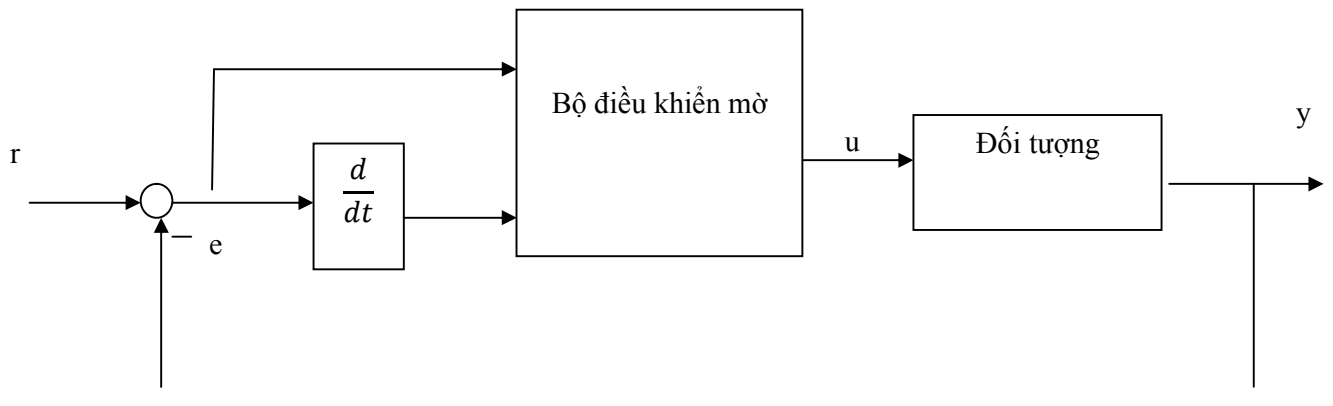


Đối tượng điều khiển động cơ điện 1 chiều có hàm truyền:

$$G = \frac{1,528}{4,8 \cdot 10^{-5} \cdot s^3 + 3 \cdot 10^{-3} \cdot s^2 + 2,335 \cdot s}$$

Thiết kế bộ điều khiển ta dựa vào 2 tín hiệu: sai lệch e và đạo hàm của e theo thời gian $\frac{de}{dt}$

Cấu trúc điều khiển của hệ thống:



Ta có:

$$e = r - y$$

$$de = - \frac{dy}{dt}$$

Giả thiết: Ở chế độ xác lập, nếu tăng hoặc giảm tín hiệu đầu vào u thì tín hiệu đầu ra y sẽ tăng hoặc giảm.

$$y_{\max} \geq y \geq y_{\min}$$

$$\delta 2 \geq \frac{dy}{dt} \geq \delta 1$$

$$\text{Đặt } \square = y_{\max} - y_{\min}$$

$$\Rightarrow \square \geq e \geq -\square$$

$$-\delta 1 \geq de \geq -\delta 2$$

1. Các bước thiết kế bộ điều khiển mờ theo mô hình Mamdani.

B1:

- Chọn 2 đầu vào là sai lệch e và đạo hàm de .

Biến ngôn ngữ của e : âm, không, dương.

Biến ngôn ngữ của de : âm, không, dương.

- Chọn đầu ra là u (giá trị điện áp đầu vào của đối tượng).

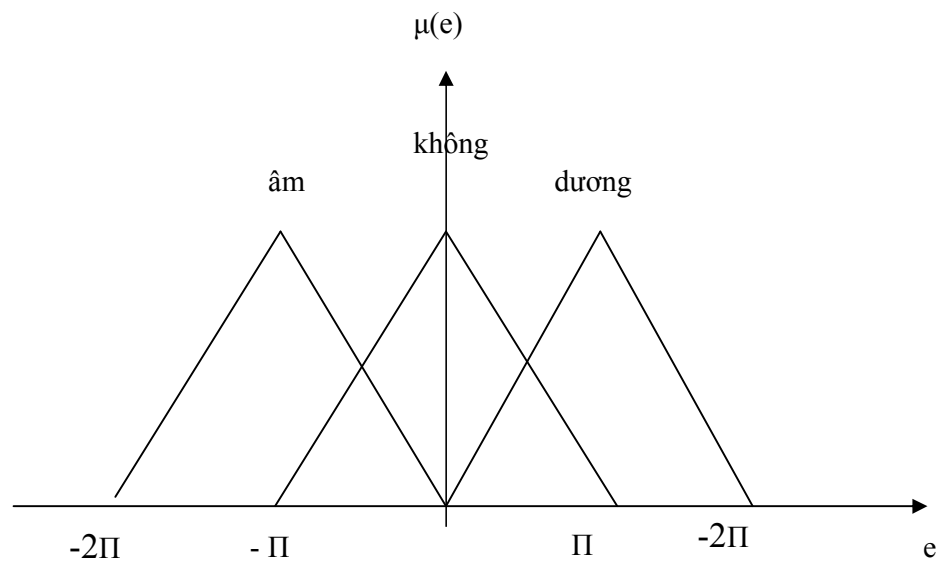
Biến ngôn ngữ của u : âm, âm nhỏ, không, dương nhỏ, dương.

B2:

- Mờ hóa đầu vào e :

Khoảng giá trị tín hiệu đầu vào e : $(-\Pi; \Pi)$

Dạng hàm liên thuộc: trimf



$$\mu_{\text{âm}}(e) = \text{trimf}(e, [-2\pi; -\pi; 0])$$

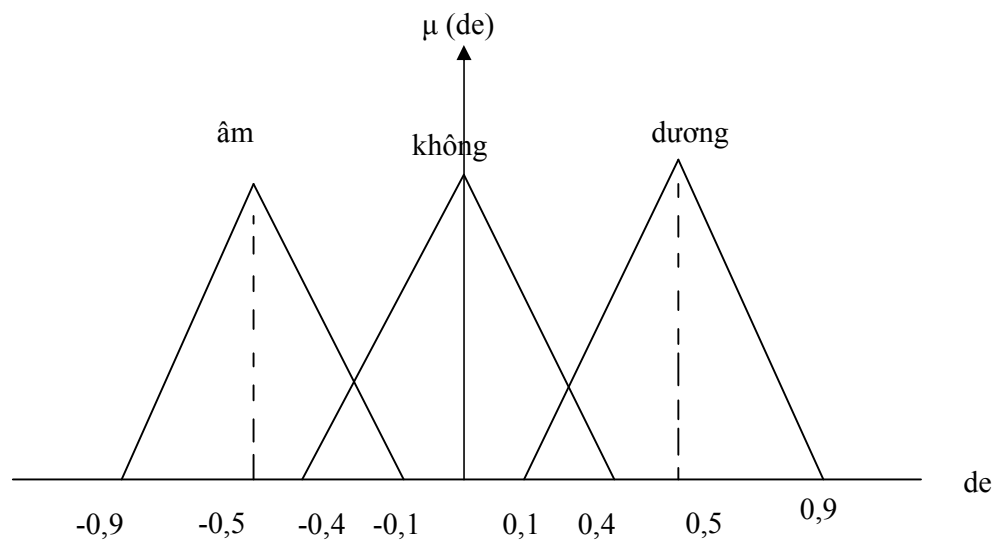
$$\mu_{\text{không}}(e) = \text{trimf}(e, [-\pi; 0; \pi])$$

$$\mu_{\text{dương}}(e) = \text{trimf}(e, [0; \pi; 2\pi])$$

- Mờ hóa đầu vào de:

Khoảng giá trị tín hiệu đầu vào de: $(-0,5; 0,5)$

Dạng hàm liên thuộc: trimf



$$\mu_{\text{âm}}(de) = \text{trimf}(de, [-0,9; -0,5; -0,1])$$

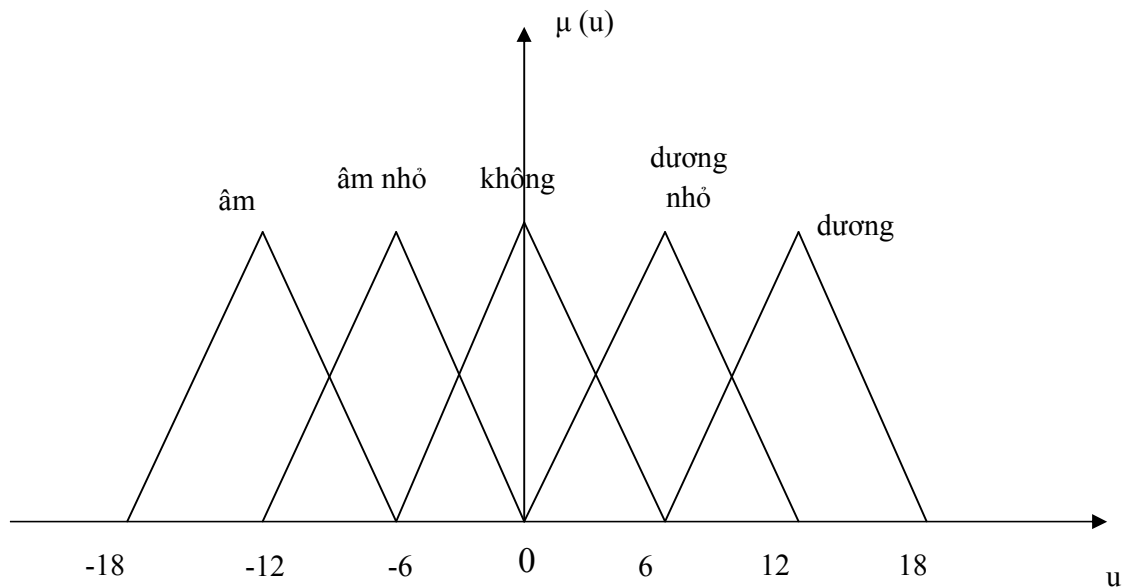
$$\mu_{\text{không}}(de) = \text{trimf}(de, [-0,4; 0; 0,4])$$

$$\mu_{\text{dương}}(de) = \text{trimf}(de, [0,1; 0,5; 0,9])$$

- Mờ hóa đầu ra u:

Khoảng giá trị của đầu ra u: $(-12; 12)$

Dạng hàm liên thuộc: trimf



$$\mu_{\text{âm}}(u) = \text{trimf}(u, [-18; -12; -6])$$

$$\mu_{\text{âm nhỏ}}(u) = \text{trimf}(u, [-12; -6; 0])$$

$$\mu_{\text{không}}(u) = \text{trimf}(u, [-6; 0; 6])$$

$$\mu_{\text{dương nhỏ}}(u) = \text{trimf}(u, [0; 6; 12])$$

$$\mu_{\text{dương}}(u) = \text{trimf}(u, [6; 12; 18])$$

- Xây dựng luật hợp thành:

Ta lập bảng liên hệ giữa giá trị đầu ra với 2 đầu vào:

de e	Âm	không	dương
âm	Âm	âm nhỏ	âm nhỏ
không	không	không	không
dương	dương nhỏ	dương	dương

R1: Nếu e là âm VÀ de là âm thì u là âm HOẶC

R2: Nếu e là âm VÀ de là không thì u là âm HOẶC

R3: Nếu e là âm VÀ de là dương thì u là âm nhỏ HOẶC

R4: Nếu e là không VÀ de là âm thì u là không HOẶC

R5: Nếu e là không VÀ de là không thì u là không HOẶC

R6: Nếu e là không VÀ de là dương thì u là âm HOẶC

R7: Nếu e là dương VÀ de là âm thì u là dương nhỏ HOẶC

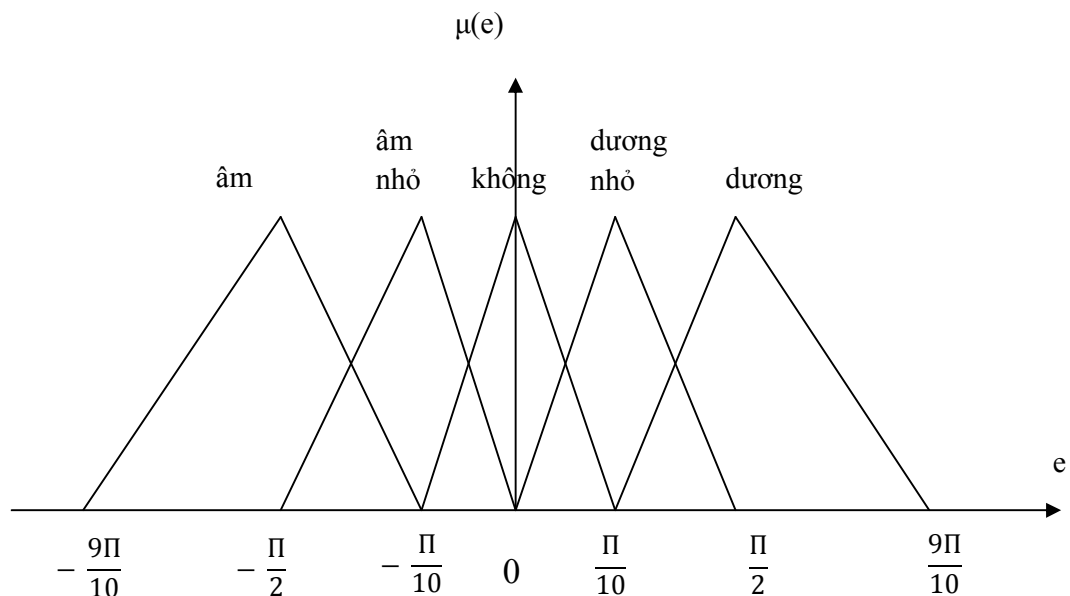
R8: Nếu e là dương VÀ de là không thì u là dương HOẶC

R9: Nếu e là dương VÀ de là dương thì u là dương.

- Lựa chọn phép suy luận: MIN
 - Phép HOẶC : MAX
 - Giải mờ bằng phương pháp: Centroid (điểm trọng tâm).
2. Các bước thiết kế bộ điều khiển mờ theo mô hình Sugeno.

B1:

- Biến ngôn ngữ của đầu vào e: âm, âm nhỏ, không, dương nhỏ, dương.
- Biến ngôn ngữ của đầu vào de: âm, không, nhỏ.
- Biến ngôn ngữ của đầu ra u: âm, âm nhỏ, không, dương nhỏ, dương.
- Mờ hóa đầu vào e:
Dải giá trị đầu vào e: $(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2})$
Dạng hàm liên thuộc: trmf



$$\mu_{\text{âm}}(e) = \text{trimf}(e, [-\frac{9\pi}{10}; -\frac{\pi}{2}; -\frac{\pi}{10}])$$

$$\mu_{\text{âm nhỏ}}(e) = \text{trimf}(e, [-\frac{\pi}{2}; -\frac{\pi}{10}; 0])$$

$$\mu_{\text{không}}(e) = \text{trimf}(e, [-\frac{\pi}{10}; 0; \frac{\pi}{10}])$$

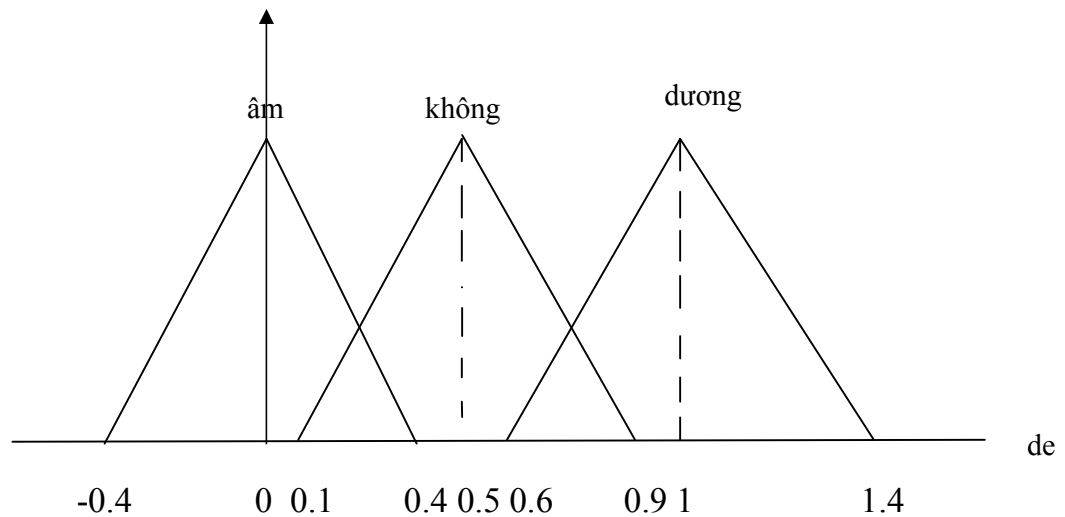
$$\mu_{\text{dương nhỏ}}(e) = \text{trimf}(e, [0; \frac{\pi}{10}; \frac{\pi}{2}])$$

$$\mu_{\text{dương}}(e) = \text{trimf}(e, [\frac{\pi}{10}; \frac{\pi}{2}; \frac{9\pi}{10}])$$

- Mờ hóa đầu vào de:

Dải giá trị của de: (0; 1)

Dạng hàm liên thuộc: trimf



$$\mu_{\text{âm}}(de) = \text{trimf}(de, [-0,4; 0; 0,4])$$

$$\mu_{\text{không}}(de) = \text{trimf}(de, [0,1; 0,5; 0,9])$$

$$\mu_{\text{dương}}(de) = \text{trimf}(de, [0,6; 1; 1,4])$$

- Mờ hóa đầu ra u:

Dải giá trị của u: [-12; 12]

$$u_{\text{âm}} = -12;$$

$$u_{\text{âm nhỏ}} = -6;$$

$u_{\text{không}}=0$;

$u_{\text{dương nhỏ}}=6$;

$u_{\text{dương}}=12$;

Xây dựng luật hợp thành:

Bảng giá trị đầu ra theo đầu vào:

<div>de e</div>	Âm	không	dương
Âm	Âm	âm	âm nhỏ
âm nhỏ	Âm	âm nhỏ	âm nhỏ
Không	Không	không	không
dương nhỏ	dương nhỏ	dương nhỏ	dương
Dương	dương nhỏ	dương	dương

R1: Nếu e là âm VÀ de là âm thì u là âm HOẶC

R2: Nếu e là âm VÀ de là không thì u là âm HOẶC

R3: Nếu e là âm VÀ de là dương thì u là âm nhỏ HOẶC

R4: Nếu e là âm nhỏ VÀ de là âm thì u là âm HOẶC

R5: Nếu e là âm nhỏ VÀ de là không thì u là âm HOẶC

R6: Nếu e là âm nhỏ VÀ de là dương thì u là âm nhỏ HOẶC

R7: Nếu e là không VÀ de là âm thì u là không HOẶC

R8: Nếu e là không VÀ de là không thì u là không HOẶC

R9: Nếu e là không VÀ de là dương thì u là không HOẶC

R10: Nếu e là dương nhỏ VÀ de là âm thì u là dương nhỏ HOẶC

R11: Nếu e là dương nhỏ VÀ de là không thì u là dương nhỏ HOẶC

R12: Nếu e là dương nhỏ VÀ de là dương thì u là dương HOẶC

R13: Nếu e là dương VÀ de là âm thì u là dương nhỏ HOẶC

R14: Nếu e là dương VÀ de là không thì u là dương HOẶC

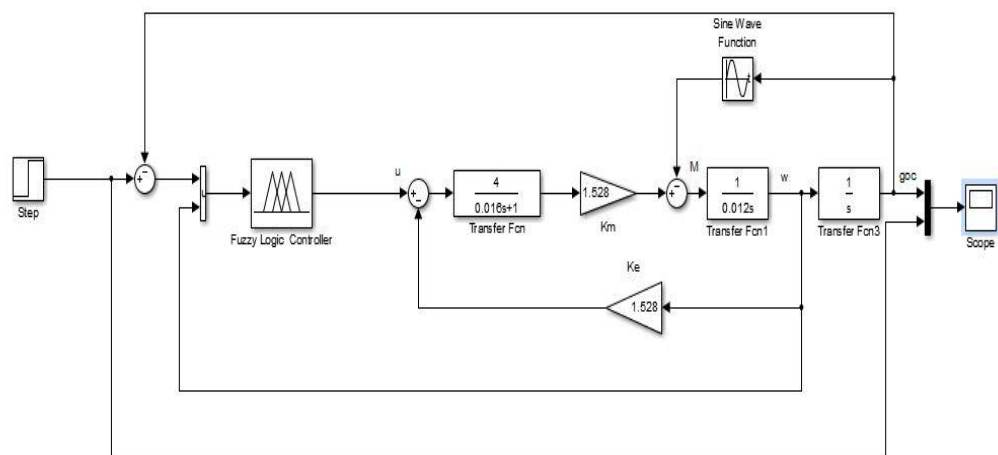
R15: Nếu e là dương VÀ de là dương thì u là dương.

- Sử dụng phép suy luận: MIN
- Chọn phép HOẶC : MAX
- Phương pháp giải mờ: WTAVER (giá trị trung bình).

3. Sau khi thiết kế xong bộ điều khiển, ta mô phỏng trên Matlab (bản 2013).

Mô hình điều khiển của động cơ điện 1 chiều sử dụng bộ điều khiển mờ động PD.

Ưu điểm của bộ điều khiển mờ động PD là thiết kế dựa theo cả tín hiệu de nên ta có thể quản lý được giá trị của de sao cho e tiến về giá trị 0 nhanh nhất



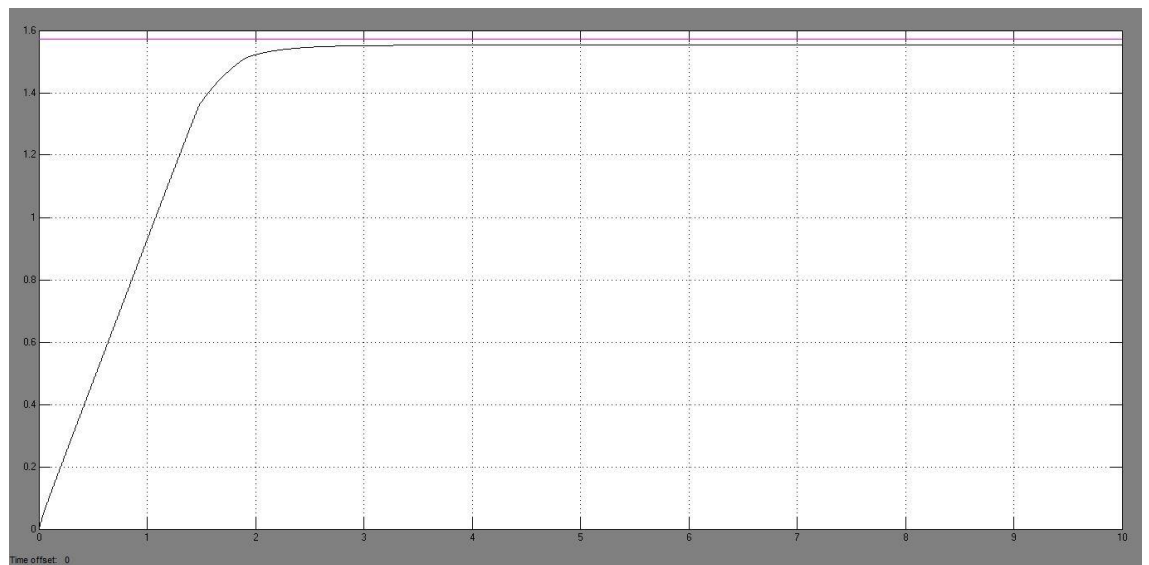
Đầu vào của bđk là góc đặt, sử dụng khối Step hoặc Const.

Bộ điều khiển mờ Fuzzy Logic Controller chứa các luật hợp thành và phương pháp giải mờ, đưa ra giá trị điện áp vào đối tượng.

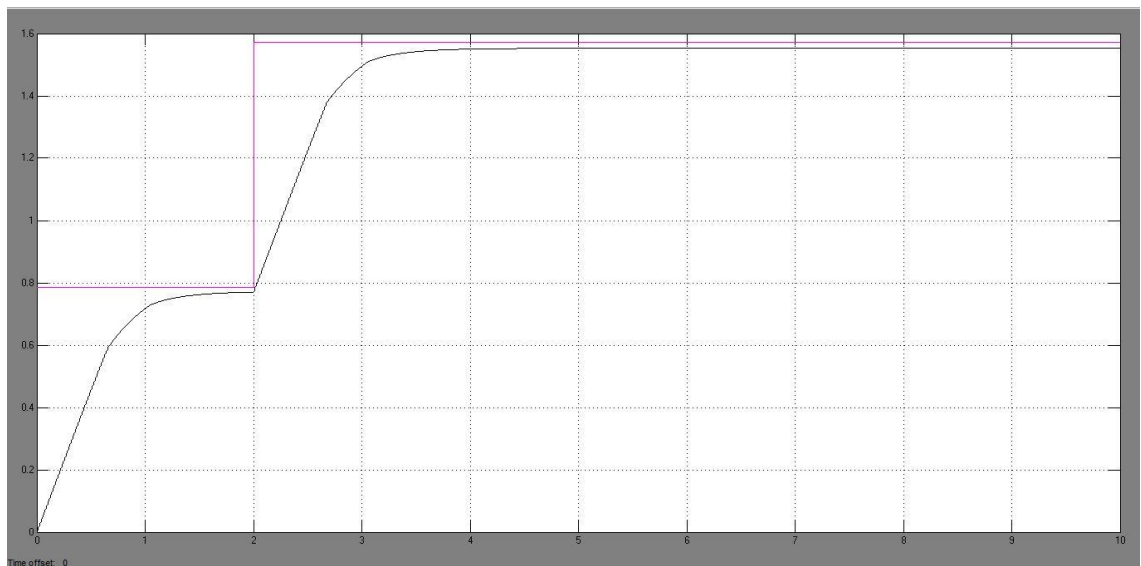
Khối Sine Wave Function là momen phụ tải của động cơ, có dạng hàm sin.

Ta có đồ thị so sánh giá trị góc thực và góc đặt.

- Mô hình Mamdani:

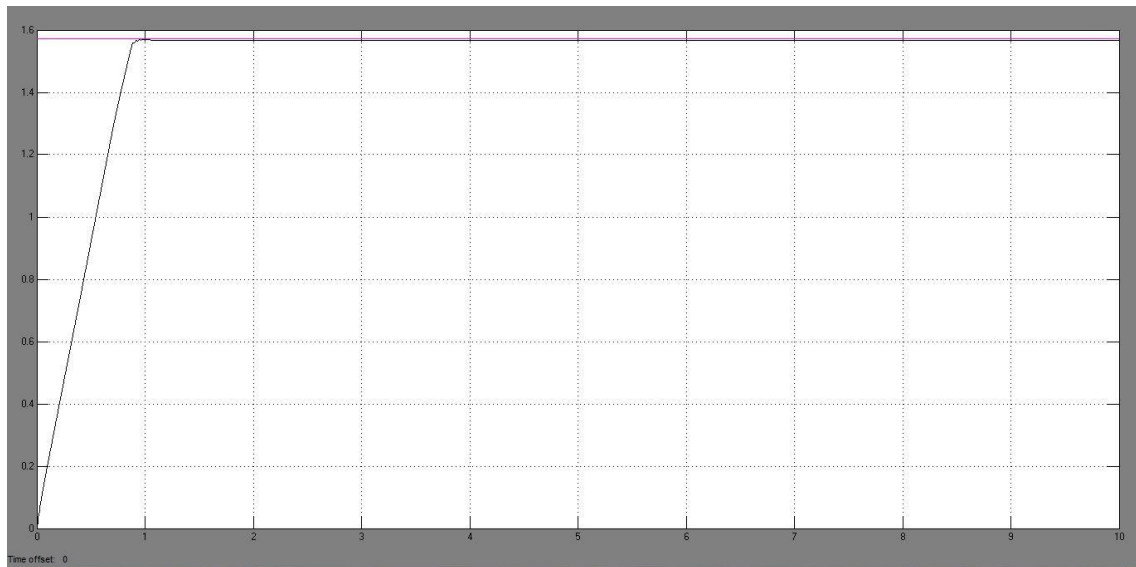


Đầu vào const: giá trị thực bám giá trị đặt, thời gian quá độ chấp nhận được.

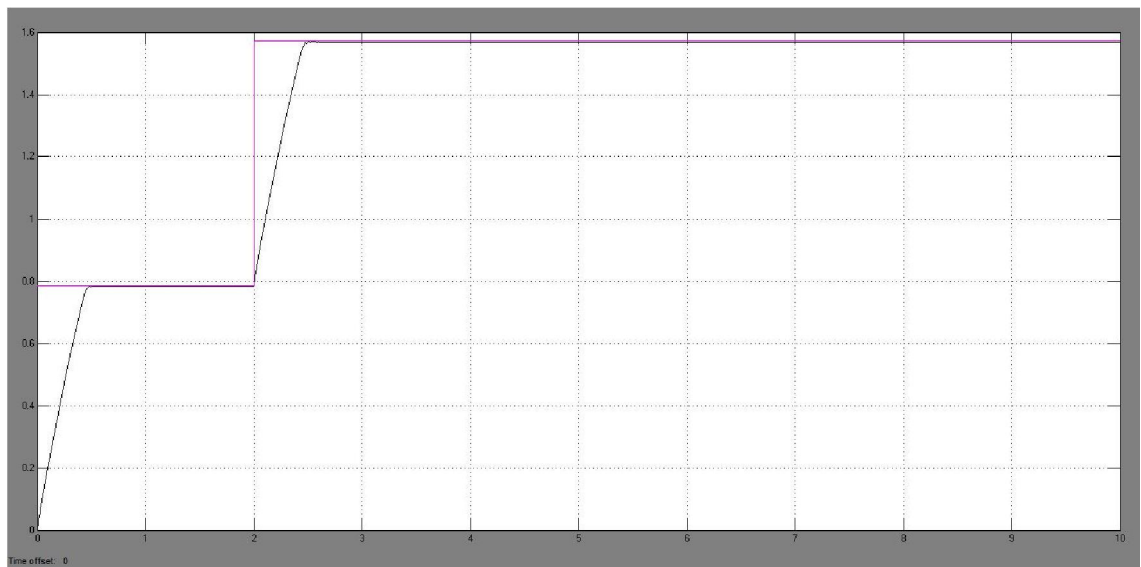


Đầu vào step: giá trị thực bám giá trị đặt

- Mô hình Sugeno:



Đầu vào const: giá trị thực bám giá trị đặt.



Đầu vào step: Giá trị thực bám giá trị đặt.

- So sánh giữa 2 mô hình ta thấy với mô hình Sugeno giá trị thực bám giá trị đặt nhanh hơn, thời gian quá độ ngắn. Sự khác nhau ở trên là do với mô hình Sugeno nhóm tăng giá trị đầu vào e thành 5, còn Mamdani thì chỉ là 3.

4. Triển khai thực tế.

Với hai đầu vào là e và $\frac{de}{dt}$ được rời rạc hóa với chu kỳ trích mẫu T_a :

$$e=e_k;$$

$$\frac{de}{dt} = \frac{e_k - e_{k-1}}{T_a} ;$$

Bộ điều khiển mờ chọn sử dụng ở đây được hình thành bởi 15 luật mờ trong mô hình mờ Sugeno:

Nếu e_k âm và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ âm thì $u_k = -12$

Nếu e_k âm và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ không thì $u_k = -12$

Nếu e_k âm và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ dương thì $u_k = -6$

Nếu e_k âm nhỏ và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ âm thì $u_k = -12$

Nếu e_k âm nhỏ và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ không thì $u_k = -12$

Nếu e_k âm nhỏ và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ dương thì $u_k = -6$

Nếu e_k không và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ âm thì $u_k = 0$

Nếu e_k không và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ không thì $u_k = 0$

Nếu e_k không và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ dương thì $u_k = 0$

Nếu e_k dương nhỏ và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ âm thì $u_k = 6$

Nếu e_k dương nhỏ và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ không thì $u_k = 12$

Nếu e_k dương nhỏ và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ dương thì $u_k = 12$

Nếu e_k dương và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ âm thì $u_k = 6$

Nếu e_k dương và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ không thì $u_k = 12$

Nếu e_k dương và $\frac{e_k - e_{k-1}}{T_a}$ dương thì $u_k = 12$