

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC VINH**  
**VIỆN KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ**



**BÀI KIỂM TRA GIỮA KỲ**

**MÔN HỌC:**  
**HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THÔNG MINH**

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Như Truyền

Mssv: 1755252021600017

Lớp: 58K-KTĐK&TĐH

Giảng viên hướng dẫn: TS. Mai Thế Anh

**Nghệ An, 2021**

### Câu 1:

Cho đối tượng cánh tay máy như hình dưới

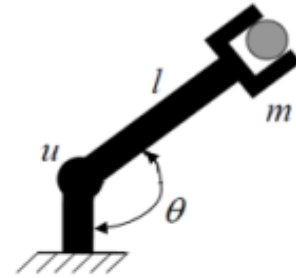
$$(J + ml^2)\ddot{\theta}(t) + B\dot{\theta}(t) + (ml + Ml_c)g \sin \theta = u(t)$$

Với các thông số:

$$m = 0.2 \text{ (kg)}; M = 0.5 \text{ (kg)}; l = 0.5 \text{ (m)};$$

$$l_c = 0.2 \text{ (m)}; g = 10 \text{ m/s}^2; B = 0.2;$$

$$J = 0.02 \text{ (kg.m}^2\text{)}.$$



a. Trình bày các bước tổng hợp bộ điều khiển mờ.

b. Thiết kế bộ điều khiển mờ cho đối tượng ổn định tại điểm cân bằng  $\theta = \pi$

c. Giải mờ ứng với giá trị rõ (góc lệch)  $\theta = \frac{\pi}{3}$  và  $\theta = \frac{7\pi}{6}$

### Giải:

a, Các bước tổng hợp bộ điều khiển mờ

Để tổng hợp được các bộ Điều khiển mờ và cho nó hoạt động một cách hoàn thiện ta cần thực hiện qua các bước sau:

1, Khảo sát đối tượng, từ đó định nghĩa tất cả các biến ngôn ngữ vào, ra và miền xác định của chúng. Trong bước này chúng ta cần chú ý một số đặc điểm cơ bản của đối tượng điều khiển như: Đối tượng biến đổi nhanh hay chậm? có trễ hay không? Tính phi tuyến nhiều hay ít ?, ... Đây là những thông tin rất quan trọng để quyết định miền xác định của các biến ngôn ngữ đầu vào, nhất là các biến động học (vận tốc, gia tốc,...). Đối với tín hiệu biến thiên nhanh cần chọn miền xác định của vận tốc và gia tốc lớn và ngược lại.

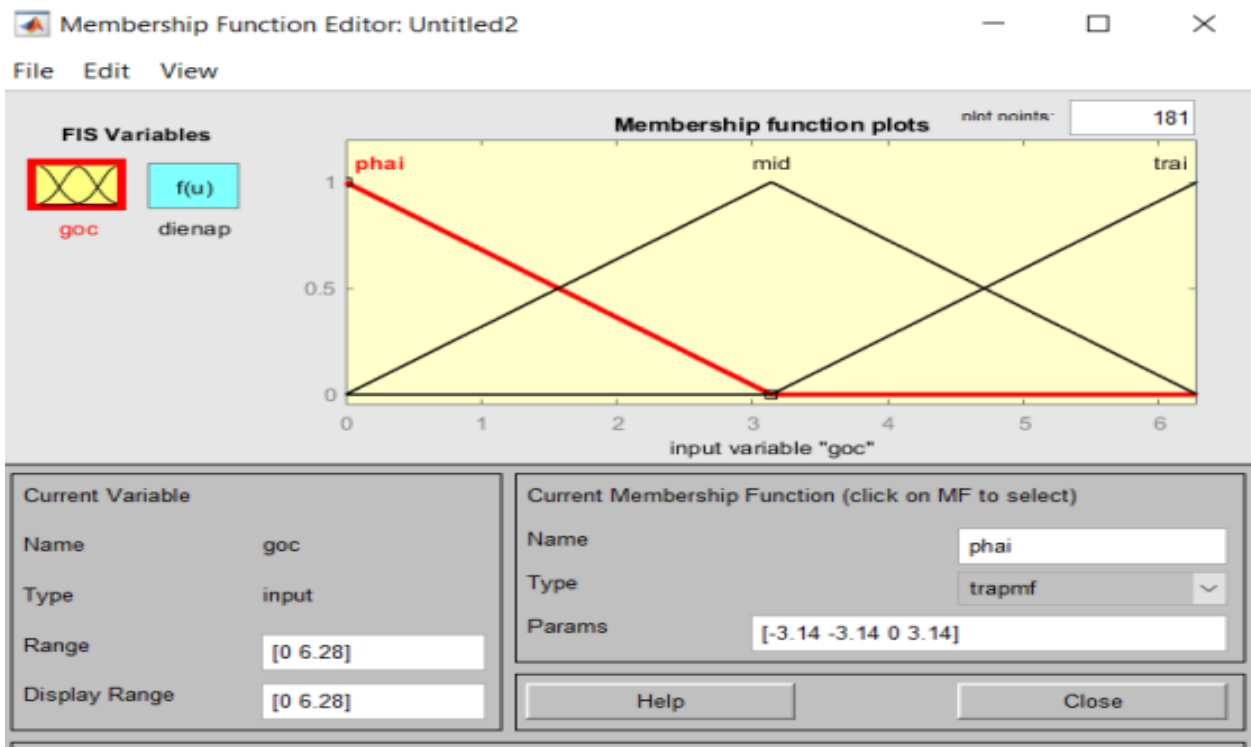
2, Mờ hoá các biến ngôn ngữ vào/ra: Trong bước này chúng ta cần xác định số lượng tập mờ và hình dạng các hàm liên thuộc cho mỗi biến ngôn ngữ. Số lượng các tập mờ cho mỗi biến ngôn ngữ được chọn tuỳ ý. Tuy nhiên nếu chọn ít quá thì việc điều chỉnh sẽ không mịn, chọn nhiều quá sẽ khó khăn khi cài đặt luật hợp thành, quá trình tính toán lâu, hệ thống dễ mất ổn định. Hình dạng các hàm liên thuộc có thể chọn hình tam giác, hình thang, hàm Gaus,...

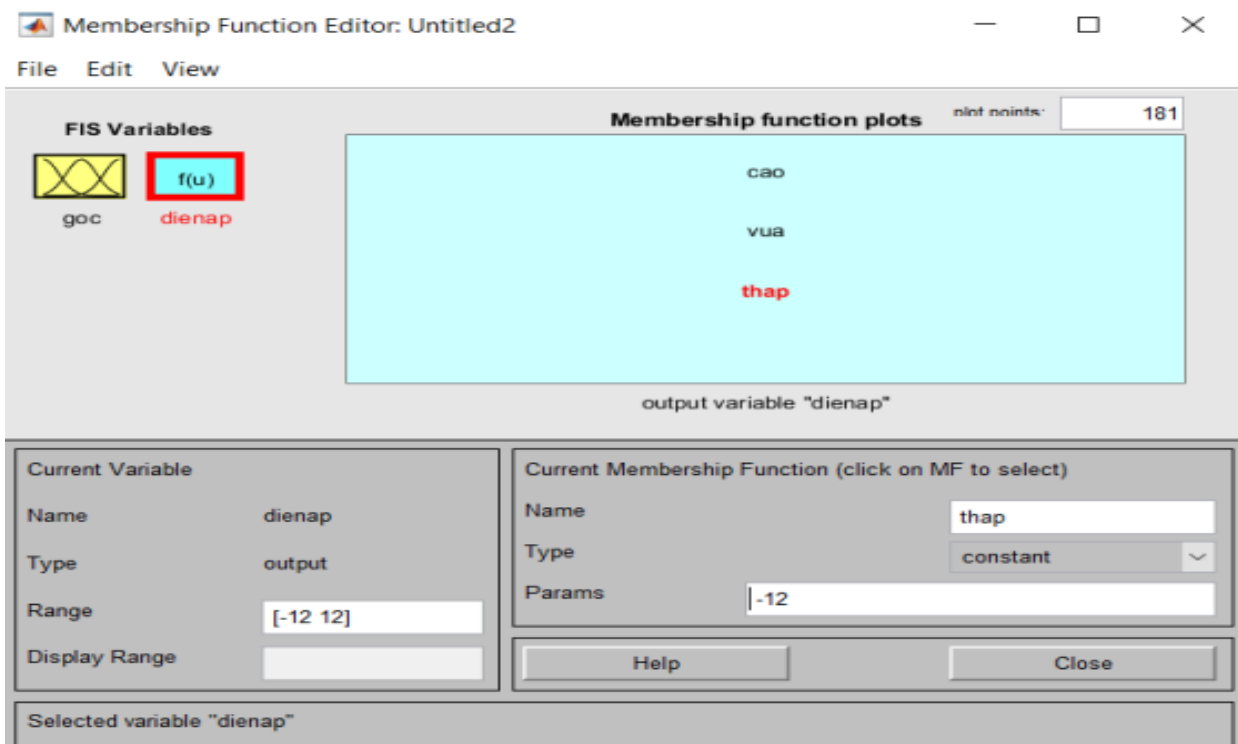
3, Xây dựng các luật điều khiển (mệnh đề hợp thành): Đây là bước quan trọng nhất và khó khăn nhất trong quá trình thiết kế bộ điều khiển mờ. Việc xây dựng luật điều khiển phụ thuộc rất nhiều vào tri thức và kinh nghiệm vận hành hệ thống của các chuyên gia. Hiện nay ta thường sử dụng một vài nguyên tắc xây dựng luật hợp thành 29 đủ để hệ thống làm việc, sau đó mô phỏng và chỉnh định dần các luật hoặc áp dụng một số thuật toán tối ưu (được trình bày ở phần sau).

4, Chọn thiết bị hợp thành (MAX-MIN hoặc MAX-PROD hoặc SUMMIN hoặc SUM-PROD) và chọn nguyên tắc giải mờ (Trung bình, cận trái, cận phải, điểm trọng tâm, độ cao).

5, Tối ưu hệ thống: Sau khi thiết kế xong bộ điều khiển mờ, ta cần mô hình hoá và mô phỏng hệ thống để kiểm tra kết quả, đồng thời chỉnh định lại một số tham số để có chế độ làm việc tối ưu. Các tham số có thể điều chỉnh trong bước này là: Thêm, bớt luật điều khiển; thay đổi trọng số các luật; thay đổi hình dạng và miền xác định của các hàm liên thuộc.

b, Thiết kế bộ điều khiển cho đối tượng ổn định ở góc cân bằng là  $\theta = \pi$

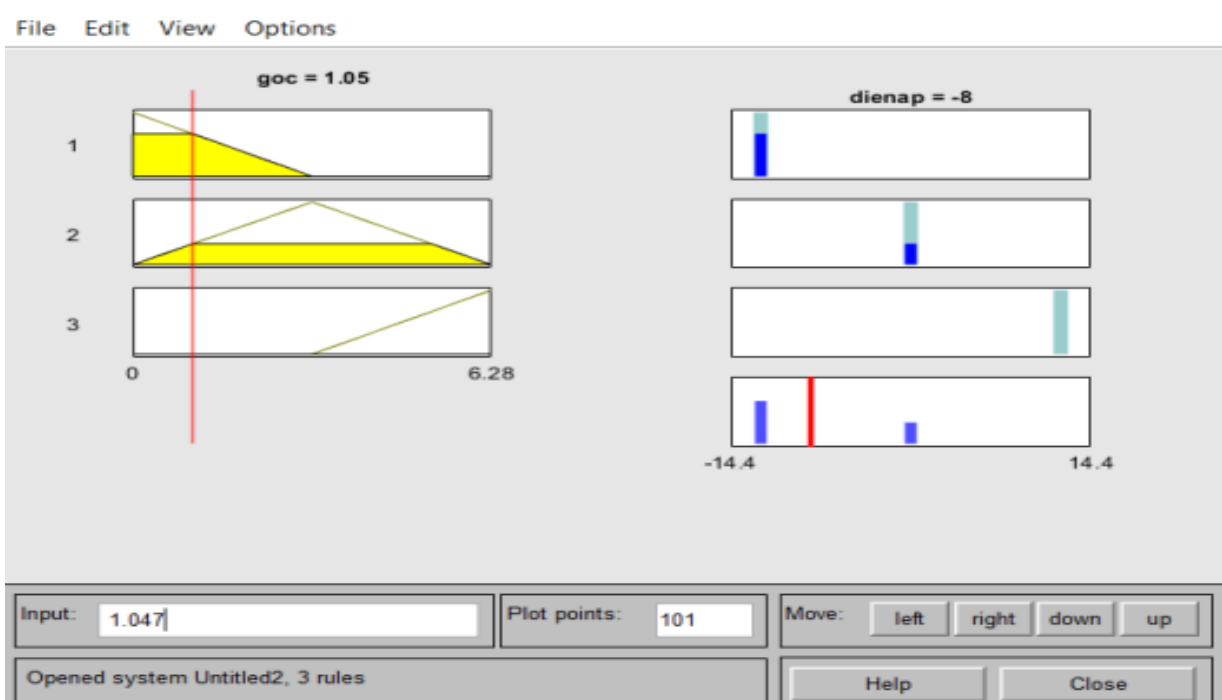




c, Giải mờ ứng với giá trị góc lệch là:  $\theta = \frac{\pi}{3}$ ,  $\theta = \frac{7\pi}{6}$ .

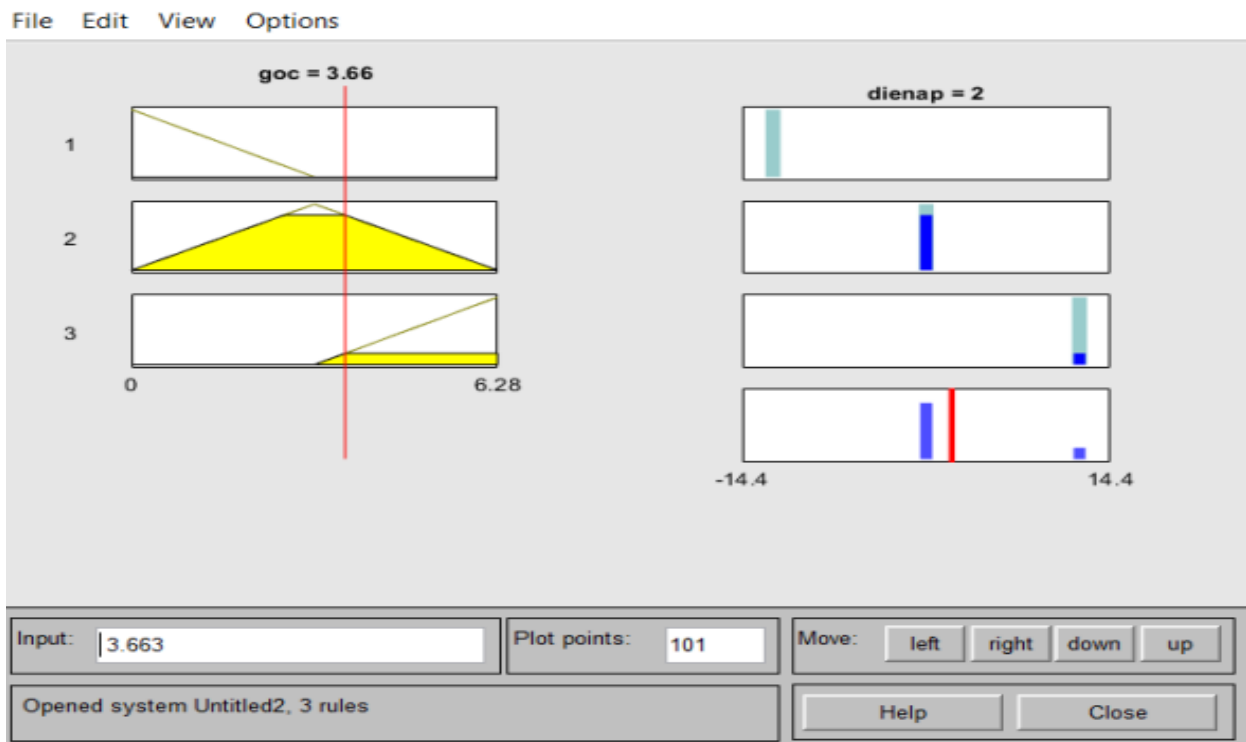
- Với  $\theta = \frac{\pi}{3}$  thì ta có điện áp đầu ra tương ứng cấp cho cánh tay máy là:

$$V = \frac{0,6625 \cdot (-12) + 0,3375 \cdot 0 + 0,12}{0,6625 + 0,3375 + 0} = -8 \text{ (v)}$$



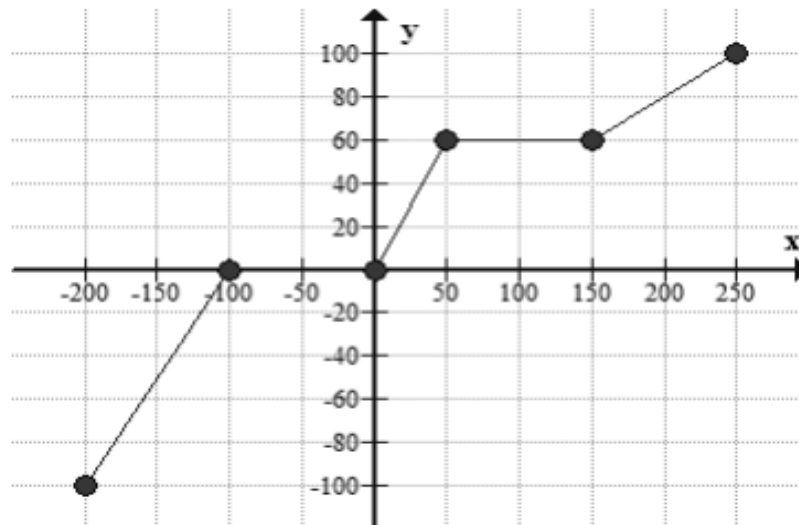
- Với  $\theta = \frac{7\pi}{6}$  thì ta có điện áp đầu ra tương ứng cấp cho cánh tay máy là:

$$V = \frac{0.(-12) + 0,8317.0 + 0,1683.12}{0 + 0,8317 + 0,1683} = 2 (v)$$



## Câu 2:

Cho đường đặc tính sau



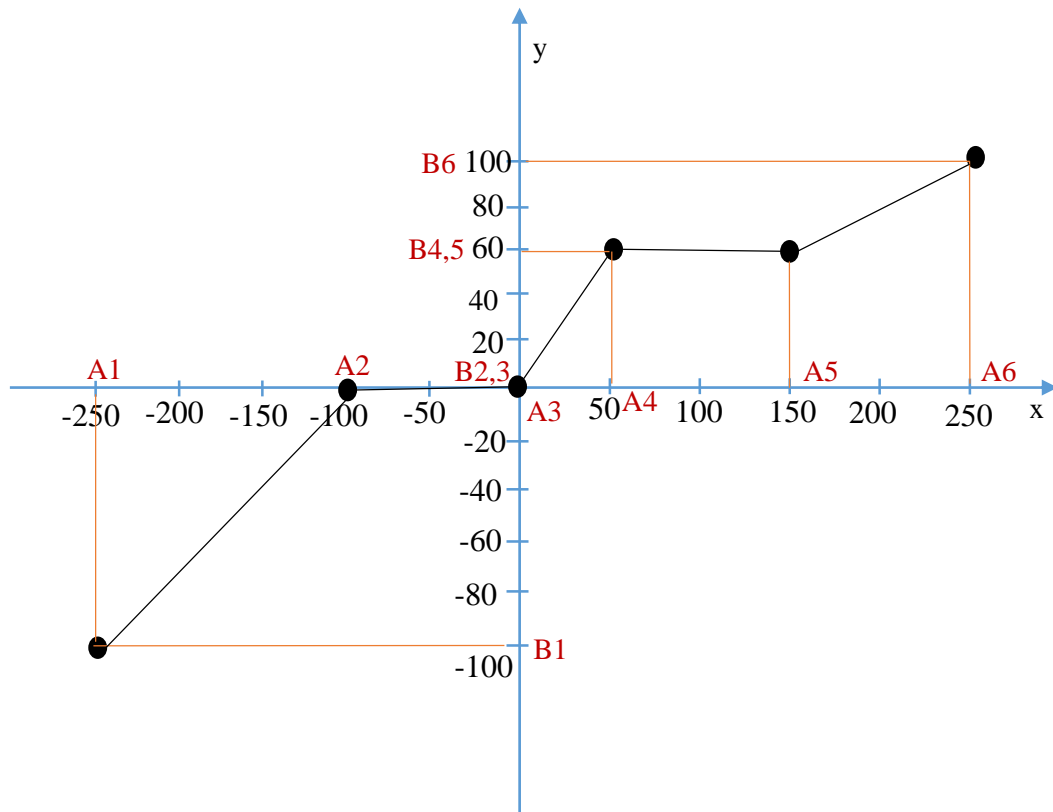
- Nêu các bước tổng hợp bộ điều khiển mờ.
- Thiết kế bộ điều khiển mờ có đặc tính vào ra như hình trên
- Giải mờ ứng với giá trị rõ  $x = -150$  và  $x = 200$

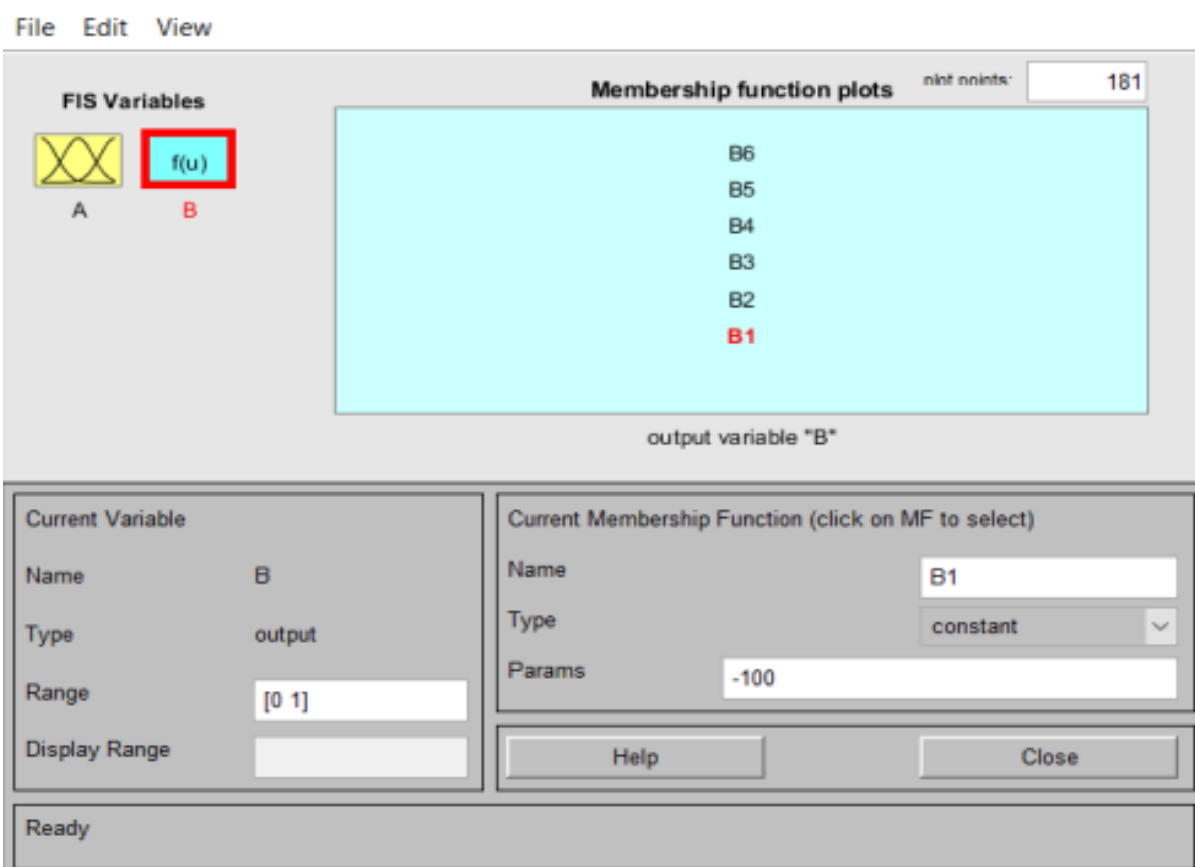
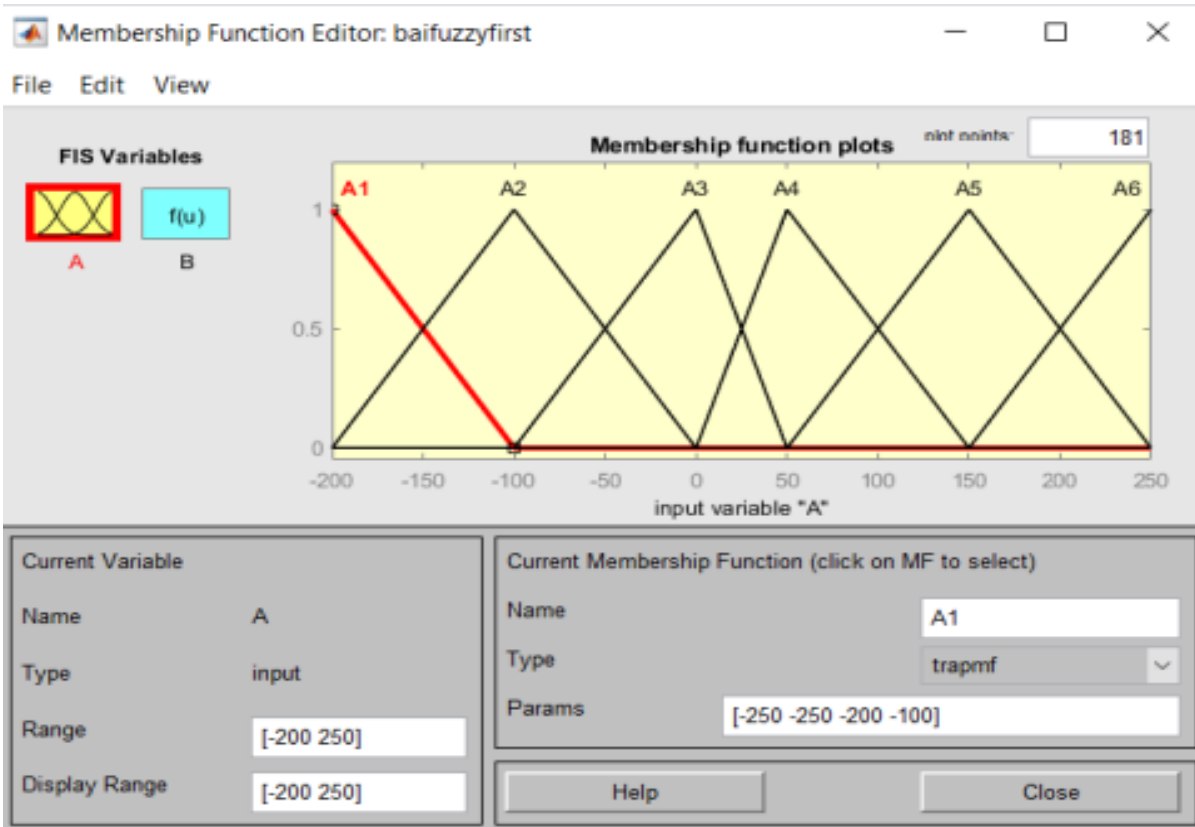
## **Giải:**

a, Các bước tổng hợp bộ điều khiển mờ

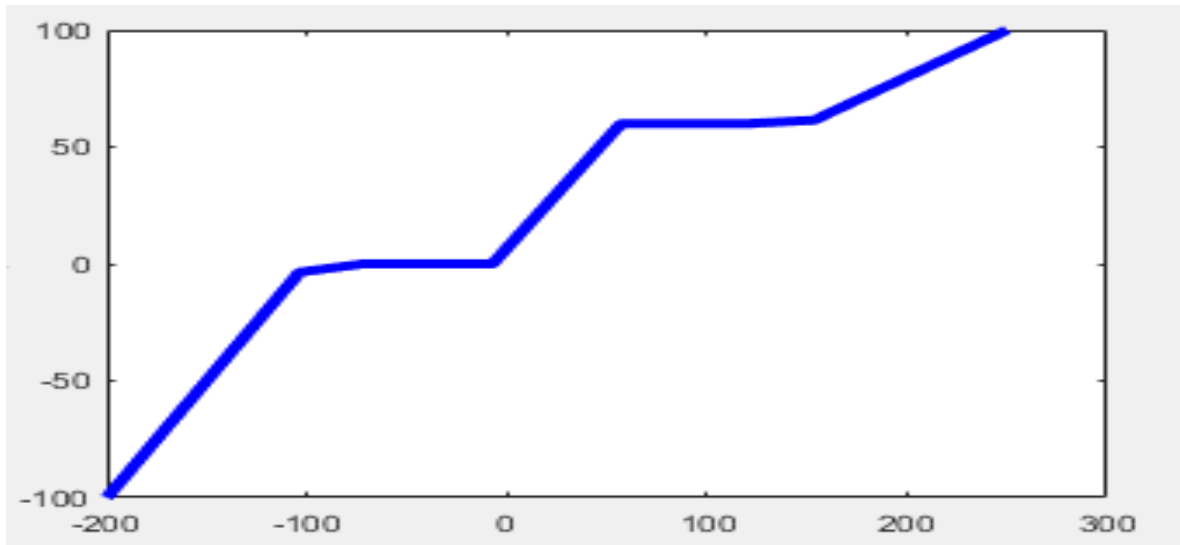
- Khảo sát đối tượng, từ đó định nghĩa các biến ngôn ngữ vào, ra và miền xác định.
- Mờ hóa các biến ngôn ngữ vào, ra.
- Xây dựng các luật điều khiển.(Mệnh đề hợp thành)
- Chọn thiết bị hợp thành và nguyên tắc giải mờ.
- Tối ưu hệ thống.

b, Thiết kế bộ điều khiển mờ có đặc tính như trên





Ta có các giá trị:  $y_1 = -100$ ,  $y_2 = y_3 = 0$ ,  $y_4 = y_5 = 60$ ,  $y_6 = 100$



c, Giải mờ với các giá trị rõ -150 và 200

Ta có

$$Y(-150) = \frac{0,5 \cdot (-100) + 0,5 \cdot 0}{0,5 + 0,5} = -50$$

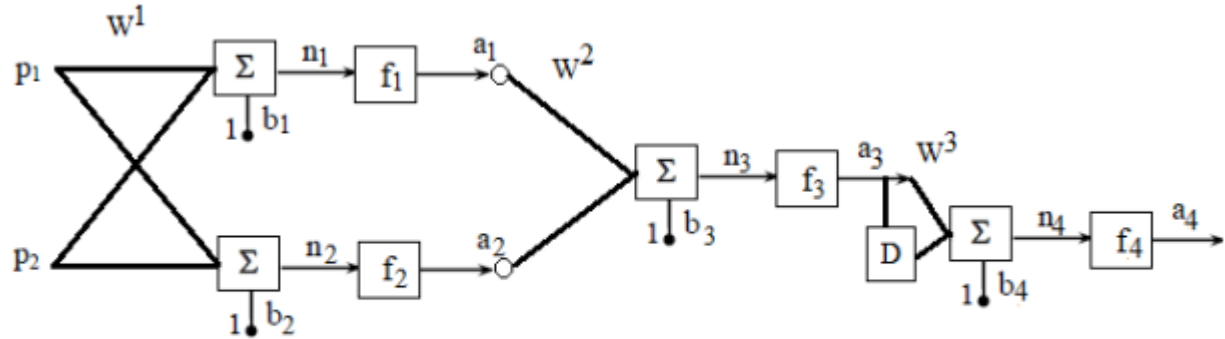
- Với giá trị  $x = -150$  thì ta có kết quả  $y = -50$





Câu 3:

Cho mạng gồm 3 nơron như hình vẽ với các thông số  $b_1=1; b_2=0,5; b_3=-1;$   
 $p_1=[4 \ 2 \ 6 \ 4 \ 5]; p_2=[2 \ 6 \ 3 \ -1 \ 5]$ . Hàm trọng liên kết của nơron lớp 1 là  $W^1=\begin{bmatrix} 0,5 & 3 \\ 2 & 1 \end{bmatrix};$   
 Trọng liên kết của nơron lớp 2 là  $W^2=[1,5 \ 3]$ . Hàm chuyển  $f_1$  và  $f_3$  dạng tuyến tính;  
 hàm chuyển  $f_2$  dạng hardlim.



Tính giá trị đầu ra  $a_4$  của mạng biết D là khâu trễ;  $W^3=\begin{bmatrix} 2 & -3 \end{bmatrix}; b_4=-1$ ; hàm chuyển  $f_4$  dạng tuyến tính.

**Giải:**

Đề ra có:  $W^1=\begin{bmatrix} 0,5 & 3 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}; b_1=1; b_2=0,5$

Ta có:

- $n_{11} = W_{1,1} \cdot p_1 + W_{1,2} \cdot p_2 + b_1 = 0,5 \cdot 4 + 3 \cdot 2 + 1 = 9$
- $n_{21} = W_{2,1} \cdot p_1 + W_{2,2} \cdot p_2 + b_2 = 2 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 0,5 = 10,5$
- $n_{12} = W_{1,1} \cdot p_1 + W_{1,2} \cdot p_2 + b_1 = 0,5 \cdot 2 + 3 \cdot 6 + 1 = 20$
- $n_{22} = W_{2,1} \cdot p_1 + W_{2,2} \cdot p_2 + b_2 = 2 \cdot 2 + 1 \cdot 6 + 0,5 = 10,5$
- $n_{13} = W_{1,1} \cdot p_1 + W_{1,2} \cdot p_2 + b_1 = 0,5 \cdot 6 + 3 \cdot 3 + 1 = 13$
- $n_{23} = W_{2,1} \cdot p_1 + W_{2,2} \cdot p_2 + b_2 = 2 \cdot 6 + 1 \cdot 3 + 0,5 = 15,5$
- $n_{14} = W_{1,1} \cdot p_1 + W_{1,2} \cdot p_2 + b_1 = 0,5 \cdot 4 + 3 \cdot (-1) + 1 = 0$
- $n_{24} = W_{2,1} \cdot p_1 + W_{2,2} \cdot p_2 + b_2 = 2 \cdot 4 + 1 \cdot (-1) + 0,5 = 7,5$
- $n_{15} = W_{1,1} \cdot p_1 + W_{1,2} \cdot p_2 + b_1 = 0,5 \cdot 5 + 3 \cdot 5 + 1 = 18,5$
- $n_{25} = W_{2,1} \cdot p_1 + W_{2,2} \cdot p_2 + b_2 = 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 0,5 = 15,5$

Do đó suy ra:

- $n1 = [9 \ 20 \ 13 \ 0 \ 18,5]$
- $n2 = [10,5 \ 10,5 \ 15,5 \ 7,5 \ 15,5]$
- Với hàm  $f1$  là tuyến tính nên ta có:  $a1 = f(n1) = [9 \ 20 \ 13 \ 0 \ 18,5]$
- Với hàm  $f2$  là hàm Hardlim:  $\begin{cases} a = 1 & \text{ khi } n \geq 0 \\ a = 0 & \text{ khi } n < 0 \end{cases} \rightarrow a2 = f(n2) = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$   
 Với  $W^2 = [1,5 \ 3]$ ,  $b3 = -1$
- $n31 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b3 = 1,5*9 + 3*1 + (-1) = 15,5$
- $n32 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b3 = 1,5*20 + 3*1 + (-1) = 32$
- $n33 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b3 = 1,5*13 + 3*1 + (-1) = 21,5$
- $n34 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b3 = 1,5*0 + 3*1 + (-1) = 2$
- $n35 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b3 = 1,5*18,5 + 3*1 + (-1) = 29,75$

Suy ra  $n3 = [15,5 \ 32 \ 21,5 \ 2 \ 29,75]$

Với hàm  $f3$  là hàm tuyến tính nên ta có:  $a3 = f(n3) = [15,5 \ 32 \ 21,5 \ 2 \ 29,75]$

Xét lớp 3 khâu trễ với:  $W^3, b4, a3$

Chuỗi nối tiếp là:  $p1 = [15,5]$ ,  $p2 = [32]$ ,  $p3 = [21,5]$ ,  $p4 = [2]$ ,  $p5 = [29,75]$

Ta có công thức cho khâu có trễ:  $a(t) = W_{1,1}P(t) + W_{1,2}P(t-1) + b$

Với:  $W^3 = [2 \ -3]$ ,  $b4 = -1$

- $n41 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b4 = 2*15,5 + (-3)*14,5 + (-1) = -13,5$
- $n42 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b4 = 2*32 + (-3)*31 + (-1) = -30$
- $n43 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b4 = 2*21,5 + (-3)*20,5 + (-1) = -19,5$
- $n44 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b4 = 2*2 + (-3)*1 + (-1) = -2$
- $n45 = W1,1*p1 + W1,2*p2 + b4 = 2*29,75 + (-3)*28,75 + (-1) = -30,75$

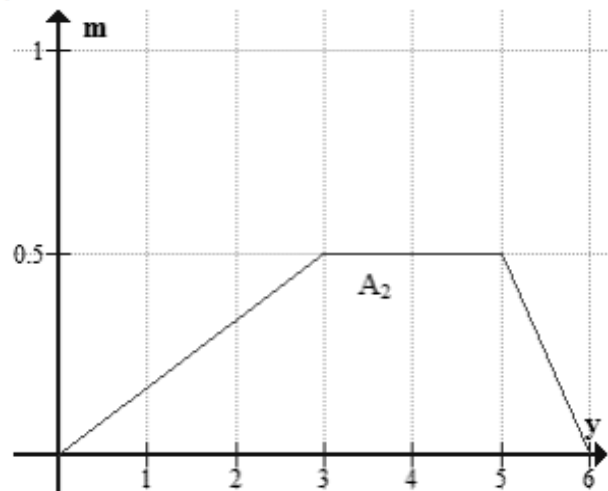
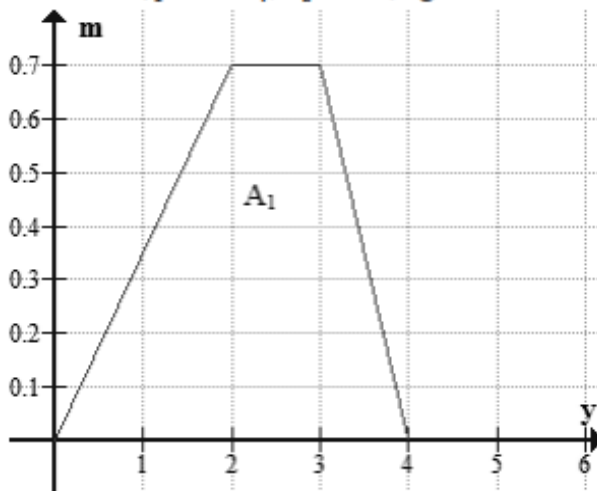
Suy ra  $n4 = [-13,5] \ [-30] \ [-19,5] \ [-2] \ [-30,75]$

Với hàm  $f4$  là hàm tuyến tính thì ta có:

$$a4 = f(n4) = [-13,5] \ [-30] \ [-19,5] \ [-2] \ [-30,75]$$

Câu 4:

Cho hai tập mờ  $A_1, A_2$  có dạng hàm liên thuộc như hình dưới

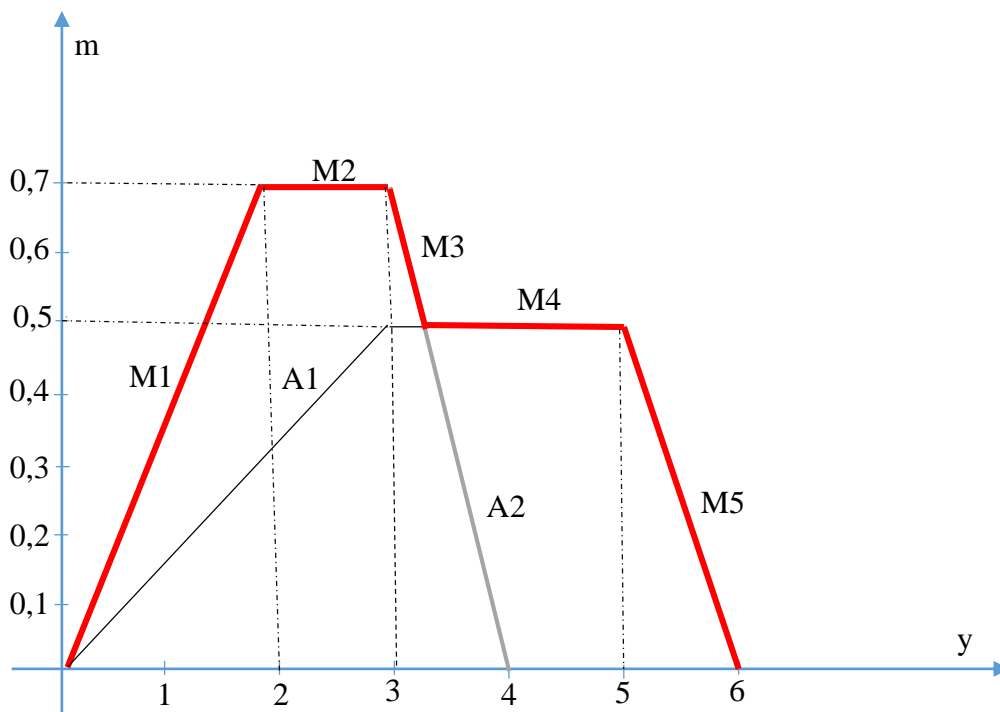


a. Tìm hợp của hai tập mờ  $B' = A_1 \cup A_2$

b. Xác định giá trị đầu ra khi giải mờ theo phương pháp trọng tâm và phương pháp cực đại (sử dụng nguyên lý trung bình).

**Giải:**

a, Hợp của 2 tập mờ  $B' = A_1 \cup A_2$



b, Xác định giá trị đầu ra khi giải mờ theo phương pháp trọng tâm và phương pháp cực đại (sử dụng nguyên lý trung bình).

- Phương pháp trọng tâm

Công thức tổng quát:

$$y' = \frac{\int \sum y \cdot \mu B'(y) dy}{\int \sum \mu B'(y) dy}$$

Ta có:

$$y_{11} = \int_0^2 \frac{0,7}{2} y^2 dy = 0,93$$

$$y_{12} = \int_0^2 \frac{0,7}{2} y dy = 0,7$$

$$y_{21} = \int_2^3 0,7 y dy = 1,75$$

$$y_{22} = \int_2^3 0,7 dy = 0,7$$

$$y_{31} = \int_3^{3,28} 2,8 y - 0,7 y^2 dy = 0,528$$

$$y_{32} = \int_3^{3,28} 2,8 - 0,7 y dy = 0,169$$

$$y_{41} = \int_{3,28}^5 0,5 y dy = 3,56$$

$$y_{42} = \int_{3,28}^5 0,5 dy = 0,86$$

$$y_{51} = \int_5^6 3 y - 0,5 y^2 dy = 1,3$$

$$y_{52} = \int_5^6 3 - 0,5 y dy = 0,25$$

Theo công thức ta có:

$$y' = \frac{\int \sum_s y \cdot \mu B'(y) dy}{\int \sum_s \mu B'(y) dy}$$
$$y' = \frac{y_{11} + y_{21} + y_{31} + y_{41} + y_{51}}{y_{12} + y_{22} + y_{32} + y_{42} + y_{52}} = \frac{0,93 + 1,75 + 0,528 + 3,56 + 1,3}{0,7 + 0,7 + 0,169 + 0,86 + 0,25}$$
$$y' = 3,01$$

- Phương pháp cực đại

$$y' = \frac{3+2}{2} = 2,5$$

Câu 5:

Sử dụng simulink tạo đối tượng phi tuyến, thu thập dữ liệu, viết chương trình trên matlab nhận dạng đối tượng sử dụng mạng nơ ron feedforward (hàm newff).

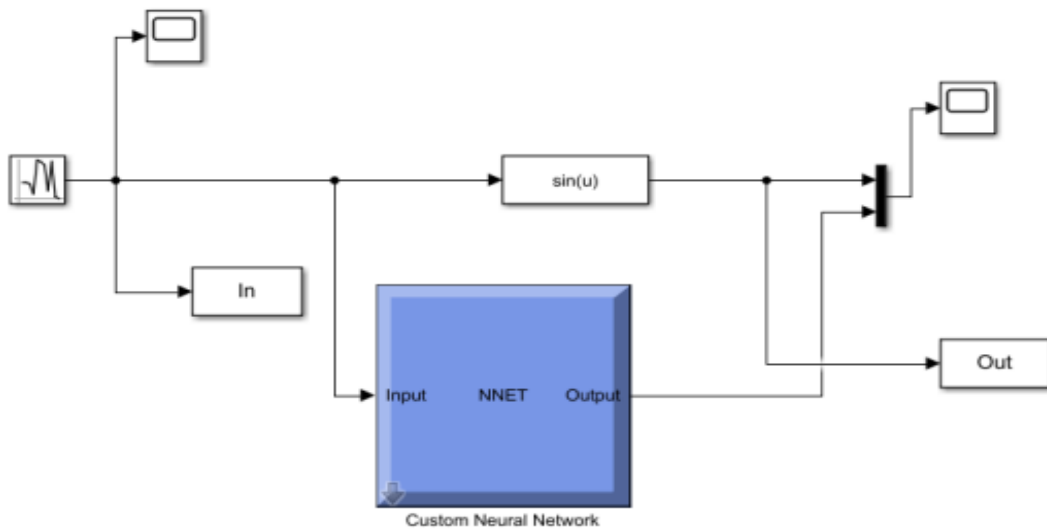
- Giải thích các lệnh, thông số sử dụng và kết quả nhận được;
- Thay đổi thông số của mạng thông qua việc điều chỉnh các tham số, so sánh kết quả nhận được.

**Giải:**

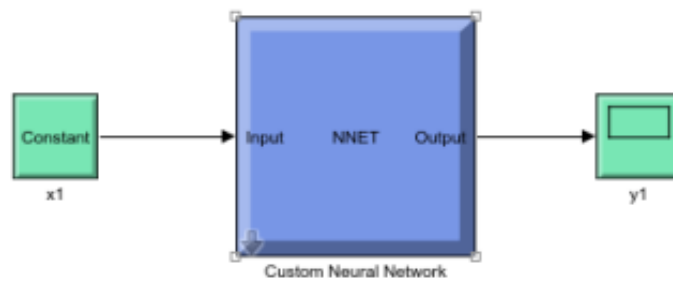
Đối tượng phi tuyến là:  $\sin(u(1))$

Nhập code

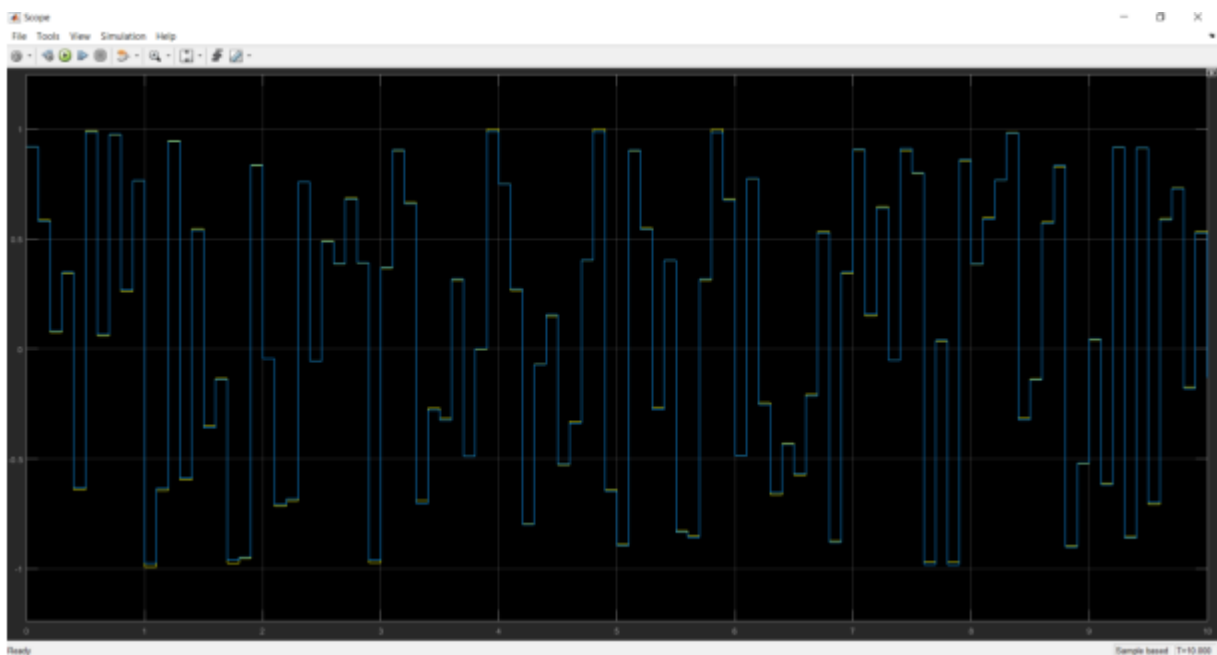
```
1   ngovao= In';
2   ngora=Out';
3   net = newff([minmax(ngovao)],[15 1],{'tansig' 'purelin'},'traincgf');% ham tac d-
4   %huan luyen o giua co 5 neural lop an
5   net.trainParam.lr=1e-2;% he so hoc, khong nen cho hoc nhanh
6   net.trainParam.epochs=200000;% gia tri huan luyen
7   net.trainParam.goal=1e-2;% tieu chuan huan luyen
8   net=train(net,[ngovao],[ngora]);
9   gensim(net,0.1)% sample time = 0.01s
```



Kết quả vào khối



Kết quả:



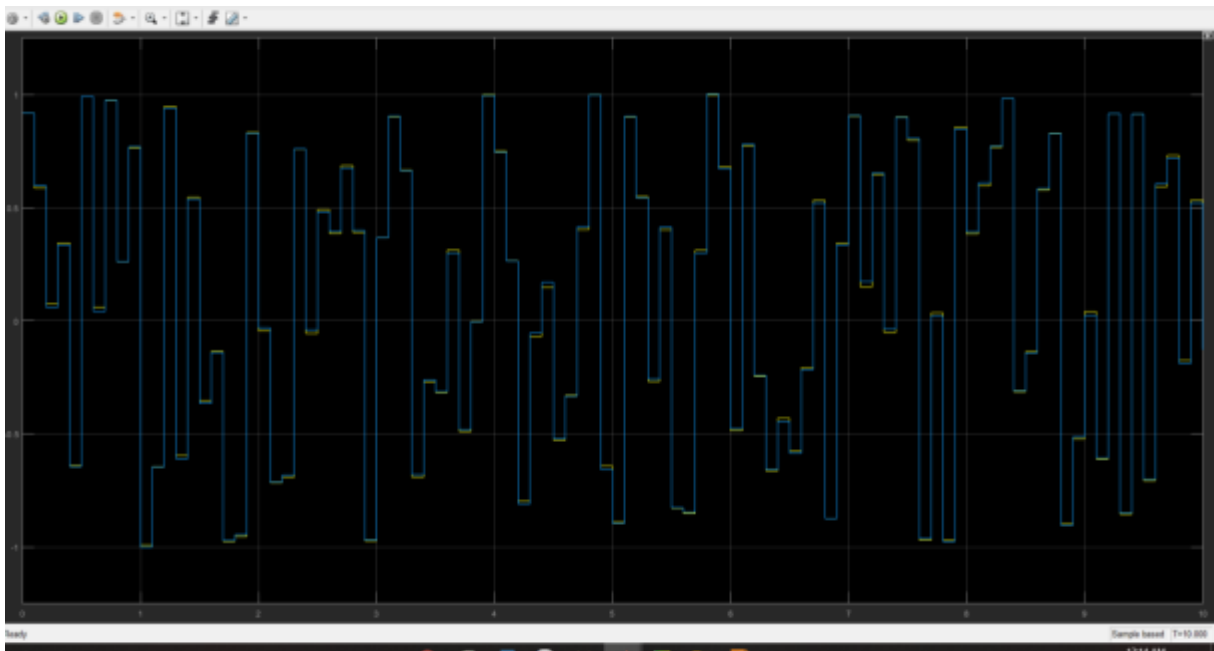
b, Thay đổi một số giá trị

+ Giảm số neural lớp ẩn ở giữa từ 15 xuống 5

+ Giảm hệ số học  $1e-2$  xuống  $1e-4$

```
1   ngovao= In';
2   ngora=Out';
3   net = newff([minmax(ngovao)],[5 1],{'tansig' 'purelin'},'traincgf');% hàm tác do
4   %huan luyen o giua co 5 neural lop an
5   net.trainParam.lr=1e-2;% he so hoc, khong nen cho hoc nhanh
6   net.trainParam.epochs=200000;% gia tri huan luyen
7   net.trainParam.goal=1e-4;% tieu chuan huan luyen
8   net=train(net,[ngovao],[ngora]);
9   gensim(net,0.1)% sample time = 0.01s
```

Kết quả



Nhận xét: So với những tham số của kết quả trước thì kết quả này cũng bám sát tốt nhưng không sát bằng với các tham số trước đó.





