

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

---

**TRƯỜNG QUANG TƯỞI**

**NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN**  
**MỨC NƯỚC BÌNH CẤP TRÊN NỀN CENTUM VP**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**  
**Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa**

**THÁI NGUYÊN – 2014**

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Trương Quang Tươi

Sinh ngày 12 tháng 10 năm 1979

Học viên lớp cao học khóa K14 - Tự động hóa, trường Đại học Kỹ thuật Công Nghiệp - Đại học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Vĩnh Phúc.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dựa trên sự hướng dẫn của người hướng dẫn khoa học và các tài liệu tham khảo đã trích dẫn. Kết quả nghiên cứu là trung thực và chưa từng công bố trên bất cứ các công trình nào khác.

*Thái Nguyên, ngày tháng 10 năm 2014*

Tác giả luận văn

Trương Quang Tươi

## LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình làm luận văn, tôi đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp từ các thầy giáo, cô giáo, các anh chị và các bạn đồng nghiệp.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn đến TS. Nguyễn Hiền Trung đã dành tâm huyết hướng dẫn tôi trong suốt thời gian qua.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy giáo, cô giáo ở bộ môn Tự động hóa – Khoa điện – trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp và gia đình đã có những ý kiến đóng góp quý báu và tạo các điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình hoàn thành luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn Phòng đào tạo, Phòng Thí nghiệm Điện – Điện tử trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tạo những điều kiện thuận lợi về thủ tục và thiết bị thực nghiệm để tôi hoàn thành luận văn này.

Học viên

Trương Quang Tươi

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN.....	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU.....	v
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ.....	vi
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	ix
MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết, ý nghĩa khoa học và tính thực tiễn của đề tài.....	1
2. Các kết quả đạt được.....	2
3. Phương pháp nghiên cứu.....	2
4. Cấu trúc của luận văn.....	2
Chương 1. TỔNG QUAN.....	4
1.1. Tổng quan về điều khiển quá trình.....	4
1.1.1. Quá trình và các biến quá trình.....	4
1.1.2. Mục đích và chức năng của điều khiển quá trình.....	5
1.2. Tổng quan về điều khiển phân tán.....	6
1.2.1. Cấu trúc và các thành phần cơ bản của hệ thống DCS.....	7
1.2.2. Mô hình phân cấp.....	8
1.2.3. Cấu trúc điều khiển.....	10
1.3. Hệ thống điều khiển quá trình YOKOGAWA tại phòng thí nghiệm Điện – Điện tử trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp.....	15
1.3.1. Cấu hình phần cứng.....	15
1.3.2. Chức năng nhiệm vụ của hệ thống thiết bị thí nghiệm.....	21
1.3.3. Những vấn đề nghiên cứu còn bỏ ngỏ.....	21
1.4. Kết luận chương 1.....	22
Chương 2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN MỨC NƯỚC BÌNH CẤP.....	23
2.1. Giới thiệu chung.....	23
2.2. Xây dựng phương trình mô hình.....	24
2.2.1. Cơ sở lý thuyết.....	24
2.2.2. Áp dụng cho bài toán điều khiển mức.....	25
2.2.3. Biến chênh lệch và mô hình hàm truyền đạt.....	26
2.3. Sách lược điều khiển.....	28
2.4. Thiết kế bộ điều khiển.....	30
2.4.1. Xác định hàm truyền của biến tần và động cơ.....	30
2.4.2. Thiết kế bộ điều khiển theo phương pháp tối ưu đối xứng [2].....	32
2.4.3. Thiết kế vòng điều khiển lưu lượng.....	34
2.5. Kết luận chương 2.....	36

Chương 3. THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN MỨC NƯỚC BÌNH CẤP TRÊN NỀN CENTUM VP VÀ THỰC NGHIỆM .....	37
3.1. Quá trình phát triển và các tính năng của CENTUM VP .....	37
3.1.1. Quá trình phát triển của CENTUM VP .....	37
3.1.2. Các tính năng chủ yếu của CENTUM VP .....	37
3.2. Phương pháp cài đặt HIS và CENTUM VP .....	42
3.2.1. Các bước cài đặt HIS .....	42
3.2.2. Các bước cài đặt CENTUM VP .....	46
3.3. Thiết kế hệ điều khiển mức nước bình cấp .....	53
3.3.1. Khởi tạo một dự án mới .....	53
3.3.2. Thiết kế giao diện điều khiển .....	55
3.3.3. Lập trình điều khiển bằng Function Block .....	58
3.4. Thực nghiệm .....	61
3.4.1. Các bước cơ bản vận hành hệ thống thí nghiệm của YOKOGAWA .....	61
3.4.2. Giới thiệu và chạy thử các vòng điều khiển PID .....	64
3.4.3. Phân tích khối điều khiển PID theo quan điểm của YOKOGAWA [8] .....	69
3.4.4. Kết quả thực nghiệm .....	73
3.5. Kết luận chương 3 .....	74
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....	75
1. Kết luận .....	75
2. Kiến nghị .....	75
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	77

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

<i>PV</i>	Biến quá trình (Process variable)
<i>MV</i>	Biến điều khiển (Manipulated output value)
<i>SV</i>	Giá trị đặt (Setpoint value)

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1-1. Quá trình và phân loại biến quá trình.....	4
Hình 1-2. Các thành phần cơ bản của một hệ thống điều khiển và giám sát.....	7
Hình 1-3. Phân cấp chức năng của một hệ thống điều khiển và giám sát.....	9
Hình 1-4. Cấu trúc điều khiển tập trung với vào/ra tập trung.....	11
Hình 1-5. Cấu trúc điều khiển tập trung với vào/ra phân tán.....	12
Hình 1-6. Cấu trúc điều khiển phân tán với vào/ra tập trung.....	13
Hình 1-7. Cấu trúc điều khiển phân tán với vào/ra phân tán.....	14
Hình 1-8. HIS0164 & HIS0163.....	15
Hình 1-9. FCS.....	16
Hình 1-10. Transmitters lưu lượng ADMAG AXF025G.....	18
Hình 1-11. Transmittes chênh áp EJA118W.....	18
Hình 1-12. Động cơ bơm nước FORERUN.....	19
Hình 1-13. Biến tần SINAMICS G110.....	19
Hình 1-14. Rơ le trung gian IDEC - RU48- C- D24.....	20
Hình 1-15. Đối tượng bình nước cấp.....	20
Hình 2-1. Bình chứa chất lỏng.....	25
Hình 2-2. Sơ đồ khối cho mô hình bình cấp.....	28
Hình 2-3. Lưu đồ P&ID điều khiển mức nước bình cấp.....	29
Hình 2-4. Cấu trúc điều khiển phản hồi.....	29
Hình 2-5. Sơ đồ cấu trúc hệ thống.....	30
Hình 2-6. Thông số kỹ thuật của bơm P01.....	31
Hình 2-7. Sơ đồ mô phỏng hệ thống trên Simulink.....	33
Hình 2-8. Hiệu chỉnh tham số PID.....	33
Hình 2-9. So sánh đáp ứng bước của PID thiết kế với PID sau khi đã hiệu chỉnh.....	34
Hình 2-10. Sơ đồ khối của bộ điều khiển PID trên Simulink.....	34
Hình 2-11. Sơ đồ cấu trúc điều khiển lưu lượng.....	35
Hình 2-12. Sơ đồ mô phỏng hệ thống trên Simulink.....	35
Hình 2-13. So sánh đáp ứng bước của PID thiết kế với PID sau khi đã hiệu chỉnh.....	36
Hình 3-1. Lịch sử phát triển của CENTUM.....	37
Hình 3-2. Sơ đồ cấu trúc tổng thể của CENTUM VP.....	38
Hình 3-3. Quá trình cài đặt HIS.....	42
Hình 3-4. Vị trí đặt địa chỉ Domain, Station và Action Mode trên card Vnet/IP.....	43
Hình 3-5. Nút gạt DIP cài đặt số domain.....	43
Hình 3-6. Nút gạt DIP cài đặt địa chỉ số station.....	44
Hình 3-7. Nút gạt chế độ hoạt động.....	45
Hình 3-8. Vị trí khe cắm card Vnet/IP trên main của máy tính.....	46

Hình 3-9. Card Vnet/IP lắp đặt trong máy tính .....	46
Hình 3-10. Hộp thoại thông tin người sử dụng .....	48
Hình 3-11. Kiểu hiển thị PC .....	49
Hình 3-12. Console loại Solid Style .....	50
Hình 3-13. Hộp thoại Confirm cho Touch Panel.....	51
Hình 3-14. Màn hình kiểu Open Style Console .....	51
Hình 3-15. Xác nhận cài đặt .....	52
Hình 3-16. Cài đặt hoàn tất.....	52
Hình 3-17. Màn hình bắt đầu khởi tạo một dự án mới .....	53
Hình 3-18. Tạo dự án mới trong System View .....	53
Hình 3-19. Đặt tên và chọn vị trí lưu cho dự án mới.....	54
Hình 3-20. Quá trình tạo dự án mới hoàn tất.....	54
Hình 3-21. Khai báo các module INPUT/OUTPUT cho hệ thống.....	55
Hình 3-22. Màn hình tạo giao diện điều khiển trong System View .....	55
Hình 3-23. Đặt tên cho giao diện đồ họa trong System View .....	56
Hình 3-24. Giao diện đồ họa trong phần mềm Graphic Builder .....	56
Hình 3-25. Thư viện thiết bị trong mục Stencil.....	57
Hình 3-26. Giao diện đồ họa hoàn chỉnh của hệ thống điều khiển mức nước bình cấp.....	57
Hình 3-27. Các khối chức năng của Function Block.....	58
Hình 3-28. Chọn một khối chức năng DR0001 để thiết kế điều khiển .....	58
Hình 3-29. Hộp thoại lựa chọn một khối chức năng (ví dụ PIO) .....	59
Hình 3-30. Khai báo địa chỉ I/O cho khối chức năng.....	59
Hình 3-31. Hộp thoại khai báo Control PID.....	60
Hình 3-32. Khai báo tên cho khối Function .....	60
Hình 3-33. Kết nối giữa các khối Function .....	61
Hình 3-34. Sơ đồ nối dây hoàn chỉnh các khối Function của hệ thống điều khiển mức, lưu lượng.....	61
Hình 3-35. Lựa chọn dự án Default chuẩn bị Download .....	62
Hình 3-36. Download chương trình vào FCS101.....	62
Hình 3-37. Màn hình giao tiếp người – máy khi chạy short cut BKHBos .....	63
Hình 3-38. Toàn cảnh màn hình điều khiển mức, lưu lượng.....	63
Hình 3-39. Cửa sổ lựa chọn quyền điều khiển OFFUSER/ONUSER.....	64
Hình 3-40. Bảng điều khiển tham số PID của lưu lượng .....	65
Hình 3-41. Đáp ứng lưu lượng với $P_B = 75\%$ , $T_I = 10s$ , $T_D=0s$ , với các giá trị đặt là $SV = 5$ l/m và 15 l/m.....	66
Hình 3-42. Đáp ứng lưu lượng với $P_B = 75\%$ , $T_I = 3s$ , $T_D=0$ , với các giá trị đặt là $SV = 5$ l/m và 15 l/m.....	66
Hình 3-43. Bảng điều khiển tham số PID của điều khiển mức .....	67
Hình 3-44. Đáp ứng mức với $P_B = 30\%$ , $T_I = 25s$ , $T_D=0s$ ; với giá trị đặt lần lượt là $SV = 30\%$ và 50%.....	68



Hình 3-45. Đáp ứng mức với $P_B = 10\%$ , $T_I = 25s$ , $T_D=0$ ; với giá trị đặt lần lượt là $SV = 30\%$ và $50\%$ .....	68
Hình 3-46. Sơ đồ khối chức năng của khối điều khiển PID .....	69
Hình 3-47. Sơ đồ khối tính toán của điều khiển PID.....	70
Hình 3-48. Đáp ứng lưu lượng với các giá trị đặt là $5 \text{ l/m}$ và $15 \text{ l/m}$ .....	73
Hình 3-49. Đáp ứng mức với các giá trị đặt là $SV = 30\%$ và $50\%$ .....	73

## DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 3.1. Các số domain và các vị trí bit điều chỉnh DIP .....	44
Bảng 3.2. Các số station và các vị trí bit điều chỉnh DIP .....	45
Bảng 3.3. Mức độ khi điều chỉnh DIP .....	45
Bảng 3.4. Nhóm người dùng được thực hiện một cài đặt mới .....	46
Bảng 3.5. Phần mềm được cài đặt và kiểu máy trạm .....	49
Bảng 3.6. Các phương pháp kết nối và điểm đến kết nối của các đầu vào/ra của khối điều khiển PID .....	69