



## **Sistemas Fuzzy – SEL5755**

(Prof. Ivan Nunes da Silva)

### **EPC-4**

A determinação da pressão interna dentro de uma caldeira pode ser estimada em função de sua temperatura interna e do volume de água em seu interior. O especialista envolvido com o processo forneceu alguns dados que foram utilizados para o projeto de um sistema fuzzy para mapear o comportamento existente entre as suas entradas e sua saída. Essas informações são as seguintes:

#### **Variáveis de Entrada:**

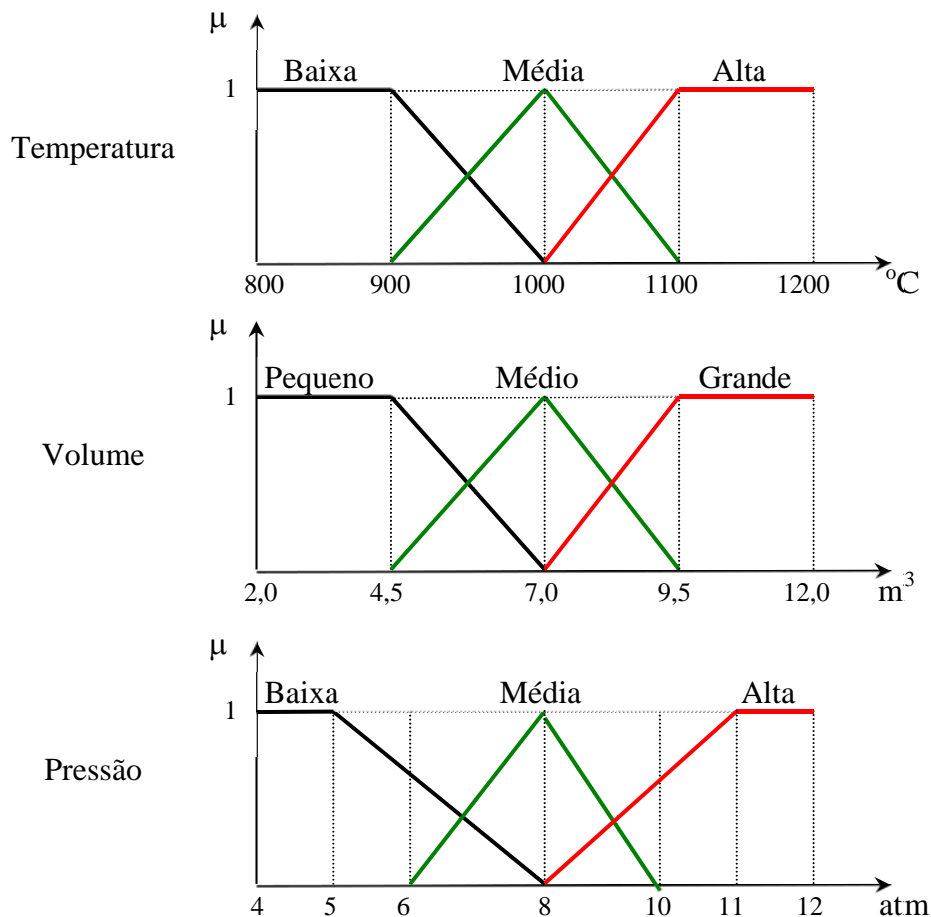
**Temperatura:** varia de 800°C a 1200°C.

**Volume:** varia de 2m<sup>3</sup> a 12m<sup>3</sup> de água.

#### **Variável de Saída:**

**Pressão:** varia de 4 atm a 12 atm.

Após a análise preliminar do problema, o projetista propôs um sistema fuzzy para estimar a saída (pressão), a partir das entradas (temperatura e volume), tendo como formato para as funções de pertinência os seguintes padrões geométricos:





A partir de valores de temperatura e volume, deseja-se então obter valores de pressão. O conjunto de regras fuzzy é dado pelas seguintes sentenças:

Regra 1: **Se** (Temperatura é Baixa) **e** (Volume é Pequeno)  
**Então** (Pressão é Baixa)

Regra 2: **Se** (Temperatura é Média) **e** (Volume é Pequeno)  
**Então** (Pressão é Baixa)

Regra 3: **Se** (Temperatura é Alta) **e** (Volume é Pequeno)  
**Então** (Pressão é Média)

Regra 4: **Se** (Temperatura é Baixa) **e** (Volume é Médio)  
**Então** (Pressão é Baixa)

Regra 5: **Se** (Temperatura é Média) **e** (Volume é Médio)  
**Então** (Pressão é Média)

Regra 6: **Se** (Temperatura é Alta) **e** (Volume é Médio)  
**Então** (Pressão é Alta)

Regra 7: **Se** (Temperatura é Baixa) **e** (Volume é Grande)  
**Então** (Pressão é Média)

Regra 8: **Se** (Temperatura é Média) **e** (Volume é Grande)  
**Então** (Pressão é Alta)

Regra 9: **Se** (Temperatura é Alta) **e** (Volume é Grande)  
**Então** (Pressão é Alta)

1. Elabore os procedimentos computacionais necessários para obter os valores de saída (defuzzificados) em função das regiões fuzzy resultantes a partir das contribuições de todas as regras ativadas.
2. Considere os seguintes valores de temperatura e volume que foram adquiridos em tempo real pelos instrumentos de medição do processo, os quais são definidos por:
  - a) Temperatura = 965°C e Volume = 11m<sup>3</sup>
  - b) Temperatura = 920°C e Volume = 7.6m<sup>3</sup>
  - c) Temperatura = 1050°C e Volume = 6.3m<sup>3</sup>
  - d) Temperatura = 843°C e Volume = 8.6m<sup>3</sup>
  - e) Temperatura = 1122°C e Volume = 5.2m<sup>3</sup>

Determine, para cada um dos valores acima, quais conjuntos fuzzy estarão ativados em função das entradas (temperatura e volume), listando ainda as respectivas regras fuzzy que estarão associadas com o cálculo da região de saída (pressão) do processo.

3. Determine e imprima, para cada um dos valores acima, a região fuzzy resultante da agregação de todas as regras ativadas.
  - Imprima todos os gráficos deste exercício em uma mesma folha.
  - Utilizar 500 pontos de discretização para todos os universos de discurso.
  - Utilizar operador de composição do tipo Max-Min.
  - Utilizar como operador de implicação o operador de Mamdani.
  - Utilizar como operador de agregação o operador Máximo.
  - Utilizar o operador Mínimo para o conectivo “e”.



4. Baseado nos resultados do Exercício 3, determine então os valores retornados do processo de defuzzificação quando se aplica o método do “Centro de Área”.
5. Baseado nos resultados do Exercício 3, determine os valores retornados do processo de defuzzificação quando se aplica o método da “Média dos Máximos”.
6. Baseado nos resultados do Exercício 3, determine os valores retornados do processo de defuzzificação quando se aplica o método do “Primeiro Máximo”.

### **OBSERVAÇÕES:**

1. O EPC pode ser realizado em grupo de três pessoas. Se for o caso, entregar então somente um EPC contendo o nome de todos os integrantes.
2. As folhas contendo os resultados do EPC devem ser entregue em sequência e grampeadas (não use clips).
3. Em se tratando de EPC que tenha implementação computacional, anexe (de forma impressa) também o seu respectivo programa fonte.