

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN HỆ QUÁ TRÌNH ĐA  
BIẾN VÀ NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG BẰNG BỘ  
ĐIỀU KHIỂN MỜ LAI

TRẦN NGỌC LONG

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

THÁI NGUYÊN 2015

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Trần Ngọc Long

Sinh ngày: 10 tháng 09 năm 1982

Học viên lớp cao học khóa K15 - Tự động hóa - Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp - Đại Học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Công ty viễn thông Quân Đội Viettel Hà Nội-Trung tâm Viettel Mê Linh.

**Xin cam đoan luận văn** “Thiết kế điều khiển hệ quá trình đa biến và nâng cao chất lượng bằng bộ điều khiển mờ lai” **do thầy giáo PGS. TS. Nguyễn Như Hiến hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.**

Tôi xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn đúng như nội dung trong đề cương và yêu cầu của thầy giáo hướng dẫn. Nếu có vấn đề gì trong nội dung của luận văn, tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm với lời cam đoan của mình.

**HỌC VIÊN**

**Trần Ngọc Long**

## LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian thực hiện luận văn, tác giả đã nhận được sự quan tâm rất lớn của nhà trường, các khoa, phòng ban chức năng, các thầy cô giáo, gia đình và đồng nghiệp.

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến PGS.TS. Nguyễn Như Hiền, trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tận tình hướng dẫn trong quá trình thực hiện luận văn.

Tác giả xin chân thành cảm ơn đến các thầy cô ở Khoa Điện, phòng thí nghiệm Khoa Điện - Điện tử – Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã giúp đỡ và tạo điều kiện để tác giả hoàn thành thí nghiệm trong điều kiện tốt nhất.

Mặc dù đã rất cố gắng, song do điều kiện về thời gian và kinh nghiệm nghiên cứu của bản thân còn hạn chế nên luận văn không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện và có ý nghĩa hơn trong thực tế.

**HỌC VIÊN**

**Trần Ngọc Long**

## MỤC LỤC

|  |     |
|--|-----|
| <b>LỜI CAM ĐOAN</b> .....  | i   |
| <b>LỜI CẢM ƠN</b> .....  | iii |
| <b>MỤC LỤC</b> .....   | iv  |
| <b>DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ</b> .....  | vii |
| <b>DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT</b> .....   | ix  |
| <b>DANH MỤC CÁC BẢNG</b> .....   | ix  |
| <b>DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU</b> .....  | x   |
| <b>MỞ ĐẦU</b> .....  | 1   |
| <b>1. Mục tiêu của luận văn</b> .....  | 1   |
| <b>2.Nội dung của luận văn</b> .....   | 2   |
| <b>Chương I: GIỚI THIỆU VỀ CÁC ĐỐI TƯỢNG ĐA BIẾN: TRONG ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH</b> .....   | 3   |
| 1.1. Các khái niệm cơ bản về quá trình và điều khiển quá trình.....                      | 3   |
| 1.1.1. Các khái niệm cơ bản .....  | 3   |
| 1.1.2. Mục đích và yêu cầu của điều khiển quá trình.....                                 | 6   |
| 1.2. Các thành phần cơ bản của hệ thống ĐKQT .....                                       | 10  |
| 1.2.1. Cấu trúc cơ bản của một HT ĐKQT .....   | 10  |
| 1.2.2. Các thành phần cơ bản của hệ điều khiển quá trình.....                            | 11  |
| 1.3. Các hệ điều khiển đa biến trong công nghiệp.....                                    | 15  |
| 1.3.1. Giới thiệu chung:.....  | 15  |
| 1.3.2. Một số quá trình đa biến tiêu biểu.....   | 17  |
| 1.4. Kết luận chương I.....  | 22  |
| <b>Chương II: LỰA CHỌN VÀ MÔ TẢ TOÁN HỌC HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN QUÁ TRÌNH ĐA BIẾN</b> ..... | 23  |
| 2.1. Lựa chọn đối tượng nghiên cứu của luận văn.....                                     | 23  |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.1.1. Xây dựng mô hình quá trình .....                                       | 23        |
| 2.1.2. Các ví dụ: .....   | 25        |
| 2.2. Xây dựng các phương trình mô hình .....                                  | 27        |
| 2.2.1. Mô hình đầy đủ của bình trộn quá trình.....                            | 27        |
| 2.2.2. Phương trình cân bằng vật chất:.....                                   | 28        |
| 2.2.3. Bậc tự do của hệ thống.....  | 31        |
| 2.2.4. Mô hình hàm truyền đạt .....   | 32        |
| 2.3. Kết luận chương II: .....  | 35        |
| <b>Chương III: THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN MỨC VÀ NHIỆT ĐỘ CHO</b>                    |           |
| <b>QUÁ TRÌNH ĐA BIẾN .....</b>  | <b>36</b> |
| 3.1. Cấu trúc mô hình thông dụng của hệ ĐKQT .....                            | 36        |
| 3.2. Mô hình ĐKQT đa biến .....   | 36        |
| 3.3. Các phương pháp xác định tham số PID.....                                | 41        |
| 3.3.1. Phương pháp tối ưu độ lớn.....   | 44        |
| 3.3.2. Phương pháp tối ưu đối xứng.....                                       | 46        |
| 3.4. Đánh giá chất lượng hệ thống bằng mô phỏng trên Matlab – Simulink.....   | 49        |
| 3.4.1. Cấu trúc mô phỏng: .....   | 49        |
| 3.4.2. Kết quả mô phỏng .....   | 50        |
| 3.5. Đánh giá chất lượng hệ thống bằng thí nghiệm .....                       | 51        |
| 3.5.1. Cấu hình thực nghiệm về điều khiển mức tại trung tâm thí nghiệm: ..... | 51        |
| 3.5.2. Giới thiệu về mô hình thực nghiệm: .....                               | 53        |
| 3.5.3. Các kết quả thực nghiệm:.....  | 57        |
| 3.5.4. So sánh với kết quả mô phỏng: .....                                    | 57        |
| 3.6. Kết luận chương III .....  | 57        |
| <b>Chương IV: THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN MỨC CHO ĐỐI TƯỢNG ĐA</b>                    |           |
| <b>BIẾN BẰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ LAI .....</b>                                   | <b>58</b> |
| 4.1. Cấu trúc một bộ điều khiển mờ.....                                       | 58        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.1.1. Mờ hoá .....   | 58        |
| 4.1.3. Khôi luật mờ và khôi hợp thành.....                            | 61        |
| 4.1.3.1. Các bước xây dựng luật hợp thành khi có nhiều điều kiện..... | 62        |
| 4.2. Các bộ điều khiển mờ.....  | 63        |
| 4.2.1. Bộ điều khiển mờ tĩnh:.....                                    | 63        |
| 4.2.2. Bộ điều khiển mờ động.....                                     | 64        |
| 4.3. Bộ điều khiển mờ lai .....                                       | 65        |
| 4.3.1. Sơ đồ mô phỏng .....   | 65        |
| 4.3.2. Các biến vào ra.....   | 66        |
| 4.3.3. Kết quả mô phỏng .....   | 67        |
| 4.4. Nhận xét: .....  | 68        |
| <b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....</b>                                    | <b>69</b> |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>                                       | <b>71</b> |

## 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 quá trình .....  | 10 |
| Hình 1.3: Sơ đồ khối một vòng của hệ thống điều khiển quá trình.....   | 11 |
| Hình 1.4: Cấu trúc cơ bản của một thiết bị đo quá trình .....  | 12 |
| Hình 1.5: Cấu trúc cơ bản của một thiết bị điều khiển.....   | 13 |
| Hình 1.7: Sơ đồ cấu trúc điều khiển đa biến.....   | 15 |
| Hình 1.8: Mô hình tháp chưng cất hai thành phần .....  | 18 |
| Hình 1.9: Sơ đồ cấu tạo của lò hơi có bao hơi.....   | 20 |
| Hình 1.10: Giảm độ công nghệ thiết bị trộn quá trình.....  | 21 |
| Hình 2.1: Tháp chưng cất hai thành phần .....  | 26 |
| Hình 2.2. Mô hình bình trộn hai thành phần.....  | 27 |
| Hình 2.3: Sơ đồ công nghệ của thiết bị mức – nhiệt độ.....   | 27 |
| Hình 2.4: Sơ đồ cấu trúc điều khiển đa biến.....   | 35 |
| Hình 3.1: Cấu trúc chung của hệ điều khiển quá trình .....   | 36 |
| Hình 3.2: Mô hình toán học của hệ có hai tín hiệu vào và hai tín hiệu ra.....  | 37 |
| Hình 3.3: Mô hình điều khiển tách kênh phân ly của hệ có hai tín hiệu vào và hai tín hiệu ra .....   | 37 |
| Hình 3.4: Mô hình điều khiển tách kênh phân ly của hệ có hai tín hiệu vào và hai tín hiệu ra khi đối tượng có thay đổi hàm số truyền ..... | 39 |
| Hình 3.5: Mô hình điều khiển tách kênh phân ly của hệ có hai tín hiệu vào và hai tín hiệu ra không làm thay đổi mô hình đối tượng .....    | 41 |
| Hình 3.6a,b: Điều khiển với bộ điều khiển PID .....  | 42 |
| Hình 3.7: Dải tần số mà ở đó có biên độ hàm đặt tính bằng 1, càng rộng càng tốt .....  | 44 |
| Hình 3.8: Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển nhiệt cho đối tượng đa biến.....  | 46 |

|  |    |
|--|----|
| Hình 3.9: Minh họa tư tưởng thiết kế bộ điều khiển PID tối ưu đối xứng.....  | 48 |
| Hình 3.11: Cấu trúc mô phỏng hệ thống điều khiển mức đối tượng đa biến ..... | 49 |
| Hình 3.12: Cấu trúc mô phỏng hệ thống điều khiển nhiệt độ đối tượng đa biến  | 49 |
| Hình 3.13: Kết mô phỏng hệ thống điều khiển mức đối tượng đa biến.....       | 50 |
| Hình 3.14: Kết mô phỏng hệ thống điều khiển nhiệt độ đối tượng đa biến.....  | 50 |
| Hình 3.15: Cấu trúc thí nghiệm điều khiển mức nước lò hơi .....              | 51 |
| Hình 3.16: Bình mức trong thí nghiệm điều khiển mức nước lò hơi .....        | 51 |
| Hình 3.17: Giao diện trong thí nghiệm điều khiển mức nước lò hơi .....       | 52 |
| Hình 3.18: Giao diện kết quả thí nghiệm điều khiển mức nước lò hơi.....      | 52 |
| Hình 3.19: Kết quả thí nghiệm hệ thống điều khiển cho đối tượng đa biến..... | 57 |
| Hình 4.1: Cấu trúc bộ điều khiển mờ cơ bản .....                             | 58 |
| Hình 4.2: Phương pháp giải mờ cực đại.....                                   | 60 |
| Hình 4.3: Giải mờ theo điểm trọng tâm .....                                  | 60 |
| Hình 4.4: Cấu trúc hệ điều khiển mờ lai .....                                | 66 |
| Hình 4.5: Bộ điều khiển mờ động .....  | 66 |
| Hình 4.6: Giải mờ bằng điểm trọng tâm .....                                  | 67 |
| Hình 4.7: Đặc tính điều chỉnh mức.....                                       | 67 |



## DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

| Từ viết tắt | Tên tiếng anh                           | Tên tiếng việt                                 |
|-------------|---|--|
| <b>SISO</b> | <b>Single In – Single Out</b>           | <b>Hệ một vào - một ra</b>                     |
| <b>MIMO</b> | <b>Multi Input – Multi Output</b>       | <b>Hệ nhiều vào - nhiều ra</b>                 |
| <b>CV</b>   | <b>Controller variable</b>              | <b>Biến cần điều khiển</b>                     |
| <b>SP</b>   | <b>Set point</b>                        | <b>Giá trị đặt( Tín hiệu vào của hệ thống)</b> |
| <b>PID</b>  | <b>Proportional-Integral-Derivative</b> | <b>Tỷ lệ - Tích phân – Vi phân</b>             |
| <b>PM</b>   | <b>Process Measurement</b>              | <b>Là tín hiệu phản hồi</b>                    |
| <b>MV</b>   | <b>Manipulated variable</b>             | <b>Biến điều khiển</b>                         |
| <b>CO</b>   | <b>Controller Output</b>                | <b>Sai lệch điều khiển</b>                     |

## DANH MỤC CÁC BẢNG

|                |    |
|----------------|----|
| Bảng 1.1 ..... | 19 |
| Bảng 1.2 ..... | 21 |
| Bảng 1.3 ..... | 53 |

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

| KÝ HIỆU         | Ý NGHĨA   |
|-----------------|---|
| CV              | Biến cần điều khiển   |
| SP              | Giá trị đặt   |
| MV              | Biến điều khiển   |
| ĐKQT            | Điều khiển quá trình  |
| HTĐKQT          | Hệ thống điều khiển quá trình                                       |
| PID             | Bộ điều khiển tỷ lệ, tích phân, vi phân                             |
| PLC/DCS         | Bộ điều khiển logic mờ/ Bộ điều khiển phân tán                      |
| CPU             | Khối xử lý trung tâm  |
| PS              | Khối nguồn  |
| F, L, B, D      | Lưu lượng: nguyên liệu vào, dòng hồi lưu, dòng sản phẩm đáy và đỉnh |
| $Z_F, y_B, x_B$ | Thành phần: nguyên liệu vào, sản phẩm đỉnh và sản phẩm đáy          |
| $T_F, q_F$      | Nhiệt độ và tỷ lệ hơi của nguyên liệu đầu vào                       |
| P, T            | Áp suất và nhiệt độ trong tháp                                      |
| $M_B, M_D$      | Trữ lượng lỏng ở đáy tháp và ở bể chứa sản phẩm ngưng tụ            |
| $V_1$           | Lưu lượng hơi nước cấp nhiệt  |
| V               | Hơi của đáy tháp  |
| $V_T$           | Lưu lượng của hơi ở đỉnh tháp                                       |
| W               | Lưu lượng nước lạnh đi vào thiết bị ngưng tụ                        |
| Bc              | Bơm cấp   |
| $t_s$           | Nhiệt độ sôi  |
| $i'$            | Nhiệt lượng đun nóng nước tới nhiệt độ sôi                          |