

Sistemas Fuzzy – SEL5755

(Prof. Ivan Nunes da Silva)

EPC-5

Para um sistema elétrico de potência, representado na Figura 1, há a necessidade de se classificar distúrbios relacionados à qualidade da energia elétrica.

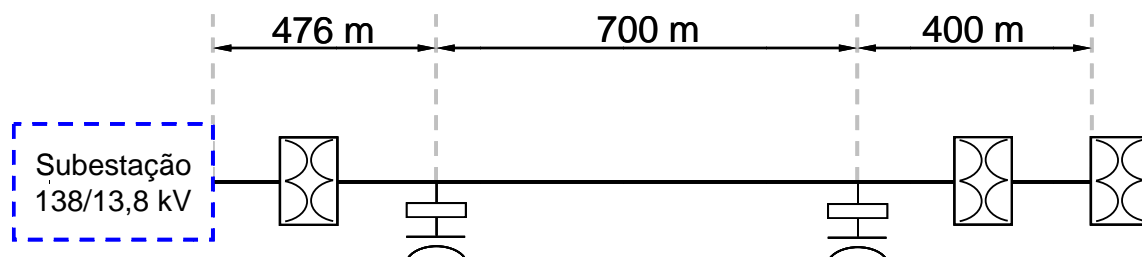


Figura 1 – Diagrama do sistema de potência.

Assim, baseado em medições de grandezas elétricas, pretende-se projetar um sistema fuzzy de tipo Mamdani para classificar os seguintes tipos de distúrbios:

- **Interrupção**
- **Afundamento**
- **Elevação**
- **Operação Normal**
- **Presença de Harmônicas**

A ilustração do sistema fuzzy é mostrada na Figura 2, cujas variáveis de entrada são a tensão fundamental (V_f) em p.u. (*per unit*) e a distorção harmônica total (DHT) em %.

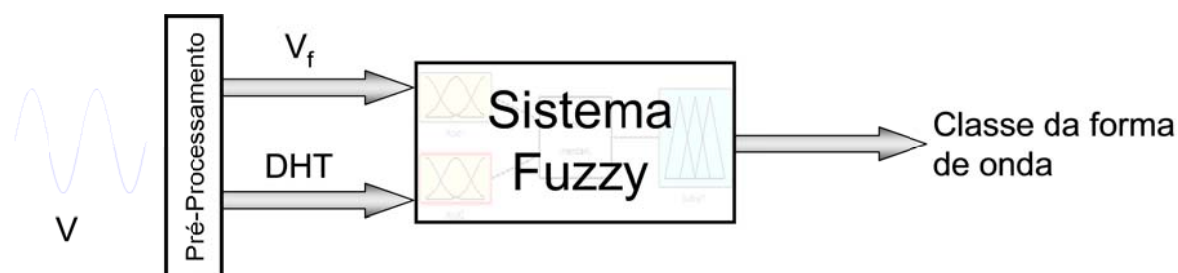


Figura 2 – Diagrama esquemático do sistema fuzzy.

Implemente então um sistema fuzzy do tipo Mamdani com as seguintes características:

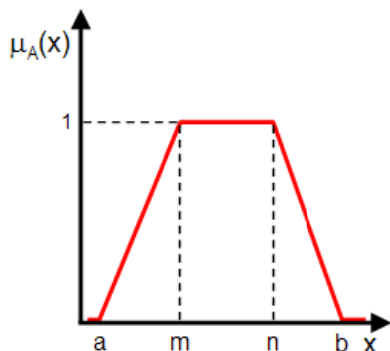
- Utilizar 200 pontos de discretização para todos os universos de discurso.
- Utilizar operador de composição do tipo Max-Min.
- Utilizar como operador de implicação o operador de Mamdani.
- Utilizar como operador de agregação o operador Máximo.
- Utilizar o operador Mínimo para o conectivo “e”.

As especificações das variáveis de entradas e saída são definidas conforme se segue.



Entrada 1: Tensão Fundamental (V_f)

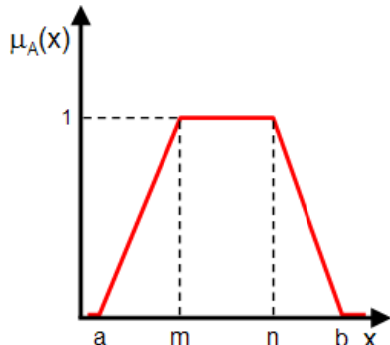
- Variável Linguística: V_f (pu)
- Termos Linguísticos: “Muito Baixa”, “Baixa”, “Média” e “Alta”
- Funções de Pertinência: “Trapezoidal”
- Universo de Discurso: [0, 1.8] (p.u.)



Termo Linguístico	a	m	n	b
MuitoBaixa	0.00	0.00	0.09	0.12
Baixa	0.09	0.12	0.94	0.96
Média	0.94	0.96	1.04	1.06
Alta	1.04	1.10	1.80	1.80

Entrada 2: Distorção Harmônica Total em % (DHT)

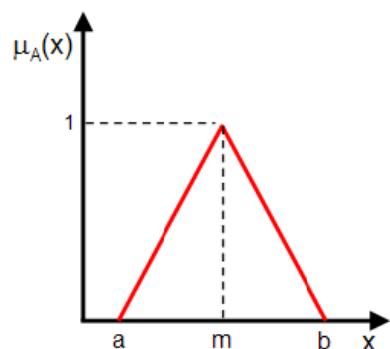
- Variável Linguística: DHT (%)
- Termos Linguísticos: “Pequena”, “Grande”
- Funções de Pertinência: “Trapezoidal”
- Universo de Discurso: [0, 100] (%)



Termo Linguístico	a	m	n	b
Pequena	0	0	5	6
Grande	5	7	100	100

Saída: Classe da Forma de Onda

- Variável Linguística: Classe
- Termos Linguísticos: “Interrupção”, “Afundamento”, “Elevação”, “Operação Normal”, “Presença de Harmônicas”
- Funções de Pertinência: “Triangulares”
- Universo de Discurso: [0, 1] (normalizado)



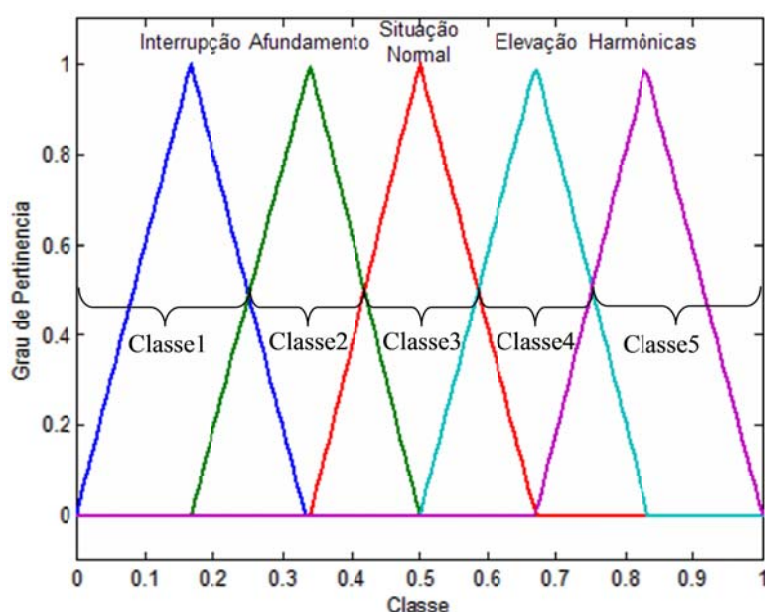
Termo Linguístico	a	m	b
Interrupção	0.000	0.167	0.333
Afundamento	0.167	0.333	0.500
Operação Normal	0.333	0.5	0.667
Elevação	0.500	0.667	0.833
Harmônicas	0.667	0.833	1.000



O conjunto de regras é especificado em função das seguintes sentenças linguísticas:

- Regra 1 → Se V_f é Muito Baixa e DHT é Pequena então Saída é Interrupção.
Regra 2 → Se V_f é Baixa e DHT é Pequena então Saída é Afundamento.
Regra 3 → Se V_f é Média e DHT é Pequena então Saída é Operação Normal.
Regra 4 → Se V_f é Alta e DHT é Pequena então Saída é Elevação.
Regra 5 → Se V_f é Muito Baixa e DHT é Grande então Saída é Interrupção.
Regra 6 → Se V_f é Baixa e DHT é Grande então Saída é Harmônicos.
Regra 7 → Se V_f é Média e DHT é Grande então Saída é Harmônicos.
Regra 8 → Se V_f é Alta e DHT é Grande então Saída é Harmônicos.

Como estratégia para definição de classes, utilize então as seguintes faixas:



Fenômeno	Saída (y)
Classe 1 – Interrupção	$0.00 < y \leq 0.25$
Classe 2 – Afundamento	$0.25 < y \leq 0.42$
Classe 3 – Operação Normal	$0.42 < y \leq 0.58$
Classe 4 – Elevação	$0.58 < y \leq 0.75$
Classe 5 – Harmônicas	$0.75 < y \leq 1.00$

Após a implementação de todo o sistema fuzzy, aplique-o então para classificar as seguintes situações:

Situação	V_f (pu)	DHT (%)	Fenômeno
1	0.01	0.34	
2	0.05	16.26	
3	0.50	4.84	
4	0.85	1.79	
5	1.02	0.47	
6	0.97	1.21	
7	1.57	4.76	
8	1.26	1.21	
9	0.99	16.32	
10	1.20	18.96	

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.