НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

РАДІОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

ЗВІТ

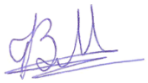
З ПРЕДДИПЛОМНОЇ ПРАКТИКИ
НА ТЕМУ «АВТОМАТИЗОВАНА ДОМАШНЯ ПИВОВАРНЯ»

Виконав:

Студент 4 курсу, групи РІ-91

Асонов Д. Д

Звіт прийняв:



_____ Головня В. М.
(підпис) (ПІБ наукового керівника)

_____ Шульга А. В.
(підпис) (ПІБ керівника від кафедри)

Київ 2023

ЗМІСТ

ВСТУП 3

1 АНАЛІЗ РИНКУ 4

1.1 Пивоварня Grandfather G70 4

1.2 Пивоварня Grandfather G30 4

1.3 Домашня пивоварня GUTEN 5

2 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ 7

2.1 Основна проблема 7

2.2 Реалізація 8

2.3 Схема 9

3 ПЕРЕВІРКА ПРИСТРОЮ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ 11

3.1 Збирання макетного стенду 11

3.2 Тестування макетного стенду 12

ВИСНОВОК 15

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ 16

ВСТУП

Мета: під час проходження переддипломної практики основним завданням було розробити автоматизовану домашню пивоварню, яка буде мати кращі функціональні характеристики серед аналогів у своїй категорії.

Реалізувати електричну принципову схему, на базі мікроконтролера який програмується, та переконатися у працездатності схеми за допомогою виготовлення макетного стенду. Після закінчення переддипломної практики почнеться реалізація пристрою.

Під час вище сказаних дій, був виконаний аналіз ринку, дослідження компонентної бази, дослідження методу контролю температури та методу його реалізації, розробка схеми електричної принципової, проектування 3D моделі друкованої плати.

1 АНАЛІЗ РИНКУ

Під час проведення аналізу ринку зверталася увага на технічні характеристики існуючих моделей, їх функціонал та вартість, які б в свою чергу відповідали технологічному процесу [1]. Таким чином було три найпопулярніші варіанти які можна придбати.

1.1 Пивоварня Grandfather G70

Пивоварня Grandfather G70 популярний вибір для домашніх пивоварів у Європі [2]. Основними перевагами цієї моделі є те, що вона має затиральний бак ємністю аж 70 літрів, що дає на виході більше 50 літрів готового сусла. Також треба відмітити можливість підключення пристрою до Wi-Fi та налаштовувати рецепт через додаток у телефоні (рис 1.1).

Рисунок 1.1 — Пивоварня GRAINFATHER G70

Температура затирання солоду контролюється за допомогою зміни потужності ТЕНа.

Основним недоліком виступає його дуже висока ціна.

1.2 Пивоварня Grandfather G30

Пивоварня Grandfather G30 від тієї ж самої компанії Grandfather, ємність затирального баку якої складає 30 літрів (рис. 1.2) [2].

Рисунок 1.2 — Пивоварня Grandfather G30

Так само має можливість бути налаштованою через додаток. Проте має менш потужний ТЕН та відсутній контроль його потужності, тобто ТЕН підтримує задану температуру методом ON - OF, що може дати критичну похибку у заданій температурі. Також не зручним у транспортуванні, відсутні ручки.

1.3 Домашня пивоварня GUTEN

Домашня пивоварня GUTEN виготовляється у Китаї (рис. 1.3) [3]. Основними перевагами є її ціна цієї моделі за таким самим функціоналом як у Grandfather G30.

Головним недоліком є те, що ця модель не якісно сконструйована, що в свою чергу призводить до частого виходу із ладу. ТЕН також контролює температури методом ON - Of.

Рисунок 1.3 — Домашня пивоварня GUTEN

Підводячи підсумки під час аналізу ринку, може побудувати наступну таблицю, котра зображена на рис. 1.4, з основними характеристиками на які буде звертатися увага під час розробки пристрою:

GRAINFATHER G70

ТЕНи встановлені циліндричною формою що дає більшу площею нагрівання. Можливість виконувати налаштування через телефон. Зручна шкала для контролю рідини.

GRAINFATHER G30

Насос та контролер мають зручне та доступне розташування. Але не зручно транспортувати. Як і G70 має особливий фірмовий чіллер.

GUTEN

Найдешевший та найдоступніший варіант. Зручний у обслуговуванні та за допомогою його простоти легко проводити ремонт.

Аналоги

	GRAINFATHER G70	GRAINFATHER G30	GUTEN	Пристрій який створюється
Ціна, грн.	55 000	33 400	13 000	13 000
ТЕН, Вт	3 300	2 000	2 500	2 000
Принцип контролю температури	Змінення потужності ТЕНа	ON - OF	ON - OF	Змінення потужності ТЕНа
Об'єм, л	70	30	30	40
Об'єм сусла на виході, л	54	23	23	31

Рисунок 1.4 — Підсумки аналізу ринка

2 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ

2.1 Основна проблема

Основна проблема дешевих пивоварень в тому, що задана температура тримається за допомогою вмикання та виймання ТЕНу. Проблема полягає у тому, що темпера сусла постійно перескакує налаштовану температуру. У пивоварінні це дуже критично, так як ми спеціально тримаємо конкретну температуру, щоб активувалися необхідні нам ферменти, які в подальшому процесі будуть вступати у хімічні реакції (рис. 2.1).

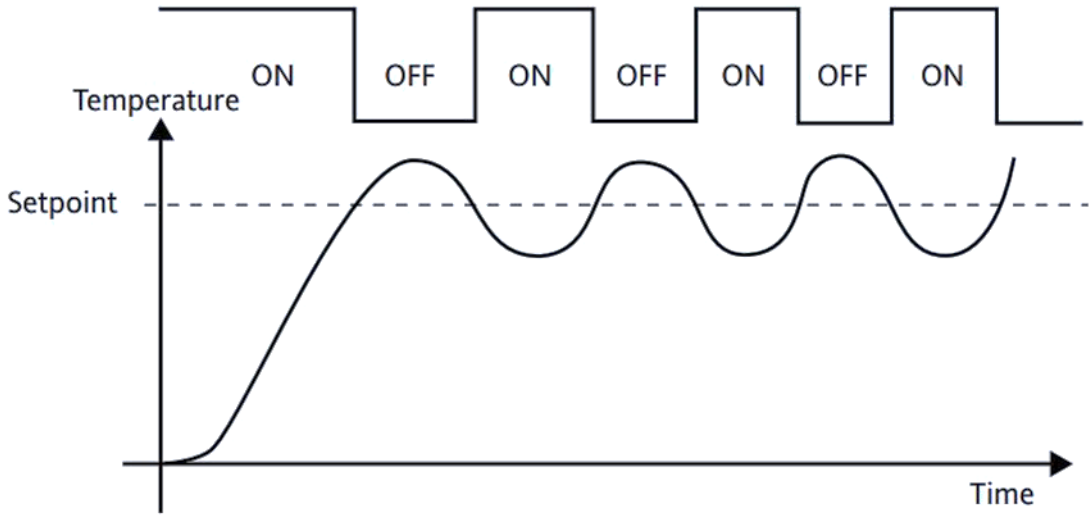


Рисунок 2.1 — Реакція температури на вмикання та вимикання ТЕНу

Щоб вирішити цю проблему було вирішено реалізувати зміну потужності самого ТЕНу, таким чином, він буде виділяти температуру рівно стільки, скільки потрібно для заданої температурної паузи (рис. 2.2).

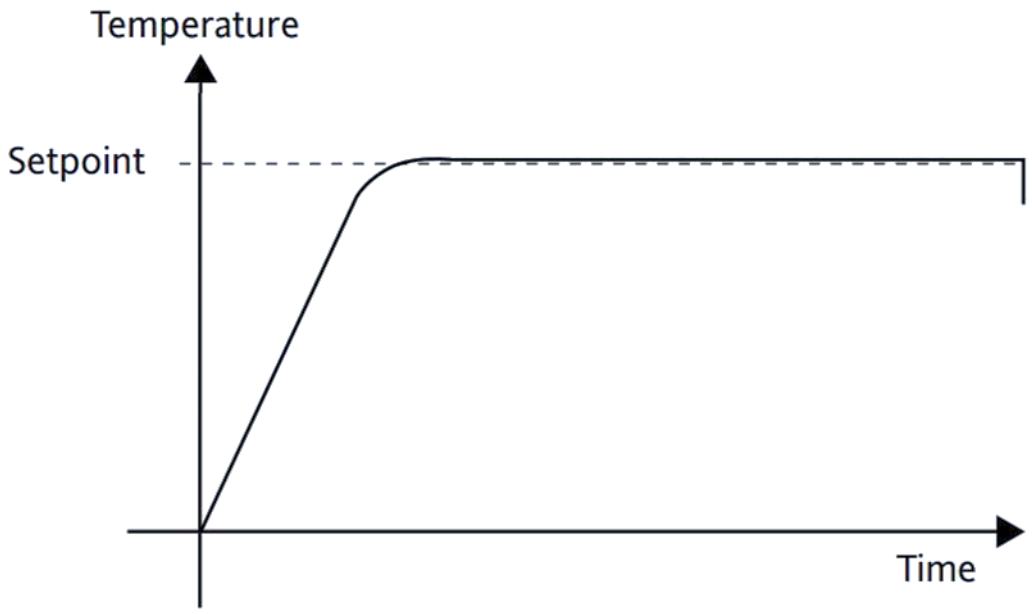


Рисунок 2.2 — Реакція температури на зміну потужності ТЕНу

Даний результат буде досягатися за допомогою відкривання у необхідний нам період симістора. Тобто на ТЕН буде подаватися не повна синусоїда змінного струму з мережі, іншими словами буде подаватися обрізана синусоїда. У такому випадку ТЕН буде працювати не на всю його потужність [4], а на яку необхідно, щоб підтримувати задану температуру. Такий спосіб керування напругою ще називаються фазовим керуванням.

2.2 Реалізація

Фазове керування потужності ТЕНа за допомогою симістора є ефективним методом керування нагріванням в домашніх пивоварнях [5]. За допомогою симістора можна регулювати потужність ТЕНа, що дозволяє точно налаштувати температуру сусла і уникнути перегріву або підігріву з недостатньою потужністю (рис. 2.3).

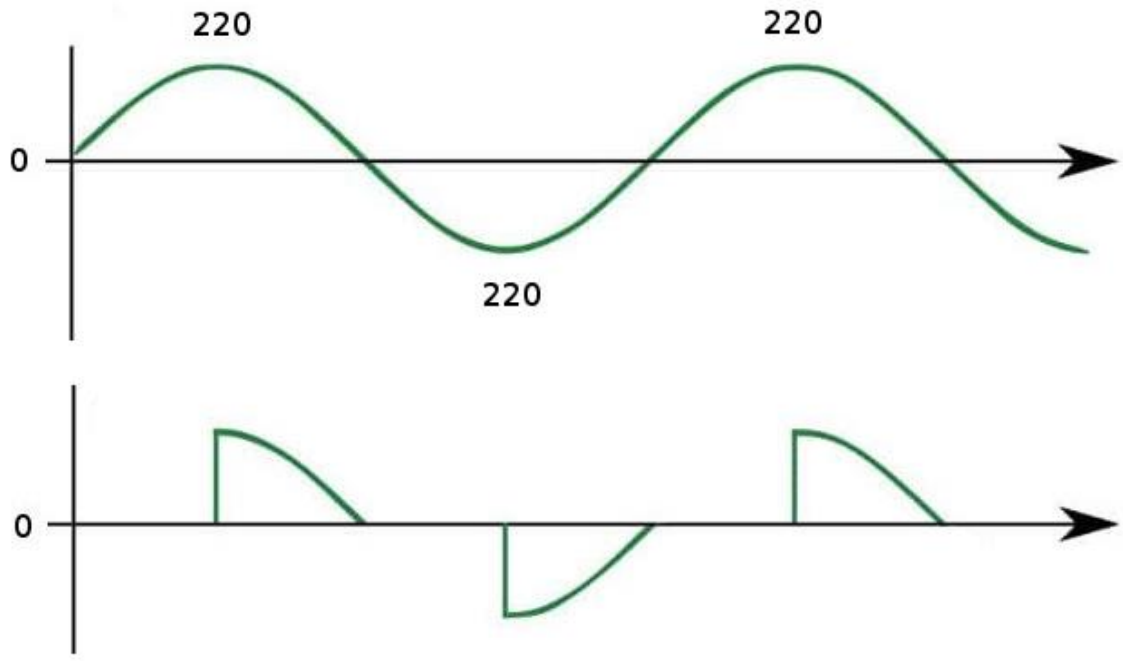


Рисунок 2.3 — Приклад синусоїди та обрізаної синусоїди

Для того, щоб симістор відкривався у необхідний момент, необхідно визначити час, коли синусоїда проходить через нуль. Для цього можна використовувати мікроконтролер, який монтується на платі керування пивоварні. Мікроконтролер може фіксувати моменти, коли синусоїда проходить через нуль за допомогою оптопари, і відправляти команди симістору для відкриття на певний проміжок часу. Таким чином, забезпечується ефективне регулювання потужності ТЕНа і точність контролю температури сусла.

У нашому випадку мікроконтролером буде виступати STM32F401CCU6. Вибір пав на цю плату тому що вона може реалізувати усі необхідні функції, є дешевою та надійною, її потужність дозволяє в подальшому моденрізовувати проект та додавати новий функціонал.

2.3 Схема

Таким чином, виходячи з усього вище сказаного, була розроблена наступна схема електрична принципова домашньої пивоварні (рис. 2.4):

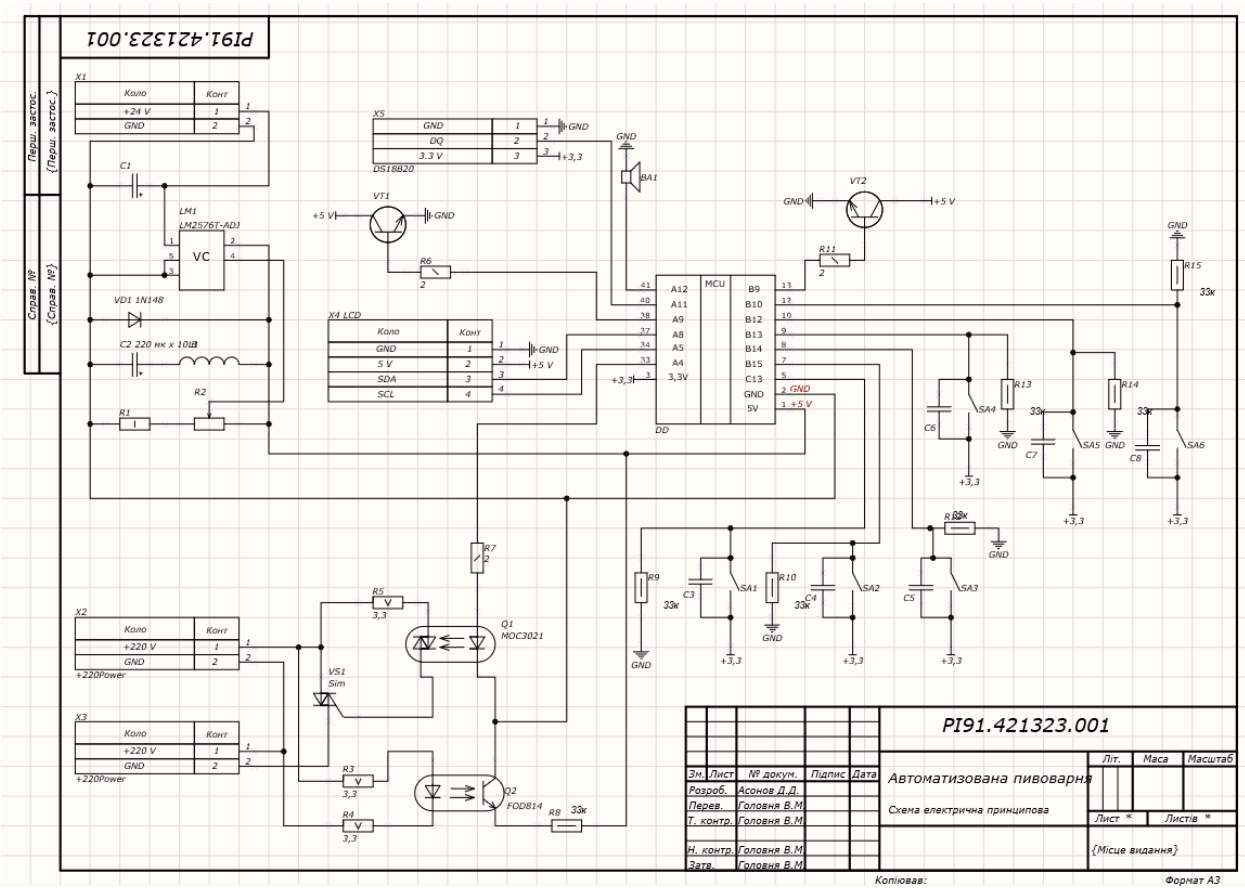


Рисунок 2.4 — Схема електрична принципова

3 ПЕРЕВІРКА ПРИСТРОЮ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

3.1 Збирання макетного стенду

Для перевірки схеми був зібраний макетний стенд, для відтворення та перевірки роботи пристрою, що проектується, але без підключення насосу. На рисунку 3.1 наведена фотографія макетного стенду пристрою.

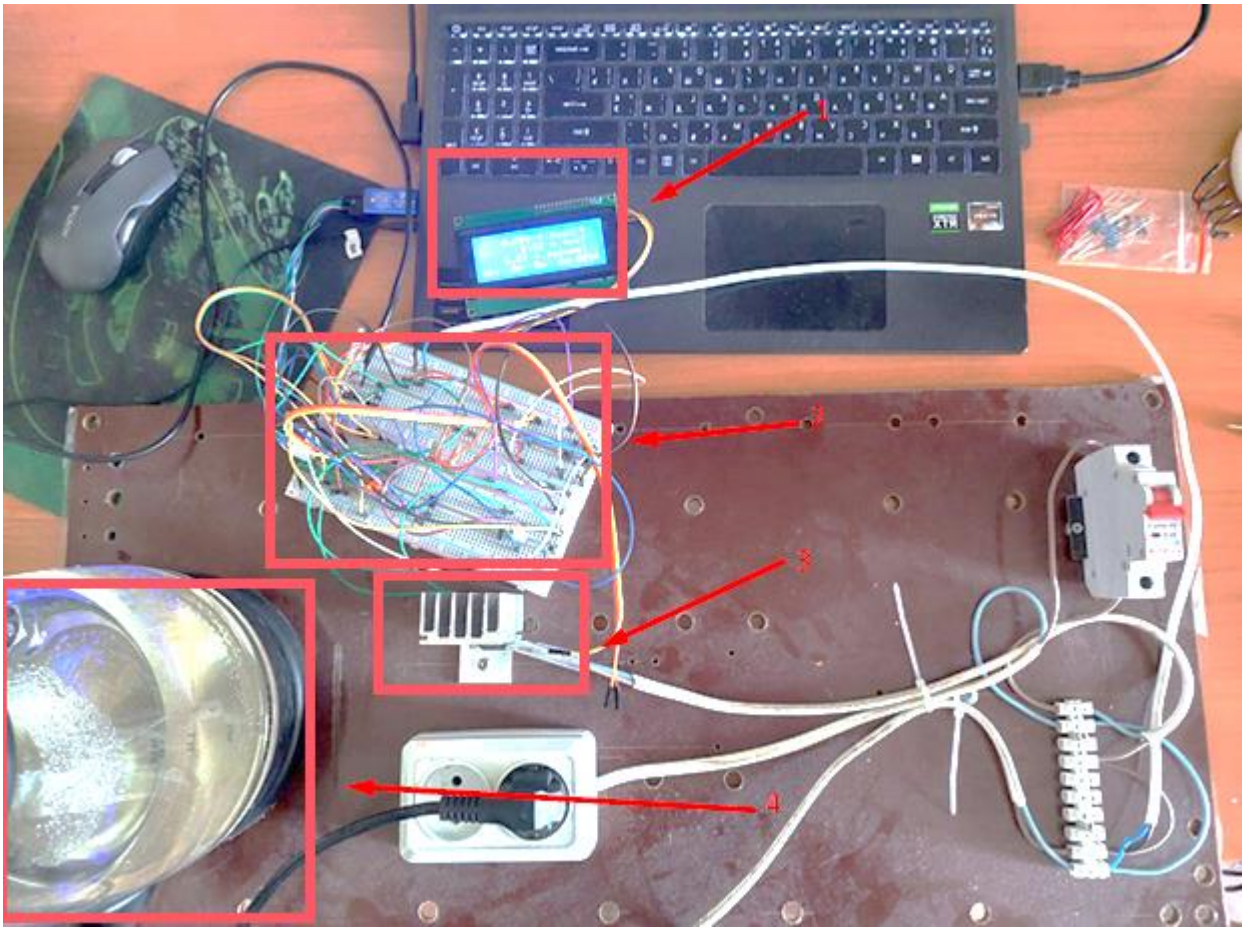


Рисунок 3.1 — Макетний стенд

На рис. 3.1 обведені основні блоки які беруть участь під час роботи пристрою. Під блоком номер 1 показано дисплей який підключений до мікроконтролера по інтерфейсу I2C, задача якого відображати налаштування, температурні паузи та їх час проходження.

Блок номер 2, це реалізований детектор нуля за допомогою якого контролер бачить коли можна обрізати синусоїду мережі. Також реалізоване гальванічне розв’язка контролера від мережі. Розміщені кнопки, за допомогою який відбувається налаштування рецепту.

Блок номер 3, в якому розміщений симістор, який був посаджений на радіатор для відводу зайвого тепла. Основну роботу реалізації фазового керування виконується через симістор, через який проходить струм з мережі.

Блок номер 4, звичайний електричний чайник на 1,5 кВт, імітує резервуар з рідиною яка нагрівається до заданої температури. Для знімання показників температури рідини, у чайник був опущений цифровий датчик температури, а саме DS18B20. Далі контролер отримує інформацію з датчика та підлаштовує коли потрібно відкривати симістор, щоб отримати задану температуру.

3.2 Тестування макетного стенду

Після програмування контролера можна успішно задати кількість температурних пауз, на який температурах вони будуть відбуватися, та їх тривалість.

Під час налаштування коефіцієнтів PID контролера, була досягнута точність тримання у $\pm 0{,}1$ градусів за Цельсієм.

На рисунку 3.2 можна побачити, встановлену температуру, яка має підпис TempSet, що на даному прикладі становить 42,0 градусів за Цельсієм, і температуру рідини яку знімає датчик, що має підпис Temp і становить 42,1 градусів за Цельсієм.

Останнім рядком можна побачити два таймери, що відображають секунди та хвилини. Перший таймер відображає скільки вже триває температурна пауза, другий показує скільки пройшло часу із моменту запуску налаштованого рецепту. Таким чином видно, що температура рідин тримається в заданої температури вже 2 хвилини і 2 секунди.

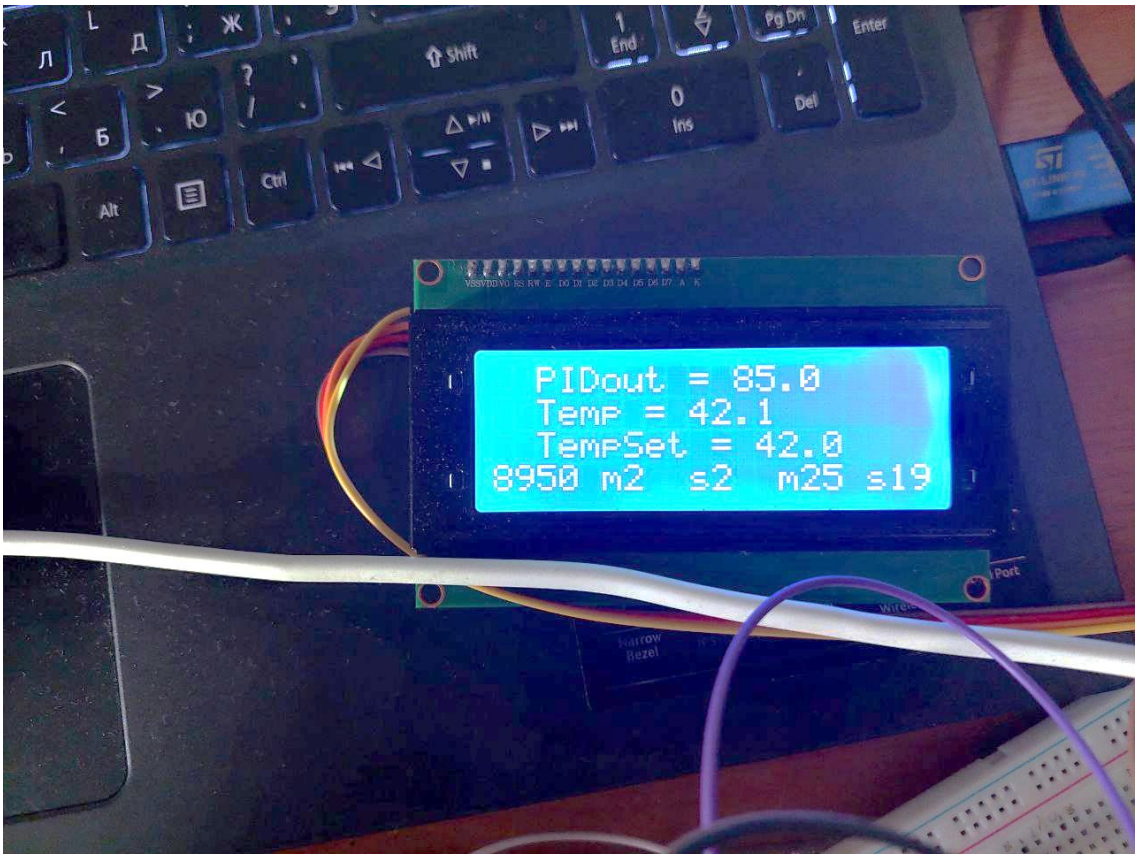


Рисунок 3.2 — Приклад точності температури

Також процес досягання заданої температури, за допомогою поступового збільшення потужності ТЕНа, був відображений графічно за допомогою програми STM32CubeMonitor.

На графіку (рис. 3.3) зображено досягання першої температурної паузи приблизно за 6 хвилин.

На графіку синім коліном показано на яку потужність працює ТЕН, де 0 це ТЕН повністю вимкнений, а 900 працює на максимум. Зелений графік показує температуру першої паузи, яку потрібно досягти та підтримувати цю температуру заданий час. Помаранчевим кольором відображається температура рідини.

Приклад досягнення заданої температури, та «стояння» ній заданий час, після чого відбувається процес переходу до наступної паузи приведений на рис. 3.5.

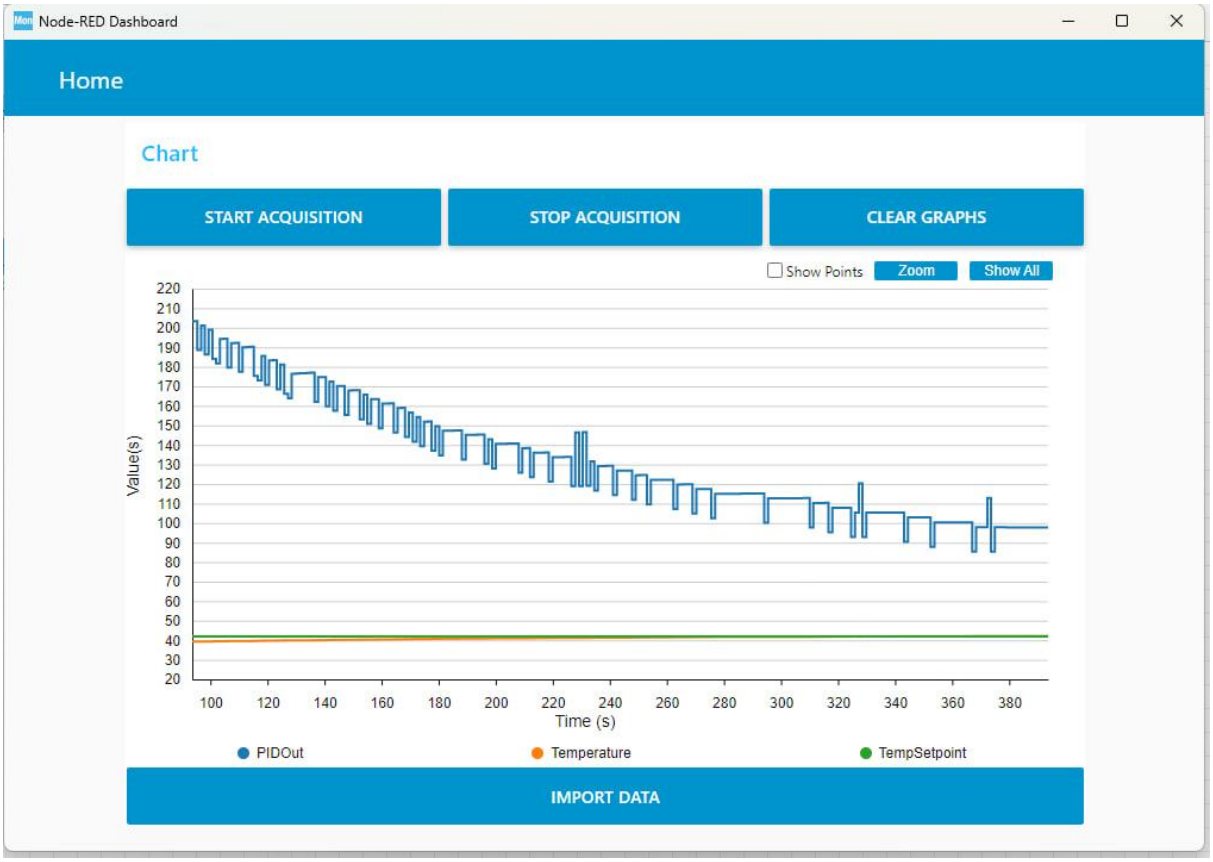


Рисунок 3.3 — Графік з STM32CubeMonitor

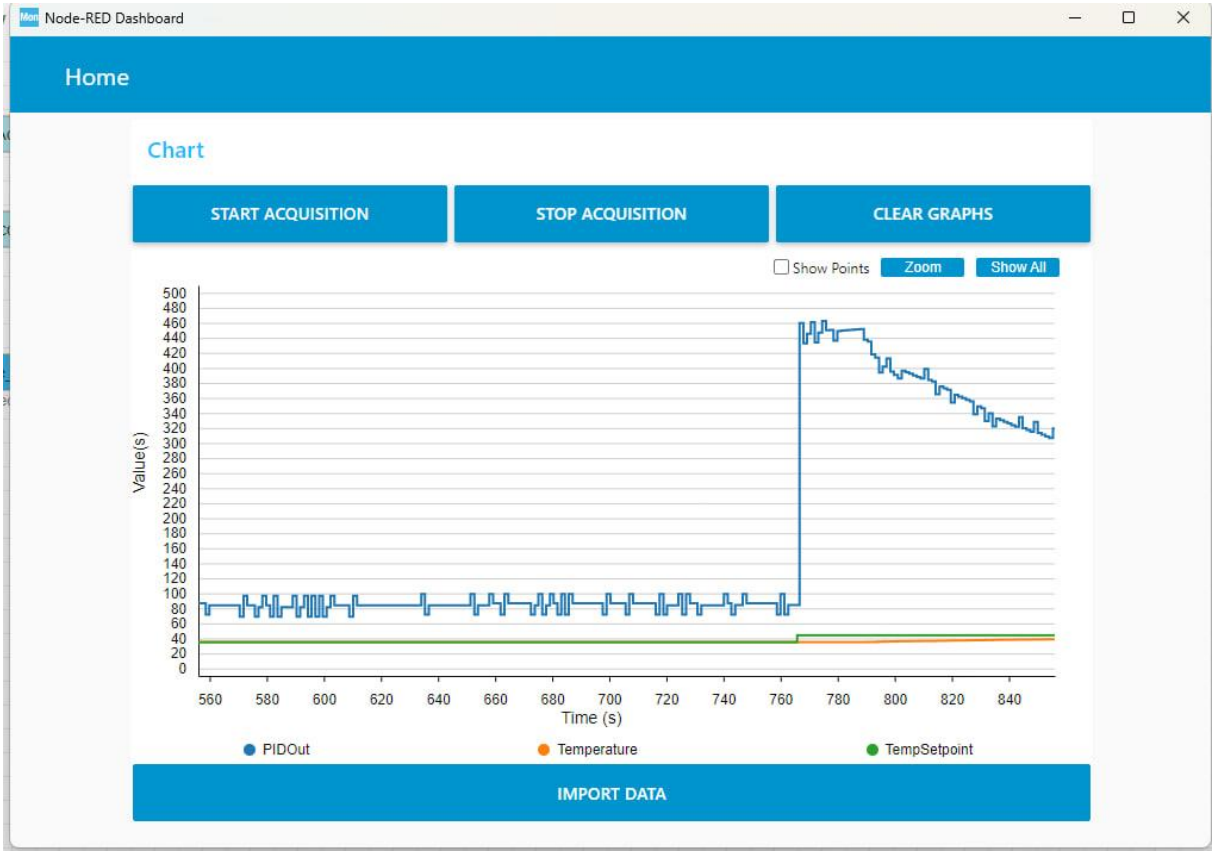


Рисунок 3.5 — Перехід до наступної паузи

ВИСНОВОК

Провівши дослідження, можна зробити висновок, що реалізувати пристрій із кращими характеристиками, який дасть змогу більш точно відтворювати заданий рецепт, при своїй відносно не великій ціні, цілком можливо. Також хочеться зазначити, що при доступності обраної компонентної бази, пристрій можна легко продовжити модернізувати, додаючи до нього все більше функціоналу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива: Підручник. – Київ: «Фірма «ІНКОС», 2004. – 426 с. ISBN 966-8347-05-6
2. grainfather. URL: https://grainfather.com/ (date of access: 20.05.2023).
3. Домашня пивоварня, 2012. solodok.beer. URL: https://www.solodok.beer/ (дата звернення: 01.05.2023).
4. eurotherm.com. [Principles of PID Control and Tuning]. URL: https://www.eurotherm.com/us/temperature-control-us/principles-of-pid-control-and-tuning/ (date of access: 01.05.2023).
5. istarik. [STM32 - диммер]. URL: https://istarik.ru/blog/arduino/137.html (дата звернення: 01.05.2023).