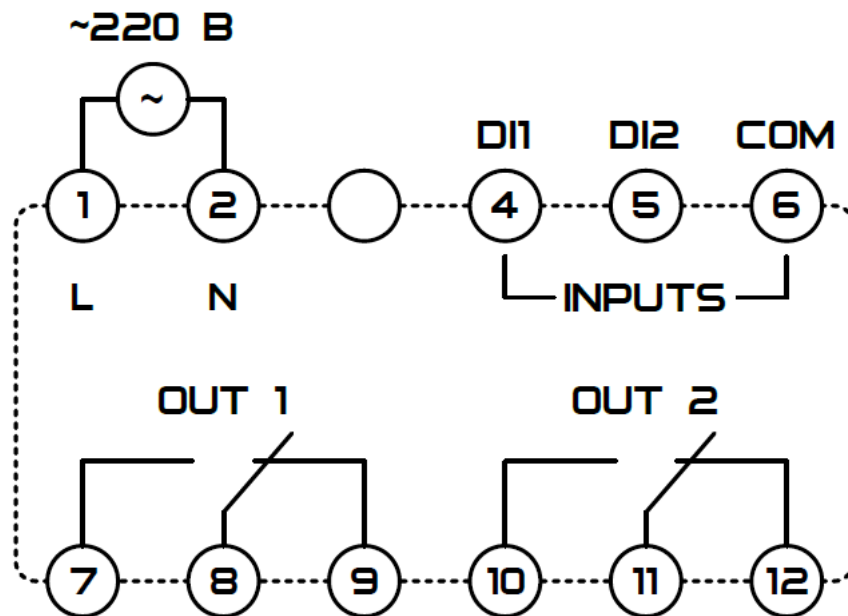


Рисунок 1.4 – Схема зовнішніх з'єднань таймеру ETC1

Основні технічні характеристики таймера ETC1 зведені до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – ETC1, основні технічні характеристики

Напруга живлення	190 ÷ 240 В/ 50 Гц (ном. 220 В/ 50Гц)
Кількість незалежних канали	два
Точність встановлення часу	1 хвилина
Максимальне навантаження	5 А, ~250 В
Кількість кроків на канал	50 кроків/ канал
Ступень захисту	IP 20

Серед недоліків, які можна виділити у таких приладів, як таймер ETC1 є те, що кількість каналів управління достатня лише для управління одним теплогенератором, або котлом в системі ГВП. Тому на ринку існують пропозиції при-

ладів з кількістю каналів управління більшою за два. Одним з таких пристроїв є багатоканальне тижневе програмоване реле реального часу НПРРВ (рис. 1.5).

Реле часу НПРРВ може використовуватися для підключення будь-яких електроприладів, які необхідно включати і виключати за розкладом. Може використовуватися як в побуті (наприклад, для включення водонагрівального бака з ранку, управління поливом і освітленням на прибудинковій території в різний час у вихідні і буденні дні, для управління освітленням, аерацією, фільтрацією, підігріванням в акваріумі), так і на виробництві (запуск технологічних процесів за розкладом, попереднє прогрівання прес-форм, періодичне вентилявання, провітрювання, включення освітлення в теплиці, в різний час в різні дні тижня). В цілому, сфера застосування реле реального часу досить широка, прилад відрізняється своєю універсальністю.



Рисунок 1.5 – Багатоканальне тижневе програмоване реле реального часу НПРРВ

Багатоканальне тижневе програмоване реле реального часу НПРРВ (НПРРВ-1, НПРРВ-2, НПРРВ-3, НПРРВ-4) призначене для включення і виключення навантажень споживачів в заданий час доби з тижневим циклом. Залежно від модифікації прилад може мати від одного до чотирьох каналів управління: 1 канал для НПРРВ-1; 2 канали для НПРРВ-2; 3 канали для НПРРВ-3; 4 канали

для НПРРВ-4. Максимальна потужність пристроїв, що підключаються, не повинна перевищувати 2500 Вт (10 А) для кожного каналу. Основні технічні характеристики реле НПРРВ-4 зведені до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Основні технічні характеристики НПРРВ-4

Напруга живлення	170 ÷ 250 В
Струм комутації на кожний канал	10 А
Мінімальний програмований час	1 хвилина
Споживана потужність	не більше 5 Вт

Як приклад промислового варіанту засобу управління навантаженням по 15-ти незалежним каналам можна представити таймер послідовно-комбінаційний ТК-415. Послідовно-комбінаційний таймер ТК-415 є мікропроцесорним програмованим пристроєм який призначений для комутації в попередньо задані моменти часу 15 навантажень по черзі (послідовний режим) або в певних комбінаціях (комбінаційний режим). Загальний вигляд таймеру представлений на рисунку 1.6.

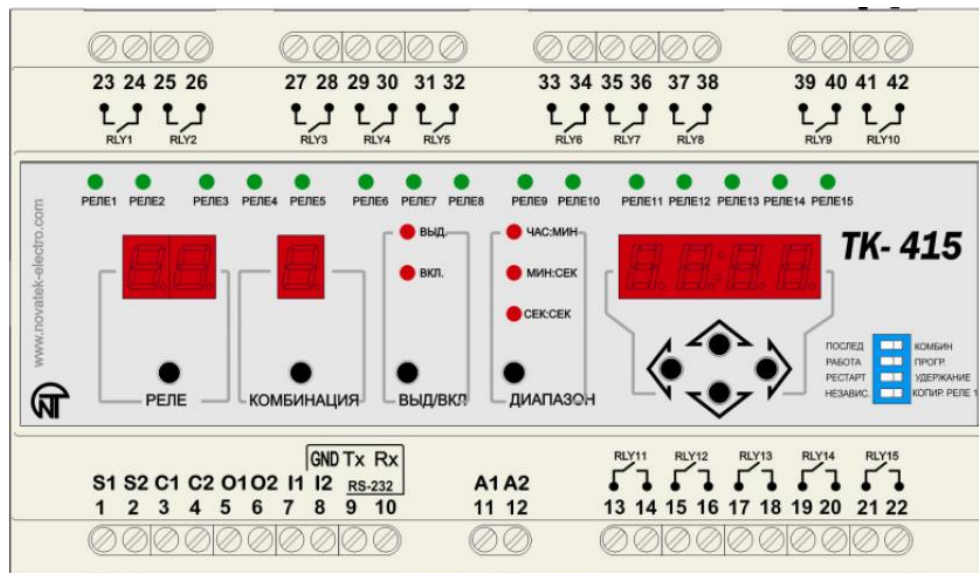


Рисунок 1.6 – ТК-415 загальний вигляд

Основні технічні характеристики комбінаційного таймера зведені до таблиці 1.4. Таймер ТК-415 здатний виконувати наступні функції: мікропроцесорне управління; просте перемикання між послідовним і комбінаційним таймером; 7-сегментна світлодіодна індикація; каскадне включення декількох пристроїв для розширення сумарного числа каналів; збереження стану пристрою після відключення живлення і продовження роботи програми з моменту аварії; управління стартом і паузою таймера; швидке скидання усіх налаштувань; копіювання налаштувань; одноразове виконання програми або її циклічне повторення. Є можливість підключення таймера до персонального комп'ютера через інтерфейс RS-232.

Таблиця 1.4 – ТК-415 основні технічні характеристики

Напруга живлення, В	85 ÷ 270 AC/DC
Частота мережі живлення, Гц	47-63
Споживана потужність, ВА	8
Діапазон тимчасових установок	від 0,1 сек. до 99 год. 59 хв.
Точність комутації	±0,1% + 20 мсек.
Кількість каналів	15
Кількість комбінацій на канал	8
Діапазон робочих температур, °С	від - 25 до +55
Температура зберігання, °С	від - 35 до +80
Вологість	85% / 40°С
Опір ізоляції	>100 МОм / 500 В DC
Ступінь захисту	IP20

Кожен з розглянутих пристроїв є яскравим представником свого класу і призначений для виконання своїх специфічних задач. До розгляду не приймалися механічні засоби керування електричним навантаженням, оскільки вони не відповідають сучасним вимогам по точності хоча і мають перевагу - незалежність від напруги живлення. Проте навіть така перевага нівелюється тим фактом, що будь-який котел все одно залежить від напруги живлення і пристрій керування ним ніяким чином не допоможе при вимкненні освітлення.

Порівняльний аналіз описаних засобів управління водогрійними котлами в системах ГВП зведений до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Порівняльний аналіз засобів управління (реле часу)

	TS ED1	ELHART ETC1	НППРВ-4	ТК-415
Кіл-ть каналів	1	2	4	15
Точність	1 хв.	1 хв.	1 хв.	0.1 с
Струм комутації	16 А	5 А	10 А	10 А
Наявність інтерфейсу	-	-	-	RS-232
Виконання	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20

1.3 Висновки до першого розділу

Проведений огляд систем опалення та систем ГВП показує, що для забезпечення надійної роботи котлів різних типів в одній системі використовуються пристрої комутації, які виконують функції програмованого реле. Серед пристроїв представлених на ринку є механічні, електромеханічні та електронні таймери різного рівня складності. Перш за все такі пристрої відрізняються один від одного кількістю каналів управління. Найпростіші мають один канал і використання їх в системах ГВП недоцільно, оскільки налаштувати велику кількість каналів на роботу доведеться в окремих пристроях, що різко знижує надійність системи в цілому. Особливий інтерес серед засобів управління викликають пристрої, що мають 4 та більше каналів управління.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ЦИКЛІЧНОГО ТАЙМЕРА

Структурна схема розробляється на початкових стадіях проектування і передує розробці схем інших типів. Структурна схема визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення та взаємозв'язки між ними. Така схема відображає принцип дії виробу в загальному вигляді.

2.1 Людино-машинний інтерфейс

Інтерфейс користувача, інтерфейс людина-машина, або більш відомий, як НМІ (англ. human-machine interface) – це набір компонентів, як апаратних, так і програмних засобів, які дозволяють оператору спілкуватися та взаємодіяти з машиною (в розумінні обчислювальної машини) або процесом. Одна з найпоширеніших систем керування, яку ми маємо, – це персональний комп'ютер або ноутбук з відомими усім компонентами інтерфейсу користувача, такими як монітор, клавіатура, миша тощо.

У промисловому середовищі кількість інтерфейсних пристроїв та їх різноманітність значно збільшується для забезпечення різних потреб. Основними вимогами до промислових інтерфейсів завжди були і мають залишатися функціональність, надійність і стабільність роботи. Навколишні умови, в яких можна використовувати промислову систему з НМІ, не завжди є ідеальними, і дуже часто не бажаними але немінучими, такі як екстремальні температури, забруднення або вологість. З іншого боку такі інтерфейси здатні забезпечити неймовірно універсальну можливість для відображення будь-якої інформації, щодо технологічного процесу або стану об'єкту в максимально естетичній формі.

Розробка НМІ завжди була складним завданням. Проприетарні НМІ часто неможливо підтримувати, якщо розробники залишають компанію. Деяке програмне забезпечення НМІ не підтримує старі операційні системи, внаслідок чого користувачі залишаються на платформі, яку неможливо оновити або модер-

нізувати без створення системи заново. Інші НМІ старіють через кілька років, що знецінює інвестиції у розробку та призводить до відмови від підтримки. Деякі НМІ можуть працювати тільки з певним апаратним забезпеченням, що обмежує можливість модернізації системи за допомогою кращих доступних компонентів.

Для вбудованих систем очевидно використання промислових інтерфейсів недоцільно за їх високу ціну та надлишкову функціональність. Так стандартні НМІ пристрої пропонують широкий набір інтерфейсів для управління таких як USB, Ethernet та навіть Wi-Fi. Також такі рішення вимагають від системи великої обчислювальної потужності оскільки створення графічного інтерфейсу та обслуговування його лягає на систему.

Але на ринку не так багато готових рішень, які б задовольняли розробника з точки зору використовуваного інтерфейсу, графічних можливостей відображення інформації та засобів розробки, що дозволяють суттєво скоротити час розробки графічного інтерфейсу. Наприклад, для вбудованих систем пропонують 7-ми дюймовий промисловий тач-інтерфейс CJS07002NTP. Габаритні розміри такої панелі наведені на рисунку 2.1.

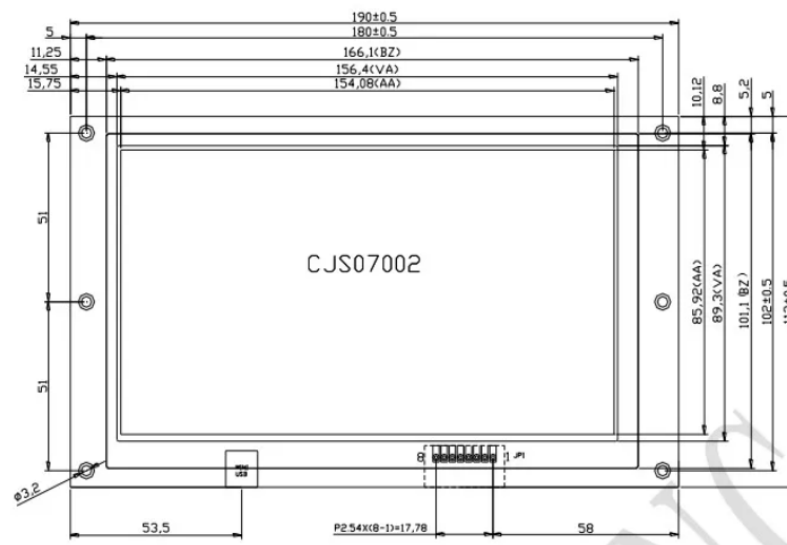


Рисунок 2.1 – CJS07002 – загальний вигляд та габарити

Особливістю цього інтерфейсного пристрою є те, що для керування тач-панеллю використовуються окремі лінії інтерфейсу. Також для створення графічного інтерфейсу використовується стороннє програмне забезпечення, а взаємодія з мікроконтролером відбувається через інтерфейс RS485. Для спраження такого пристрою з мікроконтролером необхідно використовувати додатковий перетворювач рівнів сигналу RS485, до того ж навантаження обробки графічної інформації лягає на мікроконтроллер.

Для прикладу, на ринку існують так звані “розумні дисплеї” одним з яких є дисплей LM035DWHV-CSP01. Такого роду пристрої також пропонують можливості створення графічного інтерфейсу суміщені з тач-скрином для взаємодії з користувачам. Але, якщо подивитись на внутрішню будову зазначеного дисплею (рисунок 2.2) можна помітити, що інформація передається в такий дисплей в паралельній формі.

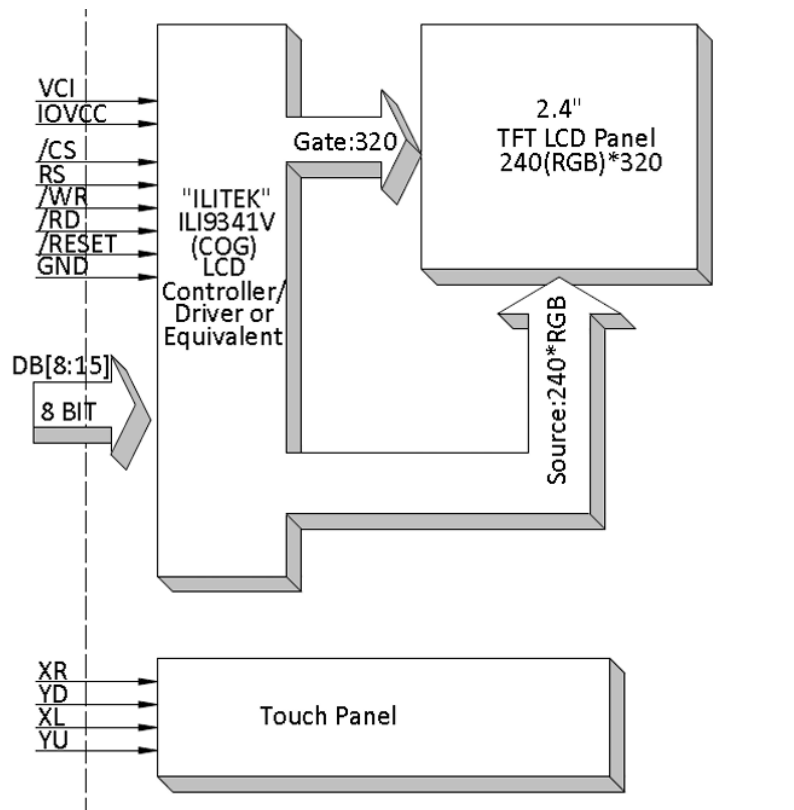


Рисунок 2.2 – Схема дисплею LM035DWHV-CSP01

До того ж окремо виведені лінії управління тач-панеллю. Такий підхід не дозволяє використовувати такі рішення в системах з невеликими за рівнем обчислювальної потужності мікроконтролерами.

На противагу описаним рішенням на ринку існують комбіновані панелі людино-машинного інтерфейсу, які поєднують в собі високу функціональність та технічні характеристики з простотою використання в складі будь-якої цифрової схеми. Такими пристроями є панелі Nextion, основною перевагою яких є простота використання. Так, для підключення до мікроконтролера такої панелі необхідно використати лише дві лінії стандартного інтерфейсу УСАПП (універсальний синхронний/асинхронний приймач/передавач) RX та TX. Схема панелі та лінії підключення приведені на рисунку 2.3.

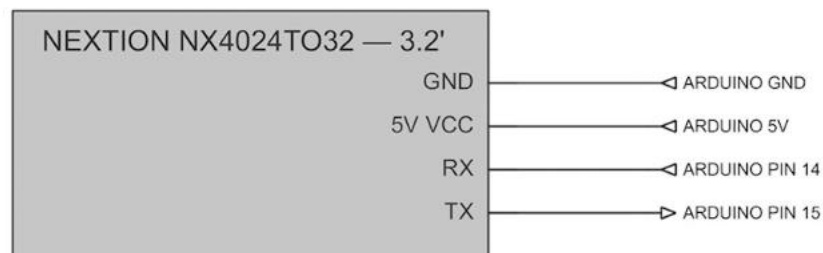


Рисунок 2.3 – NX4024T032 схема підключення

До того в комплекті з такими пристроями поставляється програмне забезпечення, що дозволяє легко розробляти графічний інтерфейс користувача будь-якої складності. Програма Nextion Editor для роботи з дисплеями Nextion дозволяє створити як інтерфейс користувача (використовуючи різні бібліотечні елементи: кнопки, слайдери, картинки, графіки, тощо), так і прописати алгоритм поведінки дисплею (написавши код для різних подій елементів що беруть участь в інтерфейсі дисплею). Для перевірки роботи написаного коду немає необхідності завантажувати дані в дисплей, оскільки в програмі є вбудований емулятор, який відображає не лише поведінку елементів інтерфейсу, але і отримує/відображає дані, що передаються, по шині УСАПП.

2.2 Розробка структурної схеми пристрою

Структурна схема пристрою наведена в додатку Б. Структурна схема багатоканального циклічного таймера побудована на взаємодії основного модуля мікропроцесора CPU (*U4*) з іншими модулями схеми. Всі обчислювальні операції та операції керування каналами таймера пов'язані з цим модулем і виконуються відповідно до програми записаної в його постійну пам'ять. До модуля *U4* підключений модуль постійного запам'ятовуючого пристрою PROM (*U5*) для забезпечення можливості збереження заданих програм функціонування циклічного таймера. В середині будь-якого сучасного мікроконтролера є постійний запам'ятовуючий пристрій для зберігання даних, але його обсяг, як правило не достатній для зберігання великих об'ємів даних. Також до мікропроцесора CPU під'єднаний модуль годинника реального часу RTC (*U2*) необхідний для відслідковування заданих часових інтервалів з необхідною точністю протягом доби або тижня. Цей передбачає можливість точного налаштування та має додаткове живлення на випадок, коли блок живлення перестане виконувати покладені на нього функції. За таких умов прив'язка до абсолютного часу у багатоканального циклічного таймеру залишиться. Блок комутації БК (*U6*) представляє з себе шість електромеханічних реле з "сухим" контактом на виході, що дозволяє керувати потужним навантаженням з використанням сторонніх пускових пристроїв або напряду. Людино-машинний інтерфейс НМІ (*U1*) використовується для управління багатоканальним циклічним таймером та режимами його роботи. Цей модуль поєднує в собі функції дисплею для відображення необхідної інформації та пристрою введення інформації, для управління таймером і введенням інформації в пам'ять пристрою. Передбачається, що такий пристрій має стандартний інтерфейс для підключення до мікроконтролера і широкий набір інструментів для введення його в режим експлуатації з мінімальними зусиллями на розробку. Живлення для всіх використаних в схемі модулів забезпечує блок живлення БЖ (*U3*). Основною вимогою до цього блоку є достатній рівень потужності для забезпечення стабільної роботи схеми в цілому в різних режи-

мах роботи модулів. Також цей блок має бути компактним та не надто коштовним.

2.3 Висновки до другого розділу

Як і будь-який сучасний цифровий пристрій схема багатоканального циклічного таймера побудована на базі мікроконтролера. Такий підхід дозволяє значно розширити функціонал пристрою оскільки він залежить від програми, яка керує роботою мікроконтролера. З іншого боку підвищується надійність за рахунок використання сучасної елементної бази. Також, для взаємодії з користувачем, багатоканальний циклічний таймер використовує модуль людино-машинного інтерфейсу, який відповідає сучасним вимогам надійності та функціональності. Використання зазначених модулів в складі структурної схеми також забезпечує її компактність.

ВИСНОВКИ

Проведений огляд систем опалення та сучасних підходів до керування ними показав, що на ринку сьогодні є значна кількість пристроїв та засобів для управління водогрійними котлами в системі опалення, проте не всі вони в повній мірі відповідають вимогам по функціональності та надійності.

Оптимальний алгоритм взаємодії різних теплогенераторів, що використовують різні типи теплоносіїв між собою полягає в тому, що перемикання між водогрійними котлами в системі необхідно проводити із запізненням виключення циркуляційних насосів для запобігання «тепловому удару»;

В результаті розробки багатоканального таймера була запропонована структурна схема пристрою для керування системою опалення. Для реалізації пристрою були обрані електронні компоненти для створення ефективної системи керування та розроблена принципова схема багатоканального циклічного програмованого таймера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Крикус Д. В., Овчинников К. В., Багатоканальний циклічний програмований таймер для керування системою опалення. 2022. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2022/paper/view/14899/12602> (дата звернення 08.05.2022)
2. Теплогенератор. Метериал из Википедии – свободной энциклопедии. 2015. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Теплогенератор> (дата звернення: 10.05.2022)
3. MYCOND Limited. Найбільш ефективно та економічне опалення приватного будинку. 2019. URL: <https://mycond-heatpump.com.ua/ua/naybilsh-efektivne-ta-ekonomichne-opa/> (дата звернення: 10.05.2022)
4. Львів будівельний. Котли на твердому паливі: сталеві, чавунні – купити з розумом. 2014. URL: <https://lvivbud.com.ua/blog/3775/> (дата звернення: 10.05.2022)
5. Nextion HMI Solution. 2022. URL: https://wiki.iteadstudio.com/Nextion_HMI_Solution (дата звернення 18.05.2022)
6. NX3224F024. 2022. URL: <https://nextion.tech/datasheets/nx3224f024/> (дата звернення 18.05.2022)
7. Operating temperature. From Wikipedia, the free encyclopedia. 2022. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Operating_temperature (дата звернення 18.05.2022)
8. RoHS. Матеріал з Вікіпедії – вільної інциклопедії. 2022. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/RoHS> (дата звернення 18.05.2022)
9. Test report DG1210628-25750E NEXTION HMI TOUCHSCREEN NX3224F028. 2021. URL: <https://cdn.nextion.tech/wp-content/uploads/2021/07/DG1210628-25750E.pdf> (дата звернення 18.05.2022)