

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

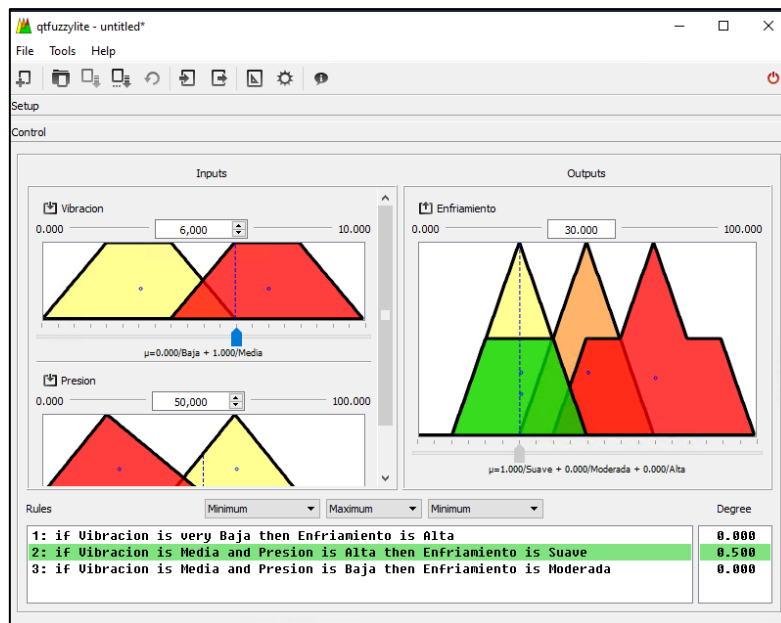
Durante una maniobra crítica de reentrada, el **nivel de vibración** es **6 unidades** y la **presión interna** es de **50 atmósferas**.

¿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).

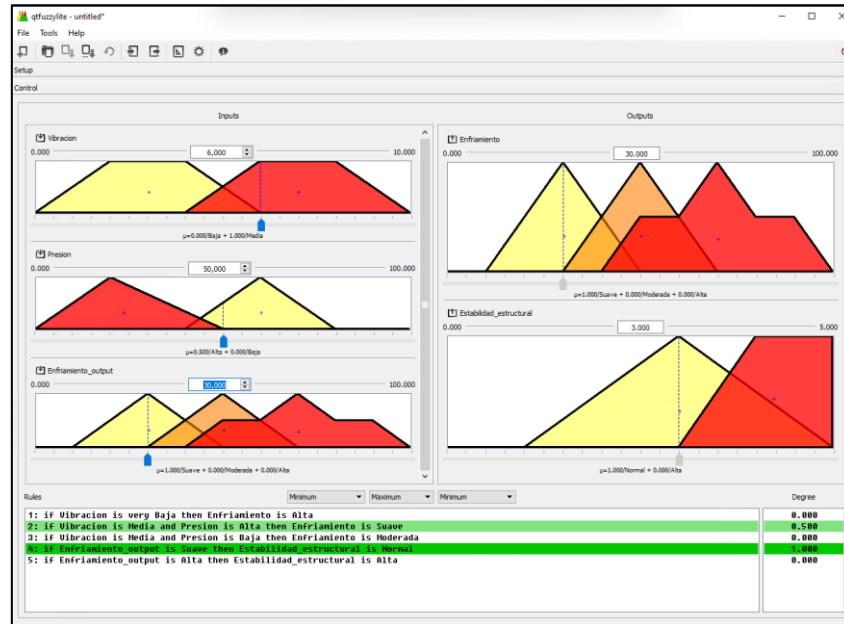
Comenzamos calculando el resultado de aplicar las tres primeras reglas con el programa *qfuzzylite*:



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:



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

Solución (a mano)

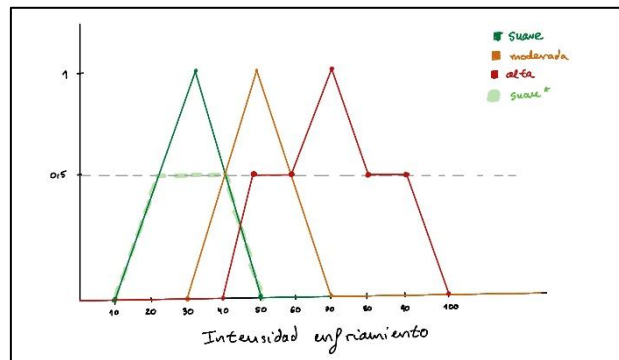
Ahora solucionaremos el problema a mano para comparar los resultados cuando *dezzucificamos* para simular el encadenado de reglas y cuando no lo hacemos al introducir como entrada del segundo conjunto de reglas el conjunto completo de salida del primero.

- 1) Tratamiento de la entrada:

Obtenemos los siguientes valores: $z_1 = 0.5$, $z_2 = 0$ y $z_3 = 0$.

- 2) Activación de reglas: como el único valor no nulo que tenemos es el z_1 es claro que es esta la regla que se activa.

Obtenemos como resultado, $\text{suave}^* = \min(0.5, \text{suave})$.



- 3) Acumulación de evidencia: en este caso es claro que el conjunto de entrada para el siguiente conjunto de reglas es suave*.
- 4) 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:

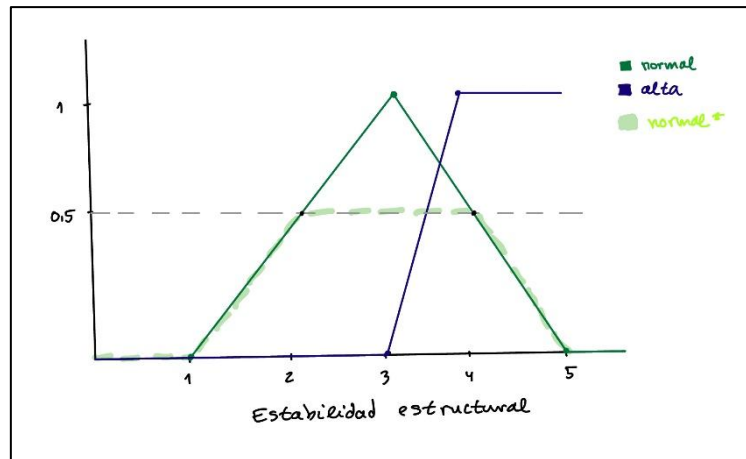
$$z_4 = \max(\min(\text{suave}^*, \text{suave})) = 0.5$$

$$z_5 = 0$$

$$z_6 = 0$$

- 5) Activación de reglas:

Como el único valor no nulo es el z_4 es claro que se activa esta regla: $\text{normal}^* = \min(0.5, \text{normal})$ y obtenemos el siguiente conjunto:



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