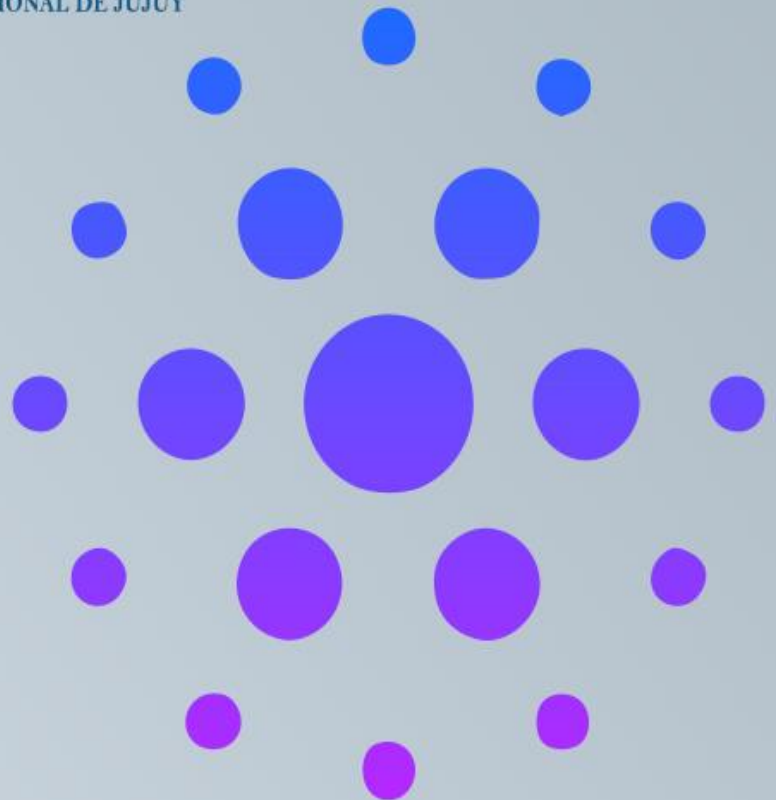




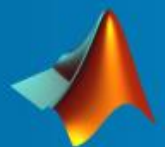
FACULTAD DE  
**INGENIERIA**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY



# INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## LÓGICA FUZZY

Heredia, Leonardo Antonio  
Madrid, Juan Sebastian  
Patino. Judith Graciela



## 1) Sistema servo-control fuzzy de un equipo industrial.

El control fuzzy (en este caso de acción en dos niveles) de un equipo industrial se maneja con las siguientes reglas.

R1) Si la temperatura es alta entonces la presión es elevada.

R2) Si la temperatura es baja entonces la presión es baja.

R3) Si la presión es baja entonces la entrada de combustible debe ser mucha.

R4) Si la presión es elevada entonces la entrada de combustible debe ser poca.

Los valores de pertenencia en puntos claves ( $\mu/\text{var}$ ) para cada variable, son los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{temperatura } T(^{\circ}\text{C}) = \\ (\text{alcance de } 0 \text{ a } 110^{\circ}\text{C}) \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{baja } (\mu/T) = (0/0 \mid 0.2/30 \mid 0.8/40 \mid 1/50 \mid 0.7/60 \mid 0.2/70 \mid 0/80) \\ \text{alta } (\mu/T) = (0/50 \mid 0.3/60 \mid 0.8/70 \mid 1/80 \mid 1/90 \mid 0.5/100 \mid 0/110) \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \text{presión } P(\text{bar}) = \\ (\text{alcance de } 0 \text{ a } 2200 \text{ bar}) \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{baja } (\mu/P) = \\ \quad = (0/0 \mid 0.4/200 \mid 0.8/400 \mid 1/600 \mid 1/800 \mid 0.8/1000 \mid 0.4/1200 \mid 0/1400) \\ \text{elevada } (\mu/P) = \\ \quad = (0/1000 \mid 0.2/1200 \mid 0.4/1400 \mid 0.8/1600 \mid 1/1800 \mid 1/1900 \mid 0.5/2000 \mid 0/2200) \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \text{ent-combustible } N(\text{litros/min}) = \\ (\text{alcance de } 0 \text{ a } 10 \text{ l/min}) \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{poca } (\mu/N) = \\ \quad = (1/0 \mid 1/1 \mid 1/2 \mid 0.75/3 \mid 0.5/4 \mid 0.25/5 \mid 0/6 \text{ a } 10) \\ \text{mucha } (\mu/N) = \\ \quad = (0/0 \text{ a } 5 \mid 0.25/6 \mid 0.5/7 \mid 0.75/8 \mid 1/9 \mid 1/10) \end{array} \right.$$

- a)** Interpretar y dibujar las funciones de pertenencia de las variables lingüísticas y fuzzy indicadas.

Variables Lingüísticas del primer nivel:

Entrada: Temperatura

Variables Fuzzy:

Alta

Baja

Salida: Presión

Variable Fuzzy:

Baja

Elevada

Variables Lingüísticas del segundo nivel:

Entrada: Presión

Variable Fuzzy:

Baja

Elevada

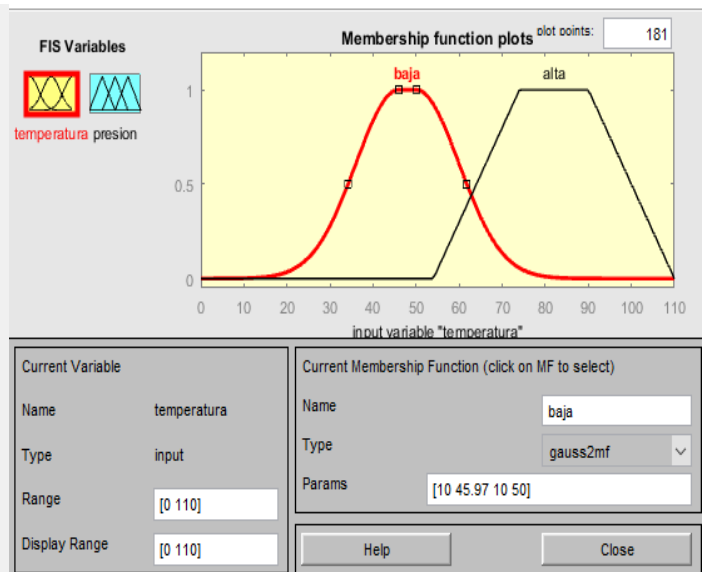
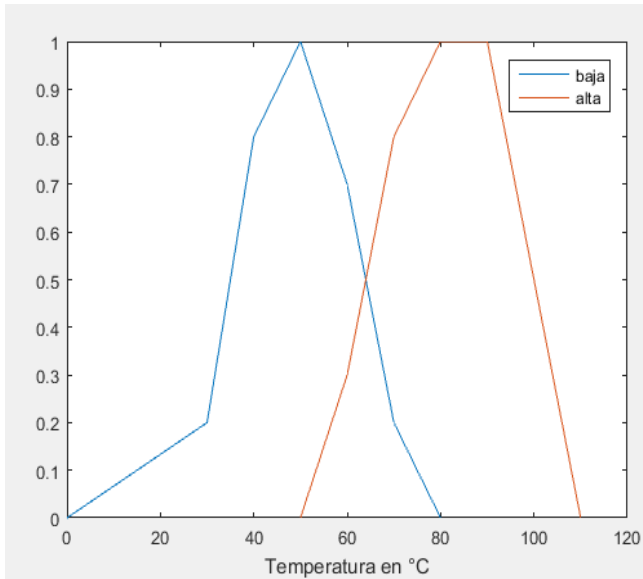
Salida: entCombustible

Variable Fuzzy:

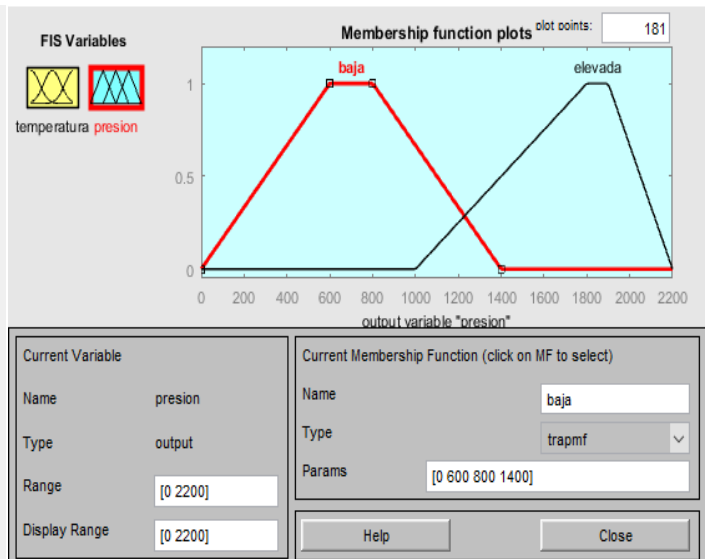
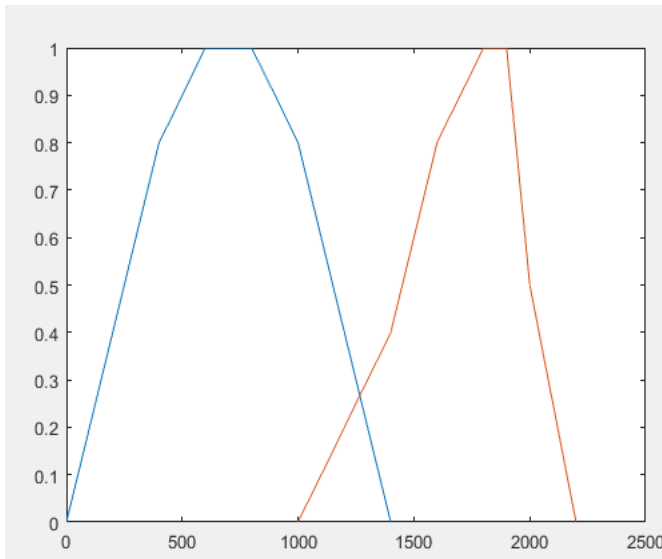
Poca

Mucha

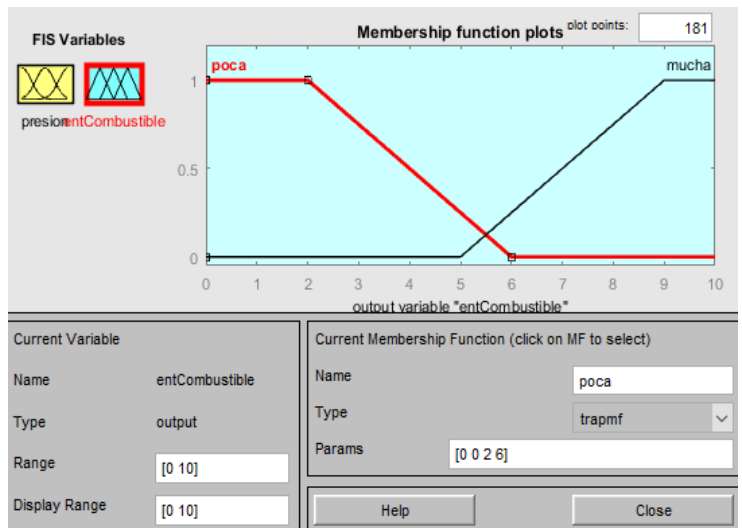
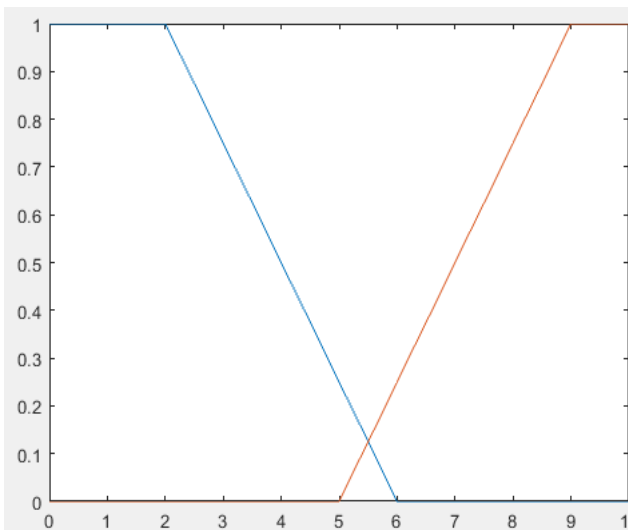
## Temperatura



## Presión

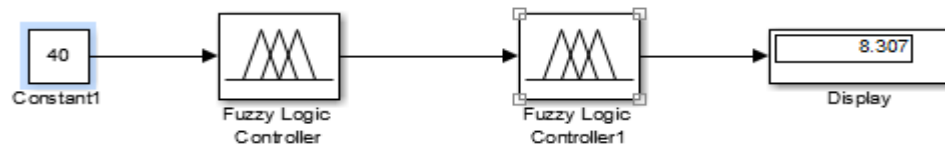


## Entrada de Combustible

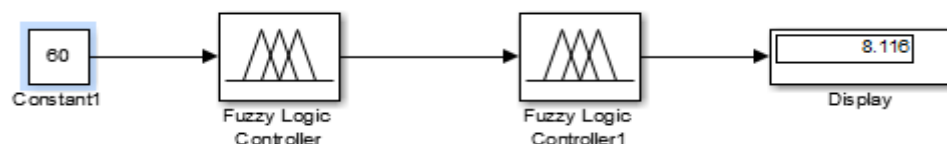


- b) Implementar los controladores para determinar la entrada de combustible al sistema (implicancia Mamdani/centroide) para valores de temperatura de 40°C, 60°C y 100°C.

Para valores sugeridos por la catedra se obtienen los siguientes resultados:



Dado que para el valor de temperatura 40° es baja, se activa la regla 2 que nos indica que la presión debe ser baja. Con esta regla en el 1er nivel se activa la regla 3 del 2do nivel que indica que, para presión baja, la entrada de combustible debe ser mucha. En nuestro caso vale 8.307.



Dado que para el valor de la temperatura de 60° se encuentra entre el nivel baja-alta, se activan las reglas 1 y 2 del nivel 1 que nos indica que la presión debe estar entre baja-elevada. Con el ingreso de este valor al 2do nivel, se activa la regla 3 que nos indica que, para presión baja, la entrada de combustible debe ser mucha. En nuestro caso vale 8.12.



Dado que para el valor de temperatura 100° es alta, se activa la regla 1 del 1er nivel que nos indica que la presión debe ser elevada. Con este valor se activa la regla 4 del 2do nivel que indica que, para presión elevada, la entrada de combustible debe ser poca. En nuestro caso vale 2.2256.

## 2) Servo-control fuzzy para la velocidad de un móvil.

El sistema a diseñar tendrá dos entradas: velocidad del móvil y distancia hasta un obstáculo al frente; y dos salidas: la presión a ser aplicada al freno y la presión a ser aplicada al acelerador, ambas dadas en porcentaje.

**Entrada 1:** La variable **velocidad** tiene un alcance de 0 a 200 km/h y se particiona como: nula (N), baja (B), media (M), alta (A) y muy alta (MA). Pertenencia con funciones triángulos, igualmente distribuidos en el alcance, solapados un 25%. En los extremos triángulos rectángulos.

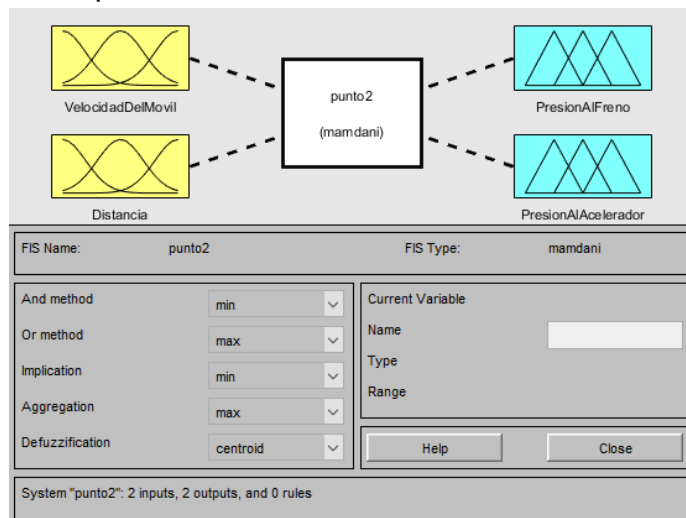
**Entrada 2:** La variable **distancia** tiene un alcance de 0 a 100 metros y se particiona como: corta (C), media (M), larga (L) y muy larga (ML). Pertenencia

con funciones triángulos, igualmente distribuidos en el alcance, solapados un 30%. En los extremos triángulos rectángulos.

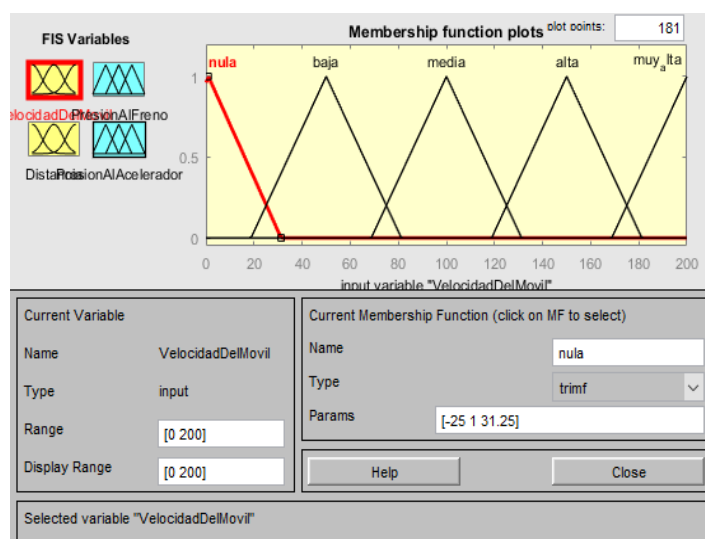
**Salida 1:** La variable **freno** se codifica de 0 a 100% y se particiona como: nula (N), suave (S), medio (M), fuerte (F). Pertenencia con funciones triángulos, igualmente distribuidos en el alcance, solapados un 50%. En los extremos triángulos rectángulos.

**Salida 2:** La variable **acelerador** se codifica de 0 a 100% y se particiona como: nula (N), suave (S), medio (M), fuerte (F). Pertenencia con funciones triángulos, igualmente distribuidos en el alcance, solapados un 50%. En los extremos triángulos rectángulos.

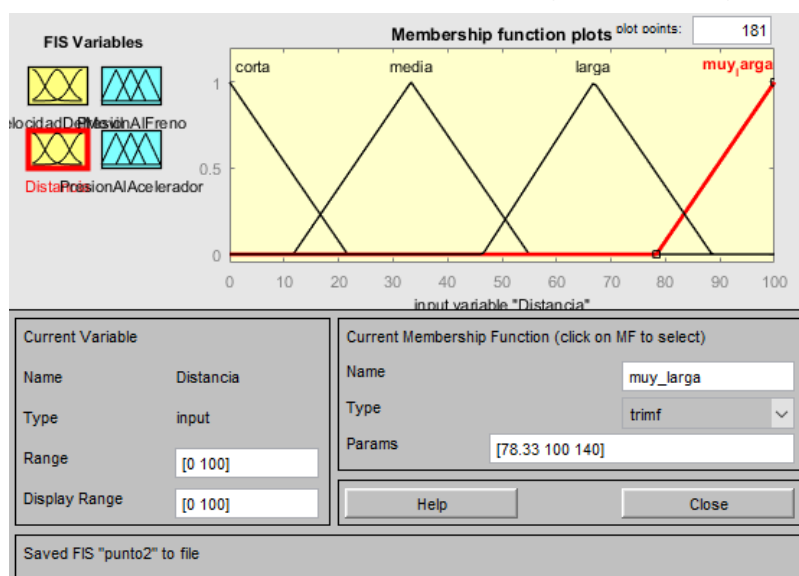
- a) Interpretar y dibujar o implementar las variables de entrada y salida según sus descripciones previas.



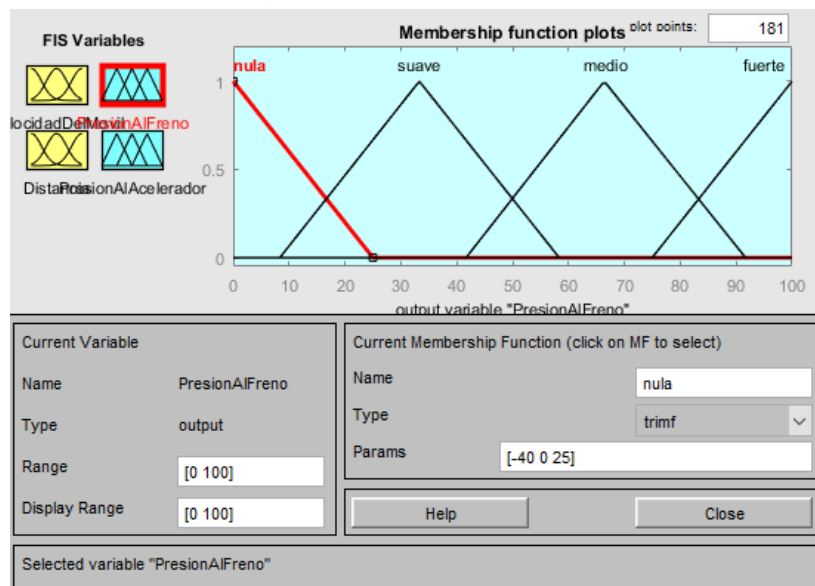
**Entrada 1:** La variable **velocidad** tiene un alcance de 0 a 200 km/h y se particiona como: nula(N), baja(B), media(M), alta(A) y muy alta (MA). Pertenencia con funciones triángulos, igualmente distribuidos en el alcance, solapados un 25%. En los extremos triángulos rectángulos.



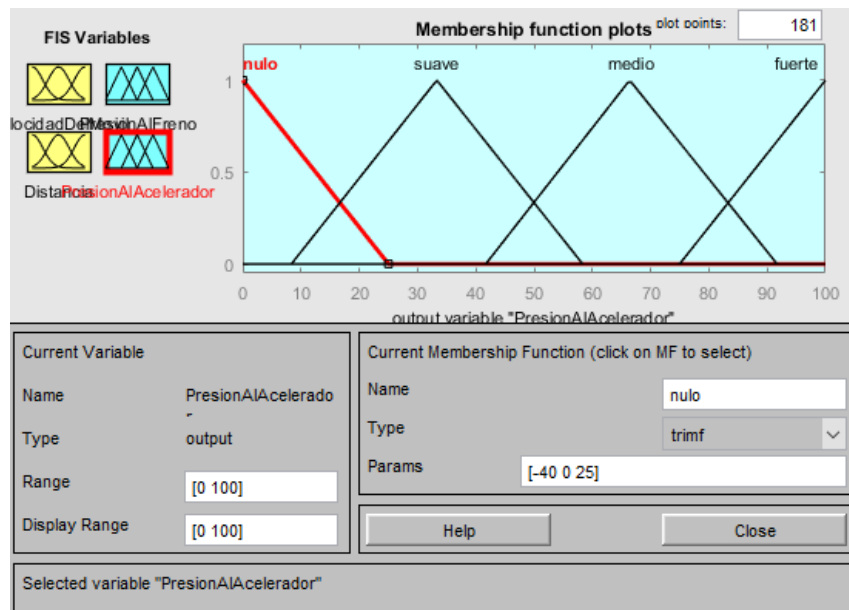
**Entrada 2:** La variable **distancia** tiene un alcance de 0 a 100 metros y se particiona como: corta (C), media (M), larga (L) y muy larga (ML). Pertenencia con funciones triángulos, igualmente distribuidos en el alcance, solapados un 30%. En los extremos triángulos rectángulos.



**Salida 1:** La variable **freno** se codifica de 0 a 100% y se particiona como: nula (N), suave(S), medio (M), fuerte (F). Pertenencia con funciones triángulos, igualmente distribuidos en el alcance, solapados un 50%. En los extremos triángulos rectángulos.



**Salida 2:** La variable **acelerador** se codifica de 0 a 100% y se particiona como: nula (N), suave(S), medio(M), fuerte(F). Pertenencia con funciones triángulos, igualmente distribuidos en el alcance, solapados un 50%. En los extremos triángulos rectángulos.



- b) Generar la base de reglas del sistema. Utilizar conocimiento experto de un integrante que maneje vehículo.

```

1. If (VelocidadDelMovil is nula) and (Distancia is corta) then (PresionAlFreno is nula)(PresionAlAcelerador is nulo) (1)
2. If (VelocidadDelMovil is nula) and (Distancia is media) then (PresionAlFreno is nula)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
3. If (VelocidadDelMovil is nula) and (Distancia is muy_larga) then (PresionAlFreno is nula)(PresionAlAcelerador is medio) (1)
4. If (VelocidadDelMovil is nula) and (Distancia is larga) then (PresionAlFreno is suave)(PresionAlAcelerador is fuerte) (1)
5. If (VelocidadDelMovil is baja) and (Distancia is corta) then (PresionAlFreno is suave)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
6. If (VelocidadDelMovil is baja) and (Distancia is media) then (PresionAlFreno is suave)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
7. If (VelocidadDelMovil is baja) and (Distancia is muy_larga) then (PresionAlFreno is medio)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
8. If (VelocidadDelMovil is baja) and (Distancia is larga) then (PresionAlFreno is medio)(PresionAlAcelerador is medio) (1)
9. If (VelocidadDelMovil is media) and (Distancia is corta) then (PresionAlFreno is medio)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
10. If (VelocidadDelMovil is media) and (Distancia is media) then (PresionAlFreno is suave)(PresionAlAcelerador is medio) (1)
11. If (VelocidadDelMovil is media) and (Distancia is muy_larga) then (PresionAlFreno is suave)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
12. If (VelocidadDelMovil is alta) and (Distancia is media) then (PresionAlFreno is medio)(PresionAlAcelerador is nulo) (1)
13. If (VelocidadDelMovil is alta) and (Distancia is larga) then (PresionAlFreno is suave)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
14. If (VelocidadDelMovil is alta) and (Distancia is muy_larga) then (PresionAlFreno is medio)(PresionAlAcelerador is medio) (1)
15. If (VelocidadDelMovil is muy_alta) and (Distancia is corta) then (PresionAlFreno is fuerte)(PresionAlAcelerador is nulo) (1)
16. If (VelocidadDelMovil is muy_alta) and (Distancia is media) then (PresionAlFreno is medio)(PresionAlAcelerador is nulo) (1)
17. If (VelocidadDelMovil is muy_alta) and (Distancia is larga) then (PresionAlFreno is suave)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
18. If (VelocidadDelMovil is muy_alta) and (Distancia is muy_larga) then (PresionAlFreno is suave)(PresionAlAcelerador is medio) (1)
19. If (VelocidadDelMovil is media) and (Distancia is larga) then (PresionAlFreno is medio)(PresionAlAcelerador is suave) (1)
20. If (VelocidadDelMovil is alta) and (Distancia is corta) then (PresionAlFreno is fuerte)(PresionAlAcelerador is nulo) (1)

```

< >

If VelocidadDelMovil and Distancia is

VelocidadDelMovil: nula, baja, muy\_alta, media, alta, none

Distancia: corta, media, muy\_larga, larga, none

Then PresionAlFreno is and PresionAlAcelera

PresionAlFreno: nula, suave, fuerte, medio, none

PresionAlAcelera: nulo, suave, fuerte, medio, none

Connection: ☐ or ☒ and

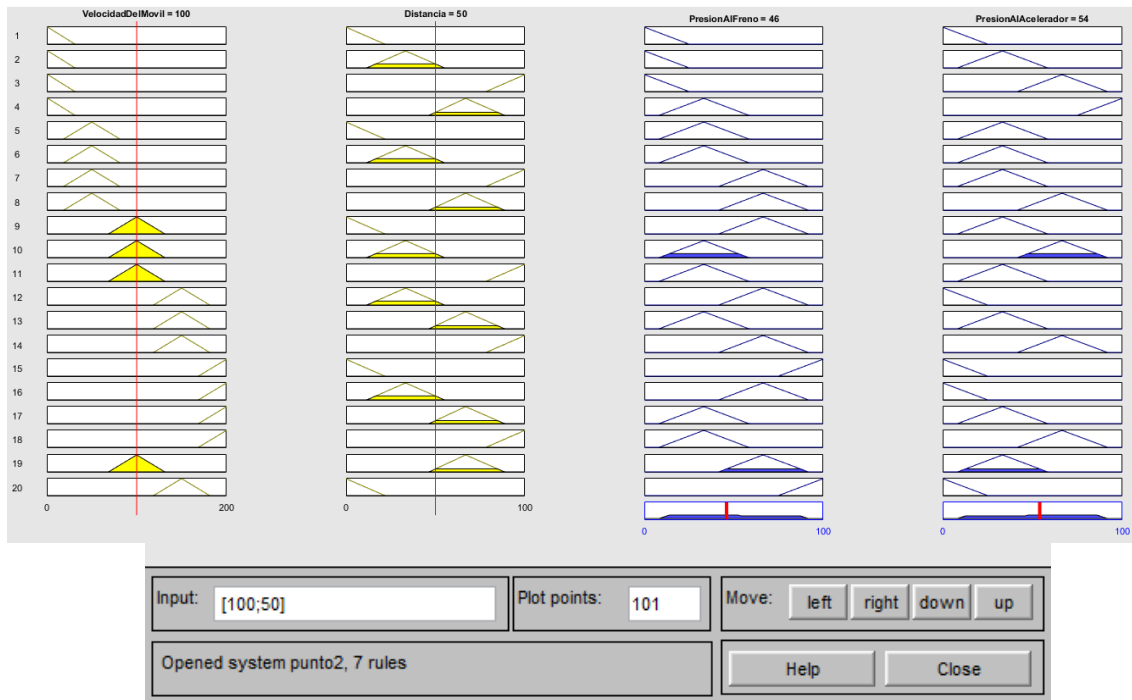
Weight: 1

Delete rule Add rule Change rule << >>

The rule is added

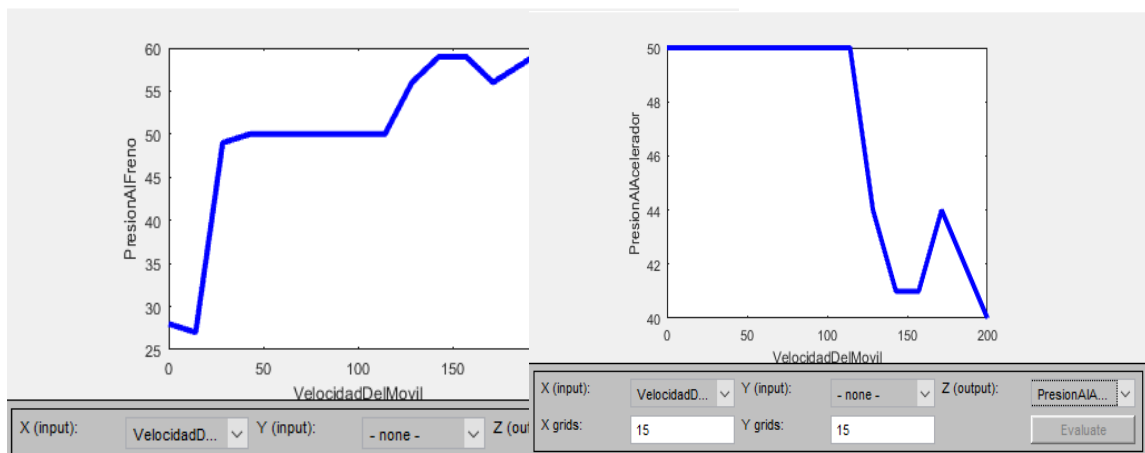
Help Close





- c) Mostrar cómo resulta el perfil de las curvas de transferencia comparando cada variable de entrada con cada variable de salida. Comentar al respecto.

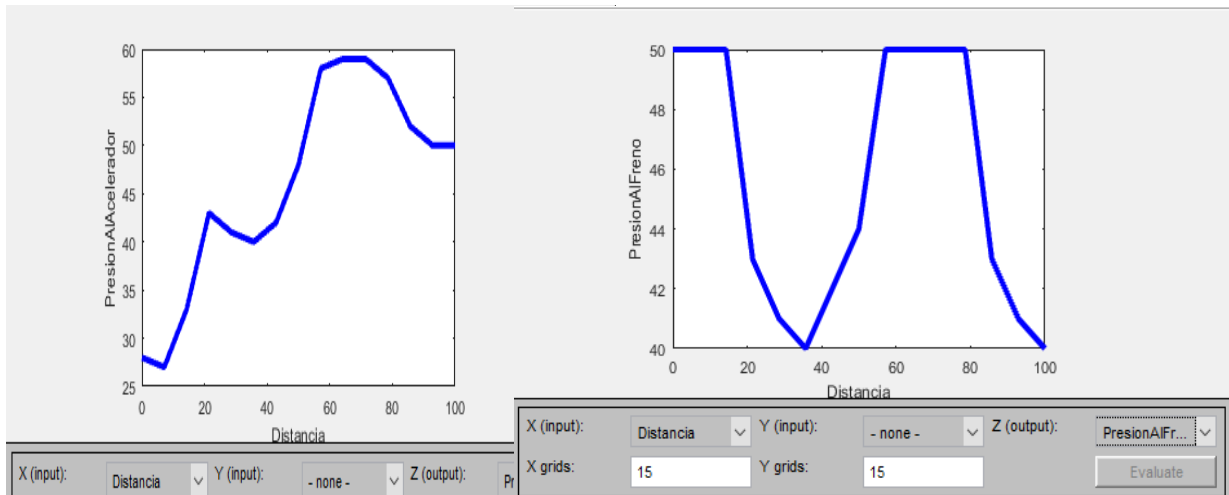
Velocidad: PresionAlFreno y PresionAlAcelador



A medida que aumenta la Velocidad, la presión sobre el freno es mayor, pero a medida que la velocidad aumenta la presión sobre el acelerador disminuye.



### Distancia: PresionAlFreno y PrecioAlAcelerado

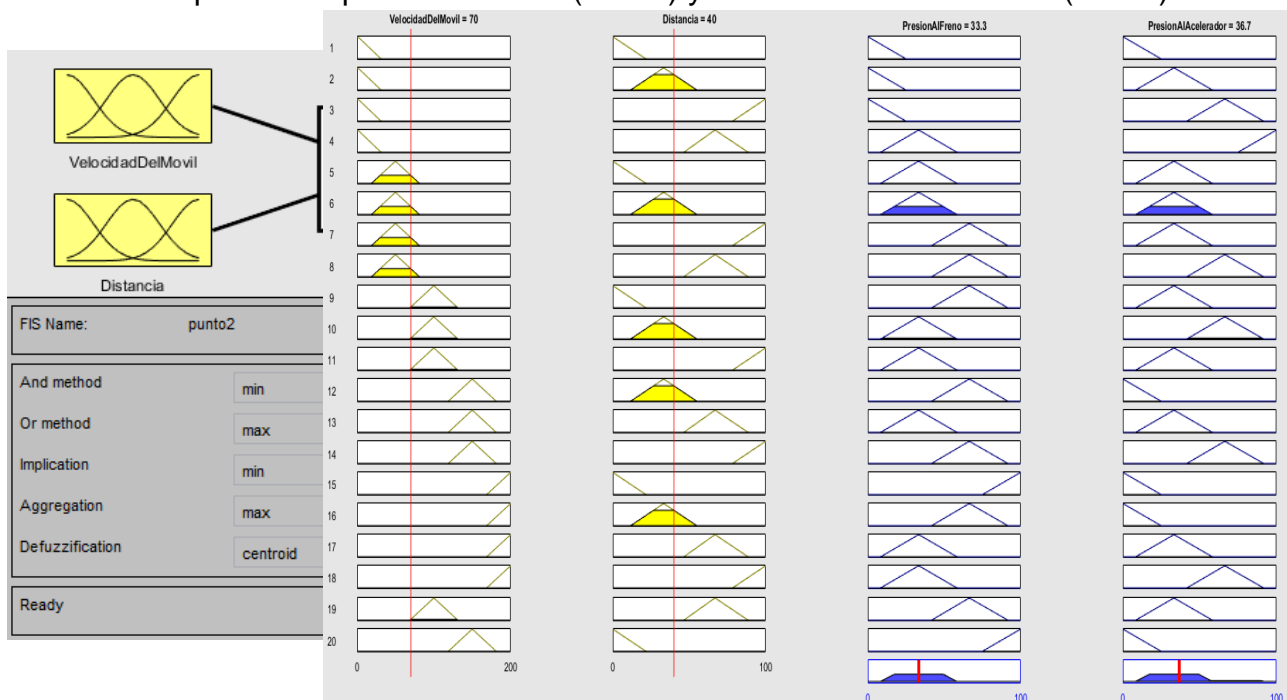


A medida que la Distancia Aumenta, la presión sobre el acelerador aumenta, y a medida que la distancia aumenta la presión sobre el freno disminuye, pero también aumenta en otro tramo, esto se debe también a la velocidad es un factor determinante.

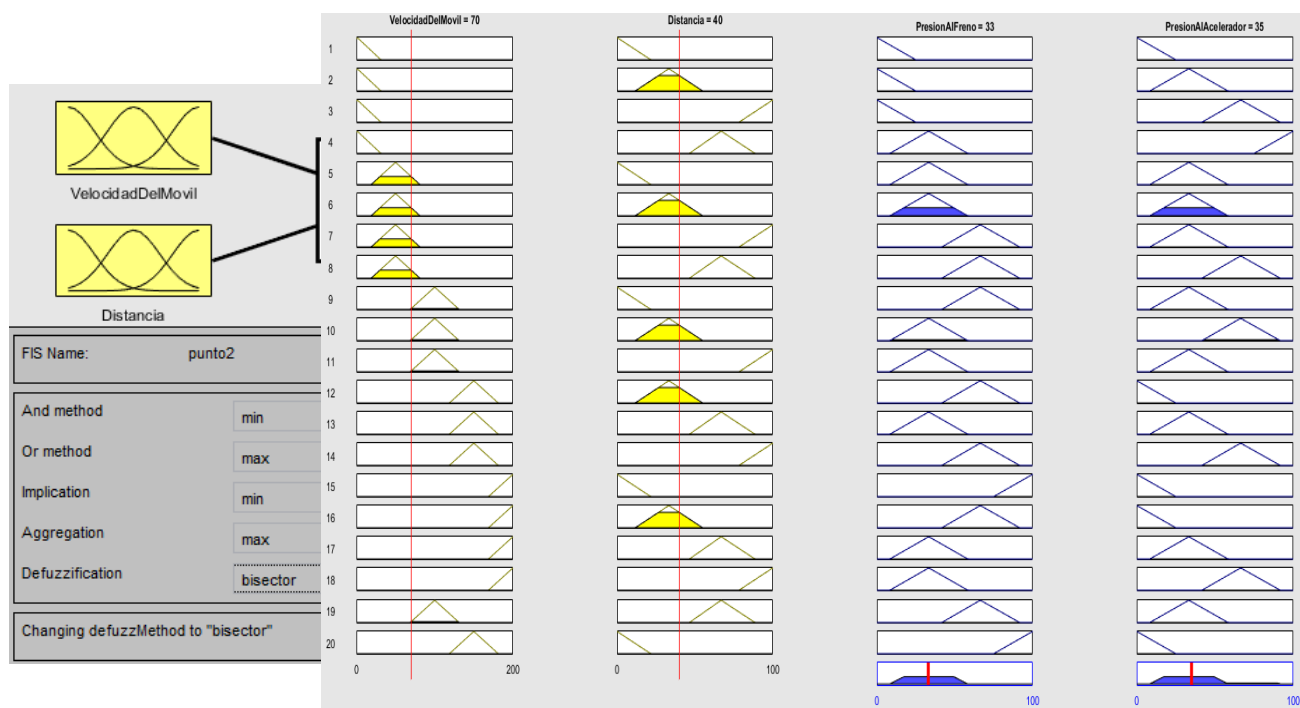
- d) ¿Qué presión se debe aplicar al freno y al acelerador si la velocidad es de 70 km/h y la distancia a un obstáculo es de 40m? Determinar la presión sobre el freno y el acelerador con implicancia Mandaniy defuzzyficación:

#### d.1.) Center of Gravity (COG)

Partiendo del modelo original con implicancia Mandani y defuzzyficacion Centroide, con una veloc. de 70 km/h y un obstáculo a 40m. Se debe aplicar una presión de 33.3 (suave) y una aceleración de 36.7 (suave).

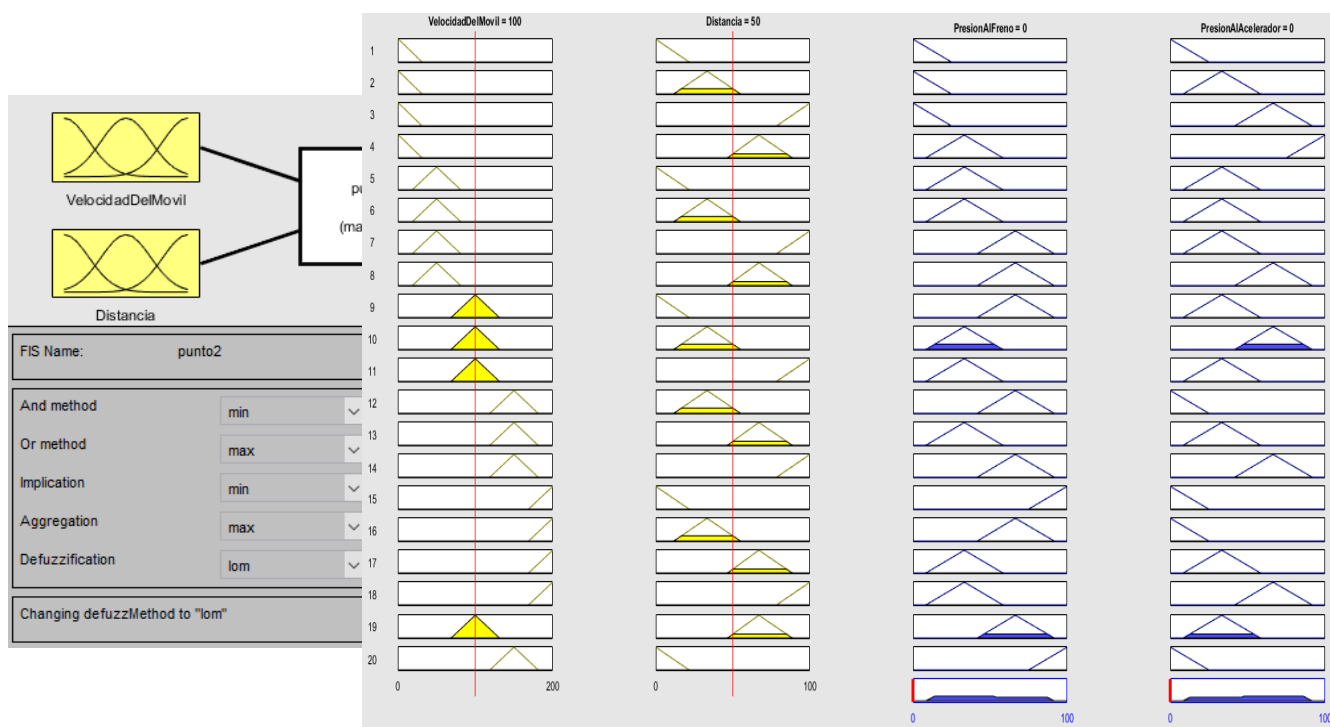


d.2.) con implicancia Mandani y defuzzyficacion Bisector(BS):  
 Para una veloc de 70 km/h (baja) y un obstáculo a 40m (media), se activa la regla número 6. Se debe aplicar una presión de 33 (suave) y una aceleración de 35 (suave).



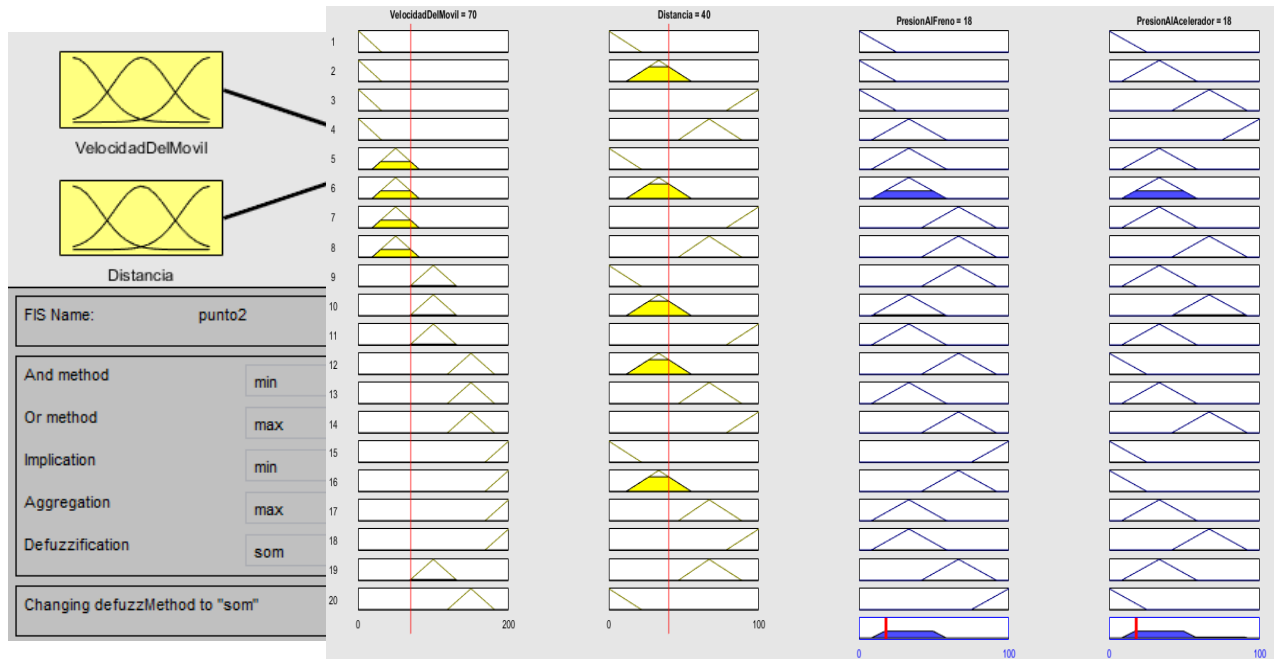
d.3.) con implicancia Mandani y defuzzyficacion Largest of Maximum (LOM).

Para una veloc de 70 km/h (baja) y un obstáculo a 40m (media), se activa la regla número 6. Se debe aplicar una presión de 0 (nulo) y una aceleración de 0 (nulo).



d.4.) con implicancia Mandani y defuzzyficacion Smallestof Maximum (SOM):

Para una veloc de 70 km/h (baja) y un obstáculo a 40m (media), se activa la regla número 6. Se debe aplicar una presión de 18 (suave) y una aceleración de 18 (suave).



- e) Sacar conclusiones de los resultados obtenidos en el punto d). De acuerdo a los valores obtenidos en los distintos métodos de defuzzyficación, se puede concluir que a una velocidad de 70km/h y una distancia de 40 metros, el método que más se acerca a la realidad para este ejercicio es el método de la Bisector o centroide, ya que el móvil se encuentra en movimiento y los valores obtenidos por los métodos LOM y SOM son nulos.

### 3. Tablas de decisión para control

Considere la tabla de decisión de MacVicar-Whelan de 5x5 particiones (vista en teoría). En esta tabla se considera que las variables de entrada a un controlador fuzzy son el error  $e(k)$  y su variación  $\Delta e(k)$ , y la variable de salida es la variación de la salida de control  $\Delta u(k)$ .

Dada la de decisión de MacVicar-Whelan:

Se realiza la siguiente implementación.

**b)  $\Delta u = F(e, \Delta e)$**

$\Delta e$	NG	NP	Z	PP	PG
NG	NG	NG	NG	NP	Z
NP	NG	NP	NP	Z	PP
Z	NG	NP	Z	PP	PG
PP	NP	Z	PP	PP	PG
PG	Z	PP	PG	PG	PG

NG = Negativo Grande

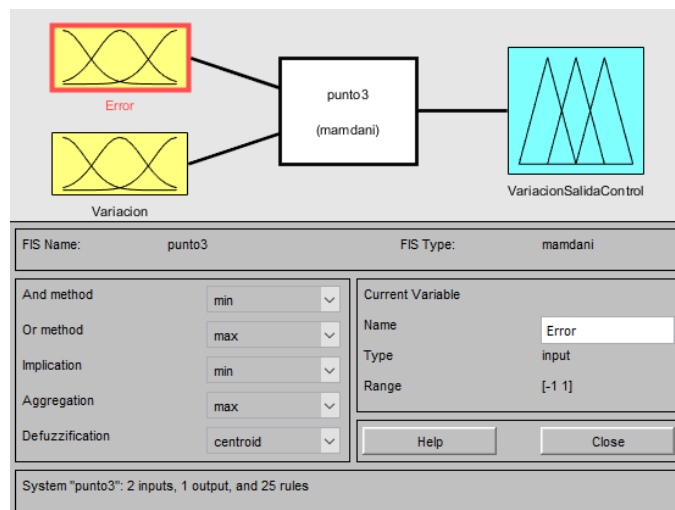
NP = Negativo Pequeño

Z = Cero

PP = Positivo Pequeño

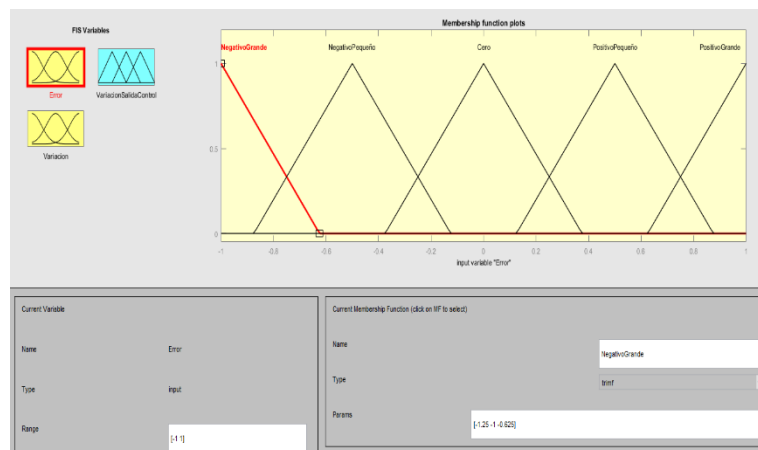
PG = Positivo Grande

a) Sobre el GUI fuzzy de Matlab®, implementar esta tabla.

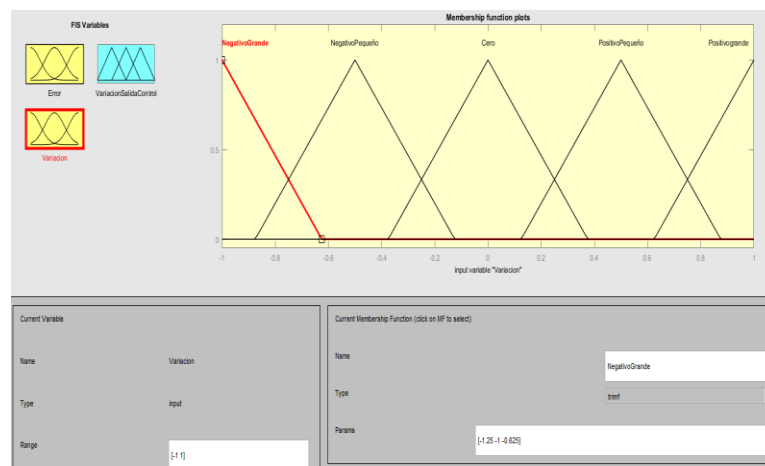


b) Definir las funciones de pertenencia para las variables de entrada y salida como triángulos igualmente espaciados y solapados al 50%, en el entorno  $[-1, +1]$ . Definir las etiquetas lingüísticas que propone la tabla.

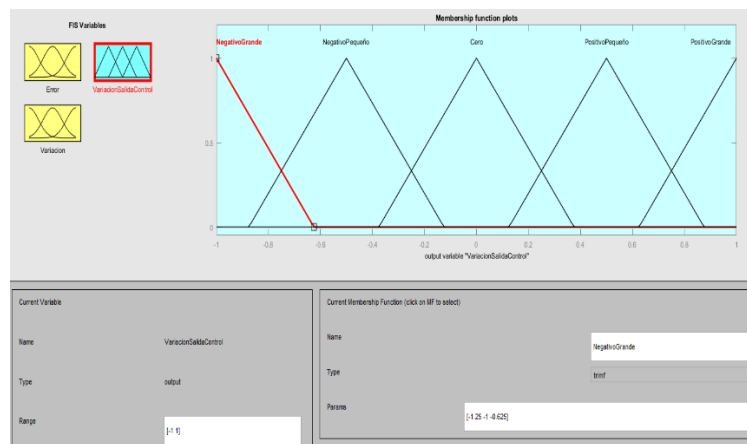
Variable de Entrada - Error:



Variable de Entrada - Variación:



## Variable de Salida – Variación Salida de Control:



- c) Escribir las reglas en la base de reglas de la interfaz gráfica, según se indica en la tabla.

1. If (Error is NegativoGrande) and (Variacion is NegativoGrande) then (VariacionSalidaControl is NegativoGrande) (1)		
2. If (Error is NegativoGrande) and (Variacion is NegativoPequeño) then (VariacionSalidaControl is NegativoGrande) (1)		
3. If (Error is NegativoGrande) and (Variacion is Cero) then (VariacionSalidaControl is NegativoGrande) (1)		
4. If (Error is NegativoGrande) and (Variacion is PositivoPequeño) then (VariacionSalidaControl is NegativoPequeño) (1)		
5. If (Error is NegativoGrande) and (Variacion is PositivoGrande) then (VariacionSalidaControl is Cero) (1)		
6. If (Error is NegativoPequeño) and (Variacion is NegativoGrande) then (VariacionSalidaControl is NegativoGrande) (1)		
7. If (Error is NegativoPequeño) and (Variacion is NegativoPequeño) then (VariacionSalidaControl is NegativoPequeño) (1)		
8. If (Error is NegativoPequeño) and (Variacion is Cero) then (VariacionSalidaControl is NegativoPequeño) (1)		
9. If (Error is NegativoPequeño) and (Variacion is PositivoPequeño) then (VariacionSalidaControl is Cero) (1)		
10. If (Error is NegativoPequeño) and (Variacion is PositivoGrande) then (VariacionSalidaControl is PositivoPequeño) (1)		
11. If (Error is Cero) and (Variacion is NegativoGrande) then (VariacionSalidaControl is NegativoGrande) (1)		
12. If (Error is Cero) and (Variacion is NegativoPequeño) then (VariacionSalidaControl is NegativoPequeño) (1)		
13. If (Error is Cero) and (Variacion is Cero) then (VariacionSalidaControl is Cero) (1)		
14. If (Error is Cero) and (Variacion is PositivoPequeño) then (VariacionSalidaControl is PositivoPequeño) (1)		
15. If (Error is Cero) and (Variacion is PositivoGrande) then (VariacionSalidaControl is PositivoGrande) (1)		
16. If (Error is PositivoPequeño) and (Variacion is NegativoGrande) then (VariacionSalidaControl is NegativoPequeño) (1)		
17. If (Error is PositivoPequeño) and (Variacion is NegativoPequeño) then (VariacionSalidaControl is Cero) (1)		
18. If (Error is PositivoPequeño) and (Variacion is Cero) then (VariacionSalidaControl is PositivoPequeño) (1)		
19. If (Error is PositivoPequeño) and (Variacion is PositivoPequeño) then (VariacionSalidaControl is PositivoPequeño) (1)		
20. If (Error is PositivoPequeño) and (Variacion is PositivoGrande) then (VariacionSalidaControl is PositivoGrande) (1)		
21. If (Error is PositivoGrande) and (Variacion is NegativoGrande) then (VariacionSalidaControl is Cero) (1)		
22. If (Error is PositivoGrande) and (Variacion is NegativoPequeño) then (VariacionSalidaControl is PositivoPequeño) (1)		
23. If (Error is PositivoGrande) and (Variacion is Cero) then (VariacionSalidaControl is NegativoGrande) (1)		
24. If (Error is PositivoGrande) and (Variacion is PositivoPequeño) then (VariacionSalidaControl is PositivoGrande) (1)		
25. If (Error is PositivoGrande) and (Variacion is PositivoGrande) then (VariacionSalidaControl is PositivoGrande) (1)		

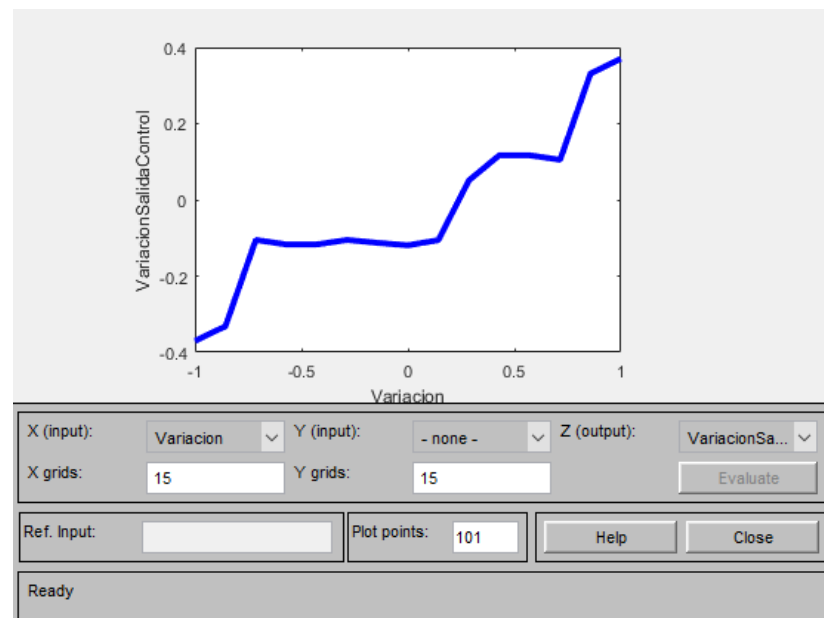
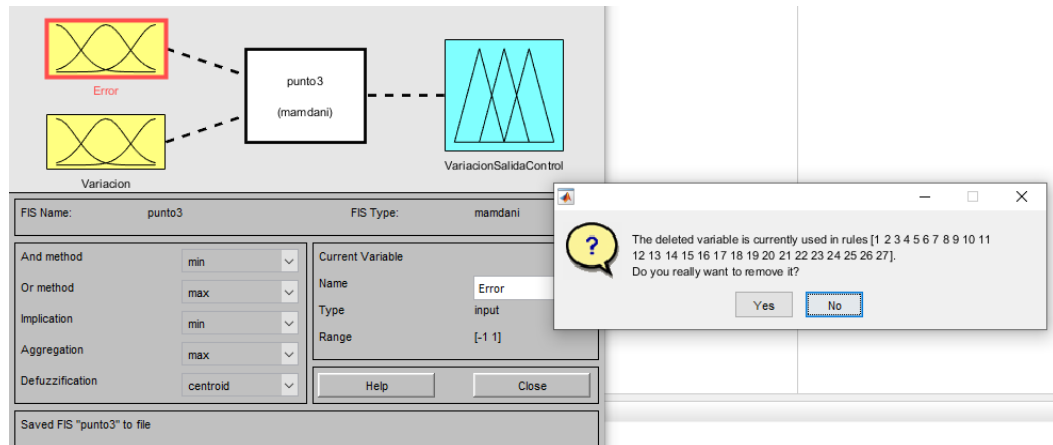
If	and	Then
Error is	Variacion is	VariacionSalidaC
NegativoGrande	NegativoGrande	NegativoGrande
NegativoPequeño	NegativoPequeño	NegativoPequeño
Cero	Cero	PositivoPequeño
PositivoPequeño	PositivoPequeño	Cero
PositivoGrande	PositivoGrande	PositivoGrande
<input type="checkbox"/> not	<input type="checkbox"/> not	<input type="checkbox"/> not
Connection: <input type="radio"/> or <input checked="" type="radio"/> and		Weight: 1
Delete rule		Add rule
Change rule		<< >>

FIS Name: punto3

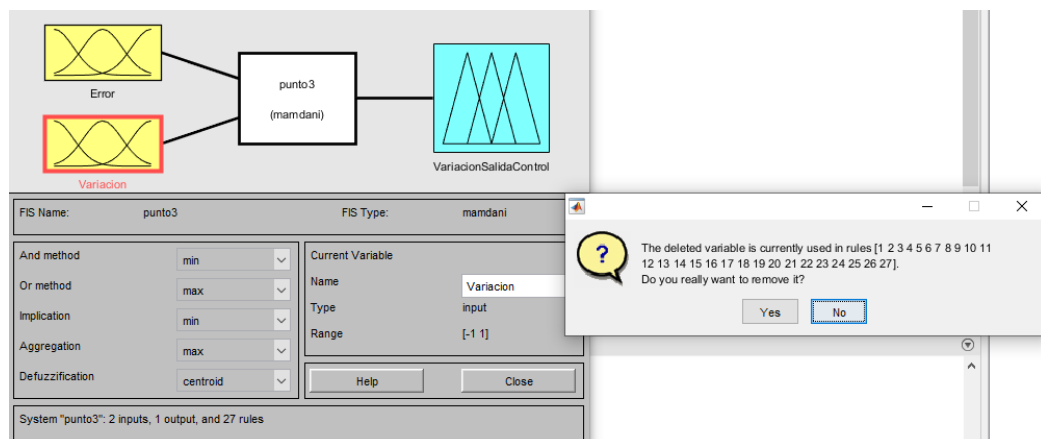
Help Close

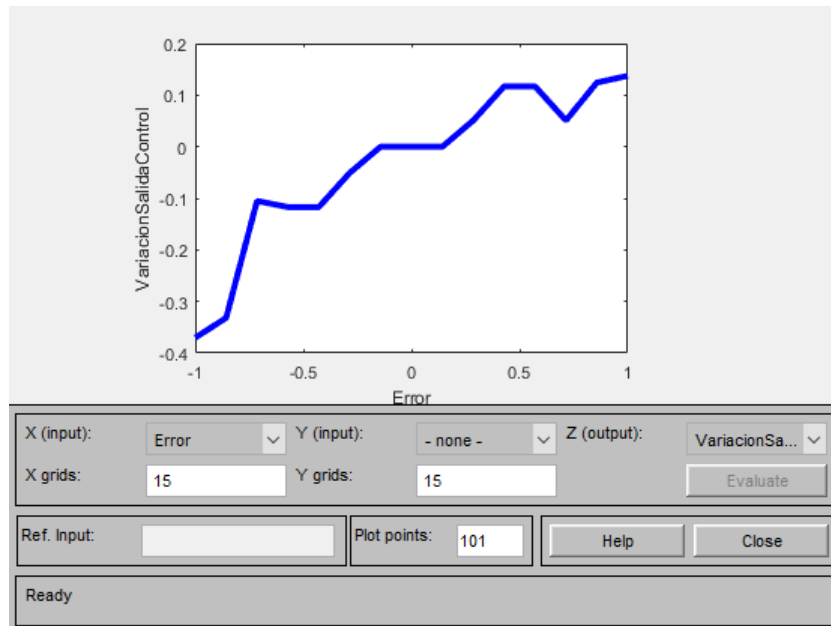
- d) Observar cómo es el formato de la superficie de control y describir sus características. *Orientación: Conviene anular una de las variables de entrada, por vez, y hacer el análisis como curva de transferencia.*

Se elimina la variable de entrada “Error”.



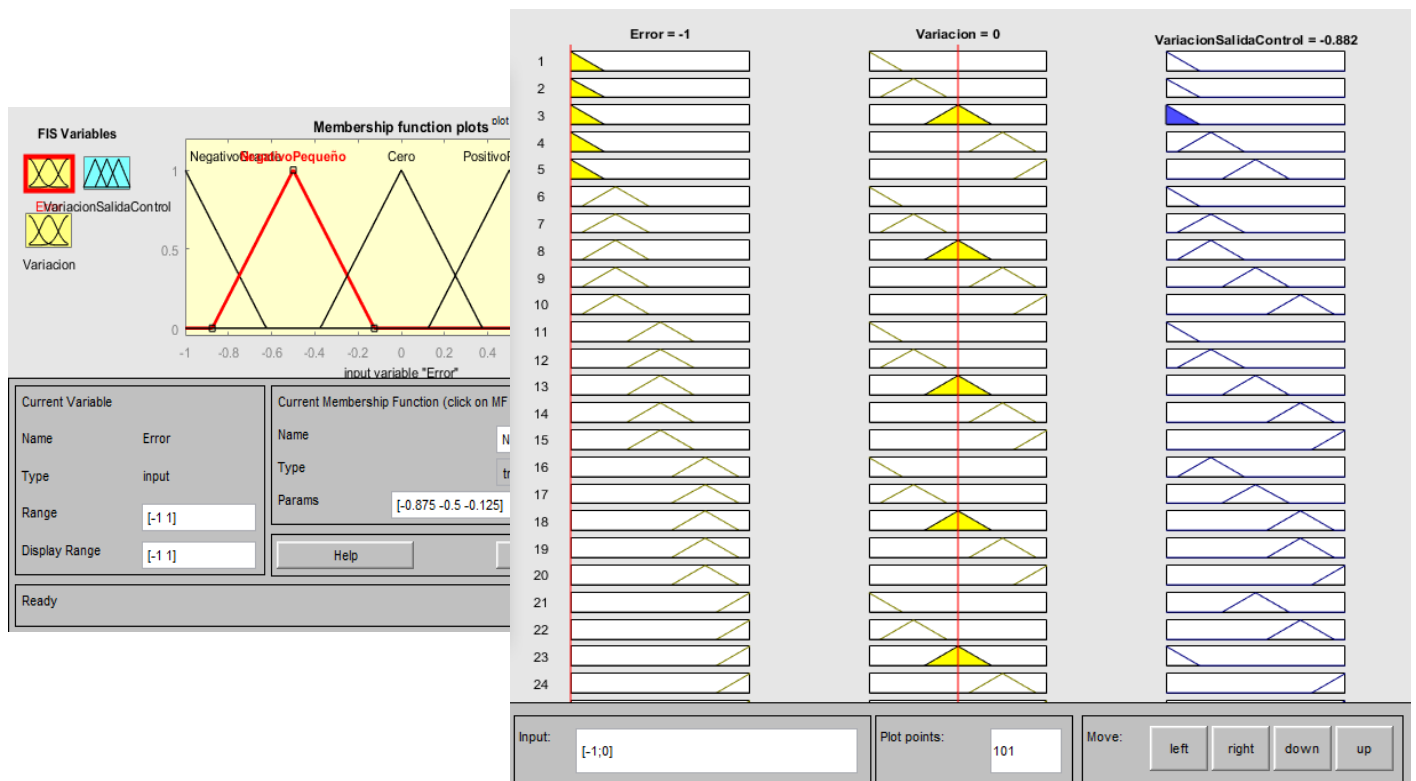
Se elimina la variable de entrada “Variación”





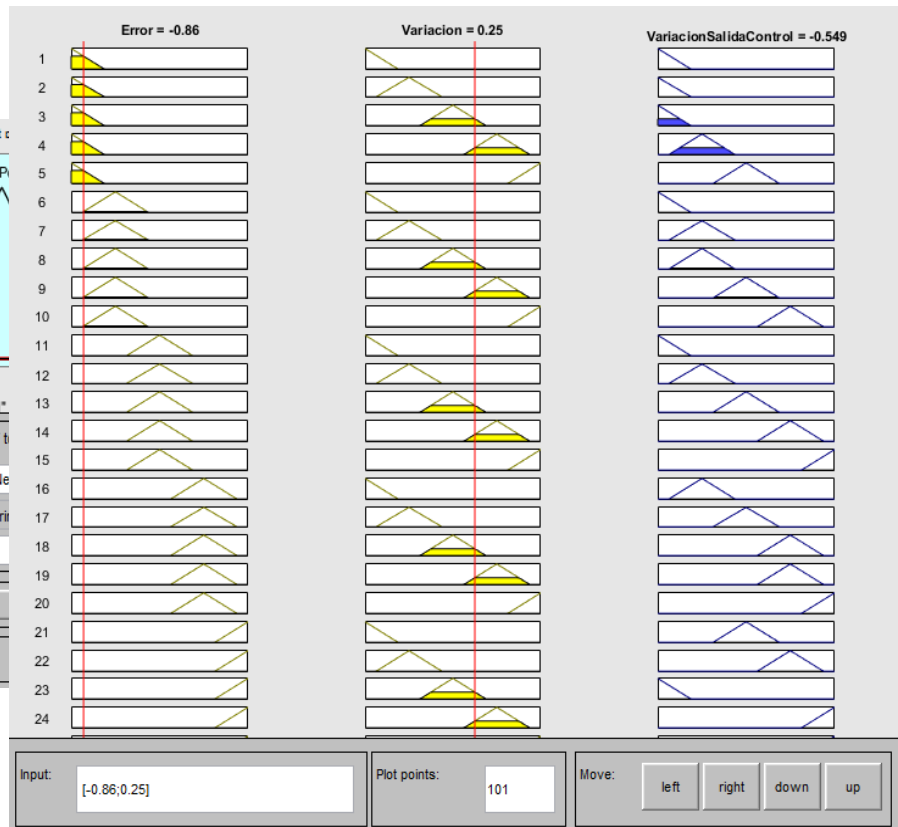
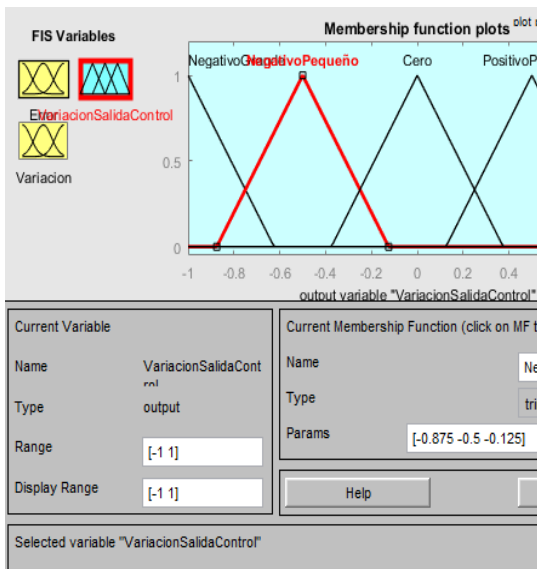
- e) Utilizando el visor de reglas, dar valores a las variables de entrada y verificar los valores correspondientes de las salidas. Registrar tales valores, especialmente cuando las variables de entrada toman los valores extremos de los alcances. Comentar los resultados.

Para el valor de entrada  $[-1 \ 0]$  se obtiene el valor de salida -0.882 (entre Negativo Grande y Negativo Pequeño)

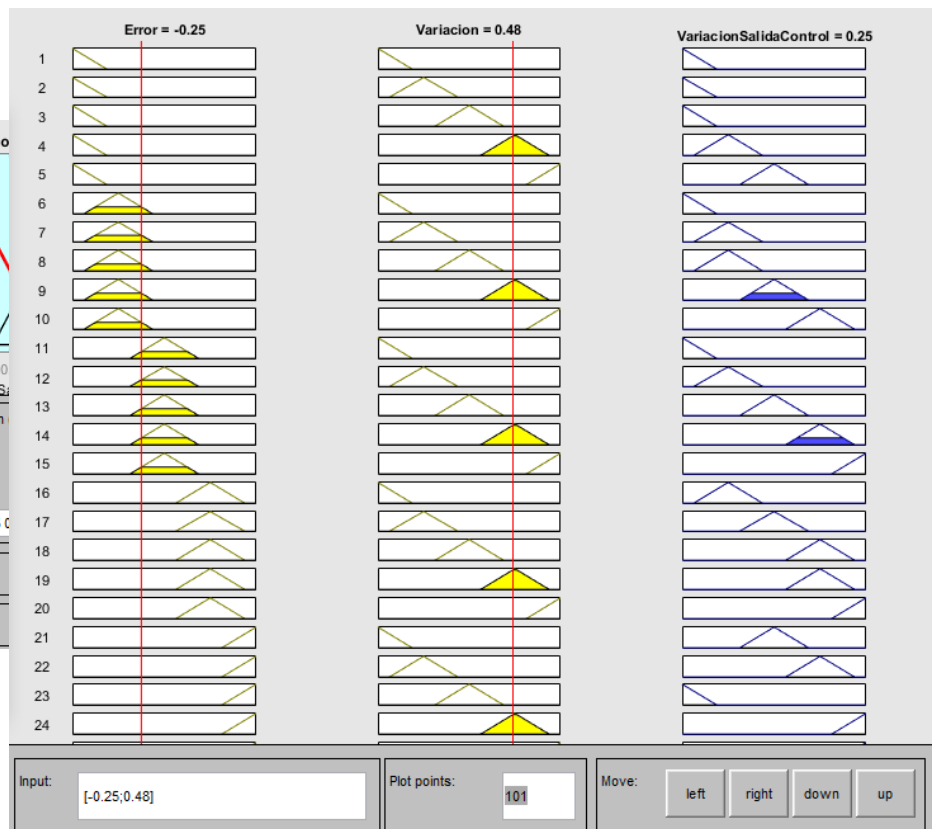
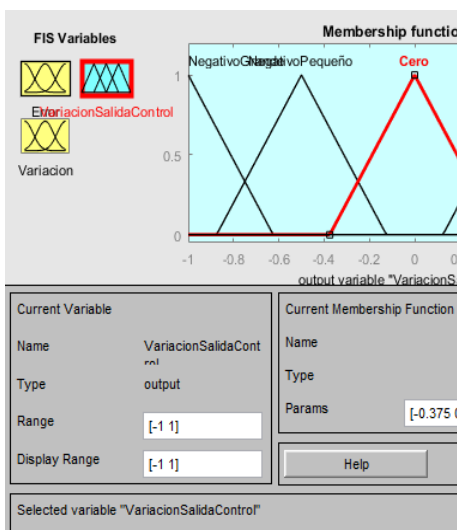




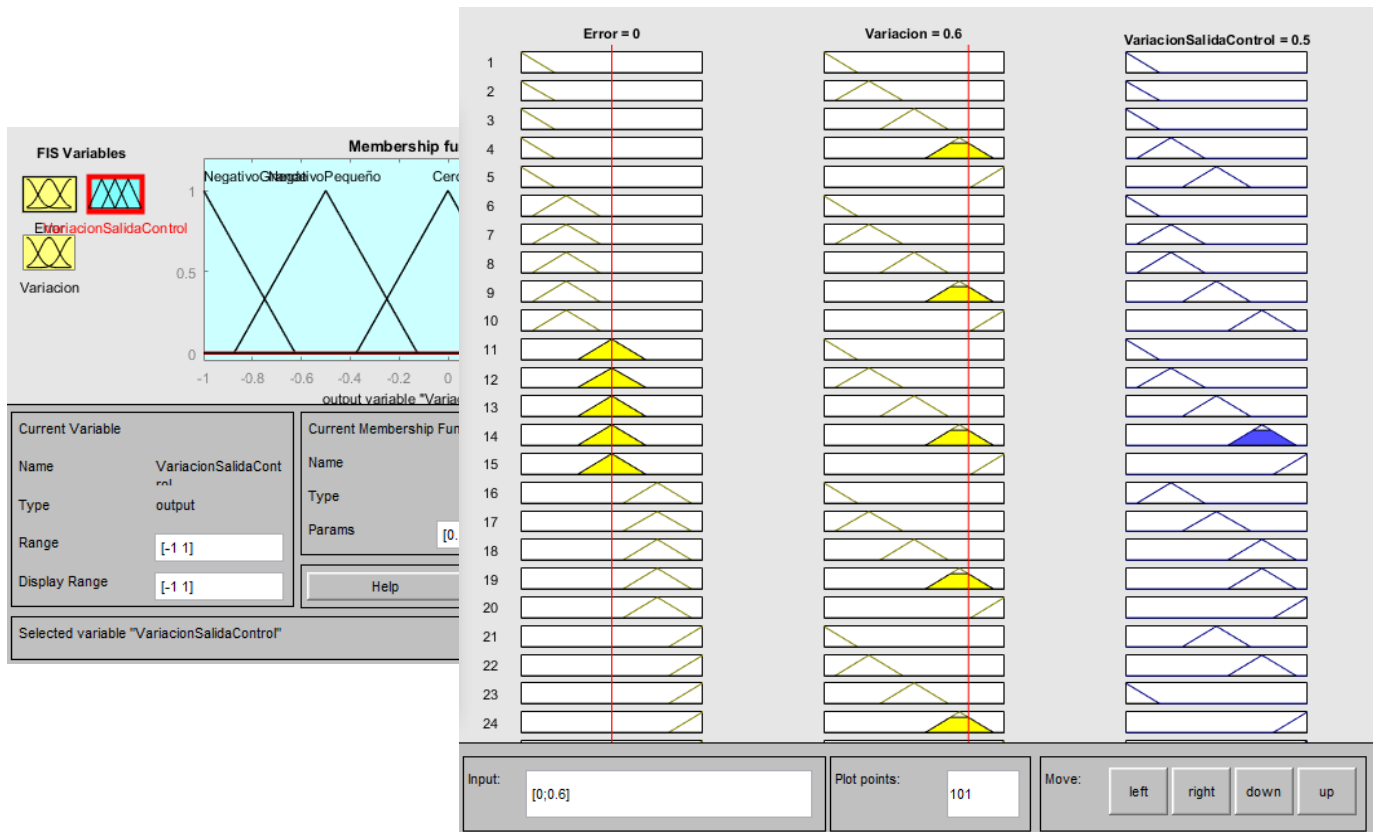
Para el valor de entrada  $[-0.86 \ 0.25]$  se obtiene el valor de salida  $-0.549$  (Negativo Pequeño).



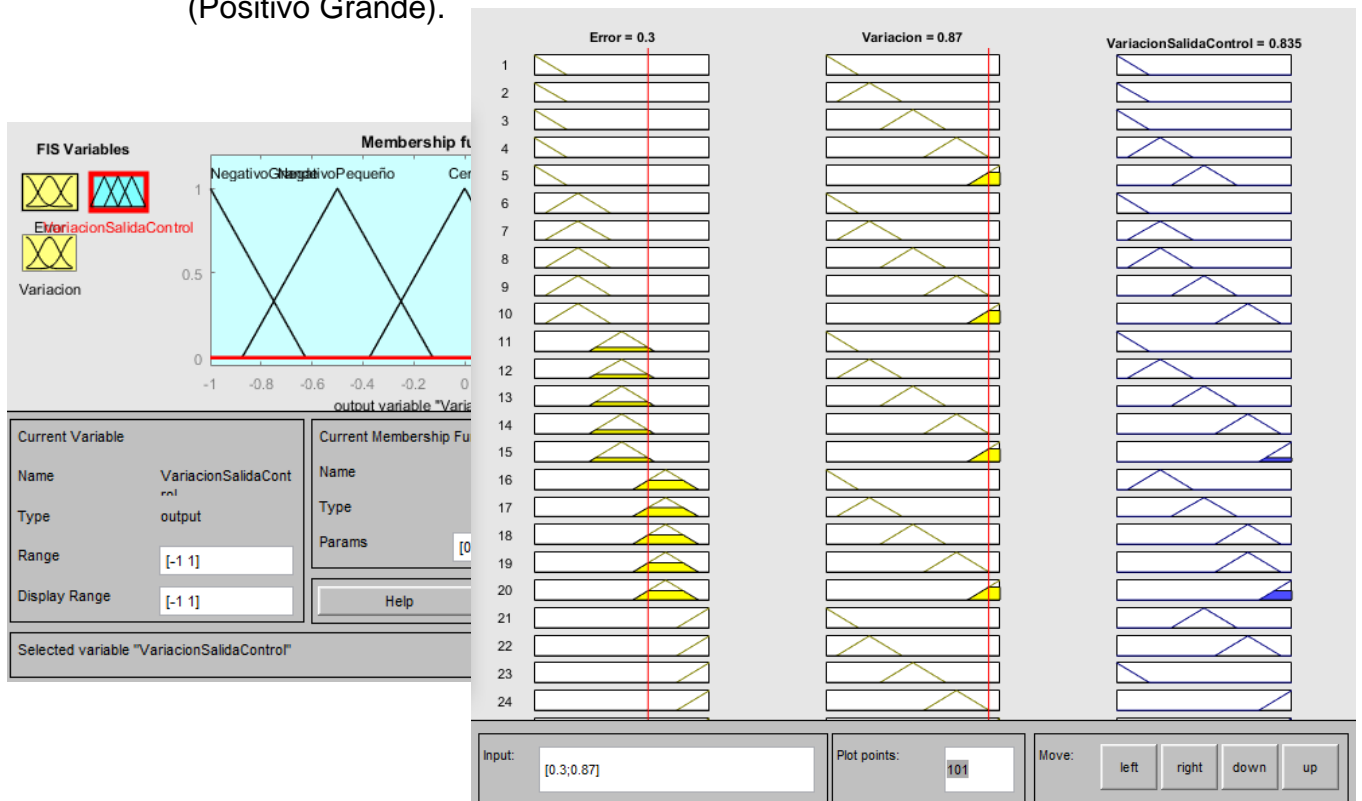
Para el valor de entrada  $[-0.25 \ 0.48]$  se obtiene el valor de salida  $0.25$  (entre Cero y Positivo Pequeño).



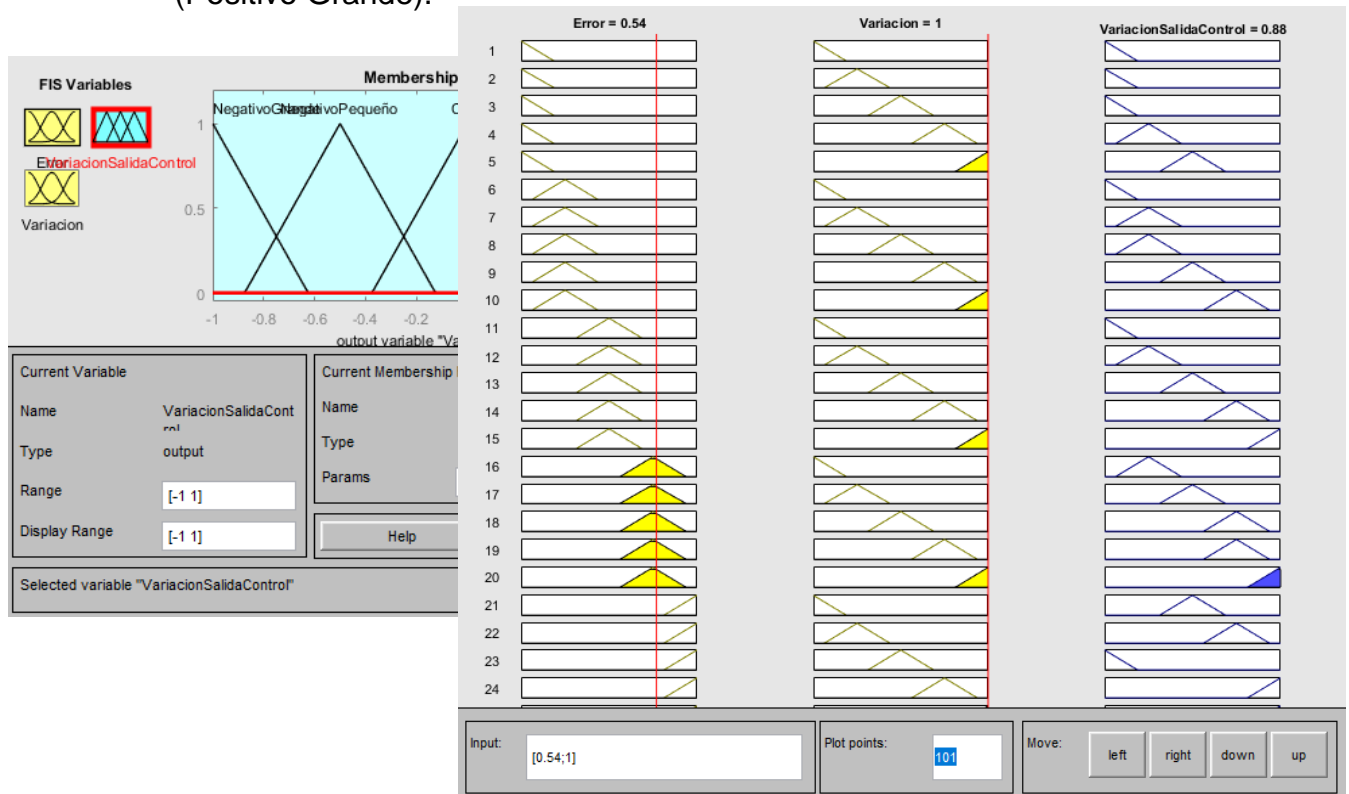
Para el valor de entrada [0 0.6] se obtiene el valor de salida 0.5 (Positivo Pequeño).



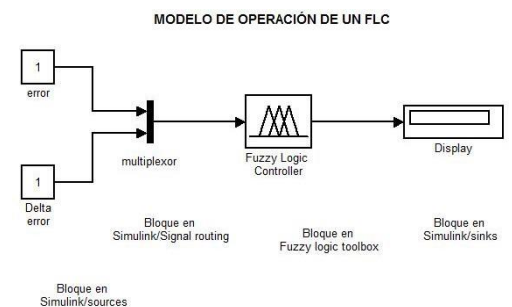
Para el valor de entrada [0.3 0.87] se obtiene el valor de salida 0.835 (Positivo Grande).



Para el valor de entrada  $[0.54 \ 1]$  se obtiene el valor de salida 0.88 (Positivo Grande).

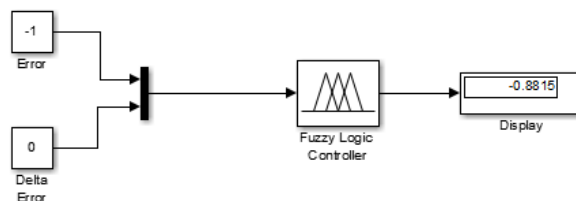


- f) Grabar el sistema.fis implementados en el espacio de trabajo y en un archivo.

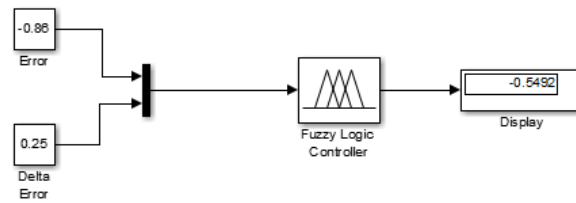


- g) Generar un modelo Simulink de este controlador, como se muestra en la figura y comprobar su funcionamiento con los valores obtenidos en el punto e).

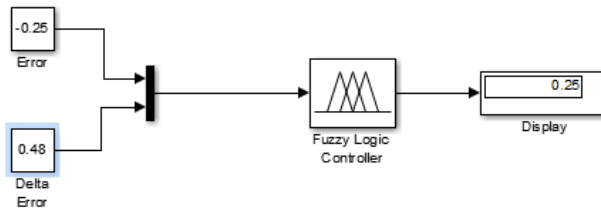
Para el valor de entrada  $[-1 \ 0]$  se obtiene el valor de salida -0.882 (entre Negativo Grande y Negativo Pequeño).



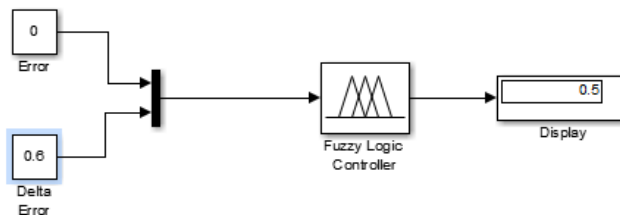
Para el valor de entrada  $[-0.86 \ 0.25]$  se obtiene el valor de salida  $-0.549$  (Negativo Pequeño).



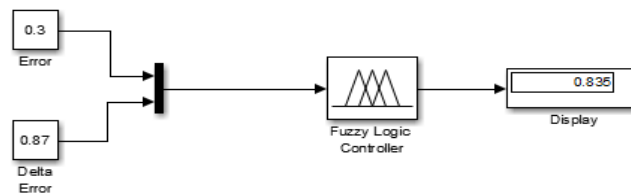
Para el valor de entrada  $[-0.25 \ 0.48]$  se obtiene el valor de salida  $0.25$  (entre Cero y Positivo Pequeño).



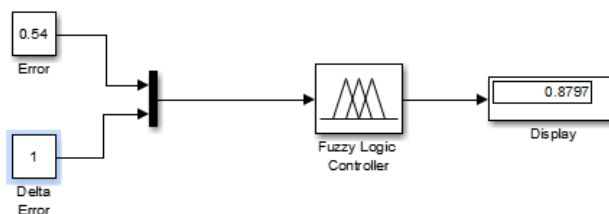
Para el valor de entrada  $[0 \ 0.6]$  se obtiene el valor de salida  $0.5$  (Positivo Pequeño).



Para el valor de entrada  $[0.3 \ 0.87]$  se obtiene el valor de salida  $0.835$  (Positivo Grande).



Para el valor de entrada  $[0.54 \ 1]$  se obtiene el valor de salida  $0.88$  (Positivo Grande).



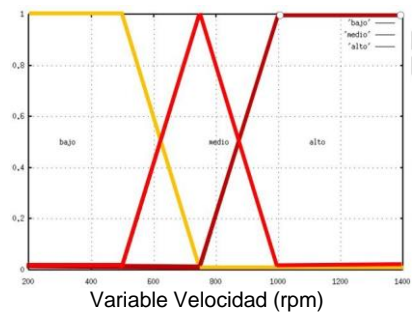
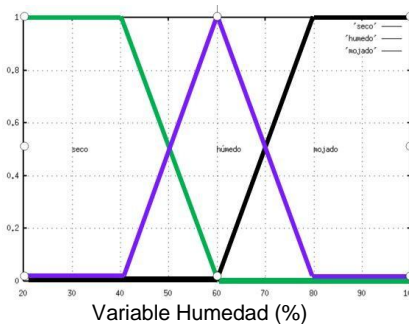
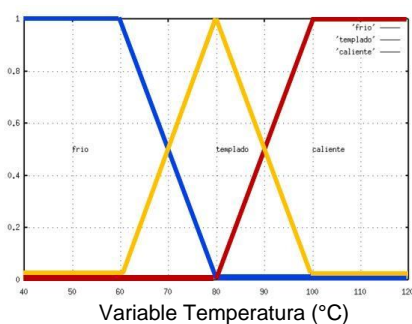
#### 4. Control de un ventilador.

Se desea implementar un sistema de control fuzzy para controlar la velocidad de giro de un ventilador a partir de la temperatura y humedad de una habitación.

La tabla de decisión que proporciona las reglas del sistema se muestra a continuación:

Temperatura/Humedad	Seco	Húmedo	Mojado
frío	medio	alto	alto
templado	bajo	medio	alto
caliente	medio	alto	alto

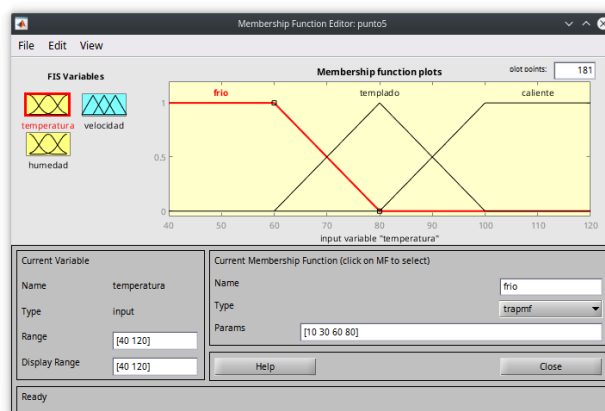
Las variables del sistema se modelan como se muestra en los gráficos: temperatura, humedad, y velocidad.



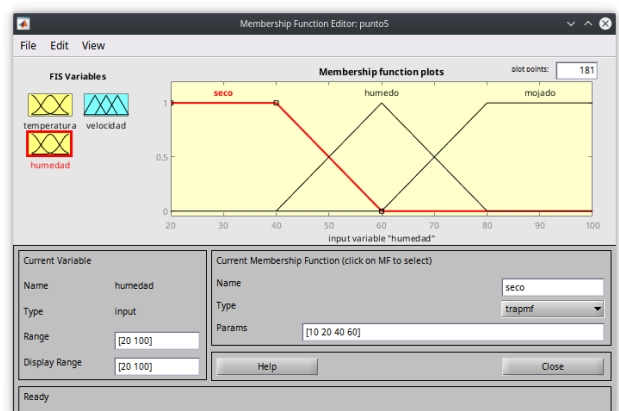
- a) Implementar el sistema sobre la herramienta de desarrollo FIS de Matlab, como modelo tipo Mamdani, implicación producto y defuzzyficación por bisector.

Investigar y explicar cómo funciona el método bisector en comparación con el método COG.

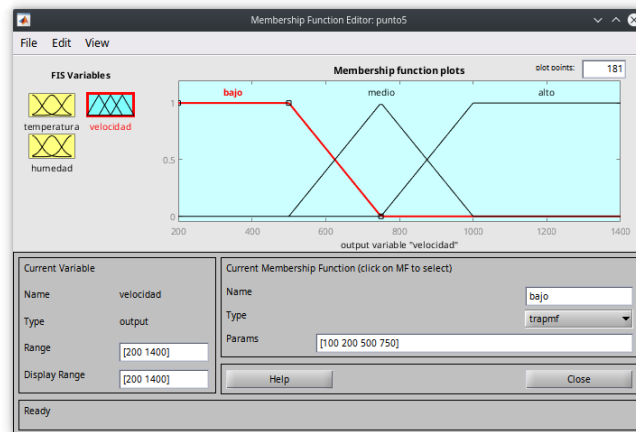
Variable de entrada Temperatura



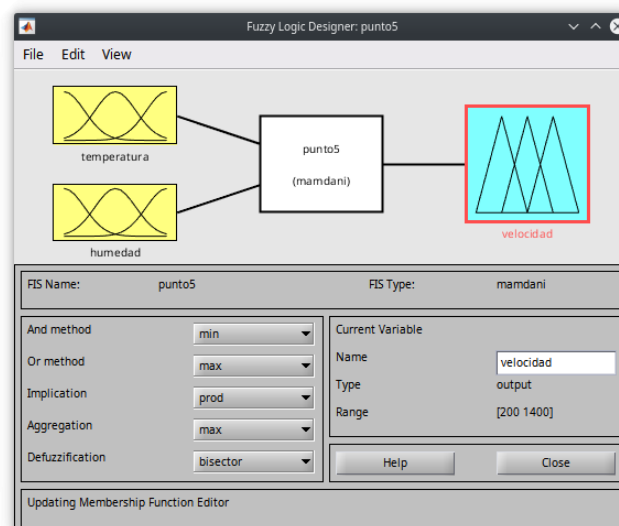
Variable de entrada Humedad



## Variable de salida Velocidad



## Modelo Mamdani, Implicación producto y defuzzyficación por bisector



### Método Bisector

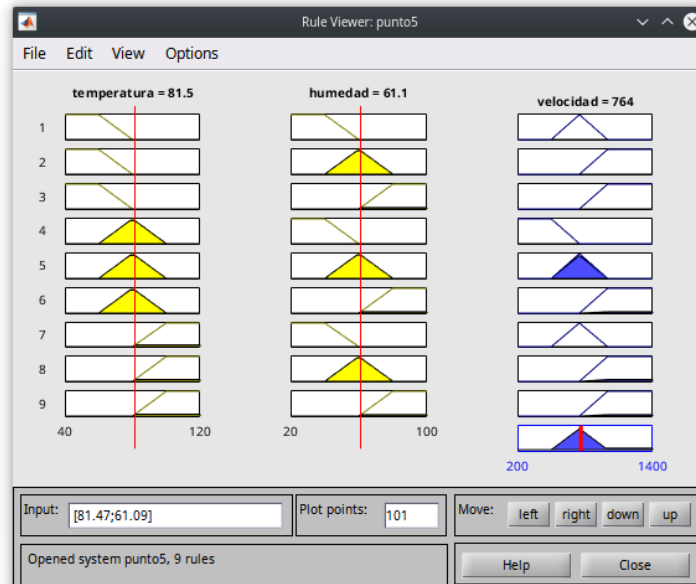
Si bien existen diferentes métodos de realizar el proceso de defuzzyficación, el cálculo por centroide se considera el más representativo como respuesta final (crisp) de inferencia, ya que, por sus características geométricas, se puede considerar que la posición del centroide (básicamente su coordenada en abscisas), representa una respuesta ponderada de las respuestas individuales de cada regla interviniente en el sistema de inferencia fuzzy.

El modelo detallado resuelto mediante el método de Centroide y el método de Bisector no logran aproximar los extremos de la escala, y no permite obtener resultados de 1 o 10 para instalaciones que así lo ameriten.

- b) “Jugar” con los cursores del visor de reglas, para ver si encuentra situaciones especiales o anómalas en los resultados. Extraer dos de esas situaciones y explicarlas.

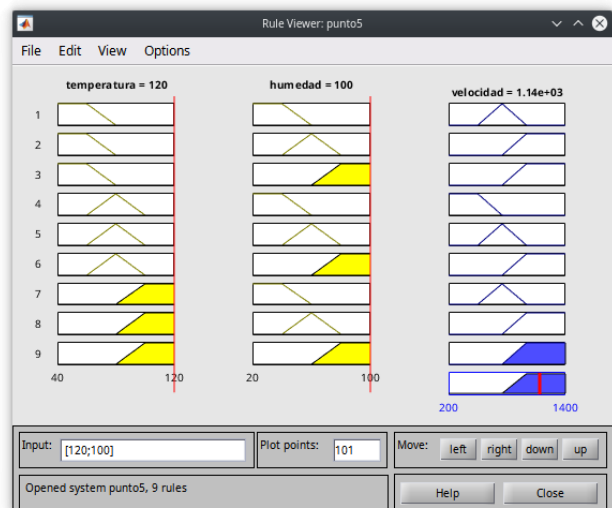
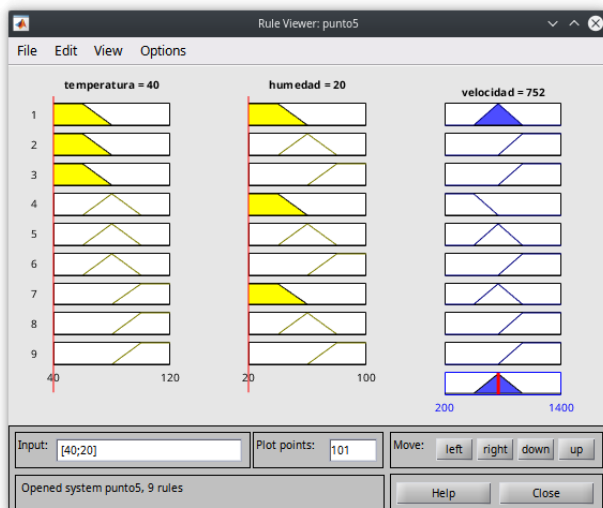
Variables de entrada con valores medios

- Temperatura = 81,5
- Humedad = 61,1
- Velocidad = 764



Variables de entrada con los valores mínimos

- Temperatura = 40
- Humedad = 20
- Velocidad = 752

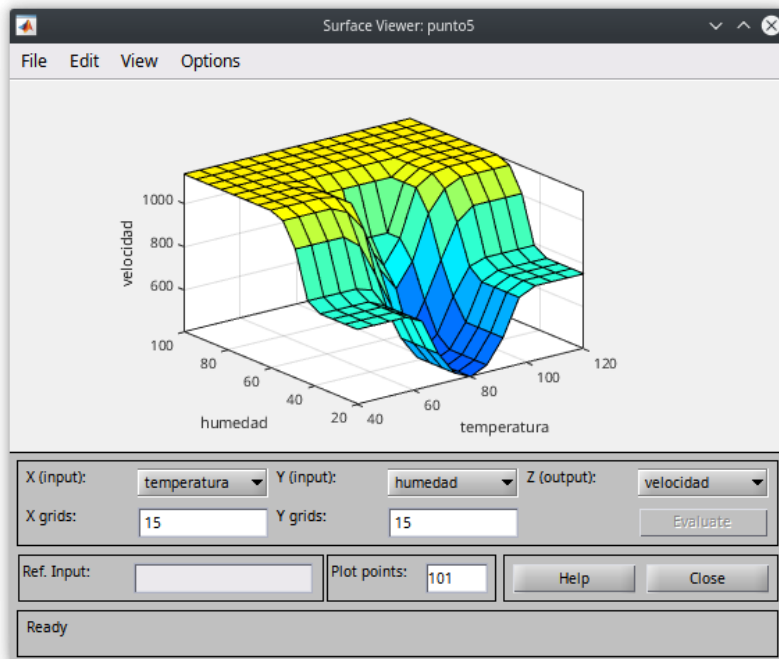


Variables de entrada con los valores máximos

- Temperatura = 120
- Humedad = 100
- Velocidad = 1,14e+03



- c) Observar la superficie de inferencia y comentar aspectos destacables.



En la superficie se puede observar que los valores mínimos se encuentran a una temperatura de 80 grados y después del 60% de humedad alcanza la velocidad máxima.