

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

HÀ TUẤN THÀNH

**ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN MỜ
NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG TƯỚI
TIẾT KIỆM NƯỚC CHO CÂY CÀ PHÊ**

**Chuyên ngành: Kỹ Thuật Điều Khiển và Tự Động Hóa
Mã số: 60 52 02 16**

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng – Năm 2016

Công trình được hoàn thành tại

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: TS Phan Văn Hiến

Phản biện 1: PGS.TS Đoàn Quang Vinh

Phản biện 2: TS Nguyễn Quốc Định

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 27 tháng 8 năm 2016

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin – Học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Một hệ thống tưới dựa trên sự thu thập và tính toán lượng bốc thoát hơi nước qua thân và lá cây cà phê cũng như độ ẩm từ đất từ đó kiểm soát lượng nước tưới hợp lý sẽ là một hệ thống tưới đạt hiệu quả tưới cao nhất đồng thời giảm chi phí đến mức thấp nhất. Việc nghiên cứu ứng dụng một phương pháp điều khiển hiện đại để điều khiển hệ thống tưới tiết kiệm nước dựa trên dữ liệu tổng hợp về khí tượng thủy văn, địa chất là rất cần thiết vì vậy đề tài “*Ứng dụng điều khiển mờ nâng cao chất lượng hệ thống tưới tiết kiệm nước cho cây cà phê*” nhằm tìm ra giải pháp đơn giản hóa quá trình vận hành, tăng hiệu quả kinh tế của hệ thống tưới tiết kiệm nước.

2. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU:

Xây dựng lý thuyết sử dụng thuật toán mờ điều khiển lượng nước tưới dựa trên số liệu tổng hợp từ các tham số khí tượng thủy văn và hệ số cây trồng theo công thức Penman-Monteith của tổ chức Nông lương Liên hiệp quốc (FAO).

Cơ sở cho các nghiên cứu sâu hơn nhằm hoàn thiện các hệ thống tưới tiết kiệm nước đang được áp dụng tại các khu vực canh tác cà phê của tỉnh Đắk Lắk.


3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU:

Đối tượng nghiên cứu:

- Đặc điểm sinh học của cây cà phê, đặc điểm thổ nhưỡng và khí hậu khu vực canh tác cà phê tại Tây Nguyên. Xác định nhu cầu nước tưới cho cây cà phê từ lượng bốc thoát hơi nước.

- Lý thuyết điều khiển mờ.

- Phần mềm mô phỏng Matlab & Simulink.

 Phạm vi nghiên cứu:

- Điều khiển lưu lượng nước tưới sử dụng thuật toán mờ dựa trên lượng bốc thoát hơi nước theo công thức Penman-Monteith.

- Mô hình hóa hệ thống tưới tiết kiệm nước, mô phỏng và đánh giá hệ thống với bộ điều khiển đã tổng hợp đồng thời so sánh với chất lượng điều khiển với một bộ điều khiển khác.

4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với mô phỏng kiểm chứng trên phần mềm Matlab/Simulink.

5. CẤU TRÚC LUẬN VĂN

Luận văn gồm 3 chương:

Chương 1: TỔNG QUAN.

Chương 2: LÝ THUYẾT LOGIC MỜ.

Chương 3: MÔ HÌNH HÓA HỆ THỐNG TƯỚI TIẾT KIỆM NƯỚC.

Chương 4: TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VÀ BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ ĐỂ ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TƯỚI, MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ.

6. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

Để tiết kiệm nguồn nước tưới, nâng cao hiệu quả công tác tưới tiêu cho cây cà phê nói riêng và các loại cây công nghiệp nói chung, trong nước đã có một số bài báo, đề tài nghiên cứu như:

“Nghiên cứu kỹ thuật tưới nước tiết kiệm và bón phân qua nước cho cây cà phê ở Tây Nguyên” (2016) của tác giả Phan Việt Hà, Viện KHKT Nông Lâm nghiệp Tây Nguyên đã đề xuất phương án tưới tiết kiệm nước kết hợp với bón phân thông qua lượng nước tưới dựa trên cơ sở hạ tầng của hệ thống tưới tiết kiệm nước của hãng Natafim - Israel.

Luận văn thạc sĩ chuyên ngành Trồng trọt “Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ tưới nước đến sinh trưởng, phát triển của cà phê vối trồng trên đất bazan tại tỉnh Đắk Lắk” (2007) của tác giả Lâm Anh Trung. Đề tài đã phân tích, đánh giá hiệu quả của các phương pháp tưới khác nhau đối với cây cà phê vối tại các khu vực canh tác cà phê tại tỉnh Đắk Lắk, từ đó đề xuất phương pháp tưới gốc, tần suất tưới cũng như lượng nước tưới cho mỗi lần tưới.

“Xác định nhu cầu nước tưới cho cây lạc bằng phương trình FAO Penman – Monteith và phương pháp hệ số cây trồng đơn” (Tạp chí KHKT Thủy lợi và môi trường, số 46 – 9/2014) của tác giả Nguyễn Quang Phi. Qua bài báo tác giả đã đề xuất một phương pháp tính toán lượng nước tưới dựa vào việc đo đặc lượng bốc thoát hơi nước của cây lạc, đây là phương pháp mới và hiệu quả đã được tổ chức Nông lương Liên Hiệp Quốc (FAO) khuyến khích sử dụng.

Qua thời gian tham khảo các tài liệu nghiên cứu trong nước và nước ngoài cũng như thăm quan thực tế tại các khu vực canh tác cà phê có sử dụng hệ thống tưới tiết kiệm nước tác giả quyết định lựa chọn đề tài “*Ứng dụng điều khiển mờ nâng cao chất lượng hệ thống tưới tiết kiệm nước cho cây cà phê*” để nghiên cứu nhằm nâng cao hiệu quả và đơn giản hóa việc vận hành hệ thống tưới, áp dụng trong thực tiễn sản xuất hướng đến mục tiêu nông nghiệp công nghệ cao và bền vững.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG TƯỚI NƯỚC CHO CÂY CÀ PHÊ

1.1. ẢNH HƯỞNG CÁC YẾU TỐ SINH THÁI ĐẾN SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN CÂY CÀ PHÊ.

- 1.1.1. Nhiệt độ
- 1.1.2. Độ ẩm không khí
- 1.1.3. Ánh sáng
- 1.1.4. Gió
- 1.1.5. Độ cao

1.2. ĐẤT TRỒNG CÀ PHÊ

1.3. YÊU CẦU NƯỚC TƯỚI CHO CÂY CÀ PHÊ

Theo kết quả nghiên cứu của một số tác giả trên cà phê chè và cà phê vối, có thể phân chia quá trình phát triển của quả cà phê thành 4 giai đoạn sau.

- a. Giai đoạn đầu đĩnh*
- b. Giai đoạn tăng nhanh về thể tích*
- c. Giai đoạn tích lũy chất khô và hình thành hạt*
- d. Giai đoạn quả chín*

1.4. CÁC BIỆN PHÁP TƯỚI NƯỚC

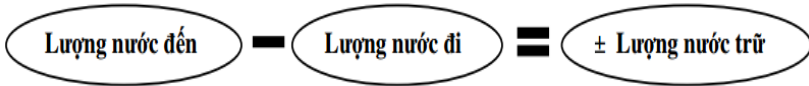
- 1.4.1. Hệ thống tưới béc (kỹ thuật tưới phun mưa)
- 1.4.2. Tưới gốc
- 1.4.3. Tưới tiết kiệm nước (tưới nhỏ giọt)

1.5. XÁC ĐỊNH NHU CẦU TƯỚI CHO CÂY TRỒNG

1.5.1. Phương trình cân bằng nước cho một khu đất có cây trồng.

Một cách tổng quát, phương trình cân bằng nước, xuất phát từ định luật bảo toàn khối lượng, có thể phát biểu ngắn gọn sau:

“Hiệu số giữa tổng lượng nước đi vào và đi ra của một khối đất đang xem xét nào đó trong một thời đoạn nhất định bằng sự thay đổi lượng nước trữ trong khối đất đó”. Phát biểu trên có thể rút ngắn như hình 1.1 và chi tiết hóa ở hình 1.2.



Hình 1.2. Minh họa tóm tắt phương trình cân bằng nước đơn giản

Giả sử có một khối đất hình trụ bao quanh một vùng rễ như hình 1.2. Xét một thời điểm nào đó:

$$\Delta S = H_r (\theta_2 - \theta_1) = W_i - W_o \quad (1-1)$$

Trong đó:

ΔS - sự thay đổi lượng nước trữ trong thời đoạn xem xét, [mm];

H_r - chiều sâu lớp đất quanh vùng rễ đang xem xét, [mm];

θ_2, θ_1 - độ ẩm của đất ở thời điểm cuối và thời điểm đầu trong thời đoạn [%];

W_i, W_o - tổng lượng nước đi vào và đi ra khỏi vùng rễ xem xét, [mm].

Trong thực tế hai nguồn nước chính cung cấp cho cây trồng (nước vào) là nước tưới (I) và nước mưa (R_e), lượng nước đi ra chủ yếu là do bốc thoát hơi nước (ET_c) còn các đại lượng khác để đơn giản trong tính toán có thể cho bằng không, do vậy phương trình cân bằng nước có thể viết thành:

$$H_r(\theta_2 - \theta_1) = I + R_e - ET_c \quad (1-5)$$

1.5.2. Nhu cầu nước và nhu cầu tưới của cây trồng

Nhu cầu nước của cây trồng: Trong tính toán nhu cầu nước cho cây trồng, người ta thường gộp lượng nước mất đi từ bốc hơi và

thoát hơi lại thành một và gọi chung là lượng bốc thoát hơi (evapotranspiration), viết tắt là ET. Một cách gần đúng ta có thể xem:

(Nhu cầu nước của cây trồng) \approx (Lượng bốc thoát hơi)

Nhu cầu tưới của cây trồng: Nhu cầu tưới cho một loại cây trồng nào đó chính là hiệu số giữa nhu cầu nước cho cây trồng và lượng mưa hữu hiệu.

(Nhu cầu tưới của cây trồng) = (Lượng bốc thoát hơi) – (Lượng mưa hữu hiệu)

$$\Leftrightarrow I = ET_c - R_e \quad (1-6)$$

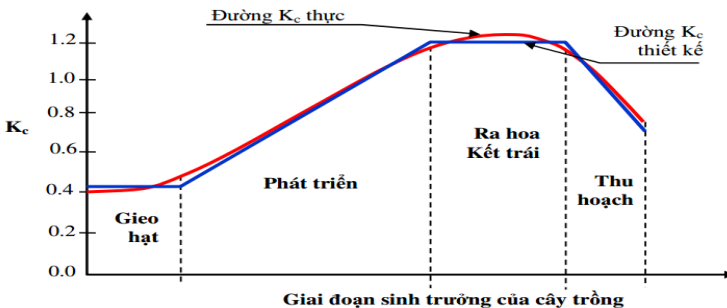
Xác định các tham số lượng bốc thoát hơi (ET_c)

Bốc thoát hơi cây trồng (Crop evapotranspiration), viết tắt là ET_c , thực tế xác định theo công thức của tổ chức FAO [11]

$$ET_c = K_c \cdot ET_o \quad (1-7)$$

Trong đó:

K_c : là hệ số cây trồng (crop coefficient), sự thay đổi của K_c có thể biểu hiện bằng đường cong K_c theo giai đoạn sinh trưởng của cây trồng như hình 1.4



Hình 2.1. Ví dụ sự thay đổi giá trị K_c theo giai đoạn sinh trưởng của cây trồng.

Công thức Penman-Monteith:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{273+T} v_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34v_2)} \quad (1-8)$$

Trong đó:

T là nhiệt độ bình quân giờ tính toán, tính bằng °C;

Δ là độ nghiêng của đường quan hệ của nhiệt độ với áp suất hơi bão hòa tại nhiệt độ T, tính bằng K.Pa. °C⁻¹;

Δ được xác định theo hệ thức: $\Delta = \frac{4098e_s}{(T + 273)^2}$

e_s là áp suất hơi nước bão hòa (K.Pa):

$$e_s = 0,6108 \exp\left(\frac{17,27T}{T + 273}\right)$$

e_a là áp suất hơi nước thực tế ở nhiệt độ không khí trung bình (kPa):

$$e_a = e_s \cdot \frac{RH}{100}$$

RH là độ ẩm tương đối trung bình của không khí, %;

R_n là bức xạ của mặt trời được giữ lại sau khi đã phản xạ đối với mặt đất trồng trọt, tính bằng MJ/m² giờ

G: Thông lượng nhiệt của đất [MJ/m² giờ]

γ : Hằng số biểu nhiệt độ, $\gamma = 0,00163 \frac{P}{\lambda}$

$P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0063z}{293} \right)^{5,26}$ (kPa), là áp suất không khí

z: Cao độ so với mực nước biển [m]

$\lambda = 2,501 - 2,361.10^{-3}T$ là nhiệt ẩn bay hơi

v2: Tốc độ gió ở cao độ 2 mét [km/h]

1.6. KẾT LUẬN CHƯƠNG I

Tìm hiểu đặc tính sinh học, ảnh hưởng của điều kiện khí hậu, điều kiện thổ nhưỡng đến quá trình sinh trưởng của cây cà phê kinh doanh. Tìm hiểu công thức tính lượng bốc thoát hơi nước tham chiếu Penman-Monteith. Tổng hợp số liệu, công thức từ đó làm rõ quan hệ giữa các thành phần trong phương trình cân bằng nước cho cây trồng cạn, mối quan hệ giữa đại lượng đầu vào và đầu ra cơ bản của một hệ thống tưới làm cơ sở để giải quyết bài toán cho các chương tiếp theo.

CHƯƠNG 2

LOGIC MỜ VÀ ĐIỀU KHIỂN MỜ

2.1. GIỚI THIỆU CHUNG

Logic mờ (Fuzzy logic) là dựa trên thông tin không được đầy đủ hoặc không chính xác, con người suy luận đưa ra cách xử lý và điều khiển chính xác hệ thống phức tạp hoặc đối tượng mà trước đây chưa giải quyết được.

Điều khiển mờ sử dụng kinh nghiệm vận hành đối tượng và các xử lý điều khiển của các chuyên gia trong thuật toán điều khiển, do vậy hệ điều khiển mờ là một bước tiến gần hơn tới tư duy của con người.

Điều khiển mờ thường được sử dụng trong các hệ thống sau đây:

- Hệ thống điều khiển phi tuyến.
- Hệ thống điều khiển mà các thông tin đầu vào hoặc đầu ra là không đầy đủ, không xác định được chính xác.
- Hệ thống điều khiển không xác định được tham số hoặc mô hình đối tượng.

2.1.1. Định nghĩa tập mờ

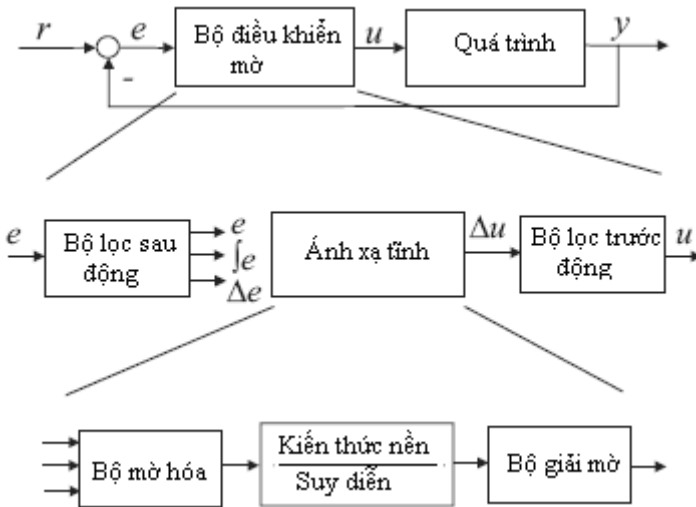
2.1.2. Một vài dạng hàm liên thuộc thường được sử dụng

2.2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH MỜ CHO ĐỐI TƯỢNG

Mô hình mờ Mamdani

2.3. TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ

2.3.1. Cấu trúc của bộ điều khiển mờ



Hình 2.9. Cấu trúc của bộ điều khiển mờ cơ bản.

- Giao diện đầu vào bao gồm khâu mờ hoá và các khâu phụ trợ khác (như khâu tích phân, khâu vi phân,...) để thực hiện các bài toán điều khiển động.

- Thiết bị hợp thành là sự triển khai các luật hợp thành R được xây dựng trên cơ sở luật điều khiển thích hợp.

- Giao diện đầu ra gồm khâu giải mờ và các khâu tác động trực tiếp tới đối tượng (như khâu khuếch đại, khâu hạn chế,...).

2.3.2. Nguyên tắc tổng hợp bộ điều khiển mờ

2.3.3. Các bước thực hiện khi xây dựng bộ điều khiển mờ

Đối với bộ điều khiển mờ theo mô hình Mamdani:

- Định nghĩa tất cả các biến ngôn ngữ vào ra
- Định nghĩa tập mờ (giá trị ngôn ngữ) cho các biến vào/ra
 - + Xác định miền giá trị vật lý cho các biến ngôn ngữ vào/ra
 - + Xác định số lượng tập mờ cần thiết

- + Xác định kiểu hàm liên thuộc
- + Rời rạc hoá các tập mờ
- Xây dựng các luật điều khiển (các mệnh đề hợp thành)
- Chọn thiết bị hợp thành mờ (max-Min hay sum-Min,...)
- Chọn phương pháp giải mờ
- Tối ưu hệ thống

2.3.4. TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA HỆ ĐIỀU KHIỂN MỜ.

2.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Khi áp dụng lô-gic mờ đã cho tạo ra bộ điều khiển mờ với những tính chất khá tốt nhằm đáp ứng yêu cầu trong điều khiển tự động, ví dụ điều khiển các đối tượng phức tạp. Ngoài ra, các bộ điều khiển mờ cho phép lặp lại các tính chất của các bộ điều khiển kinh điển. Việc thiết kế bộ điều khiển mờ cũng rất đa dạng, qua việc tổ chức các nguyên tắc điều khiển và chọn tập mờ cho các biến ngôn ngữ cho phép người ta thiết kế các bộ điều khiển mờ khác nhau.

Khối lượng công việc cần thực hiện khi thiết kế một bộ điều khiển mờ không phụ thuộc vào đặc tính của đối tượng. Điều này có nghĩa là quá trình xử lý của một bộ điều khiển mờ với những nguyên tắc điều khiển cho các đối tượng có đặc tính động học khác nhau là hoàn toàn như nhau.

CHƯƠNG 3

MÔ HÌNH HÓA HỆ THỐNG TƯỚI TIẾT KIỆM NƯỚC

3.1. MÔ HÌNH HÓA HỆ THỐNG TƯỚI TIẾT KIỆM NƯỚC

3.1.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống tưới

Phương trình cân bằng nước (1-5) có thể được viết thành:

$$H(\theta_{\max} - \theta_{\min}) = I + R_e - ET_c \quad [\text{mm}] \quad (3-1)$$

Trong đó:

H: độ sâu tầng đất ẩm nuôi cây hay độ sâu tưới nước, [mm].

θ_{\max} : độ ẩm tối đa đồng ruộng, [%].

θ_{\min} : độ ẩm cây héo, phụ thuộc vào từng loại cây trồng, [%].

Nếu gọi độ ẩm trước khi tưới là θ_1 và độ ẩm sau khi tưới là θ_2 thì ta có:

$$(3-1) \Leftrightarrow H(\theta_2 - \theta_1) = I + R_e - ET_c \quad [\text{mm}] \quad (3-2)$$

Với:

θ_1 : độ ẩm trước khi tưới, [%].

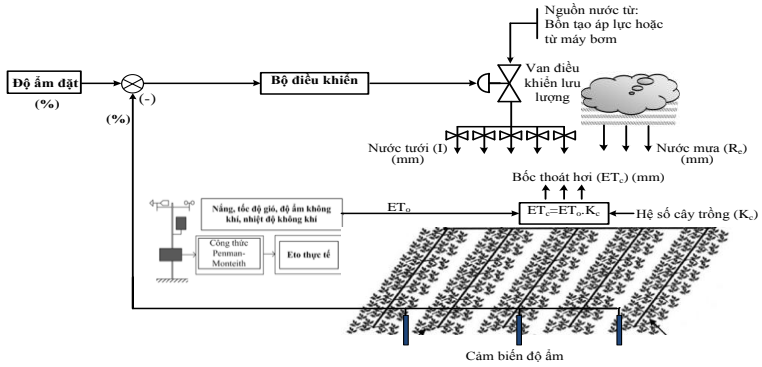
θ_2 : độ ẩm sau khi tưới hay là độ ẩm mong muốn [%].

Hay:

$$\Leftrightarrow \theta_2 = \frac{(I + R_e - ET_c) \cdot 100}{H} + \theta_1 = (I + R_e - ET_c) \cdot K + \theta_1 \quad [\%] \quad (3-3)$$

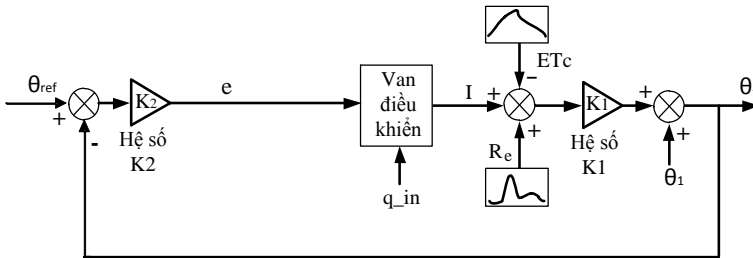
Trong đó: $K = \frac{100}{H} [\text{mm}^{-1}]$

Từ phương trình (3-3), thành lập sơ đồ nguyên lý tổng quát của một hệ thống tưới như sau:



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống tưới

Thông qua mối tương qua giữa các đại lượng có trong sơ đồ nguyên lý hệ thống ở trên có thể thành lập mô hình tổng quát hệ thống tưới như hình 3.2:



Hình 3.2. Mô hình tổng quát hệ thống tưới

3.1.1. Các thông số liên quan đến việc xác định lượng nước tưới cho cây cà phê

Độ ẩm cây héo, $\theta_{min} \leq 25\%$.

Độ ẩm thích hợp, $34\% \leq \theta \leq 46\%$.

Độ ẩm tối đa, $\theta_{min} > 46\%$.

3.1.2. Mô hình hóa các phần tử trong hệ thống tưới bằng công cụ Matlab Simulink

a. Công thức Penman-Monteith

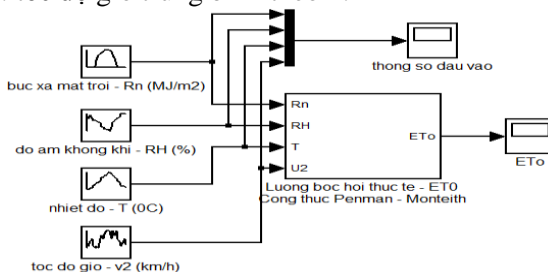
Từ các khối chức năng trong thư viện của Matlab Simulink ta xây dựng được mô hình của công thức Penman-Monteith (ET_o) theo công thức (1-8) như hình 3.3 với 4 thông số đầu vào là:

R_n : bức xạ mặt trời trung bình theo h.

RH : độ ẩm không khí trung bình theo h.

T : nhiệt độ trung bình theo h.

v_2 : tốc độ gió trung bình theo h.



Hình 3.3. Công thức Penman-Monteith với 4 ngõ vào.

b. Van lưu lượng

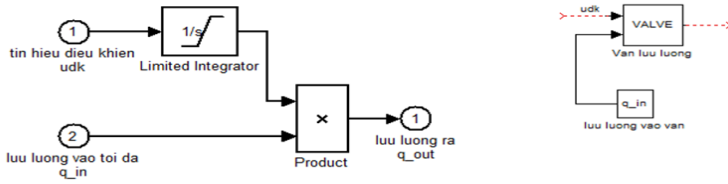
Khối mô hình Van là khối gồm hai đầu vào và một đầu ra. Hai đầu vào của van là:

Tín hiệu điều khiển đóng mở van: độ mở van tương ứng, nhận các giá trị thực trong khoảng từ 0.0 đến 1.0. Giá trị 0.0 tương ứng với trường hợp van đóng hoàn toàn, giá trị 1.0 tương ứng với trường hợp van mở hoàn toàn (100%).

Lưu lượng vào tối đa của van (q_{in}).

Đầu ra của van là:

Lưu lượng ra của van = tích số của tín hiệu điều khiển van và lưu lượng vào của van.



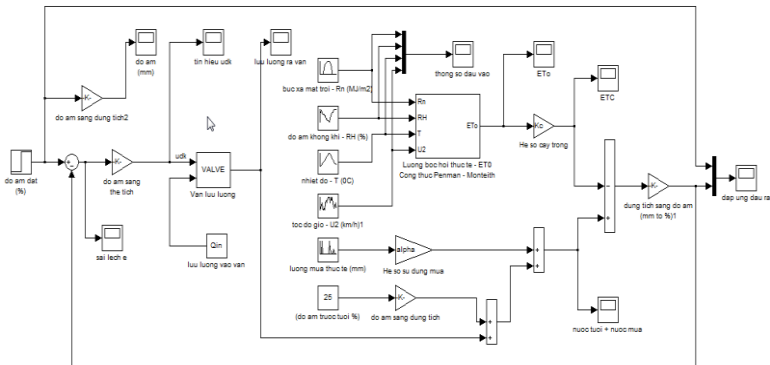
Hình 3.4. Mô hình khối van lưu lượng.

3.2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỐI TƯỢNG TRÊN MATLAB SIMULINK

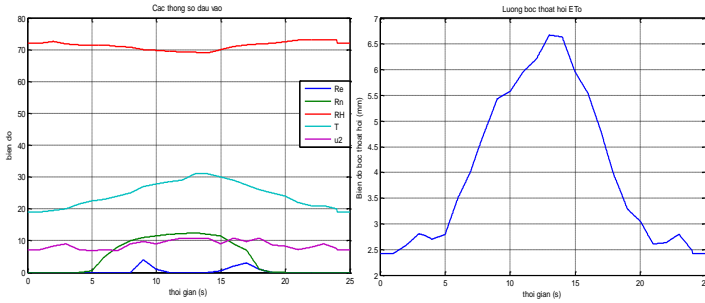
Căn cứ vào công thức 3-3 và trên công cụ Matlab Simulink ta xây dựng mô hình đối tượng hệ thống tưới như hình 3.5 với các số liệu đầu vào như bảng 3-1 và hình 3.6:

Bảng 3-1. Thông số đầu vào của hệ thống

STT	Số liệu	Giá trị
1	H – chiều sâu tính toán rễ cây cà phê	300 [mm]
2	K_c – hệ số cây trồng	1
3	alpha – hệ số sử dụng nước mưa	1
4	q_{in} - lưu lượng cực đại vào van	20,163 [mm/h/ha]
6	θ_1 – độ ẩm trong đất tại độ sâu H trước khi tưới	20 [%]



Hình 3.5. Mô hình toán học hệ thống tưới



Hình 3.6. Số liệu đầu vào của hệ thống

3.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

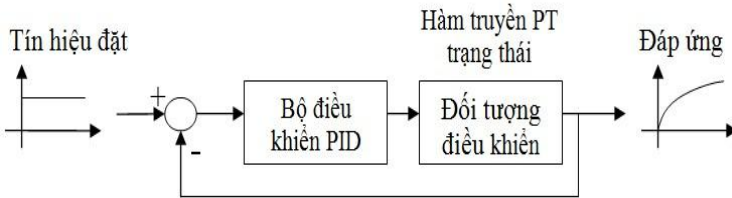
Xuất phát từ phương trình cân bằng nước đã tiến hành tổng hợp hệ được mô hình tổng quát với các thành phần chính của hệ thống tưới tiết kiệm nước và từ các công cụ trong Matlab Simulink đã mô hình hóa các thành phần chính của hệ thống trên như: Công thức Penman-Monteith, khối van lưu lượng... Qua đó thành lập được mô hình mô phỏng hệ thống tưới làm cơ sở để tiến hành tổng hợp các bộ điều khiển trong chương tiếp theo.

CHƯƠNG 4

TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VÀ BỘ ĐIỀU KHIỂN MỀM ĐỂ ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TƯỚI, MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1. XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PID ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TƯỚI

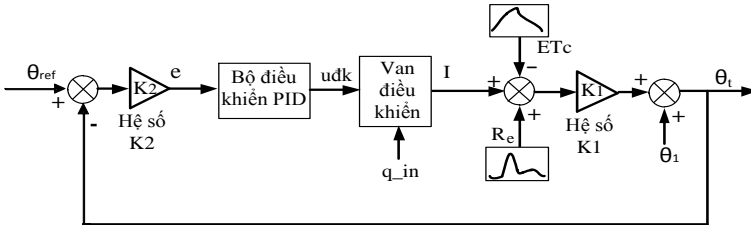
4.1.1. Tổng quan về bộ điều khiển PID.



Hình 4.1. Mô hình hệ thống điều khiển PID

4.1.2. Xác định tham số bộ điều khiển PID điều khiển hệ thống tưới.

Xây dựng mô hình hệ thống tưới với bộ điều khiển PID:



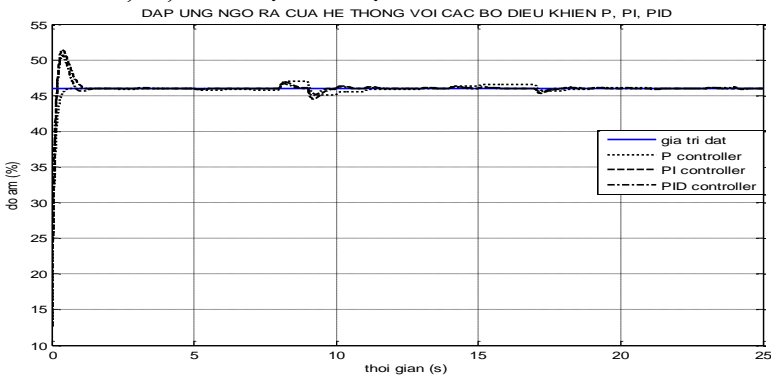
Hình 4.2. Hệ thống tưới với bộ điều khiển PID

Tính toán các tham số của bộ điều khiển theo phương pháp thứ nhất của Ziegler-Nichols tìm được thời gian trễ $L = 0,1045$ [s] và thời gian quá độ $T = 0,0545$ [s], từ đó tính được tham số các bộ điều khiển P, PI, PID như bảng 4.1:

Bảng 4-1. Tham số các bộ điều khiển P, PI và PID

Bộ điều khiển	K_P	K_I	K_D
P (tỉ lệ)	0,5215	-	-
PI (tích phân tỉ lệ)	0,4693	1,497	-
PID (vi tích phân tỉ lệ)	0,625	2,99	0,0326

So sánh đáp ứng của ba bộ điều khiển với ngõ vào là tín hiệu Step có giá trị $\theta_{ref} = 46\%$. Đáp ứng ngõ ra của hệ thống với ba bộ điều khiển P, PI, PID được thể hiện ở hình 4.2:



Hình 4.2. So sánh đáp ứng ngõ ra của hệ thống khi sử dụng lần lượt ba bộ điều khiển P, PI, PID

Đánh giá chất lượng của các bộ điều khiển P, PI, PID :

Bảng 4-2. Chỉ tiêu đánh giá của các bộ điều khiển P, PI, PID

Bộ điều khiển	P	PI	PID
Chỉ tiêu đánh giá			
Độ quá điều chỉnh σ_{max} [%]	0	11,9	9,9
Thời gian quá độ T_{max} [s]	0,25	1,3	1,4
Thời gian tăng t_m [s]	-	0,19	0,19

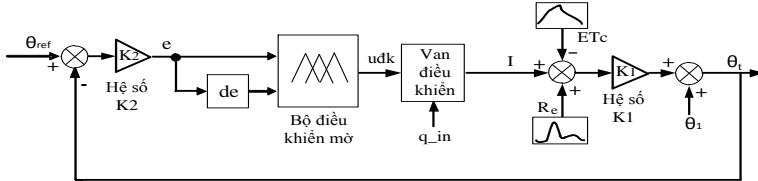
Nhận xét :

Vậy xét tổng thể đối với đối tượng là hệ thống tưới đang xét

thì bộ điều khiển PID có chất lượng điều khiển tốt nhất.

4.2. ỨNG DỤNG LOGIC MỜ THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO HỆ THỐNG TƯỚI

Mô hình đối tượng với bộ điều khiển mờ như sau :



Hình 4.3. Hệ thống với bộ điều khiển mờ

Bộ điều khiển có 2 biến ngõ vào:

- Sai lệch $e = \theta_{ref} - \theta_t$ (sai lệch giữa độ ẩm đặt và độ ẩm tại thời điểm t).
- de là đạo hàm của sai lệch e theo thời gian.

Ngõ ra của bộ điều khiển là tín hiệu điều khiển u_{dk} dùng để điều khiển đóng mở van.

4.2.1. Định nghĩa tập mờ cho các biến vào và ra

Đối với miền giá trị của sai lệch e ta chọn như sau:

$$e = -1 \div 1 \quad [\%]$$

Tương ứng với 3 hàm thuộc, cụ thể như sau:

$$\mu_e = [\mu_{eN}(x), \mu_{eZE}(x), \mu_{eP}(x)]$$

Trong đó ba giá trị cho biến ngôn ngữ được sử dụng là:

N: sai lệch âm nhiều, ZE: sai lệch cho phép, P: sai lệch dương nhiều.

Đối với de là đạo hàm của sai lệch e ta chọn như sau:

$$de = -0,1 \div 0,1 \quad (\%/s)$$

Tương ứng với 3 hàm thuộc, cụ thể như sau :

$$\mu_{de} = [\mu_{deN}(x), \mu_{deZE}(x), \mu_{deP}(x)]$$

Trong đó ba giá trị cho biến ngôn ngữ được sử dụng là:

N: đạo hàm sai lệch biến thiên âm (sai lệch e giảm nhanh).

ZE: đạo hàm sai lệch biến thiên trong giới hạn cho phép (sai lệch e nằm trong khoảng cho phép), P: đạo hàm sai lệch biến thiên dương (sai lệch e tăng nhanh).

Đối với ngõ ra u_{dk} là tín hiệu điều khiển van ta chọn:

$$u_{dk} = -1 \div 1$$

Tương ứng với 5 hàm liên thuộc, cụ thể như sau :

$$\mu u = [\mu u_{NB}(x), \mu u_{NS}(x), \mu u_{ZE}(x), \mu u_{PS}(x), \mu u_{PB}(x)]$$

Trong đó năm giá trị cho biến ngôn ngữ được sử dụng là:

NB: đóng van hoàn toàn (đóng nhanh), NS: đóng van ít (đóng chậm), ZE: độ mở van không đổi, PS: mở van ít (mở chậm), PB: mở van hoàn toàn (mở hết, nhanh).

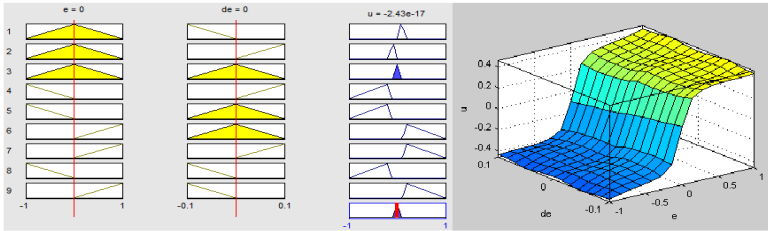
4.2.2. Luật điều khiển, qui tắc hợp thành và phương pháp giải mờ.

Quan hệ giữa e, de và u_{dk} tương ứng thể hiện như bảng 4-3:

Bảng 4-3. Trạng thái e, de và tín hiệu u_{dk} tương ứng

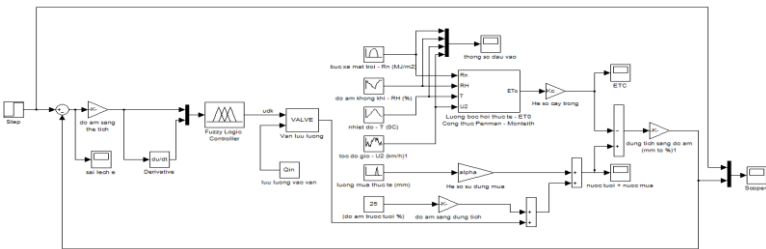
e \ de	e	N	ZE	P
N		NB	PS	PB
ZE		NB	ZE	PB
P		NB	NS	PB

Chọn luật hợp thành Max-Min, giải mờ bằng phương pháp trọng tâm, ta quan sát được sự tác động của các luật và quan hệ vào - ra của bộ điều khiển như hình 4.5:



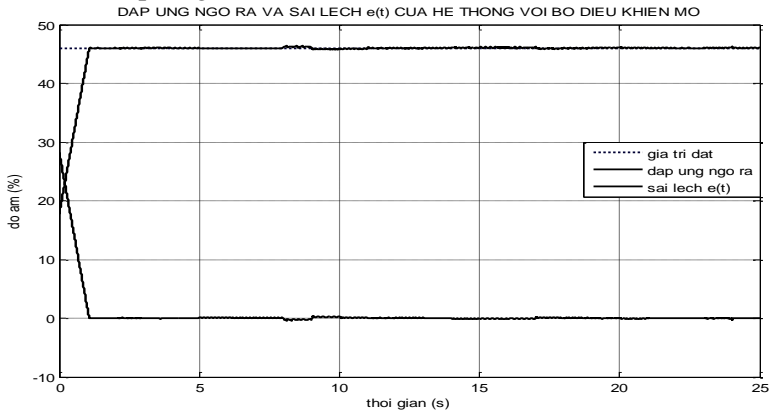
Hình 4.4. Quan hệ vào ra giữa e , de và u_{dk}

4.2.3. Mô phỏng hệ thống với bộ điều khiển mờ.



Hình 4.5. Hệ thống với bộ điều khiển mờ.

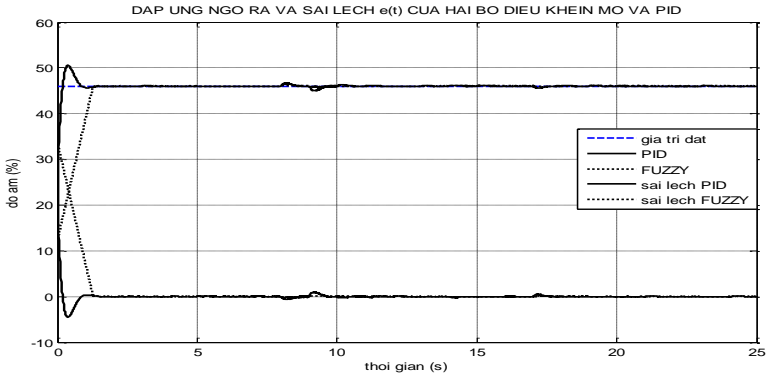
Đáp ứng ngõ ra và sai lệch của bộ điều khiển mờ với ngõ vào là tín hiệu Step có giá trị $\theta_{ref} = 46\%$.



Hình 4.6. Đáp ứng ngõ ra của hệ thống với bộ điều khiển mờ khi ngõ vào là tín hiệu hàm bước

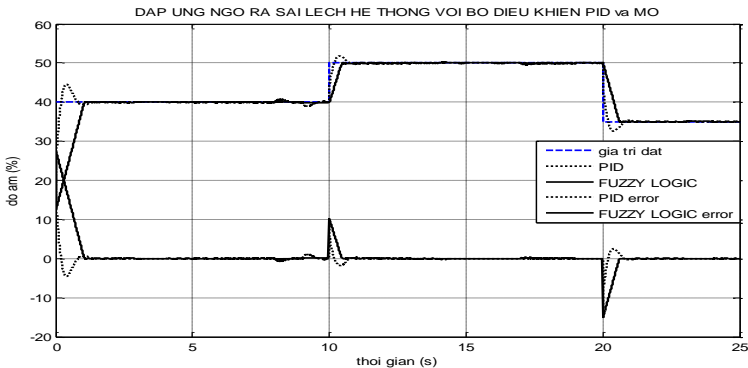
4.2.4. So sánh, đánh giá giữa bộ điều khiển PID và bộ điều khiển mờ.

Với tín hiệu hàm bước có giá trị $\theta_{ref} = 46$ [%], ta được đáp ứng ngõ ra và sai lệch của hệ thống với hai bộ điều khiển mờ và PID như hình 3.27 :



Hình 4.7. Đáp ứng và sai lệch của hệ thống với bộ điều khiển mờ và PID khi tín hiệu ngõ vào là hàm Step

Thay đổi ngõ vào bằng hàm nấc thang để kiểm tra độ bám của bộ điều khiển mờ và bộ điều khiển PID :



Hình 4.8. Đáp ứng và sai lệch của hệ thống với bộ điều khiển mờ và PID khi tín hiệu ngõ vào là hàm nấc thang

Các chỉ tiêu để đánh giá chất lượng hai bộ điều khiển mờ và bộ điều khiển PID như bảng 4.3.

Bảng 4-3. Chỉ tiêu đánh giá của các bộ điều khiển mờ và bộ điều khiển PID

Bộ điều khiển Chỉ tiêu đánh giá	PID COTROLLER	FUZZY COTROLLER
Độ quá điều chỉnh σ_{\max} (%)	9,9	0
Thời gian quá độ T_{\max} (s)	1,4	1,3
Thời gian tăng t_m (s)	0,188	1.3
Sai số xác lập (độ ẩm, %)	1	0,15

Căn cứ bảng số liệu trên ta nhận thấy mỗi bộ điều khiển đều có các ưu nhược điểm riêng tuy nhiên xét tổng thể đối với đối tượng là hệ thống tưới đang xét thì bộ điều khiển mờ có chất lượng điều khiển tốt hơn bộ điều khiển PID.

4.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 4

Với việc tính toán tham số các bộ điều khiển P, PI, PID và bộ điều khiển mờ cũng như quá trình mô phỏng hệ thống với các bộ điều khiển đã tổng hợp với các tín hiệu ngõ vào khác nhau để đánh giá chất lượng điều khiển thấy rằng bộ điều khiển mờ với ưu thế của nó rất phù hợp với đối tượng có tính phi tuyến, có giá trị đầu vào thay đổi liên tục theo thời gian như hệ thống tưới đã nói ở trên.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Với đề tài “Ứng dụng điều khiển mờ nâng cao chất lượng hệ thống tưới tiết kiệm nước cho cây cà phê”, luận văn đã giải quyết được các vấn đề cơ bản sau:

✓ Tổng hợp được mô hình tổng quát của đối tượng là hệ thống tưới cho cây cà phê dựa trên mối quan hệ giữa các đại lượng như: lượng bốc thoát hơi nước cây trồng, lượng mưa hữu hiệu, lượng nước tưới và độ ẩm trong đất. Từ đó có thể định ra lượng nước tưới cần thiết tại một thời điểm cụ thể tương ứng với độ ẩm yêu cầu của cây trồng.

✓ Thông qua việc nghiên cứu về lý thuyết logic mờ và phương pháp tính toán tham số bộ điều khiển PID, dựa vào đặc điểm của mô hình đối tượng đã tổng hợp được thông số của bộ điều khiển mờ và bộ điều khiển PID.

✓ Dựa vào các công cụ mô phỏng của phần mềm Matlab Simulink đã tiến hành mô phỏng kiểm chứng để so sánh chất lượng điều khiển của hai bộ điều khiển mờ và PID đối với mô hình là hệ thống tưới tiết kiệm nước, kết quả cho thấy với bộ điều khiển mờ đã lựa chọn hệ thống đã đạt được các yêu cầu về chất lượng điều khiển.

Mặc dù đã đạt được kết quả đề ra nhưng với thời gian nghiên cứu hạn chế và phạm vi giới hạn của đề tài đã đặt ra, luận văn chưa thể tổng hợp chính xác hết các thông số đầu vào của hệ thống như: thời tiết, thổ nhưỡng, lượng mưa, chưa đề cập đến khâu đo đếm lưu lượng nước, độ ẩm đất và chưa nghiên cứu thử nghiệm trên thiết bị thực tế. Đó là các vấn đề mà tác giả dự định tiếp tục phát triển nghiên cứu trong thời gian tới.