

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

VI VĂN CHUẨN

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHA TRỘN  
VÀ BƠM DINH DƯỠNG ỨNG DỤNG TRONG CHĂM SÓC RAU  
TRÊN GIÀN TRỒNG THÔNG MINH

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN  
VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

THÁI NGUYÊN - 2024

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

VI VĂN CHUẨN

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHA TRỘN  
VÀ BƠM DINH DƯỠNG ỨNG DỤNG TRONG CHĂM SÓC RAU  
TRÊN GIÀN TRỒNG THÔNG MINH

Ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa

Mã số: 8520216

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN  
VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

Người hướng dẫn khoa học: TS. Bùi Văn Tùng

THÁI NGUYÊN - 2024

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan luận văn này do chính tôi thực hiện, dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Bùi Văn Tùng. Các kết quả và lý thuyết được trình bày trong luận văn này là sự tổng hợp từ các kết quả đã được công bố, được tôi kiểm chứng với dữ liệu thực nghiệm của tôi đã thu thập và trích dẫn đầy đủ. Những kết quả nghiên cứu của chương trình thực nghiệm ở trong luận văn này được tôi thực hiện là hoàn toàn trung thực, nếu sai tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm.

*Thái Nguyên, ngày 20 tháng 03 năm 2024*

**Học viên**

**Vi Văn Chuẩn**

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, em xin gửi lời biết ơn sâu sắc nhất đến TS. Bùi Văn Tùng người đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo, và giúp đỡ em trong suốt quá trình làm luận văn này.

Em xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô giáo khoa Kỹ thuật và Công nghệ - Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông - Đại học Thái Nguyên đã hỗ trợ và giúp đỡ em về chuyên môn, định hướng cho em về phương pháp nghiên cứu để giải quyết các vấn đề kỹ thuật và khó khăn gặp phải trong Luận văn nghiên cứu này.

Em xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô giáo Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông - Đại học Thái Nguyên đã truyền đạt những kiến thức và giúp đỡ em trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu của mình.

Em cũng xin gửi lời cảm ơn tới bạn bè, đồng nghiệp và gia đình đã động viên, khích lệ, tạo mọi điều kiện giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập, thực hiện và hoàn thành luận văn này.

Xin chân thành cảm ơn!

*Thái Nguyên, ngày 20 tháng 03 năm 2024*

**Học viên**

**Vi Văn Chuẩn**

## MỤC LỤC

|  |           |
|--|-----------|
| <b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>  | <b>i</b>  |
| <b>LỜI CẢM ƠN .....</b>  | <b>ii</b> |
| <b>DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT.....</b>   | <b>v</b>  |
| <b>1 CHƯƠNG 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1. Tổng quan về trồng rau thủy canh.....   | 3         |
| 1.1.1. Tổng quan nghiên cứu và ứng dụng thủy canh quốc tế.....                           | 3         |
| 1.1.2. Tổng quan nghiên cứu và ứng dụng thủy canh tại Việt Nam.....                      | 5         |
| 1.2. Cơ sở lý thuyết về kỹ thuật thủy canh.....  | 6         |
| 1.2.1. Khái niệm về thủy canh .....  | 6         |
| 1.2.2. Dinh dưỡng trong thủy canh.....   | 9         |
| 1.3. Các yếu tố cần điều khiển và kiểm soát trong Thủy canh.....                         | 10        |
| 1.3.1. Độ pH.....  | 10        |
| 1.3.2. Độ dẫn điện EC.....   | 11        |
| 1.4. Kết luận chương .....   | 12        |
| <b>2 CHƯƠNG 2. HỆ THỐNG PHA TRỘN VÀ BƠM DINH DƯỠNG CHO GIÀN TRỒNG RAU THỦY CANH.....</b> | <b>14</b> |
| 2.1. Cơ sở pha trộn dinh dưỡng trong Thủy canh .....                                     | 14        |
| 2.1.1. Nguyên lý pha trộn dinh dưỡng chung của kỹ thuật Thủy canh .....                  | 14        |
| 2.1.2. Cách xác định TDS từ phân tích hóa học của nước.....                              | 15        |
| 2.2. Cơ sở lý thuyết giám sát hệ thống sử dụng IoT .....                                 | 15        |
| 2.2.1. Giới thiệu về IoT trong nông nghiệp .....   | 15        |
| 2.2.1. Phương thức truyền thông IoT.....   | 21        |
| 2.3. Mô hình hóa mối quan hệ giữa dung dịch dinh dưỡng và nước .....                     | 23        |
| 2.4. Thiết kế hệ thống pha trộn dinh dưỡng .....   | 25        |
| 2.5. Thiết kế bộ điều khiển pha trộn dinh dưỡng .....                                    | 30        |
| 2.5.1. Bộ điều khiển PID .....   | 30        |
| 2.5.2. Phương pháp chỉnh định PID.....   | 32        |
| 2.6. Thiết kế module giám sát, điều khiển hệ thống từ xa sử dụng công nghệ IoT32         |           |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>3</b> | <b>CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM</b>               | <b>33</b> |
| 3.1.     | Thiết kế phần cứng hệ thống                        | 33        |
| 3.1.1.   | Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển                    | 33        |
| 3.1.2.   | Sơ đồ mạch điện pha trộn và bơm dinh dưỡng         | 33        |
| 3.1.3.   | Mạch in mạch điều khiển pha trộn và bơm dinh dưỡng | 34        |
| 3.2.     | Kết quả pha trộn thủ công                          | 35        |
| 3.3.     | Kết quả mô hình toán của hệ pha trộn               | 37        |
| 3.4.     | Kết quả mô phỏng hệ điều khiển                     | 40        |
| 3.4.1.   | Mô phỏng đáp ứng các bộ điều khiển                 | 40        |
| 3.4.2.   | So sánh đáp ứng bộ điều khiển PID và On - Off      | 44        |
| 3.5.     | Kết quả phần cứng hệ điều khiển                    | 48        |
| 3.6.     | Kết quả thực nghiệm bộ điều khiển                  | 49        |
| 3.7.     | Thử nghiệm hệ thống trên giàn trồng thực tế        | 52        |
|          | <b>KẾT LUẬN</b>                                    | <b>56</b> |
|          | <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>                          | <b>58</b> |

## DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

| TT | Chữ viết tắt | Ý nghĩa  |
|----|--------------|--|
| 1  | CT           | Công thức  |
| 2  | CTPT         | Công thức phân tử  |
| 3  | DD           | Dung dịch  |
| 4  | DO           | Dissoved oxigen(Oxy hòa tan)                                     |
| 5  | EC           | Electro-conductivity(Độ dẫn điện)                                |
| 6  | pH           | pondus hydrogenii(Độ hoạt động Hydro)                            |
| 7  | KTS          | Kỹ thuật số  |
| 8  | PPM          | Parts per million(đơn vị mật độ)                                 |
| 9  | TCVN         | Tiêu chuẩn Việt nam  |
| 10 | TDS          | Total dissolved salt(Tổng lượng muối hòa tan)                    |
| 11 | RFID         | Radio Frequency Identification (Nhận dạng tần số vô tuyến)       |
| 12 | IoT          | Internet of think(Kết nối vạn vật)                               |
| 13 | AI           | Artificial Intelligence (Trí tuệ nhân tạo)                       |
| 14 | PID          | Proportional Integral Derivative (Bộ điều khiển tỉ lệ tích phân) |

## DANH MỤC CÁC BẢNG

|   |    |
|---|----|
| Bảng 1.1: Vi lượng dinh dưỡng trong dung dịch GrowMaster (Theo nhà cung cấp Lisado) ..... | 9  |
| Bảng 3.1: Bảng kết quả đo giá trị EC .....  | 35 |
| Bảng 3.2: Dữ liệu biến đầu vào X, Y và tỷ lệ $EC_{error}$ .....                           | 37 |
| Bảng 3.3 Thông số chỉnh định bộ điều khiển .....  | 41 |
| Bảng 3.4: Bảng kết quả so sánh đáp ứng các bộ điều khiển .....                            | 45 |



## DANH MỤC CÁC HÌNH

|   |    |
|---|----|
| Hình 1.1. Mô hình thủy canh trong nhà màng của Nhật bản[26] ..... | 4  |
| Hình 1.2. Mô hình thủy canh hộ gia đình [17].....                 | 6  |
| Hình 1.3 Các loại mô hình thủy canh [19].....                     | 8  |
| Hình 1.4. Bảng phân bố ngưỡng pH tới các chất[24] .....           | 11 |
| Hình 2.1. Kiến trúc của mạng IoT trong nông nghiệp [16] .....     | 18 |
| Hình 2.2. Mô hình thành phần trong IoT .....                      | 19 |
| Hình 2.3 Sơ đồ khối cảm biến IoT .....                            | 19 |
| Hình 2.4. Giao diện giám sát trên điện thoại [25].....            | 21 |
| Hình 2.5. Sơ đồ kết nối giữa các thiết bị sử dụng MQTT.....       | 23 |
| Hình 2.6.a Sơ đồ tổng quan hệ thống.....                          | 27 |
| Hình 2.7. Mô hình thiết kế các thiết bị trong hệ thống .....      | 27 |
| Hình 2.8. Sơ đồ khối hệ thống điều khiển điều khiển.....          | 28 |
| Hình 2.9 Lưu đồ thuật toán điều khiển chính .....                 | 29 |
| Hình 2.10 Sơ đồ thuật toán phục hồi mức nước .....                | 30 |
| Hình 2.11 Sơ đồ khối hệ điều khiển.....                           | 31 |
| Hình 2.12 Sơ đồ khối module giám sát hệ thống .....               | 32 |
| Hình 3.1 Sơ đồ mạch nguyên lý hệ thống .....                      | 33 |
| Hình 3.2. Sơ đồ mạch nguyên lý mạch điều khiển .....              | 34 |
| Hình 3.3. Mạch in mạch điều khiển pha trộn dung dịch.....         | 34 |
| Hình 3.4. Thực nghiệm đo TDS bằng bút đo thủ công .....           | 35 |
| Hình 3.5. Biểu đồ kết quả dữ liệu thực nghiệm .....               | 36 |
| Hình 3.6. Biểu đồ dung dịch tổng AB và TDS .....                  | 37 |
| Hình 3.7 Kết quả tính giá trị trên phần mềm Matlab .....          | 39 |
| Hình 3.8. Biểu đồ mối quan hệ của $EC_{error}$ và tỷ lệ TDS ..... | 39 |
| Hình 3.9. Mối quan hệ giữa TDS và $V_A/V_N$ .....                 | 40 |
| Hình 3.10 Mô phỏng bộ điều khiển PID .....                        | 40 |
| Hình 3.11. Biểu đồ đáp ứng đầu ra phương pháp PID.....            | 41 |
| Hình 3.12. Biểu đồ đáp ứng đầu ra phương pháp PID.....            | 41 |

|   |    |
|---|----|
| Hình 3.13. Biểu đồ đáp ứng đầu ra phương pháp PI.....                           | 42 |
| Hình 3.14. Biểu đồ đáp ứng đầu ra phương pháp PD .....                          | 42 |
| Hình 3.15 Nguyên lý điều khiển On – Off.....                                    | 43 |
| Hình 3.16 Kết quả mô phỏng bộ điều khiển P và On Off.....                       | 44 |
| Hình 3.17 Biểu đồ so sánh kết quả các bộ điều khiển .....                       | 46 |
| Hình 3.18. Biểu đồ đáp ứng đầu ra giá trị đặt 400 PPM.....                      | 47 |
| Hình 3.19. Biểu đồ đáp ứng đầu ra giá trị đặt 600 PPM.....                      | 47 |
| Hình 3.20. Bảng mạch bộ điều khiển hệ thống.....                                | 48 |
| Hình 3.21. Tủ điện điều khiển hệ thống.....                                     | 49 |
| Hình 3.22 Thuật toán điều khiển PID .....                                       | 50 |
| Hình 3.23.Thuật toán điều khiển PI .....  | 50 |
| Hình 3.24 Thuật toán điều khiển PD.....   | 51 |
| Hình 3.25. Mô hình nhà màng thí nghiệm sử dụng trong nghiên cứu của đề tài..... | 52 |
| Hình 3.26. Giàn trồng rau cải và xà lách .....                                  | 53 |
| Hình 3.27 Ứng dụng giám sát, điều khiển từ xa trên máy tính.....                | 54 |
| Hình 3.28 Nguyên lý giao tiếp hệ thống giám sát.....                            | 55 |