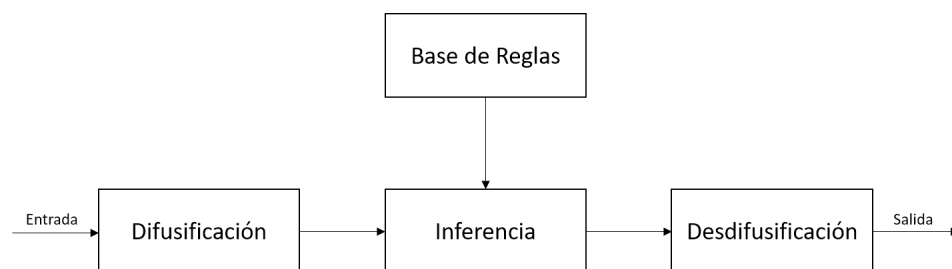


# Proyecto de Simulación - Lógica Difusa

Eliane Puerta Cabrera - C412

## Sistema Propuesto

El sistema de inferencia propuesto es de tipo **MIMO** (multiple input-multiple output). Está diseñado para recibir valores de entrada no difusos. Utiliza los métodos de agregación de Mamdani, Larsen y Tsukamoto para la inferencia. Las operaciones *and*, *or* y *negación* se resuelven con las funciones *min*, *max* y  $1 - x$  respectivamente, y la operación de multiplicación se resuelve con el producto algebraico. La desfusificación del resultado se hace con los métodos: Centroide, Bisección, Min-Max, Max-Max y Med-Max. Está estructurado de la forma:



## Implementación

Los conjuntos difusos están representados por una clase `FuzzySet`, que guarda los valores mínimo y máximo del dominio del conjunto, así como la expresión de su función de pertenencia.

Se utiliza una clase `FuzzyClause` para representar las cláusulas  *$x$  es  $A_i$* , y una clase `FuzzyRule` para las reglas *Si  $x$  es  $A_i$  entonces  $w$  es  $C_i$* . La clase `FuzzyRule` guarda las cláusulas en dos listas, una para el antecedente y otra para el consecuente, y tiene dos funciones, para evaluar las cláusulas del antecedente y del consecuente, respectivamente.

Se tiene una clase `FuzzyVariable` por cada variable del problema, que guarda los conjuntos difusos que conforman dicha variable.

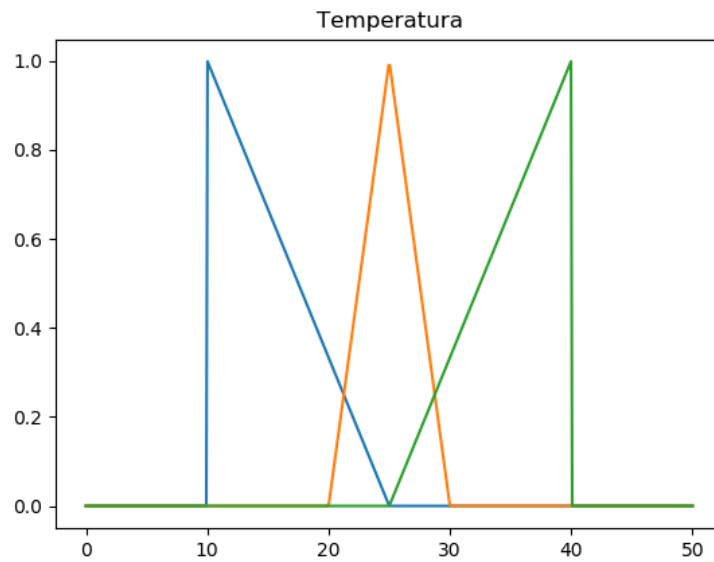
El sistema recibe como entrada un diccionario de la forma  $\{var-name: var-value\}$  y una lista de reglas, que conforman la base de conocimiento para la inferencia.

Para los gráficos de los conjuntos difusos se utilizó el módulo `matplotlib.pyplot`.

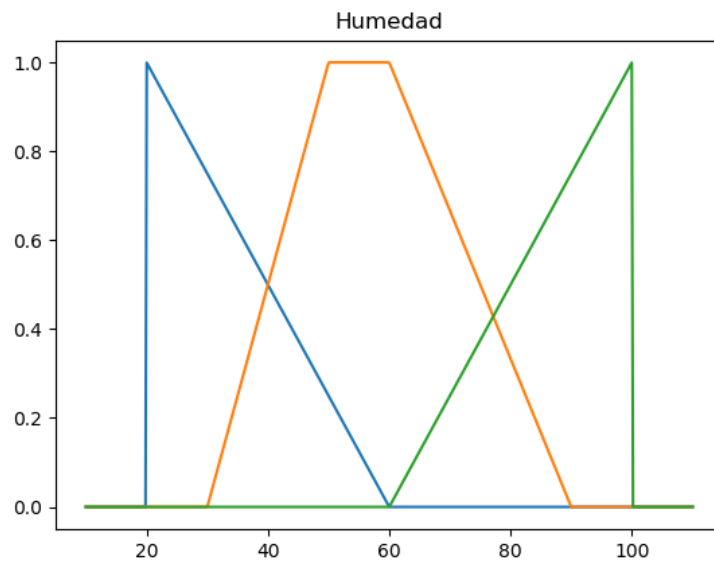
## Problema

Se propone utilizar el sistema de inferencia difusa implementado para construir un controlador de velocidad para un ventilador. El controlador deberá determinar la velocidad adecuada del ventilador de acuerdo a los niveles de temperatura y humedad del ambiente donde esté instalado el equipo. La temperatura y la humedad serán las variables de entrada del sistema y la velocidad será la variable de salida.

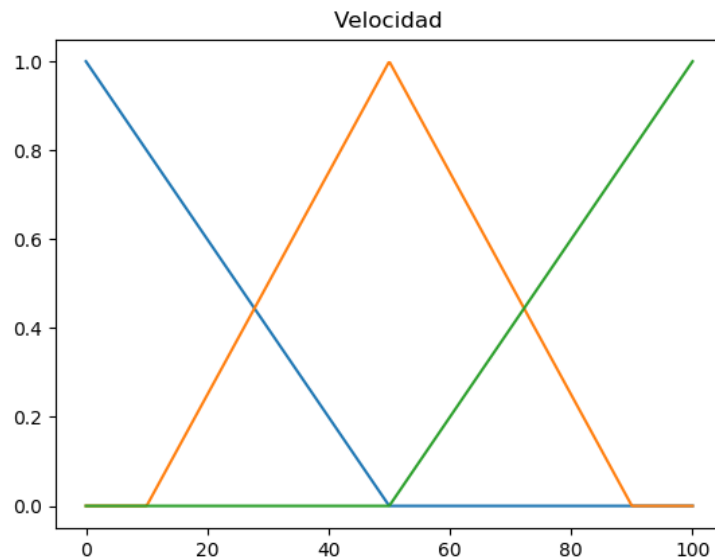
La variable “Temperatura” toma valores entre 10 y 40 grados Celsius, y está definida por los conjuntos difusos “Frio”, “Media” y “Caliente”, con función de pertenencia triangular cada uno:



La variable “Humedad” toma valores entre 20 y 100 por ciento, y está definida por los conjuntos difusos “Seco”, “Normal” y “Húmedo”, con funciones de pertenencia triangular, trapezoidal y triangular, respectivamente:



La variable “Velocidad” toma valores entre 0 y 100, y está definida por los conjuntos difusos “Lento”, “Moderado” y “Rápido”, cada uno con función de pertenencia triangular:



Para la inferencia del valor adecuado de velocidad se utilizaron las siguientes reglas:

- Si Temperatura es Frio y Humedad es Seco entonces Velocidad es Lento
- Si Temperatura es Frio y Humedad es Normal entonces Velocidad es Lento
- Si Temperatura es Media y Humedad es Seco entonces Velocidad es Lento
- Si Temperatura es Media y Humedad es Normal entonces Velocidad es Moderado
- Si Temperatura es Frio y Humedad es Húmedo entonces Velocidad es Moderado

- Si Temperatura es Caliente y Humedad es Seco entonces Velocidad es Moderado
- Si Temperatura es Caliente y Humedad es Normal entonces Velocidad es Rápido
- Si Temperatura es Caliente y Humedad es Húmedo entonces Velocidad es Rápido
- Si Temperatura es Media y Humedad es Húmedo entonces Velocidad es Rápido

## Resultados

Se probó el sistema con los valores de entrada: Temperatura = 32 y Humedad = 65. Luego de desdifusificar la salida, se obtuvieron los siguientes resultados:

Método	Mamdani	Larsen
Menor Máximo	74	100
Media de Máximos	87	100
Mayor Máximo	100	100
Centroide	80.50	83.67
Bisector	80	84

El método de Tsukamoto asume que las funciones de pertenencia de los conjuntos de las variables de salida son monótonas; por esta razón, el resultado obtenido con este método no se tuvo en cuenta en el análisis, debido a que no cumple con la condición requerida para aplicarlo y no se puede garantizar la correctitud de dicho resultado.

De los resultados anteriores se puede observar que todos los valores de Velocidad obtenidos corresponden con una velocidad Rápida, lo que concuerda con lo esperado para los valores de temperatura y humedad analizados. Sin embargo, para este problema, parece ser más acertado usar el método de Mamdani para la inferencia, con el método del Centroide para la desdifusificación. No obstante, sería interesante probar el desempeño en situaciones

reales, si se utiliza el promedio de todos los resultados como valor final de retorno del sistema.