BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO **CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT Độc lập – Tự do – Hạnh phúc**

**THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

**THÔNG TIN VỀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

Tên luận án: Nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển phân ly dùng cho các hệ thống đa biến

Chuyên ngành : Kỹ Thuật Cơ Khí Mã ngành: 9520103

Họ và tên NCS : Lê Linh Khóa: 2013-2016

Người hướng dẫn chính : PGS.TS. Lê Hiếu Giang

Người hướng dẫn phụ : PGS.TS. Trương Nguyễn Luân Vũ

Cơ sở đào tạo : Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

## 1. Tóm tắt nội dung của luận án

Quá trình đa biến là hệ phức tạp với nhiều sự tương tác qua lại giữa các biến quá trình và biến điều khiển. Sự tương tác này làm ảnh hưởng đến sự thay đổi của các ngõ ra còn lại khi có một sự thay đổi ở một vòng điều khiển bất kỳ. Nhiều phương pháp khác nhau được để xuất để khắc phục khó khăn này của việc điều khiển hệ đa biến. Tuy nhiên, nổi bật nhất là kỹ thuật phân ly với ba phương pháp: phân ly lý tưởng, phân ly nghịch và phân ly đơn giản hóa. Dù vậy, cho đến gần đây, vẫn chưa có phương pháp điều khiển tổng quát nào cho hệ đa biến được công bố hoặc phát triển sử dụng kỹ thuật điều khiển phân ly. Chính vì vậy, việc nghiên cứu mở rộng và phát triển phương pháp thiết kế bộ điều khiển phân ly, trên cơ sở phương pháp phân tích mới, để sử dụng cho nhiều quá trình đa biến là vấn đề tác giả sẽ tập trung nghiên cứu trong luận án này.

Do phương pháp phân ly có nhiều kỹ thuật khác nhau, nên trong luận án này tác giả chỉ tập trung nghiên cứu bộ điều khiển phân ly đơn giản hóa. Phương pháp đề xuất sẽ tìm ra được bản chất thực sự của quy luật phân ly các biến điều khiển bằng việc xác định chính xác từ tỷ lệ của các đặc tính vòng hở ban đầu và các yếu tố đường chéo của các dãy độ lợi tương quan động (Dynamic Relative Gain Arrays). Từ đó, một cấu trúc tổng quát, nhỏ gọn cho bộ điều khiển phân ly đơn giản hóa sẽ được đề xuất.

Ngoài ra, phương pháp đơn giản hóa mô hình của quá trình sẽ được đề xuất để đơn giản hóa hàm truyền của các vòng điều khiển. Từ đó, phương pháp thiết kế bộ điều khiển PI/PID dựa vào cấu trúc mô hình nội (IMC) cũng được đề xuất cho các quá trình phổ biến gồm hệ bậc 1 và bậc 2 có trễ.

Các quá trình đa biến trên thực tế rất đa dạng và phức tạp, trong giới hạn của luận án, tác giả chỉ tập trung vào các hệ thống điều khiển quá trình với đặc tính của hệ tuyến tính hoặc gần tuyến tính (có thể xấp xỉ về dạng tuyến tính quanh điểm làm việc). Khi đó, đặc tính động của hệ có thể được mô tả bởi ma trận hàm truyền bậc *n*.

Để đảm bảo độ tin cậy của các phương pháp đề xuất cũng như dễ dàng so sánh với các phương pháp của các tác giả khác, các mô hình toán được sử dụng trong nghiên cứu lý thuyết đều sử dụng các mô hình chuẩn nổi tiếng thế giới như: Wood and Berry (WB), Vinate Luyben (VL), Ogunnaike and Ray (OR).

Phương pháp đề xuất có thể ứng dụng tổng quát cho hệ thống *n* ngõ vào, *n* ngõ ra *(n×n).* Tuy nhiên, các kết quả mô phỏng cũng như các mô hình thực nghiệm chỉ giới hạn đến hệ 3×3.

Trong mô hình thực nghiệm của tháp chưng cất, tác giả chỉ nghiên cứu các thông số công nghệ trong quá trình tách Ethanol với Nước, ví dụ như nhiệt độ, lưu lượng, áp suất. Mô hình toán của các mô hình thực nghiệm được tìm kiếm dựa trên phương pháp thực nghiệm (mô hình hộp đen). Từ đó xây dựng hàm truyền của hệ thống sử dụng phương pháp thực nghiệm. Đánh giá kết quả mô phỏng lý thuyết với số liệu thực tế sản xuất nhằm mục đích hiệu chỉnh các tham số cho đối tượng và đề xuất các giải pháp trong đo lường và điều khiển hợp lý cho hệ thống.

**2. Những đóng góp của luận án**

Với nhiệm vụ đặt ra như trên thì luận án sẽ bổ sung thêm vào nhóm các phương pháp của bộ điều khiển phân ly đơn giản hoá cho các quá trình đa biến có một phương pháp mới mang tích tổng hợp hơn, có khả năng ứng dụng được cho các hệ thống điều khiển phức tạp. Các đóng góp mới của luận án được tóm tắt như sau:

**-** Đề xuất phương pháp thiết kế tổng quát cho hệ đa biến bậc n sử dụng phân ly đơn giản hóa.

- Sử dụng phương pháp đồng nhất hệ số để đưa các thành phần của ma trận phân ly và ma trận đường chéo sau khi phân ly (D(*s*) và Q(s)) về các dạng chuẩn thường gặp như: hệ sớm trễ phan, hệ bậc 1 và bậc 2 có trễ.

**-** Đề xuất phương pháp thiết kế bộ điều khiển PI/PID dựa trên cấu trúc mô hình nội (IMC) dùng cho các quá trình chuẩn như: hệ bậc một có trễ (FOPTD) và hệ bậc hai có trễ (SOPTD).

**-** Chế tạo mô hình thực nghiệm để kiểm chứng các phương pháp đề xuất, bao gồm: hệ bồn nước (2x2) và hệ thống chưng cất hỗn hợp Ethanol và nước (3x3). Từ đó, xây dựng các chương trình trên Matlab để mô phỏng và điều khiển thời gian thực các quá trình đa biến trên. Các kết quả đạt được chứng tỏ sự khả thi và tính hiệu quả của các phương pháp đề xuất.

*Tp. Hồ Chí Minh, ngày 30 tháng 10 năm 2020*

**Nghiên cứu sinh**

**Lê Linh**

**MINISTRY OF EDUCATION AND TRAINING THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM**

**HO CHI MINH CITY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION Independence – Freedom - Happiness**

**INFORMATION ON RESEARCH RESULTS**

Thesis title: Study design a decoupling controller using for multivariable processes

Major: : Mechanical Engineering Major code: 9520103

PhD candidate : Le Linh Course: 2013-2016

Assoc. Prof. Dr. Le Hieu Giang

Assoc. Prof. Dr. Truong Nguyen Luan Vu

Training center : Ho Chi Minh City University of Technology and Education.

**1. Thesis summary**

Multivariable systems are complicated processes due to interactions between process variables and control variables. This interaction affects one of the out-put when there is a change in other control loops of the system. Various approaches were proposed to overcome this problem, and the most prominent one is the decoupling techniques including three methods: ideal, inverted and simplified decoupling. However, until recently, no general control method using decoupling techniques for multivariable systems has been published yet. Therefore, in this thesis, the author proposes an approach to generalize the controller design using the decoupling technique for multivariable processes. The proposed method is developed based on some novel ideas for the purpose of adopting to different processes.

In the scope of the research, the author only focuses on the simplified decoupling. The proposed method finds out the true nature of decoupling law of process variables by adopting the ratio between the open-loop characteristic and the diagonal elements of the Dynamic Relative Gain Arrays (DRGA). In consequence, a general compact structure for the simplified controller is derived.

In addition, the approximation method to reduce order of processes is also suggested to determine the transfer functions of control loops in some standard forms. After that, an approach to design the PI/PID controller based on internal model control (IMC) is proposed to apply for some well-known processes including first order and second order plus delay time.

In real applications, multivariable processes are very diverse and complex, within the limitation of the thesis, the author only focuses on process control systems with linear or linearized dynamics which being approximated around the working point. As a result, the dynamic of the system can be described by an n-order transfer function matrix.

To guarantee the reliability of the proposed method as well as easy comparison with other methods, the mathematical models adopted in the theoretical research are some well-known benchmark models such as: Wood and Berry (WB), Vinate Luyben (VL), Ogunnaike and Ray (OR)

The proposed method is proved to be applicable to general processes *n­* input, *n* output *(n×n)*. However, in simulation and experiment, the order of the process is limited to 3 input, 3 output (3*×*3*)*. In experimental model of distillation column, the author only studies the technological parameters in the process of separating ethanol and water, such as: temperature, flow rate, pressure. The mathematical models of the process are determined based on empirical method (black-box model). And then, the transfer functions of the process are also derived. Evaluate the simulation results with actual production data to calibrate the parameters of the process and propose appropriate measurement and control solutions for the system.

**2. The new contributions of the thesis**

The thesis will contribute a new method to the field of the simplified decoupling technique for multivariable processes. The proposed method is applicable to the complicated process. The new contributions are summarized as follows:

**-** Proposing a general design method for *n*th-order multivariable processes using simplified decoupling

- Adopting the coefficient method to approximate the elements of decoupling matrix and diagonal decoupled matrix (D(*s*) and Q(*s*)) to some standard forms such as: lead/lag systems, first order and second order plus delay time systems.

- Proposing a method to design the PI/PID controller based on internal model control (IMC) for the standard processes: FOPTD and SOPTD.

- Fabricating experimental models to justify the proposed method including: the coupled-tank process (2x2 system) and the distillation column for the mixture of ethanol and water (3x3 system). The control algorithms are built in Matlab/Simulink for simulation as well as real-time control in support of a dedicated PCI card. The results prove the efficiency and applicability of the proposed method.

*Ho Chi Minh City, October 30st, 2020*

**Candidate**

**Le Linh**