BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT**

**THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

**CHUYÊN ĐỀ**

**THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ QUẠT SỬ DỤNG FUZZY LOGIC**

**NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ**

**MÃ SỐ HỌC VIÊN: 2080701**

**HỌC VIÊN: PHẠM QUỐC BẢO**

**GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: PGS.TS. TRẦN THU HÀ**

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2020

# Chương MỞ ĐẦU

1. **Tính cần thiết của đề tài**

Ngày nay việc chuyển đổi điều khiển thủ công sang tự động đang phát triển mạnh mẽ. Giúp con người nâng cao năng suất lao động, có thêm thời gian nghỉ ngơi so với việc điều khiển bằng phương pháp thủ công như trước đây. Rất nhiều thiết bị được điều khiển bằng ứng dụng Fuzzy Logic đang dần trở nên phổ biến trong các lĩnh vực công nghiệp hoặc dân dụng chẳng hạn như bộ điều khiển lái tàu, Máy giặt, tủ lạnh… Sở dĩ có sự chuyển đổi mạnh mẽ như vậy cũng vì một phần những bộ điều khiển này dựa trên suy luận mờ. Cho phép người điều khiển không cần phải thao tác nhiều trên một thiết bị hay quá trình. Logic mời được xây dựng dựa trên kinh nghiệm của những người điều khiển, qua đó giúp tạo ra được bộ điều khiển đủ tin cậy. Thay thế được họ nhưng hiệu quả thì vẫn giữ được như khi người điều khiển đang thực hiện.

Cùng với sự tiến bộ vượt bậc của khoa học kĩ thuật nói chung cũng như những bộ điều khiển sử dụng Fuzzy Logic nói riệng thì việc điều khiển tốc độ quạt trong nhà xưởng hiện nay chủ yếu thực hiện bằng tay và đa số chưa có thề điều chỉnh tốc độ hợp lý bằng việc đọc các giá trị cảm biến nhiệt độ. Do đó yêu cầu phải tạo ra đươc một hệ thống điều khiển được tốc độ của quạt bằng cách đọc giá trị của những cảm biến được lắp bên trong và bên ngoài nhà máy để thu thập dữ liệu nhiệt độ. Ngoài ra còn đảm bảo hoạt động liên tục, tin cậy và phải thay đổi trạng thái sao cho phù hợp với mỗi lần có giá trị nhiệt độ mới. Bởi vì bản thân giá trị cảm biến nhiệt độ trả về kết quả sẽ không phải ở một mức cố định mà giá trị ở đây chính là những con số thay đổi liên tục theo thời gian.

Để giúp nhân viên cảm thấy thoải mái hơn trong môi trường làm việc nhà xưởng, việc chuyển đổi điều khiển tốc độ quạt từ thủ công sang tự động là một vấn đề cần có sự đầu tư nghiêm túc để tìm ra một hướng giải pháp tối ưu, hợp lý. Đề tài: “Điều khiển tốc độ quạt trên phần mềm MATLAB sử dụng Fuzzy Logic” được học viên tiến hành nghiên cứu nhằm giải quyết những vấn đề trên.

1. **Các nghiên cứu trong và ngoài nước**
2. **Nghiên cứu trong nước**

* Sử dụng Logic Mờ điều khiển động cơ không đồng bộ, Huỳnh Thanh Tuấn, Dương Hoài Nghĩa.

Đề tài nghiên cứu sử dụng Fuzzy Logic điều khiển động cơ không đồng bộ và mô phỏng trên phần mềm MatLab.

* Logic Mờ trong hệ thống điều khiển tốc độ động cơ không đồng bộ ba pha, Nguyễn Thị Hiên.

Đề tài sử dụng nghiên cứu một hệ thống đồng tốc các động cơ không đồng bộ sử dụng bộ điều khiển logic mờ.

Các công trình nghiên cứu trên áp dụng phần mềm MatLab để giải quyết các bài toán điều khiển các hệ thống. Tuy nhiên, giá trị thực tiễn còn hạn chế vì chỉ tính toán cho một kịch bản ít dữ liệu đầu vào, và chưa xét đến kịch bản phát triển nhiều tham số đầu vào trong tương lai.

1. **Nghiên cứu ngoài nước**

* Simulation of fuzzy logic control for DC servo motor using Arduino based on MATLAB/Simulink. ([Simulation of fuzzy logic control for DC servo motor using Arduino based on MATLAB/Simulink - IEEE Conference Publication](https://ieeexplore.ieee.org/document/7005723))

Bài báo này nghiên cứu vấn đề điều khiển DC Servo trên Arduino và MatLab

* Implementation of a Fuzzy Logic Speed Controller For a Permanent Magnet DC Motor Using a LowCost Arduino Platform.( [Implementation of a fuzzy logic speed controller for a permanent magnet dc motor using a low-cost Arduino platform - IEEE Conference Publication](https://ieeexplore.ieee.org/document/8192218))

Bài báo này nghiên cứu vấn đề giảm chi phí điều khiển tốc độ động cơ bằng việc sử dụng Fuzzy Logic và mô phỏng trên MatLab.

* Caldo, R. B., Seranilla, J. T., Castillo, D. J., Diocales, K. S., Gulle, W. D., Nunez, B. L., & Parreno, C. T. (2015). Design and development of fuzzy logic controlled dimming lighting system using Arduino microcontroller. 2015 International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology,Communication and Control, Environment and Management (HNICEM).

Bài báo này nghiên việc điều khiển độ sáng của đèn sử dụng Fuzzy Logic trên Arduino.

Các công trình nghiên cứu trên đây chủ yếu áp dụng phần mềm MatLab kết hợp với Fuzzy Logic để thiết kế hệ thống điều khiển tốc độ của động cơ hoặc độ sáng của đèn chứ chưa xét đến bài toán có những cảm biến đầu vào để việc điều chỉnh phủ hợp với điều kiện trong thực tế.

1. **Nhiệm vụ của đề tài**

* Nghiên cứu mô hình điều khiển tốc độ quạt bằng Fuzzy Logic.
* Nghiên cứu giải thuật Fuzzy Logic trong phần mềm MatLab.
* Lựa chọn luật mờ cho khối Fuzzy Logic.
* Nghiên cứu cách mô phỏng giao diện trên phần mềm MatLab.
* Nghiên cứu cách kết hợp giữa giao diện và Fuzzy Logic trong phần mềm MatLab.

1. **Giới hạn của đề tài**

Nghiên cứu và thực hiện mô phỏng thay đổi tốc độ quạt từ giá trị hai cảm biến bên trong và bên ngoài phòng.

1. **Các bước tiến hành**

* Tổng quan về phần mềm MATLAB và Fuzzy Logic.
* Nghiên cứu phần mềm MATLAB.
* Xác định sơ đồ khối.
* Tạo giao diện.
* Tạo các khối liên kết.
* Kết luận và hướng nghiên cứu phát triển.

1. **Điểm mới của đề tài**

- Đề xuất phương pháp mô phỏng hệ thống điều khiển tốc độ quạt từ những giá trị cảm biến.

1. **Tính thực tiễn**

- Kết quả nghiên cứu của luận văn được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho các học viên cao học, nghiên cứu sinh Ngành Kỹ thuật điện tử.

1. **Phương pháp nghiên cứu**

- Đề tài sử dụng các phương pháp sau:

+ Phương pháp thu thập và nghiên cứu tài liệu.

+ Phương pháp mô phỏng.

+ Phương pháp phân tích và tổng hợp.

1. **Nội dung đề tài**

**Chương:** Mở Đầu.

**Chương 1:** Tổng quan Fuzzy Logic.

**Chương 2:** Thiết kế lập trình mô hình.

**Chương 3:** Kết luận và hướng nghiên cứu phát triển;

**Tài liệu tham khảo.**

**Phụ lục**

1. **Tiến độ thực hiện đề tài**

- Tháng 9 năm 2020: Thu thập tài liệu, viết Chương Mở đầu, Chương 1.

- Tháng 10,11 năm 2022: Viết Chương 2.

- Tháng 11 năm 2020: Viết Chương 3.

- Tháng 12 năm 2020: Viết Chương 4.

- Tháng 12 năm 2020: Hoàn thiện đề tài, viết tóm tắt, soạn trình chiếu.

# Chương 1

# TỔNG QUAN

## 1.1. Tổng quan Fuzzy Logic

Fuzzy Logic hay còn gọi là “logic mờ” khác so với các phương pháp điều khiển truyền thống chính là sử dụng khối điều khiển mờ. Cách Fuzzy Logic điều khiển một đối tượng thông qua các điều kiện đầu vào cũng giống như cách con người suy nghi 4 gải quyết một vấn đề đó chính là: “Nếu … Thì …”. Bản chất của điều khiển fuzzy logic chính là tổng quát hóa các điểu kiện và những hệ quả từ những điều kiện này lại thành một tập giá trị có thể xảy ra từ đó áp dụng cho hệ thống sử dụng fuzzy logic. Điều khiển mờ đang chiếm một vị trí quan trọng trong việc điều khiển hiện nay. Bởi vì đối với những phương pháp điều khiển truyền thống sẽ không thể nào áp dụng hiệu quả cho những bài toán phức tạp, thường xuyên thay đổi trạng thái hoặc có hệ số đầu vào để điều khiển thay đổi liên tục, không ổn định. Bộ điều khiển ứng dụng fuzzy logic tỏ ra giải quyết vấn đề trên cực kỳ đơn giản. Ngoài ra còn có những lợi thế hơn những phương pháp điều khiển tuyền thống như sau:

+ Mô hình hóa các hàm phi tuyến có tính phức tạp cao.

+ Có thể kết hợp Fuzzy Logic với nhiều cách điều khiển khác.

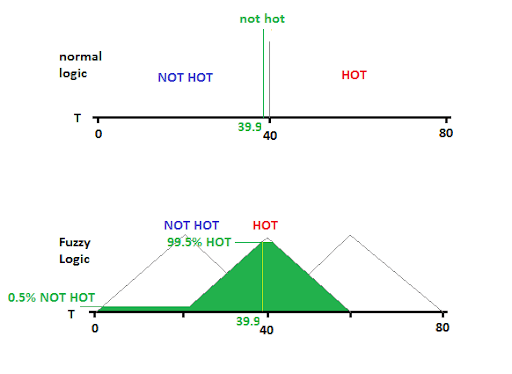
+ Gần gũi với suy nghĩ tư duy của người vận hành.

+ Dễ thay đổi khi hệ thống cần sự nâng cấp.

## 1.2. Định nghĩa tập mờ

Khái niệm tập mờ là mở rộng của những tập hợp cổ điển, với mục đích biểu diễn những mối quan hệ không rõ ràng. Trong lý thuyết tập hợp cổ điển, quan hệ thành viên của các phần tử được đánh giá theo kiểu nhị phân rõ rang. Ví dụ như phần Tử A chắc chắn thuộc tập hợp C hoặc chắc chắn không thuộc tập C. Như vậy để kết luận cho điều vừa nói ở trên ta sẽ gán cho A giá trị 1 nếu thuộc tập C và 0 nếu không thuộc tập C. Mô hình hóa khái niệm này ta có dạng như sau:

Như vậy, ta có thể thấy giá trị của chỉ có thể nhận được 2 giá trị đó là {0,1}. Nhưng đối với tập mờ, cho phép chúng ta đánh giá theo tỉ lệ khả năng A có nằm trong C hay không. Bằng cách sử dụng một hàm liên thuộc để thể hiện tỉ lệ mà A có thuộc về tập C hay không. Nói cách khác tỉ lệ này sẽ có khoảng giá trị chạy từ 0 đến 1, không phải cố định tại một giá trị. Mô hình hóa ta có dạng như sau:



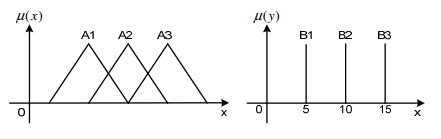
Hình 5: Mô hình hóa ngõ vào

Xét ví dụ như trên ta thấy giá trị sẽ thay đổi từ [0:1] và khoảng nhiệt độ lạnh [0:40], vừa [20:60] và nóng [40:80]. Xét trong khái niệm tập hợp cổ điển với trường hợp 39.9 độ C ta kết luận ngay nhiệt độ này là không nóng nhưng thực tế nhiệt độ này có 99.5% là nóng. Bởi vì theo tập hợp cổ điển ta chỉ có thể kết luận nhiệt độ không nóng khi nhỏ hơn 40 độ C và Nóng khi từ 40 độ C trở lên. Nhưng khi xét với khái niệm tập mờ, có thể kết luật tỉ lệ 39.9 độ C ở khoảng không nóng là 0.5% và nóng là 99.5%. Ngoài ra, cũng có thể dựa vào tập mờ để ra các khái niệm: “tương đối lạnh” khi có tỉ lệ nhiệt độ ở khoảng lạnh cao hơn tỉ lệ của nhiệt độ ở khoảng vừa. “Hơi hơi ấm” khi có tỉ lệ nhiệt độ ở khoảng vừa cao hơn tỉ lệ của nhiệt độ ở khoảng nóng.

## 1.3. Xây dựng mô hình mờ

Xét theo luật điều khiển mờ, ta có thể phân loại thành hai loại mô hình mờ: Mô hình mờ Mamdami và mô hình mờ Sugeno.

Mô hình mờ Mamdami là bộ điều khiển trong dó kết luận của điều khiển là mệnh đề mờ. Mô hình mờ Sugeno là bộ điều khiển trong đó kết luận của luật điều khiển là hàm các tín hiệu vào của hệ mờ[[1]](#footnote-1). Trong các ứng dụng điều khiển liên quan đến các đối tượng không xác định được mô hình toán học hay ngõ ra không cụ thể thì mô hình Mamdami là một lựa chọn tối ưu. Trong khi mô hình Sugeno thích hợp với các điều khiển có mô hình không chính xác hoặc các mô hình phi tuyến. Tuy hai mô hình đã nêu khác nhau hoàn toàn. Nhưng trong nhiều trường hợp kết luận ngõ ra của mô hình Mamdami và Sugeno cho ra hai giá trị tương đương nhau.



Hình 6: Mô hình mờ Mamdami và Sugeno

Ta cùng xét bộ điều khiển Fuzzy logic có một ngõ vào và một ngõ ra. Khi sử dụng mô hình Mamdani, các luật điều khiển được thể hiện như sau:

+ Nếu x là A1 thì y là B1.

+ Nếu x là A2 thì y là B2.

+ Nếu x là A3 thì y là B3.

Khi sử dụng mô hình Sugeno ta cũng thể hiện các luật điều khiển như sau:

+ Nếu x là A1 thì y là 5.

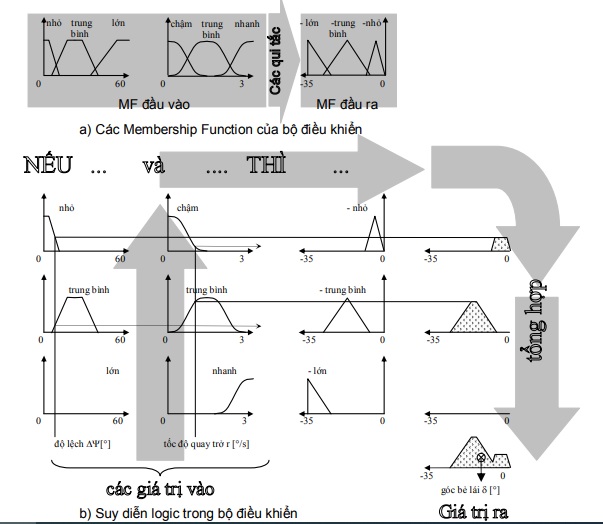
+ Nếu x là A2 thì y là 10.

+ Nếu x là A3 thì y là 15.

Trong trường hợp này thì khi sử dụng một trong hai dạng mô hình thì giá trị ở ngõ ra cũng đều ra chung một kết quả.

## 1.4. Nguyên lý hoạt động của Fuzzy Logic

Bộ điều khiển Fuzzy Logic được cấu tạo gồm một hoặc nhiều các Membership Function (MF) đầu vào, tiếp theo là các luật mờ đã được định nghĩa, ngõ ra dựa trên sự liên kết giữa các đầu vào và luật mờ.



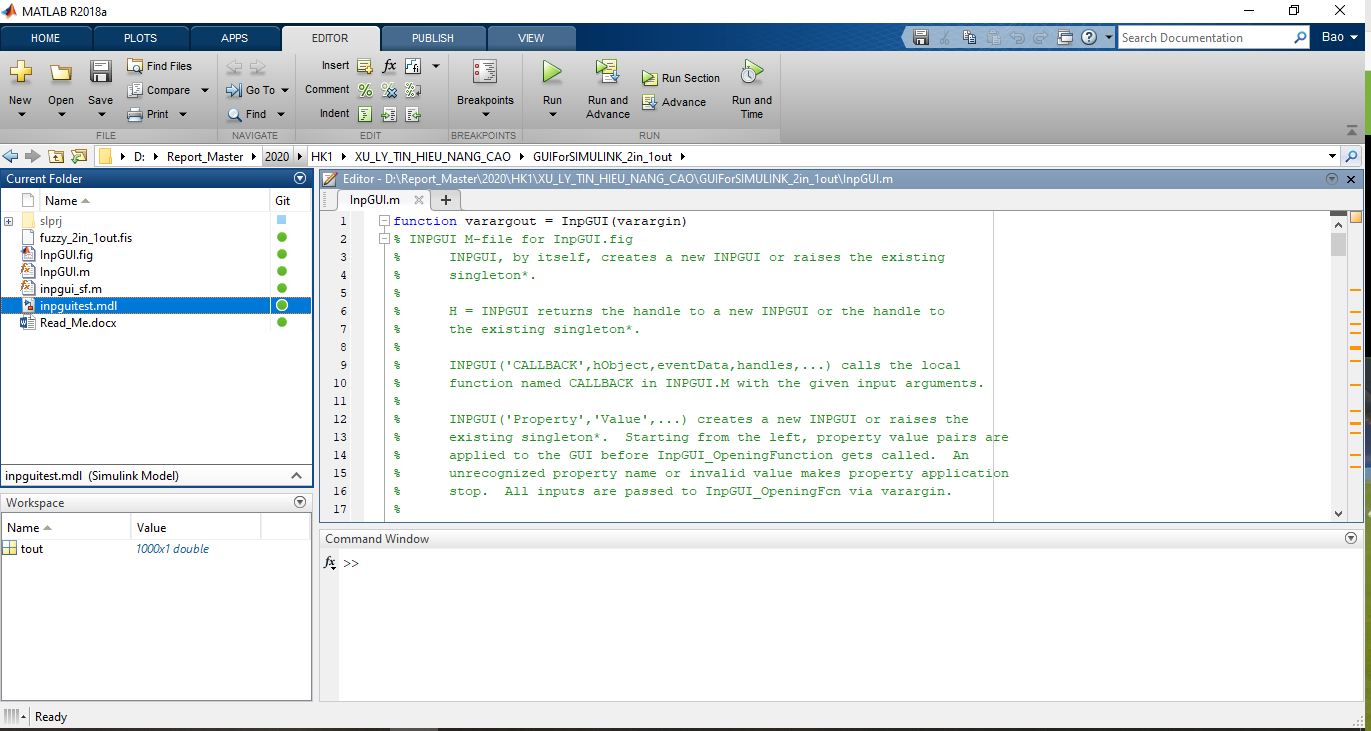
Hình 7: Nguyên lý hoạt động khối Fuzzy Logic

Từ một giá trị cụ thể ở ngõ vào, khối Fuzzy Logic bắt đầu mờ hóa ngõ vào chính là đánh giá các tín hiệu thuộc mức nào trong các mức đã định nghĩa từ trước trong các MF đầu vào. Sau bước này thì các dạng tín hiệu đầu vào sẽ được biểu diễn theo các khái niệm: “nhỏ, trung bình, lớn”. Giống như ví dụ đã nêu ở phần trên một điều kiện đầu vào có thể nhiều hơn một mức của bộ điều khiển. Thì ở ngõ ra cũng sẽ có nhiều hơn một giá trị. Khối Fuzzy logic tiến hành giải mờ và tổng hợp lại các kết quả, sau đó sử dụng thuật toán tìm trọng tâm để tính toán ra giá trị chính xác nhất.

## 1.5. Cơ sở ứng dụng cho mô hình

Cơ sở ứng dụng cho mô hình:

* + Matlab: Tạo Giao diện và mô phỏng sự thay đổi của 2 giá trị nhiệt độ trong phòng và nhiệt độ ngoài phòng. Sử dụng của MatLab vào đồ án.
  + Fuzzy Logic toolbox: Tạo khối xử lý chính với 2 ngõ vào 1 ngõ ra.



Hình 8: Giao diện MatLab

## 1.6. Giới thiệu phần mềm MATLAB

### 1.6.1 Giới thiệu

#### 1.6.2 Các chức năng của Fuzzy Logic trong MATLAB.

# Chương 3

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH

## 3.1 Sơ đồ khối

## 3.2 Tạo giao diện

## 3.3 Tạo các khối liên kết

# Chương 4

# MÔ PHỎNG THỰC TẾ

## 4.1 Mô phỏng thực tế của hệ thống trên phần mềm MATLAB

## 4.2 Xác định vị trí lắp đặt dung lượng bù tối ưu bằng Modul CAPO

### 4.2.1 Thiết lập các thông số kinh tế để lựa chọn dung lượng và vị trí bù

### 4.2.2 Tính toán xác định vị trí dung lượng bù tối ưu

### 4.2.3 Đề xuất phương án thực hiện thực tế

# Chương 5

# KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN

**5.1 Kết luận:**

**5.2 Hướng nghiên cứu phát triển của đề tài:**

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

**Tiếng Việt:**

1. Khai thác chương trình tính toán cho lưới điện phân phối PSS/Adept, LV ThS, Nguyễn Thị Huyền Phương, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2010.
2. Đánh giá tổn thất điện năng và đề xuất các giải pháp giảm tổn thất điện năng lưới điện trung áp tỉnh Hưng Yên, Nguyễn Xuân Bắc, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2012.
3. Nghiên cứu phương pháp tính toán, đánh giá độ tin cậy và các giải pháp nâng cao độ tin cậy của lưới điện phân phối tỉnh Hưng Yên, Thái Văn Luân, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2014.
4. Nghiên cứu và đánh giá các thuật toán bù tối ưu công suất phản kháng, Nguyễn Quang Huy, LVThS, ĐH Bách Khoa Hà Nội, 2014.
5. Các biện pháp nâng cao chất lượng điện năng trong lưới phân phối huyện Phú Bình, Trần Hữu Tiên, LVThS, ĐH Thái Nguyên, 2014.
6. Nâng cao chất lượng điện năng lưới điện phân phối theo phương pháp tái cấu trúc lưới, Phạm Thị Hồng Anh, Tạp chí Khoa Học & Công Nghệ, ĐH Thái Nguyên, số 128, 2014.
7. Tính toán đề xuất phương án vận hành tối ưu lưới điện phân phối điện lực Trung Tâm Nha Trang đáp ứng tiêu chí của EVN CPC, Cao Thanh Tuấn, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.
8. Nghiên cứu nâng cao hiệu quả vận hành lưới điện phân phối điện lưc Vạn Ninh tỉnh Khánh Hòa, Lê Hữu Trường, , LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.
9. Nghiên cứu phương thức vận hành tối ưu cho lưới điện phân phối thành phố Cam Ranh Tỉnh Khánh Hòa, Lê Văn Lâm Phú, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2017.
10. Đề xuất các giải pháp giảm tổn thất điện năng lưới điện phân phối huyện Lâm Hà, Tỉnh Lâm Đồng, Nguyễn Hà Lâm, LVThS, ĐH BK Đà Nẵng, 2018
11. Trần Bách, *Lưới điện & Hệ Thống điện, Tập 1,2,3, In lần thứ 6*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2008.
12. Phan thị Thanh Bình, Hồ Văn Hiến, Nguyễn Hoàng Việt. Thiết kế hệ thống điện, nhà xuất bản Đại học quốc gia TP.Hồ Chí Minh, 2002.
13. Nguyễn Hữu Phúc, Đặng Tuấn Anh, *Giáo trình tập huấn sử dụng phần mềm phân tích và tính toán lưới điện PSS/ADEPT*. Trường Đại học Bách Khoa-Công ty Điện lực 2, 2007.
14. Trương Việt Anh, Quyền Huy Ánh, Nguyễn Bội Khuê. Tái cấu trúc lưới điện bằng quan hệ mờ.*Tạp chí khoa học và công nghệ số* 40 & 41/2003.
15. Phạm Thị Hồng Anh, Nâng cao chất lượng điện năng lưới điện phân phối theo phương pháp tái cấu trúc lưới, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, số 128(14):43-48, 2014.
16. Trần Vinh Tịnh, Trương Văn Chương, Bù tối ưu công suất phản kháng lưới điện phân phối, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, số 2(25):59-66, 2008.
17. Trịnh Trọng Chưởng, Trương Việt Anh. Nghiên cứu và đề xuất một số giải pháp giảm tổn thất điện năng cho Lưới Điện Trung Thế có kết nối nguồn thủy điện nhỏ tại tỉnh Lào Cai. *Đề tài khoa học cấp Bộ Công Thương*. Hà Nội 2011.
18. Lê Kim Hùng. Tối ưu hóa vị trí đặt và công suất phát của nguồn phân tán trên mô hình lưới điện phân phối 22kV. *Tạp chí khoa học & công nghệ* 2008.
19. Trương Minh Tú. Nghiên cứu các giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành lưới điện phân phối Điện lực Liên Chiểu thành phố Đà Nẵng. *Luận Văn Thạc Sỹ*, 2013.
20. Nguyễn Phước Lộc. Tối ưu hóa vị trí thiết bị bù trong mạng phân phối. *Luận Văn Thạc Sỹ*, 2014.

**Tiếng Anh:**

1. Energy Loss Reduction in Distribution System, Ahmed Hamzah Kadhim, International Journal of Science and Research, Volume 4 Issue 2, February 2015.
2. Analysis of Technical Loss in Distribution Line System, Narong Mungkung, Nittaya Gomurut, Tanes Tanitteerapan, Somchai Arunrungrusmi, Weerachai Chaokumnerd and Toshifumi Yuji, Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics, 2009.
3. *PSS/ADEPT 5.2, User’s Guide* – Shaw Power Technologies - 01 / 2005.
4. Zuhaila Mat Yasin, Titik Khawa Abdul Rahman, *Network Reconfiguration to Improve the Performance of Distribution System under Fault Condition in the Presence of Distributed Generation*, 2015.
5. T.A. Short, *Electric Power Distribuion Handbook*, CRC Press, 2004.
6. Noor Fazilah Ayu Suhurani, *Analysis Of Technical Losses In Distribution Line*, 2014.
7. Ahmed Hamzah Kadhim, *Energy Loss Reduction in Distribution System*, 2013.
8. Turan Gonen, *Electric Power Distribution System Engineering*, McGraw-Hill, 1986.
9. Siddharth N. Khobragade1, Dhananjay B. Meshram2 , *Commercial Loss Reduction Techniques in Distribution Sector - An Initiative by MSEDCL*, 2014.
10. Saurabh Bhatt, *Power Transfer Limit of Rural Distribution Feeder*, 2009.
11. Hamed Emara Kassemex, Mohammed Bard, Salwa Ali Ahmed, *Reduction of energy losses in electrical distribution systems*, 2013.
12. Jizhong Zhy, *Optimazation of Power System Operation*, John Wiley & Sons, Inc, 2013.
13. N. Rugthaicharoencheep and S. Sirisumrannukul. *Feeder Reconfiguration for Loss Reduction in Distribution System with Distributed Generators by Tabu Search*. International Journal 3 – 2009.
14. A.Y. Abdelaziz, F.M. Mohammed, S.F. Mekhamer, M.A.L. Badr. *Distribution system reconfiguration using a modified partile swarm optimization algorithm*. 2009.
15. Taher Niknam, Ehsan Azad Farsani. *A hybrid self – adaptive partile swarm optimization and modified shuffled frog leaping algorithm for distribution feeder reconfiguration*. 2010.
16. Hong – Chan Chang and Cheng – Chien Kuo. *Network reconfiguration in distribution systems using simulated annealing*. 1994.
17. Enrico Carpaneto, Gianfranco Chicco. *Distribution system minimum loss reconfiguration in the hyper – cube Ant Colonyy optimization Framework*. 2007.

1. [Microsoft Word - Giao trinh Dieu khien mo va mang noron\_DaSua\_080519 (uneti.edu.vn)](https://khoadien.uneti.edu.vn/wp-content/uploads/2019/12/TLHT_-Dieu-khien-mo-va-mang-noron.pdf) [↑](#footnote-ref-1)