

3 câu 1:

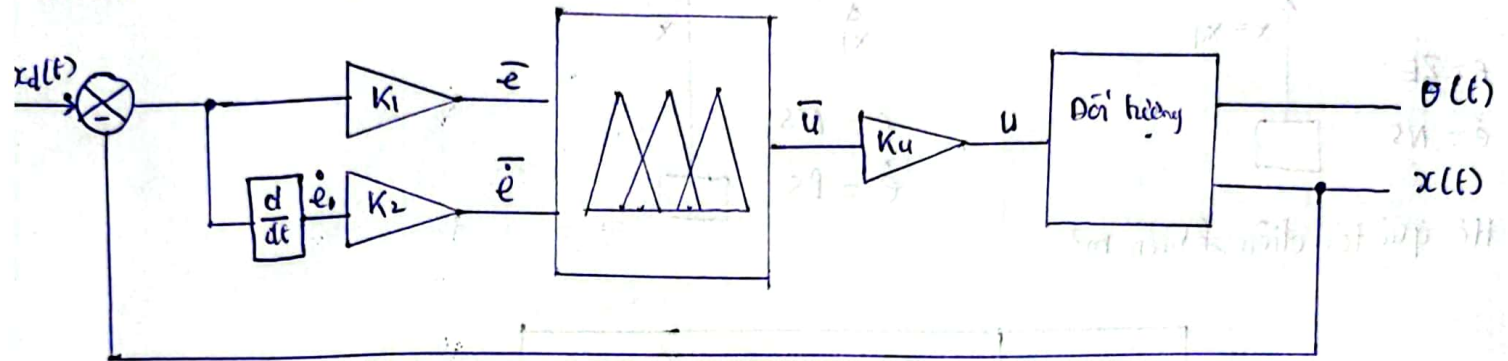
- Tín hiệu đặt : $0 \leq x_d \leq 0,8$ (m)

- Các biến vào/ra của BDK LD mở:

+ 2 biến vào :
 • Sai số vị trí
 • Tốc độ biến thiên sai số vị trí

+ Biến ra : Lực tác động vào xe [N]

- Sơ đồ khối hệ thống điều khiển:



- Chuẩn hóa biến vào/ra của bộ điều khiển:

+ Sai số vị trí: $e(t) = x_d(t) - x(t)$

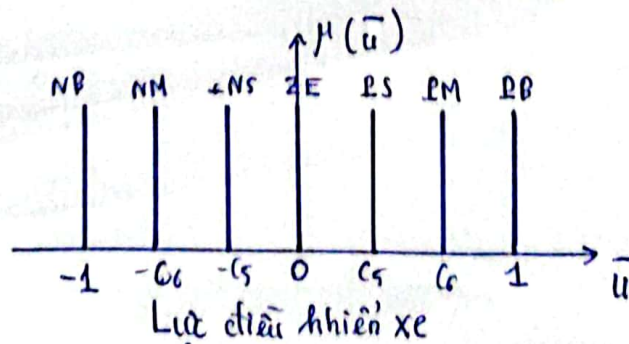
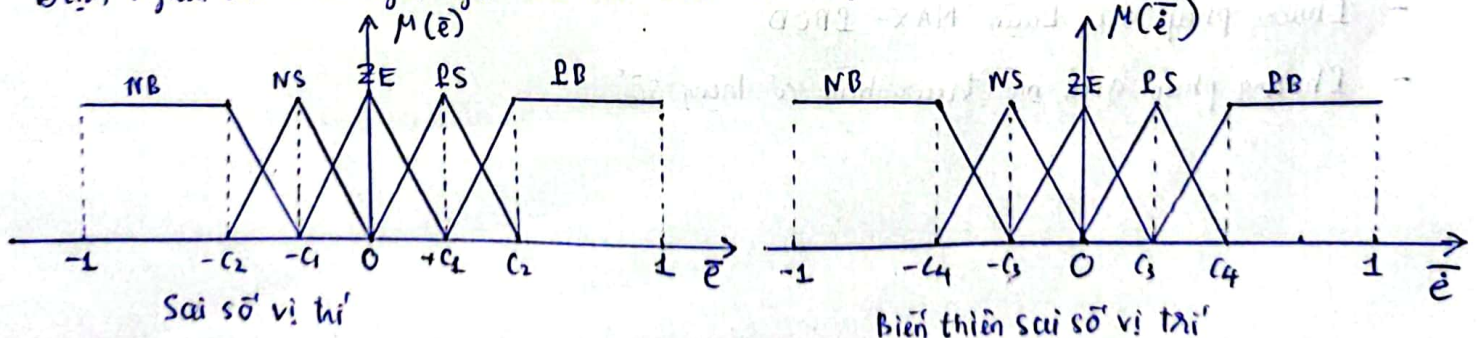
$$-0,8 \leq e \leq 0,8 \text{ (m)} \Rightarrow K_1 = \frac{1}{0,8}$$

+ Biến thiên sai số vị trí:

$$-0,6 \leq \dot{e} \leq 0,6 \text{ (m/s)} \Rightarrow K_2 = \frac{1}{0,6}$$

+ Biến ra: Lực điều khiển xe : $-3 \leq u \leq 3$ [N] $\Rightarrow K_u = 3$
 (Các hệ số cần tính chính khi mở phông)

- Định nghĩa các biến ngôn ngữ cho các biến vào ra:



- Qui tắc điều khiển mờ:

1.

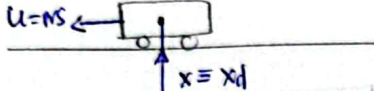


$$e = ZE$$

$$\dot{e} = ZE$$

4.

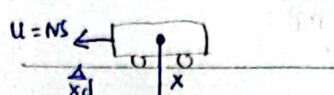
$$\dot{e} = NS$$



$$e = ZE$$

$$\dot{e} = NS$$

2.



$$e = NS$$

$$\dot{e} = ZE$$

5.

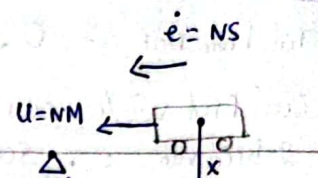
$$\dot{e} = PS$$



$$e = PS$$

$$\dot{e} = PS$$

3.



$$e = NS$$

$$\dot{e} = NS$$

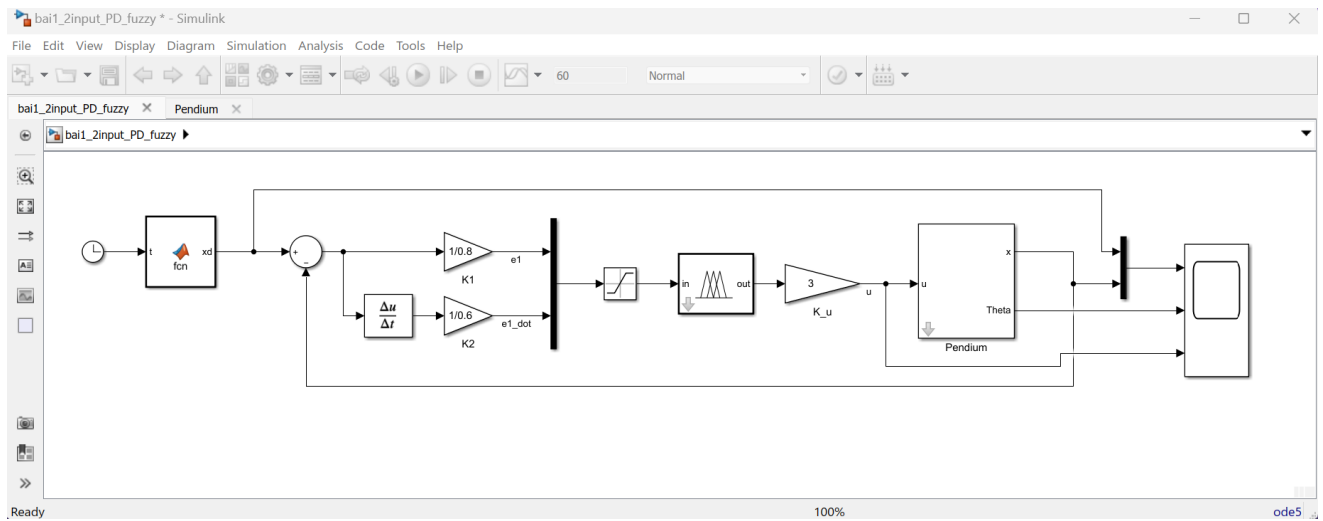
- Hệ qui tắc điều khiển mờ

| u | | e | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|
| | | NB | NS | ZE | PS | PB |
| e | NB | NB | NB | NM | NS | ZE |
| | NS | NB | NM | NS | ZE | PS |
| | ZE | NM | NS | ZE | PS | PM |
| | PS | NS | ZE | PS | PM | PB |
| | PB | ZE | PS | PM | PB | PB |

- Phương pháp suy luận MAX-PROD

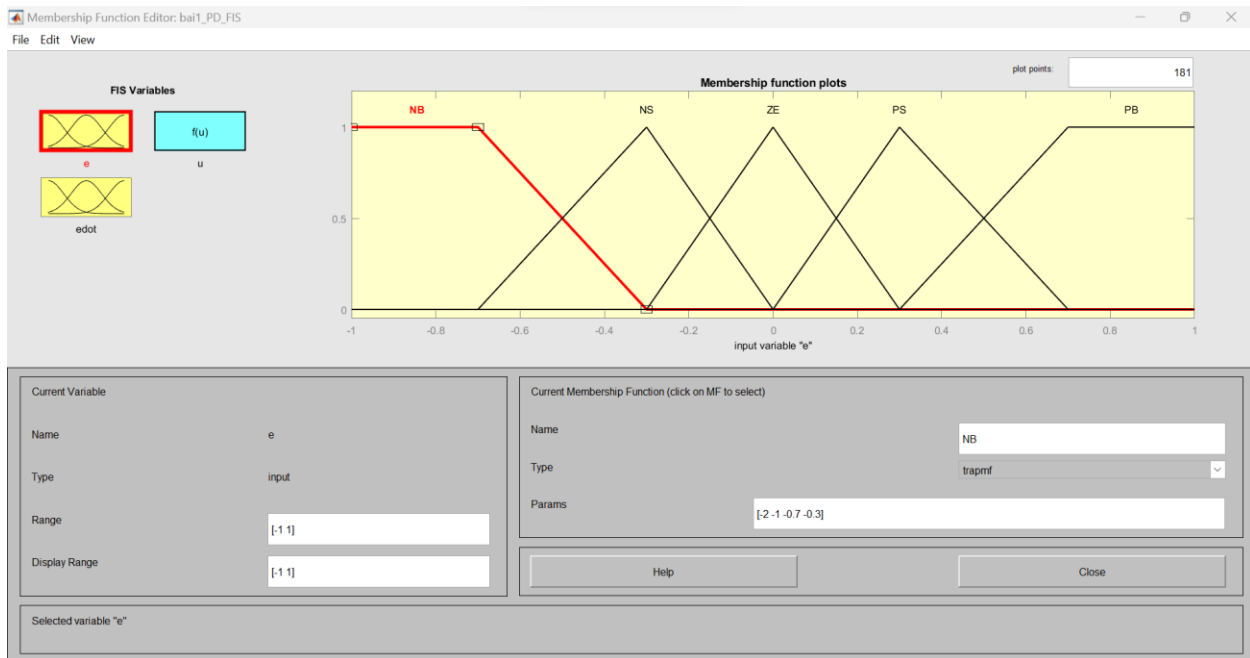
- Phương pháp giải mô hình động cơ trạng thái.

Bài 1: Mô phỏng Simulink kiểm chứng kết quả

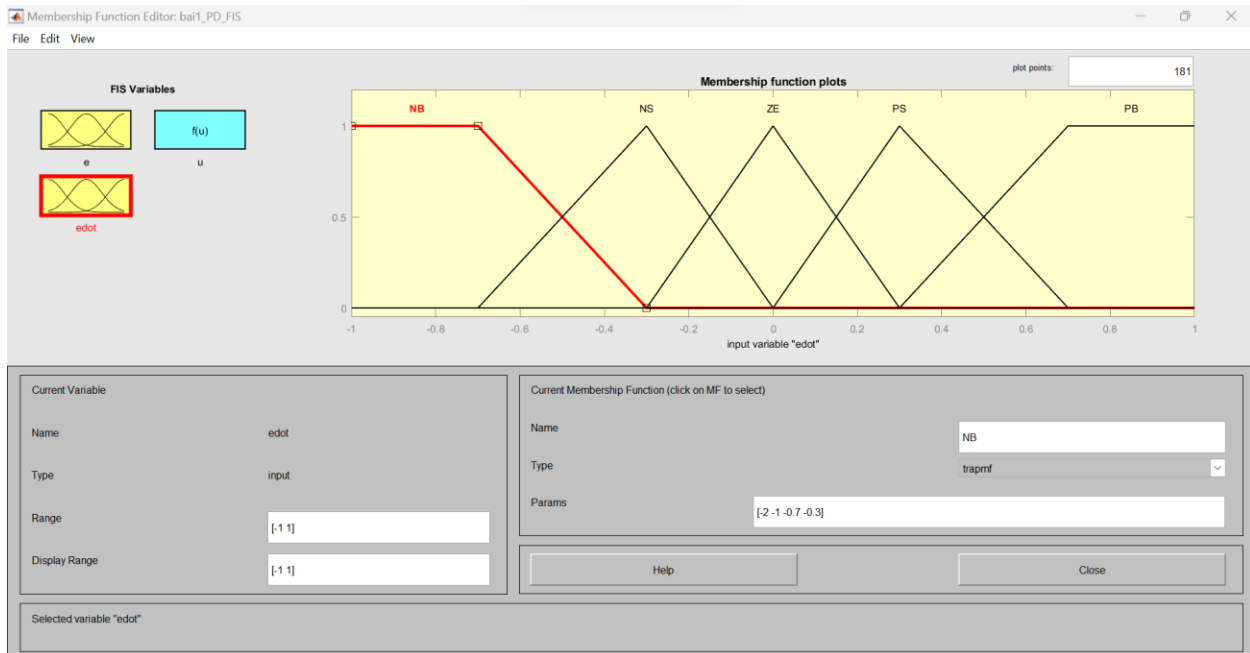


Hình 1: Sơ đồ Simulink

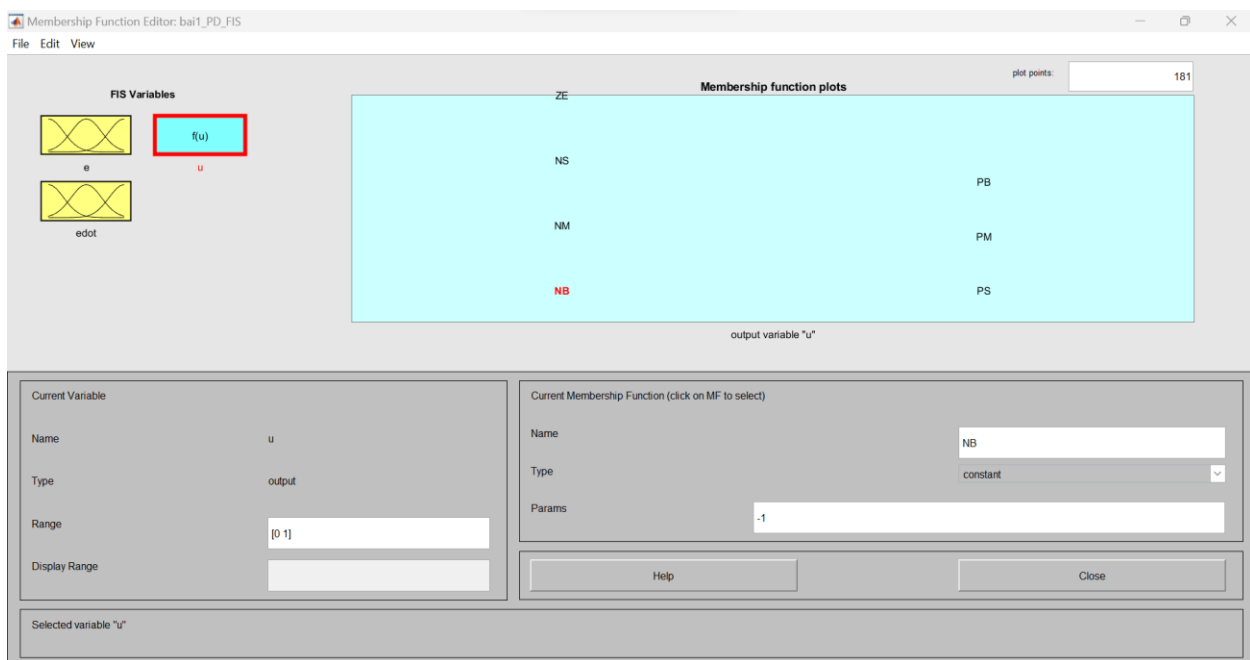
- Mô phỏng hệ thống điều khiển với $K_1 = 1/0.8$, $K_2 = 1/0.6$, $K_u = 3$, $c_1 = 0.3$, $c_2 = 0.7$, $c_3 = 0.3$, $c_4 = 0.7$, $c_5 = 0.33$, $c_6 = 0.66$



Hình 2: Hàm liên thuộc sai số vị trí (e)




Hình 3: Hàm liên thuộc biến thiên sai số vị trí (\dot{e})



Hình 4: Hàm liên thuộc lực điều khiển xe (u)

| | |
|--|--|
| 1. If (e is NB) and (edot is NB) then (u is NB) (1) | 9. If (e is NS) and (edot is PS) then (u is ZE) (1) |
| 2. If (e is NB) and (edot is NS) then (u is NB) (1) | 10. If (e is NS) and (edot is PB) then (u is PS) (1) |
| 3. If (e is NB) and (edot is ZE) then (u is NM) (1) | 11. If (e is ZE) and (edot is NB) then (u is NM) (1) |
| 4. If (e is NB) and (edot is PS) then (u is NS) (1) | 12. If (e is ZE) and (edot is NS) then (u is NS) (1) |
| 5. If (e is NB) and (edot is PB) then (u is ZE) (1) | 13. If (e is ZE) and (edot is ZE) then (u is ZE) (1) |
| 6. If (e is NS) and (edot is NB) then (u is NB) (1) | 14. If (e is ZE) and (edot is PS) then (u is PS) (1) |
| 7. If (e is NS) and (edot is NS) then (u is NM) (1) | 15. If (e is ZE) and (edot is PB) then (u is PM) (1) |
| 8. If (e is NS) and (edot is ZE) then (u is NS) (1) | 16. If (e is PS) and (edot is NB) then (u is NS) (1) |
| 9. If (e is NS) and (edot is PS) then (u is ZE) (1) | 17. If (e is PS) and (edot is NS) then (u is ZE) (1) |
| 10. If (e is NS) and (edot is PB) then (u is PS) (1) | 18. If (e is PS) and (edot is ZE) then (u is PS) (1) |
| 11. If (e is ZE) and (edot is NB) then (u is NM) (1) | 19. If (e is PS) and (edot is PS) then (u is PM) (1) |
| 12. If (e is ZE) and (edot is NS) then (u is NS) (1) | 20. If (e is PS) and (edot is PB) then (u is PB) (1) |
| 13. If (e is ZE) and (edot is ZE) then (u is ZE) (1) | 21. If (e is PB) and (edot is NB) then (u is ZE) (1) |
| 14. If (e is ZE) and (edot is PS) then (u is PS) (1) | 22. If (e is PB) and (edot is NS) then (u is PS) (1) |
| 15. If (e is ZE) and (edot is PB) then (u is PM) (1) | 23. If (e is PB) and (edot is ZE) then (u is PM) (1) |
| 16. If (e is PS) and (edot is NB) then (u is NS) (1) | 24. If (e is PB) and (edot is PS) then (u is PB) (1) |
| 17. If (e is PS) and (edot is NS) then (u is ZE) (1) | 25. If (e is PB) and (edot is PB) then (u is PB) (1) |

Hình 5: Các qui tắc điều khiển


Block Parameters: Pendium

Subsystem (mask)

Parameters

M 0.5

m 2

l 0.6

g 9.81

x0 0.2

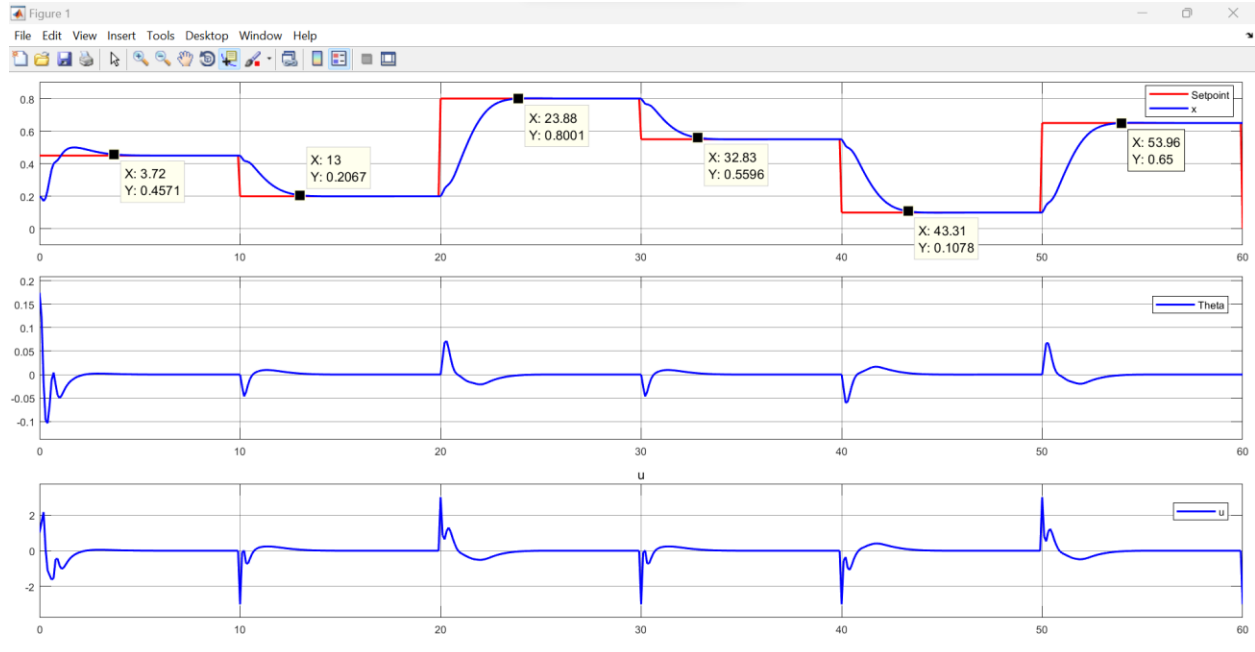
xdot0 0.1

theta0 $\pi/18$

thetadot0 0

OK Cancel Help Apply

Hình 6: Thiết lập các thông số cho đối tượng



Hình 7: Đồ thị kết quả mô phỏng

Nhận xét:

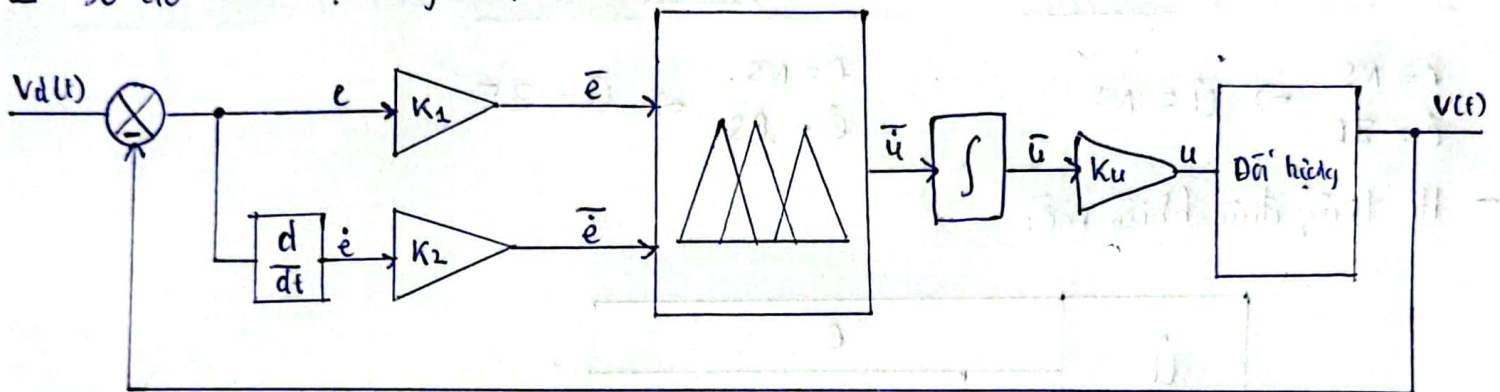
- Hệ thống điều khiển được, bám theo tín hiệu đặt. Đáp ứng của hệ thống khoảng 3.4s.
- Tại khoảng thời gian 10s đầu, đáp ứng hệ thống có vọt lố là do thiết lập trạng thái ban đầu của đối tượng là $x_0 = 0.2m$, $\dot{x}_{d0} = 0.1$, $\theta_{0} = \pi/18$, $\dot{\theta}_{0} = 0$. Các thời điểm sau thì đáp ứng hệ thống ổn định hơn, không có vọt lố, thời gian xác lập ngắn.

Bài 2:

- Tín hiệu đặt: $0 \leq V_d \leq 30$ (m/s)
- Các biến vào/ra của BDK PI mở:
- + 2 biến vào:
 - Sai số vận tốc
 - Tốc độ biến thiên sai số vận tốc

1) Biến ra: Lực tác động vào xe [N]

- Sơ đồ khối hệ thống điều khiển:



- Chuẩn hóa biến vào/ra của bộ điều khiển:

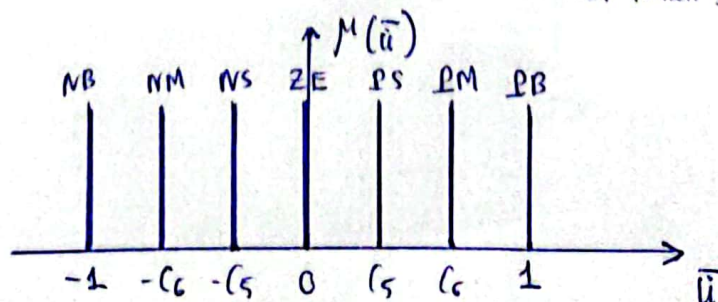
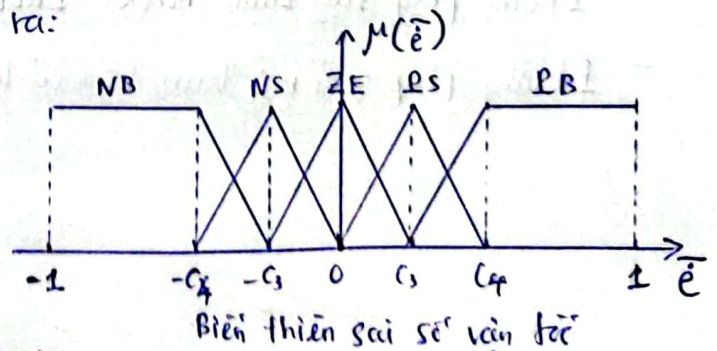
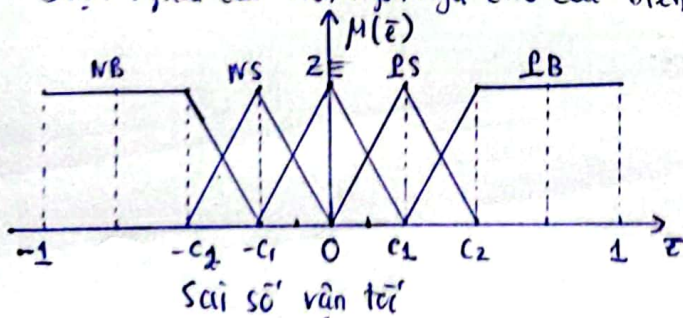
1) Sai số vận tốc: $e(t) = V_d(t) - V(t)$

$$-30 \leq e \leq 30 \Rightarrow K_1 = \frac{1}{30}$$

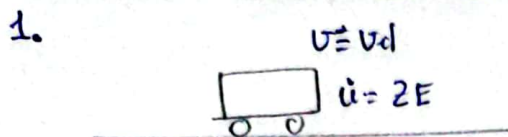
1) Sai Biến thiên sai số vận tốc: $-5 \leq \dot{e} \leq 5 \Rightarrow K_2 = \frac{1}{5}$

1) Lực điều khiển xe: $-1000 \leq u \leq 1000 \Rightarrow K_u = 1000$

- Định nghĩa các biến ngôn ngữ cho các biến vào ra:

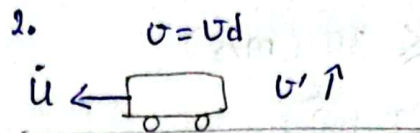


- Quy tắc điều khiển mờ:



$$e = ZE \Rightarrow \dot{u} = ZE$$

$$\dot{e} = ZE \Rightarrow \dot{u} = ZE$$



$$e = ZE \Rightarrow \dot{u} = NS$$

$$\dot{e} = NS \Rightarrow \dot{u} = NS$$



$$e = NS \Rightarrow \dot{u} = NM$$

$$\dot{e} = NS \Rightarrow \dot{u} = NM$$



$$e = NS \Rightarrow \dot{u} = NS$$

$$\dot{e} = ZE \Rightarrow \dot{u} = NS$$



$$e = NS \Rightarrow \dot{u} = ZE$$

$$\dot{e} = PS \Rightarrow \dot{u} = ZE$$

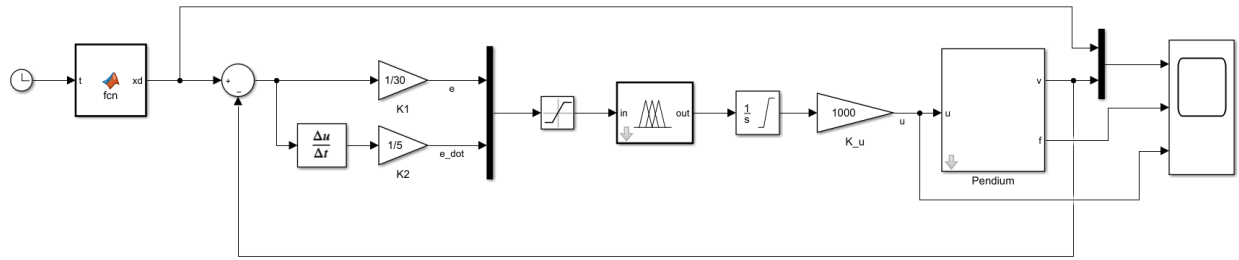
- Hệ thống điều khiển mờ:

| | | e | | | | |
|-----------|----|-----|----|----|----|----|
| | | NB | NS | ZE | PS | PB |
| \dot{e} | NB | NB | NB | NM | NS | ZE |
| | NS | NB | NM | NS | ZE | PS |
| | ZE | NM | NS | ZE | PS | PM |
| | PS | NS | ZE | PS | PM | PB |
| | PB | ZE | PS | PM | PB | PB |

- Phương pháp suy luận MAX-PROD

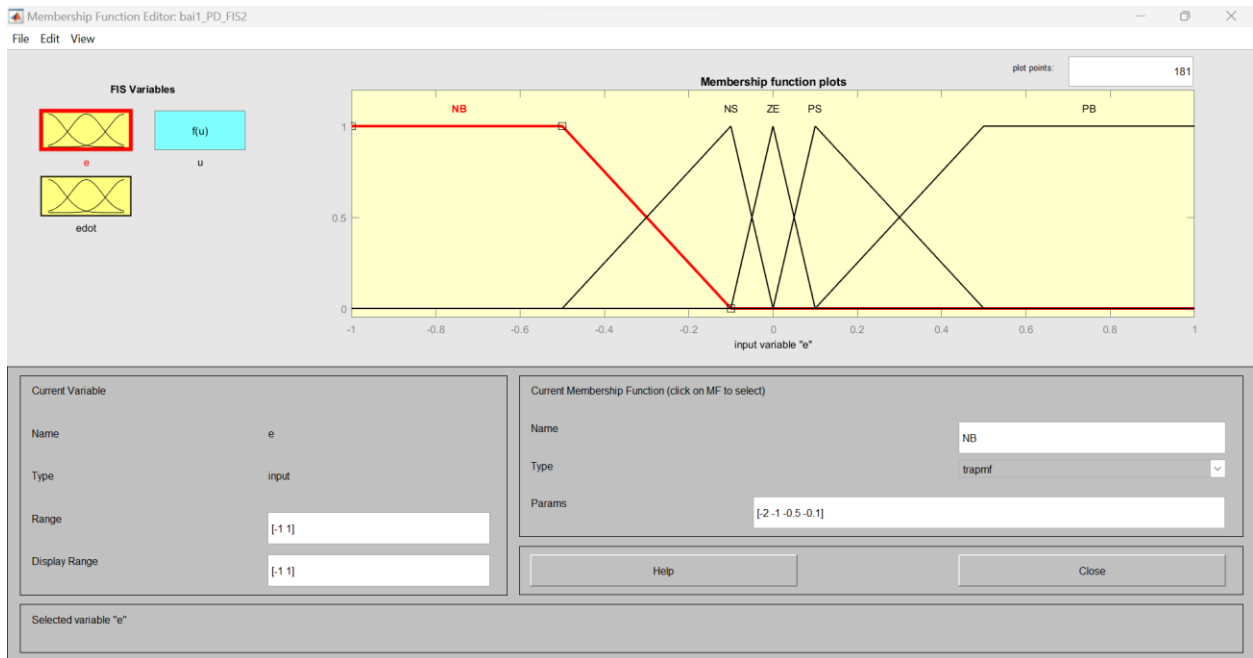
- Phương pháp giải mờ trung bình có trọng số.

Bài 2: Mô phỏng Simulink kiểm chứng kết quả

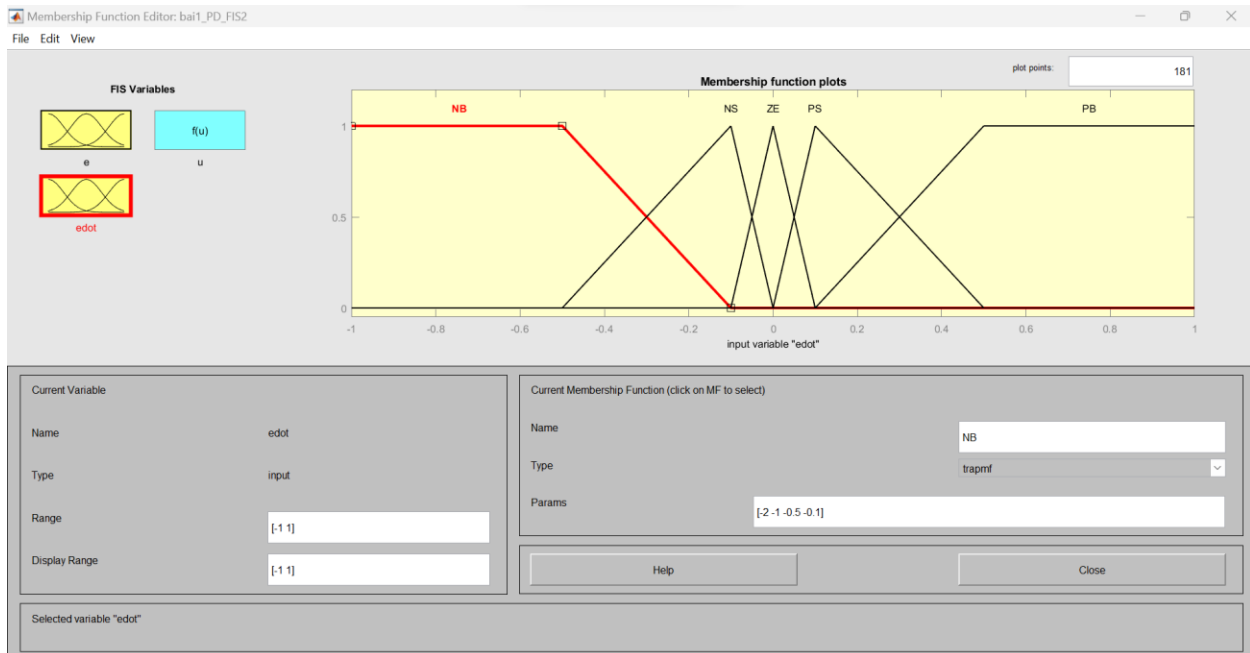


Hình 1: Sơ đồ Simulink

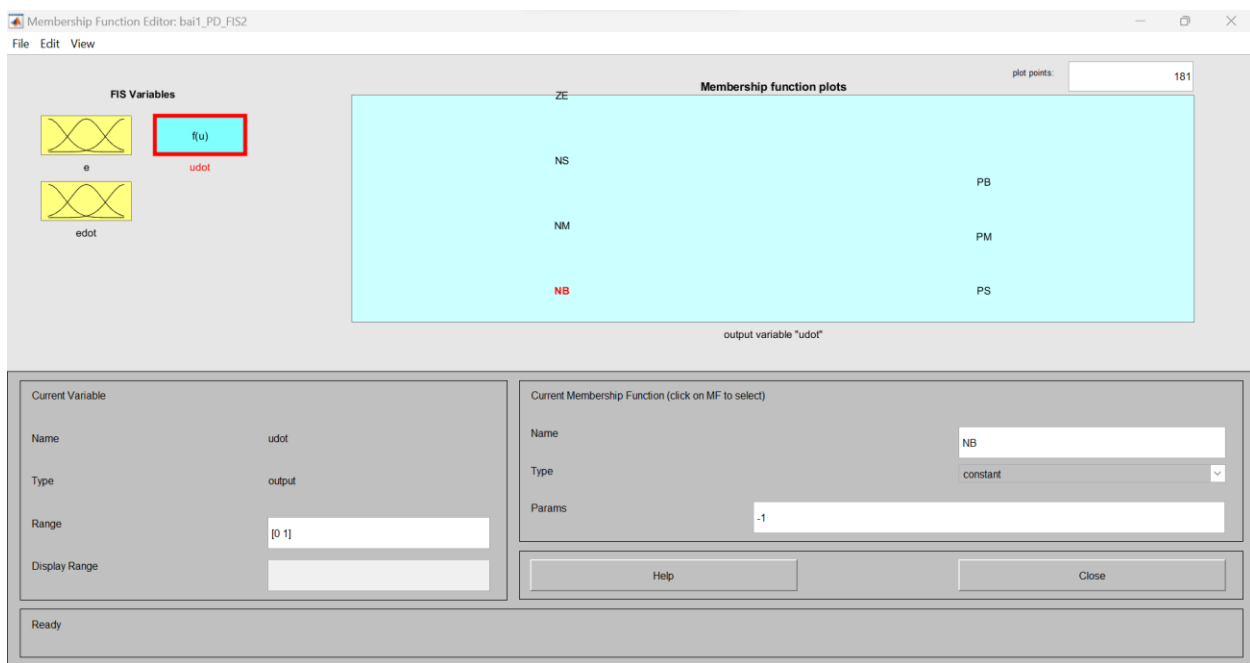
- Mô phỏng hệ thống điều khiển với $K_1 = 1/30$, $K_2 = 1/20$, $K_u = 1000$, $c_1 = 0.1$, $c_2 = 0.5$, $c_3 = 0.1$, $c_4 = 0.5$, $c_5 = 0.33$, $c_6 = 0.66$



Hình 2: Hàm liên thuộc sai số vận tốc (e)



Hình 3: Hàm liên thuộc biến thiên sai số vận tốc ($edot$)



Hình 4: Hàm liên thuộc lực điều khiển xe ($udot$)

| | |
|--|--|
| 1. If (e is NB) and (edot is NB) then (u is NB) (1) | 9. If (e is NS) and (edot is PS) then (u is ZE) (1) |
| 2. If (e is NB) and (edot is NS) then (u is NB) (1) | 10. If (e is NS) and (edot is PB) then (u is PS) (1) |
| 3. If (e is NB) and (edot is ZE) then (u is NM) (1) | 11. If (e is ZE) and (edot is NB) then (u is NM) (1) |
| 4. If (e is NB) and (edot is PS) then (u is NS) (1) | 12. If (e is ZE) and (edot is NS) then (u is NS) (1) |
| 5. If (e is NB) and (edot is PB) then (u is ZE) (1) | 13. If (e is ZE) and (edot is ZE) then (u is ZE) (1) |
| 6. If (e is NS) and (edot is NB) then (u is NB) (1) | 14. If (e is ZE) and (edot is PS) then (u is PS) (1) |
| 7. If (e is NS) and (edot is NS) then (u is NM) (1) | 15. If (e is ZE) and (edot is PB) then (u is PM) (1) |
| 8. If (e is NS) and (edot is ZE) then (u is NS) (1) | 16. If (e is PS) and (edot is NB) then (u is NS) (1) |
| 9. If (e is NS) and (edot is PS) then (u is ZE) (1) | 17. If (e is PS) and (edot is NS) then (u is ZE) (1) |
| 10. If (e is NS) and (edot is PB) then (u is PS) (1) | 18. If (e is PS) and (edot is ZE) then (u is PS) (1) |
| 11. If (e is ZE) and (edot is NB) then (u is NM) (1) | 19. If (e is PS) and (edot is PS) then (u is PM) (1) |
| 12. If (e is ZE) and (edot is NS) then (u is NS) (1) | 20. If (e is PS) and (edot is PB) then (u is PB) (1) |
| 13. If (e is ZE) and (edot is ZE) then (u is ZE) (1) | 21. If (e is PB) and (edot is NB) then (u is ZE) (1) |
| 14. If (e is ZE) and (edot is PS) then (u is PS) (1) | 22. If (e is PB) and (edot is NS) then (u is PS) (1) |
| 15. If (e is ZE) and (edot is PB) then (u is PM) (1) | 23. If (e is PB) and (edot is ZE) then (u is PM) (1) |
| 16. If (e is PS) and (edot is NB) then (u is NS) (1) | 24. If (e is PB) and (edot is PS) then (u is PB) (1) |
| 17. If (e is PS) and (edot is NS) then (u is ZE) (1) | 25. If (e is PB) and (edot is PB) then (u is PB) (1) |

Hình 5: Các qui tắc điều khiển

Block Parameters: Pendium

Subsystem (mask)

Parameters

m 1300

Ap 0.3

d 100

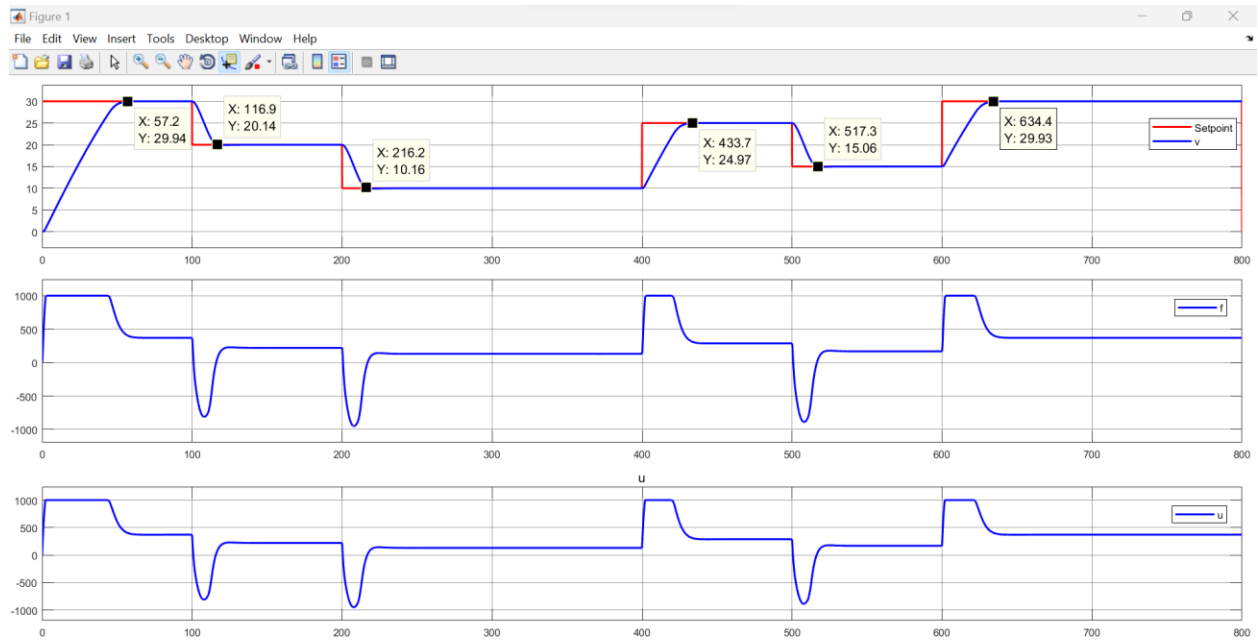
t 0.2

v0 0

f0 0

OK Cancel Help Apply

Hình 6: Thiết lập các thông số cho đối tượng



Hình 7: Đồ thị kết quả mô phỏng

Nhận xét:

- Hệ thống điều khiển được, bám theo tín hiệu đặt. Đáp ứng của hệ thống khoảng 40s (lấy trung bình 3 khoảng) khi tăng tốc độ và khoảng 15s khi giảm tốc độ.
- Hệ thống không vọt lố.