**Práctica 7**

Enunciado (generado con ChatGPT)

Valeria lleva más de una década encargada del módulo de soporte vital en la estación espacial **Athena-9**, siendo responsable de mantener en equilibrio las condiciones internas de la nave. Gracias a su experiencia, ha desarrollado un método propio basado únicamente en la **vibración del módulo** y la **presión interna de la cabina** para **ajustar la intensidad del sistema de enfriamiento**, lo cual **impacta directamente en la estabilidad estructural** de la nave.

Los ingenieros de Tierra, intrigados por su precisión, han recopilado las reglas que sigue Valeria para automatizar el sistema usando **lógica difusa**:

**📜 Reglas difusas**

* **R1.** Si la **vibración** del módulo es **media** y la **presión interna** es **alta**, entonces la **intensidad de enfriamiento** debe ser **suave**.
* **R2.** Si la **vibración** del módulo es **media** y la **presión interna** **es** **baja**, entonces la **intensidad de enfriamiento** debe ser **moderada**.
* **R3.** Si la **vibración** del módulo es **muy baja**, entonces la **intensidad de enfriamiento** debe ser **alta**.
* **R4.** Si la **intensidad de enfriamiento** es **suave**, entonces la **estabilidad estructural** debe ser **normal**.
* **R5.** Si la **intensidad de enfriamiento** es **baja**, entonces la **estabilidad estructural** debe ser **baja**.
* **R6.** Si la **intensidad de enfriamiento** es **suave**, entonces la **estabilidad estructural** debe ser **alta**.

**📈 Variables lingüísticas y conjuntos difusos**

1. **Vibración del módulo** (0 a 10 unidades)
   * **Baja**: (0/0, 1/2, 1/4, 0/6)
   * **Media**: (0/4, 1/6, 1/8, 0/10)
2. **Presión interna** (en atmósferas, 0 a 100)
   * **Alta**: (0/40, 1/60, 0/80)
   * **Baja**: (0/0, 1/20, 0/50)
3. **Intensidad del sistema de enfriamiento** (0 a 100 unidades)
   * **Suave**: (0/10, 1/30, 0/50)
   * **Moderada**: (0/30, 1/50, 0/70)
   * **Alta**: (0/40, 0.5/50, 0.5/60, 1/70, 0.5/80, 0.5/90, 0/100)
4. **Estabilidad estructural** (escala de 0 a 5)
   * **Normal**: (0/1, 1/3, 0/5)
   * **Alta**: (0/3, 1/4)

**❓Pregunta**

Durante una maniobra crítica de reentrada, el **nivel de vibración** es **6 unidades** y la **presión interna** es de **50 atmósferas**.

**¿Qué valor nítido debe asignarse a la estabilidad estructural** usando la técnica de **media de los valores máximos (MOM)**?

Solución (con *qfuzzylite)*

En este problema tenemos reglas encadenadas, primero se ejecutarán las tres primeras reglas (R1, R2, R3) y con el resultado de estas se ejecutarán el resto (R4, R5, R6).

Comenzamos calculando el resultado de aplicar las tres primeras reglas con el programa *qfuzzylite*:

Gráfico

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Como podemos observar en la imagen obtenemos un resultado de Intensidad del sistema de enfriamiento de 30 para la entrada nivel de vibración es 6 unidades y la presión interna es de 50 atmósferas.

Ahora haremos encadenamiento simulado, ya que *qfuzzylite* no permite encadenamiento de reglas directamente.

Para ello añadimos un nuevo input, *Enfriamiento\_output* que simula el resultado de aplicar las tres primeras reglas. Si ponemos ese valor como 30 obtenemos el resultado de aplicar las tres últimas reglas:

Gráfico

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Obtenemos como resultado una estabilidad estructural de 3 tras añadir como input la salida de aplicar el conjunto anterior de reglas.

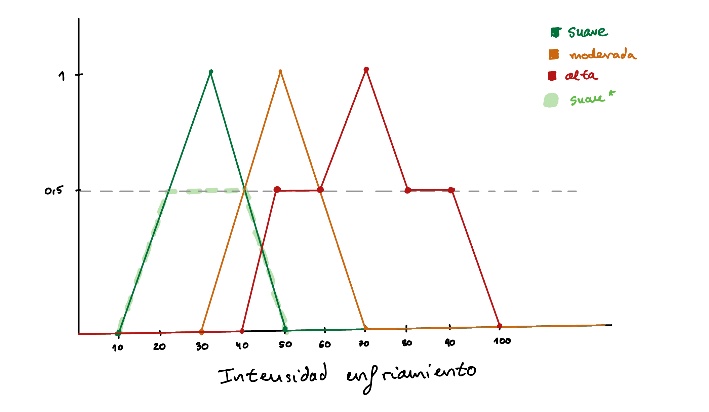
Solución (a mano*)*

Ahora solucionaremos el problema a mano para comparar los resultados cuando *dezzucificamos* para simular el encadenado de reglas y cuando no lo hacemos al introducir como entrada del segundo conjunto de reglas el conjunto completo de salida del primero.

1. Tratamiento de la entrada:

Obtenemos los siguientes valores: z1= 0.5, z2=0 y z3=0.

1. Activación de reglas: como el único valor no nulo que tenemos es el z1 es claro que es esta la regla que se activa.

Obtenemos como resultado, suave\* = min(0.5, suave).

1. Acumulación de evidencia: en este caso es claro que el conjunto de entrada para el siguiente conjunto de reglas es suave\*.
2. Tratar entrada reglas R4, R5,R6:

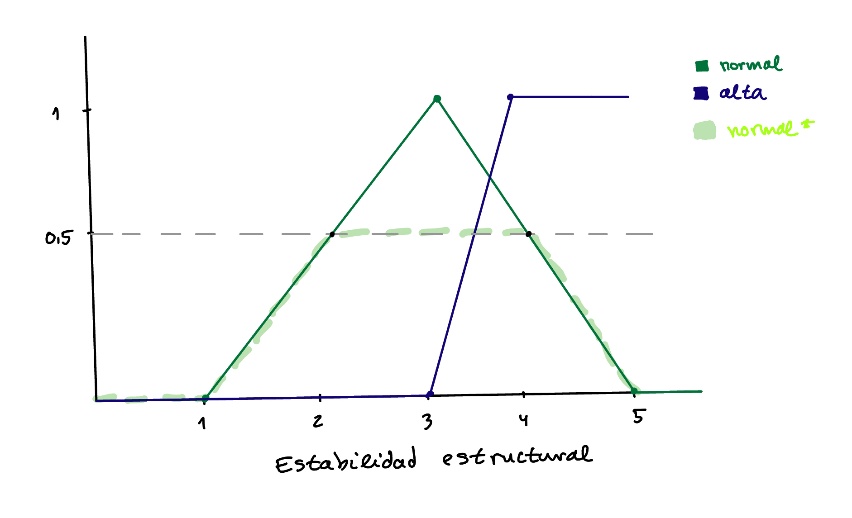
Tal y como hemos visto en clase cuando tenemos como entrada un conjunto difuso aplicamos la intersección del conjunto difuso con el conjunto difuso del valor de la entrada y a eso le aplicamos el máximo para quedarnos con un valor:

z4 = max(min(suave\*, suave)) = 0.5

z5 = 0

z6 = 0

1. Activación de reglas:

Como el único valor no nulo es el z4 es claro que se activa esta regla: normal\* = min(0.5, normal) y obtenemos el siguiente conjunto:

1. Acumulación de la evidencia: utilizando la técnica de la media de los máximos obtenemos que la estabilidad estructural es de (4-2)/2 = 3.