

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

VŨ TRỌNG HIỆP

**THIẾT KẾ TỬ ĐIỀU KHIỂN TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG ĐIỆN
CHO HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG ĐÈN ĐƯỜNG BÓNG HALOGEN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC
KỸ THUẬT ĐIỆN

Thái Nguyên - năm 2020

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

VŨ TRỌNG HIỆP

**THIẾT KẾ TỦ ĐIỀU KHIỂN TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG ĐIỆN
CHO HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG ĐÈN ĐƯỜNG BÓNG HALOGEN**

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN

MÃ SỐ: 8.52.02.01

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

KỸ THUẬT ĐIỆN

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. PGS.TS. Nguyễn Hữu Công**
- 2. TS. Vũ Ngọc Kiên**

Thái Nguyên – năm 2020

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

BẢN XÁC NHẬN CHỈNH SỬA LUẬN VĂN THẠC SĨ

Họ và tên tác giả luận văn: Vũ Trọng Hiệp

Đề tài luận văn: Thiết kế tủ điều khiển tiết kiệm năng lượng điện cho hệ thống chiếu sáng đèn đường bóng Halogen

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện.

Mã số: : 8.52.02.01

Tác giả, Cán bộ hướng dẫn khoa học và Hội đồng chấm luận văn xác nhận tác giả đã sửa chữa, bổ sung luận văn theo biên bản họp Hội đồng ngày 04/10/2020 với các nội dung sau:

- Sửa sai sót về thuật ngữ, lỗi chính tả, format, in ấn.
- Chỉnh sửa lại các hình vẽ.

Thái Nguyên, ngày 26 tháng 10 năm 2020

Cán bộ hướng dẫn 1

Cán bộ hướng dẫn 2

Tác giả luận văn

PGS.TS. Nguyễn Hữu Công

TS. Vũ Ngọc Kiên

Vũ Trọng Hiệp

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

PGS.TS. Nguyễn Như Hiền

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dựa trên sự hướng dẫn của tập thể các nhà khoa học và các tài liệu tham khảo đã trích dẫn. Kết quả nghiên cứu là trung thực.

Thái Nguyên, ngày 05 tháng 07 năm 2020

Học viên

Vũ Trọng Hiệp

MỤC LỤC

| | |
|--|------------|
| LỜI CAM ĐOAN | ii |
| MỤC LỤC | iii |
| DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT..... | v |
| DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ..... | vi |
| DANH MỤC BẢNG BIỂU | ix |
| MỞ ĐẦU..... | 1 |
| 1. Tính cấp thiết của đề tài | 1 |
| 2. Mục tiêu nghiên cứu..... | 3 |
| 3. Phương pháp nghiên cứu..... | 3 |
| 4. Những kết quả đạt được | 3 |
| 5. Cấu trúc của luận văn..... | 3 |
| CHƯƠNG 1: CÁC GIẢI PHÁP TIẾT KIỆM ĐIỆN CHIẾU SÁNG ĐÈN ĐƯỜNG | 4 |
| 1.1. Tổng quan về các loại đèn đường | 4 |
| 1.1.1. Cấu tạo | 4 |
| 1.1.2. Các loại đèn cao áp | 4 |
| 1.1.3. Nguyên lý hoạt động đèn cao áp..... | 6 |
| 1.1.4. Ứng dụng đèn cao áp | 7 |
| 1.1.5. Tiêu chuẩn lựa chọn bóng đèn cao áp | 7 |
| 1.1.5.1. Khả năng điều chỉnh độ sáng | 7 |
| 1.1.5.2 Thông số bóng đèn | 7 |
| 1.1.5.3. Vị trí lắp đặt..... | 7 |
| 1.1.5.4. Tuổi thọ đèn cao áp | 8 |
| 1.1.6. Ưu nhược điểm của đèn cao áp | 8 |
| 1.1.6.1. Ưu điểm..... | 8 |
| 1.1.6.2 Nhược điểm | 8 |
| 1.1.7. Các tính năng của đèn cao áp | 8 |
| 1.2. Một số giải pháp điều khiển tiết kiệm năng lượng đèn đường | 9 |
| 1.3. Đề xuất giải pháp thiết kế | 10 |

| | |
|---|-----------|
| 1.4. Kết luận chương 1 | 13 |
| CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG MÔ HÌNH LÝ THUYẾT HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CHIẾU SÁNG ĐÈN ĐƯỜNG | 14 |
| 2.1. Tổng quan về lý thuyết điều khiển kinh điển PID | 14 |
| 2.2. Tìm hiểu bộ điều khiển PID trong PLC S7 1200..... | 18 |
| 2.2.1. Giới thiệu PLC S7 1200..... | 18 |
| 2.2.1.1. Tổng quan..... | 18 |
| 2.2.1.2. Cấu trúc phần cứng PLC S7 1200 | 22 |
| 2.2.1.3. Các vùng nhớ hay sử dụng | 26 |
| 2.2.2. Bộ điều khiển PID trong PLC S7 1200 | 27 |
| 2.2.3. Phương pháp khai báo và cài đặt bộ điều khiển PID_Compact | 32 |
| 2.3. Xây dựng cấu trúc điều khiển hệ thống | 40 |
| 2.4. Xây dựng thuật toán điều khiển | 42 |
| 2.5. Kết luận chương 2 | 47 |
| CHƯƠNG 3: XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CHIẾU SÁNG ĐÈN ĐƯỜNG..... | 48 |
| 3.1. Thiết kế mạch động lực bộ biến đổi AC/AC | 48 |
| 3.2. Thiết kế mạch điều khiển cho bộ biến đổi AC/AC..... | 50 |
| 3.2.1. Yêu cầu chung của mạch điều khiển. | 50 |
| 3.2.2 Mạch điều khiển bộ biến đổi xoay chiều - xoay chiều 1 pha. | 51 |
| 3.2.2.1 Xây dựng sơ đồ khối | 51 |
| 3.2.2.2 Chức năng, nguyên lý làm việc, các thông số cơ bản của từng khối. | 52 |
| 3.3. Sơ đồ đấu nối mạch điện của mô hình thực nghiệm | 66 |
| 3.4. Chương trình điều khiển | 67 |
| 3.5. Xây dựng phần mềm điều khiển, giám sát..... | 68 |
| 3.6. Kết quả thực nghiệm | 73 |
| KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ..... | 81 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 83 |

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

| Chữ viết tắt | Biểu diễn | Ghi chú tiếng anh |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------|
| CPU | Bộ điều khiển trung tâm | Central Processing Unit |
| DI | Đầu vào số | Digital Input |
| DO | Đầu ra số | Digital Output |
| AI | Đầu vào tương tự | Analog Input |
| AO | Đầu ra tương tự | Analog Output |
| PWM | Modun điều chế độ rộng xung | Pulse-width modulation |
| SM | Modun tín hiệu | Signal Module |
| SB | Board tín hiệu | Signal Board |
| CM | Modun truyền thông | Communication Module |
| CTU | Bộ đếm lên | Counter Up |
| CUD | Bộ đếm xuống | Counter Down |
| CTUD | Bộ đếm lên xuống | Counter Up Down |
| TON | Timer đóng chậm | Timer On Delay |
| TONR | Timer đóng chậm có nhớ | Timer On Delay Remember |
| TOF | Timer mở chậm | Timer Off Delay |

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

| | |
|--|----|
| Hình 1.1. Các bộ phận của đèn cao áp | 4 |
| Hình 1.2. Các loại đèn cao áp hiện nay | 5 |
| Hình 1.3. Sơ đồ nối dây đèn cao áp..... | 6 |
| Hình 1.4. Ứng dụng đèn cao áp trong chiếu sáng đèn đường | 7 |
| Hình 1.5. Đặc tính làm việc ở chế độ tiêu chuẩn | 11 |
| Hình 1.6. Đặc tính làm việc ở chế độ hỗn hợp..... | 12 |
| Hình 2.1. Cấu trúc bộ điều khiển PID | 14 |
| Hình 2.2. Đặc tính động của bộ điều khiển PID..... | 15 |
| Hình 2.3: Đáp ứng nấc của hệ hở có dạng S | 16 |
| Hình 2.4: Đáp ứng quá độ của hệ kín khi $K = K_{gh}$ và tín hiệu vào dạng nấc..... | 17 |
| Hình 2.5. PLC S7-1200 đi kèm phần mềm lập trình tự động hóa tích hợp..... | 19 |
| Hình 2.6. PLC S7 – 1200 và các module mở rộng..... | 20 |
| Hình 2.7. Hình dạng bên ngoài của S7 – 1200 (CPU 1212C)..... | 22 |
| Hình 2.8: Cấu trúc bên trong PLC S7 1200 | 23 |
| Hình 2.9. Hình ảnh một số loại Modul mở rộng của PLC S7 1200 | 24 |
| Hình 2.10. Sơ đồ nối dây cho CPU 1212C AC/DC/RLY | 25 |
| Hình 2.11. Sơ đồ nối dây cho Modul mở rộng SM1232 AQ2x14bit..... | 26 |
| Hình 2.12. Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển PID của PLC S7 1200..... | 28 |
| Hình 2.13. Sơ đồ cấu trúc khối PIDT1 Anti Windup trong bộ điều khiển PID của PLC S7 1200 | 29 |
| Hình 2.14. Sơ đồ khối làm việc của lệnh PID_Compact PLC S7 1200 | 30 |
| Hình 2.15. Đặt tên Project | 32 |
| Hình 2.16. Chọn CPU phù hợp..... | 33 |
| Hình 2.17. Khai báo khối chương trình ngắt xử lý PID | 33 |
| Hình 2.18. Khai báo khối PID | 34 |
| Hình 2.19. Khai báo các đầu vào/ra cho khối PID theo yêu cầu công nghệ | 34 |
| Hình 2.20. Cấu hình loại bộ điều khiển..... | 35 |
| Hình 2.21. Thiết lập loại tín hiệu vào/ra..... | 35 |

| | |
|--|----|
| Hình 2.22. Thiết lập mức cao và mức thấp của giá trị vật lý điều khiển | 36 |
| Hình 2.23. Các tham số của bộ điều khiển | 36 |
| Hình 2.24. Đặt địa chỉ cho PLC | 37 |
| Hình 2.25. Đặt địa chỉ cho máy tính..... | 38 |
| Hình 2.26. Tham số bộ điều khiển PID sau khi thiết kế ($K_p = 0.02$; $T_i = 0.2$; | 39 |
| $T_d = 0.026$)..... | 39 |
| Hình 2.27. Sơ đồ cấu trúc điều khiển hệ thống | 40 |
| Hình 2.28. Sơ đồ chức năng các khối..... | 41 |
| Hình 2.29. Lưu đồ thuật toán tổng thể..... | 43 |
| Hình 2.30. Lưu đồ thuật toán chế độ tiêu chuẩn | 44 |
| Hình 2.31. Lưu đồ thuật toán chế độ cắt pha..... | 45 |
| Hình 2.32. Lưu đồ thuật toán chế độ hỗn hợp..... | 46 |
| Hình 3.1. sơ đồ nguyên lý bộ biến đổi xoay chiều – xoay chiều 1 pha..... | 48 |
| Hình 3.2. Giảm dòng điện và điện áp trên các phần tử trong BBD..... | 49 |
| Hình 3.3. Giảm thời gian mô tả hoạt động của mạch điều khiển | 51 |
| Hình 3.4. Sơ đồ khối mạch điều khiển. | 52 |
| Hình 3.5. Sơ đồ nguyên lý và giảm thời gian mạch đồng bộ hoá | 52 |
| Hình 3.6. Sơ đồ nguyên lý và giảm thời gian mạch phát sóng răng cưa..... | 54 |
| Hình 3.7. Sơ đồ nguyên lý mạch tổng hợp tín hiệu và khuếch đại trung gian. | 56 |
| Hình 3.8. Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại trừ..... | 57 |
| Hình 3.9a. Sơ đồ nguyên lý mạch so sánh..... | 58 |
| Hình 3.9b. Giảm thời gian mô tả hoạt động của mạch so sánh..... | 58 |
| Hình 3.10. Sơ đồ nguyên lý mạch sửa xung dùng các cổng logic | 59 |
| Hình 3.11. Giảm thời gian mạch sửa xung dùng cổng logic | 59 |
| Hình 3.12. Sơ đồ trải vi mạch 555..... | 60 |
| Hình 3.13. Sơ đồ nguyên lý mạch phát xung chùm và giảm thời gian | 61 |
| Hình 3.14. Sơ đồ nguyên lý mạch chia xung | 62 |
| Hình 3.15. Giảm thời gian mạch chia xung..... | 62 |
| Hình 3.16. Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại xung..... | 63 |
| Hình 3.17. Giảm điện áp theo thời gian của mạch khuếch đại xung..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Hình 3.18. Sơ đồ bản vẽ đấu nối mô hình thực nghiệm..... | 67 |
| Hình 3.19. Chương trình điều khiển viết trên phần mềm TIA Portal | 68 |
| Hình 3.20. Giao diện điều khiển trên Wincc tại máy tính..... | 70 |
| Hình 3.21. Giao diện điều khiển trên HMI tại tủ điều khiển..... | 72 |
| Hình 3.22. Mô hình thực nghiệm hệ thống tiết kiệm chiếu sáng đèn đường | 73 |
| Hình 3.23. Điều khiển hệ thống từ phần mềm Wincc xây dựng trên máy tính thông qua sóng Wifi | 74 |
| Hình 3.24. Điều khiển hệ thống từ HMI | 74 |
| Hình 3.25. Tất cả các bóng đều sáng vào thời điểm cao điểm ở chế độ tiêu chuẩn..... | 75 |
| Hình 3.26. Chiết giảm 60% công suất vào thời điểm thấp điểm của chế độ tiêu chuẩn, tất cả các bóng vẫn sáng | 76 |
| Hình 3.28. Cắt xen pha | 77 |
| Hình 3.29. Các bóng có thể bị quá áp ở chế độ cắt xen pha khi không có tính năng ổn áp | 78 |
| Hình 3.30. Đặc tính công suất khi bắt đầu chuyển sang cắt xen pha và chiết giảm..... | 79 |
| Hình 3.31. Đặc tính công suất khi chuyển từ cắt xen pha + chiết giảm về chiết giảm . | 79 |
| Hình 3.32. Thí nghiệm mắc thêm tải vào hệ thống để gây sự tăng đột biến công suất. | 80 |
| Hình 3.33. Cảnh báo “có tổn thất công suất” | 80 |