

PROTÓTIPO DE UM CONTROLADOR
DE TEMPERATURA BASEADO EM
LÓGICA FUZZY UTILIZANDO UM
MICRONTROLADOR

EDUARDO KLAUS BARG

ORIENTADOR: MIGUEL ALEXANDRE WISINTAINER

ROTEIRO DE APRESENTAÇÃO



- Introdução
- Objetivos do Trabalho
- Inteligência Artificial
- Lógica Fuzzy
- Microcontroladores
- Especificação do Hardware
- Especificação do Software de Controle Fuzzy
- Implementação
- Conclusão

INTRODUÇÃO



- Controlador “PID”
- PID x Fuzzy
- Microcontroladores

OBJETIVO PRINCIPAL



O trabalho proposto tem como objetivo principal especificar e implementar um protótipo de hardware, utilizando uma arquitetura de microcontrolador de 8 bits, para realizar o processo de controle de temperatura de um ambiente, utilizando os conceitos de lógica Fuzzy.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

É o campo científico preocupado com a criação de sistemas computadorizados que podem atingir níveis de raciocínio humano.

A lógica Fuzzy é uma das diversas técnicas de implementação de inteligência artificial

LÓGICA FUZZY



Aristóteles, filósofo grego (384-322 a.C.), foi o fundador da ciência da lógica.

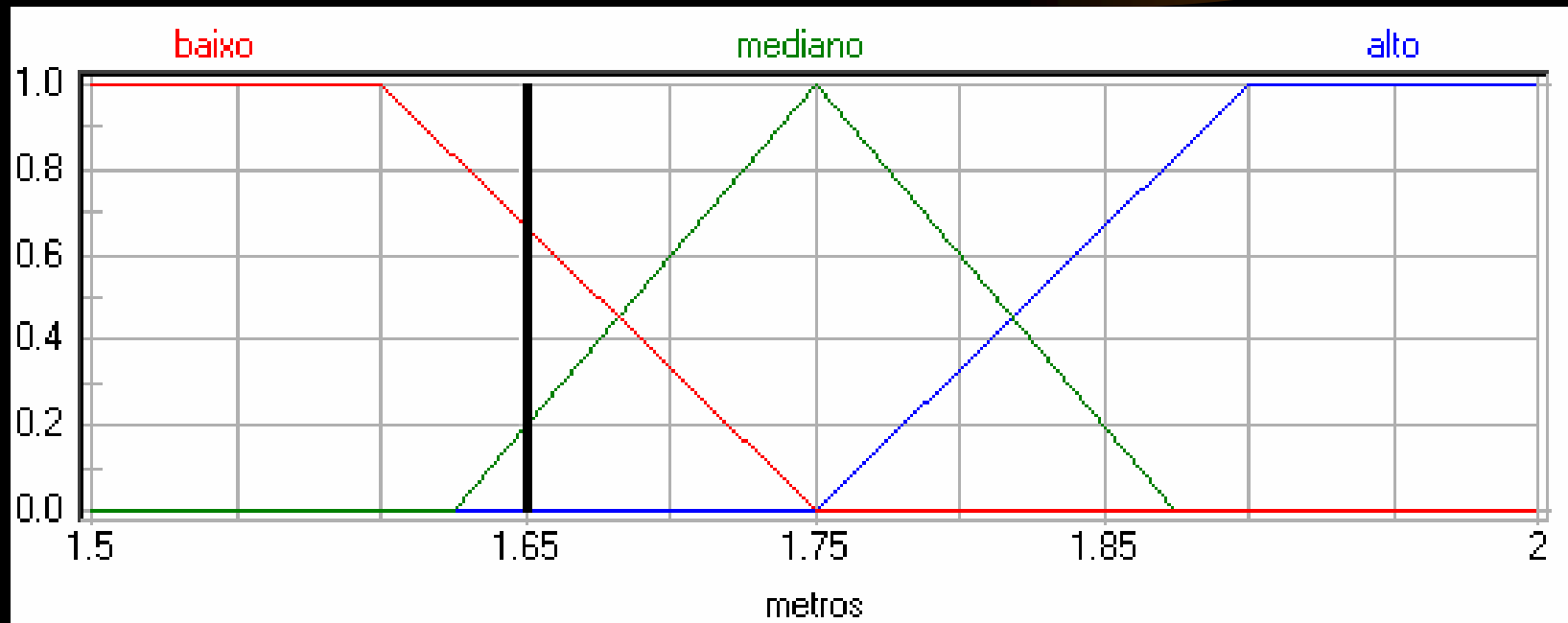
Deste então a, assim chamada, lógica Ocidental, tem sido binária, isto é, uma declaração ou é falsa ou é verdadeira.

LÓGICA FUZZY



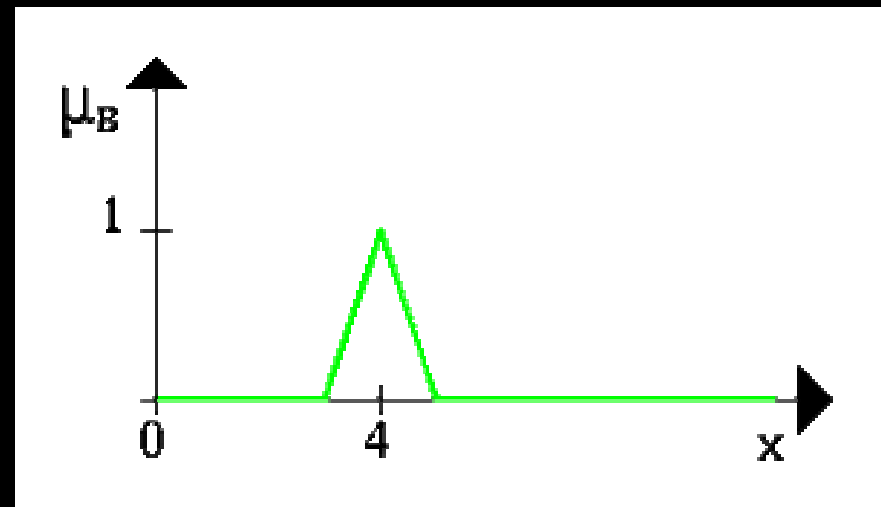
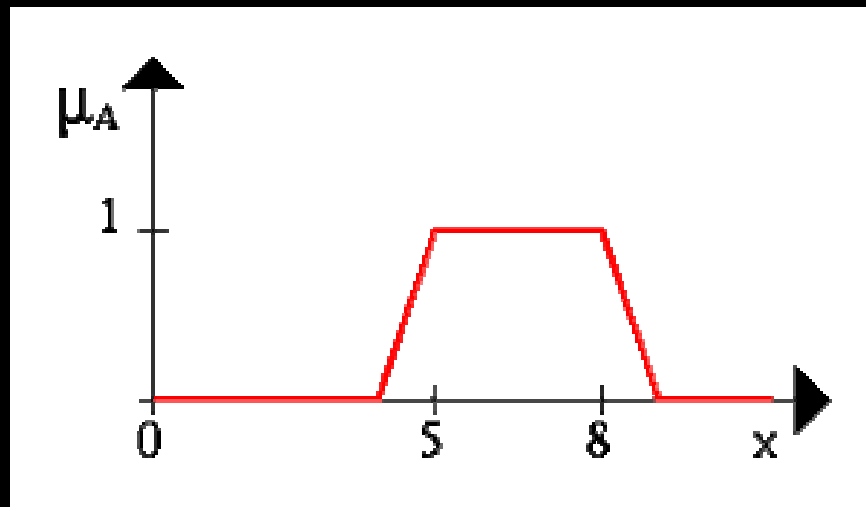
A lógica Fuzzy, criada em 1965 por Lotfi A. Zadeh, viola estas suposições, aproximando a decisão computacional da humana, permitindo decisões “abstratas” do tipo “um pouco mais”, “talvez sim”, etc...

LÓGICA FUZZY



LÓGICA FUZZY

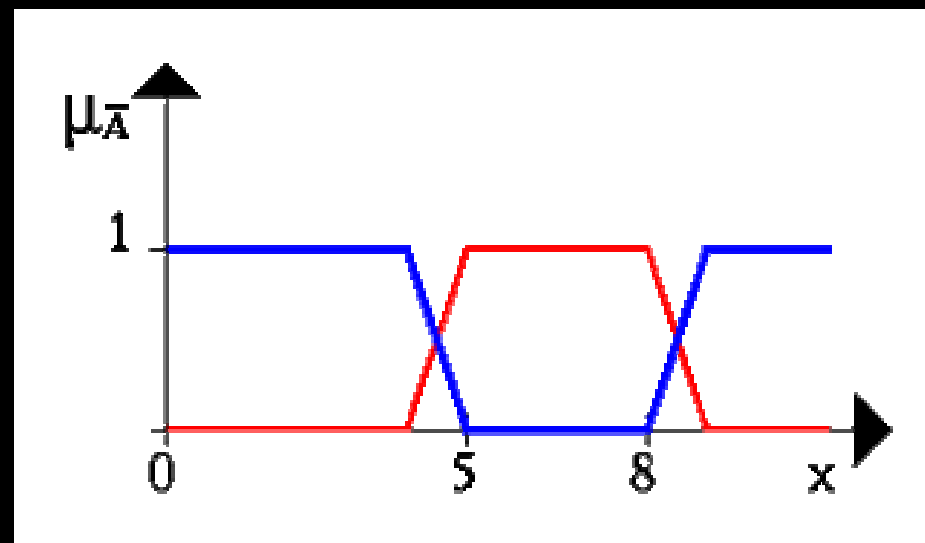
OPERAÇÕES DOS CONJUNTOS FUZZY



LÓGICA FUZZY

COMPLEMENTO

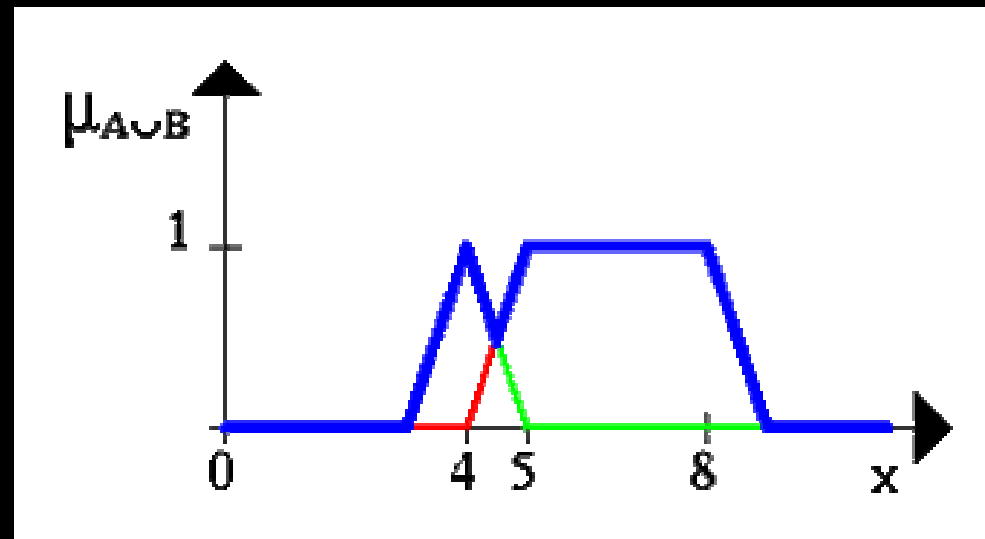
Equivalente a operação “negação” da lógica booleana.



LÓGICA FUZZY

UNIÃO

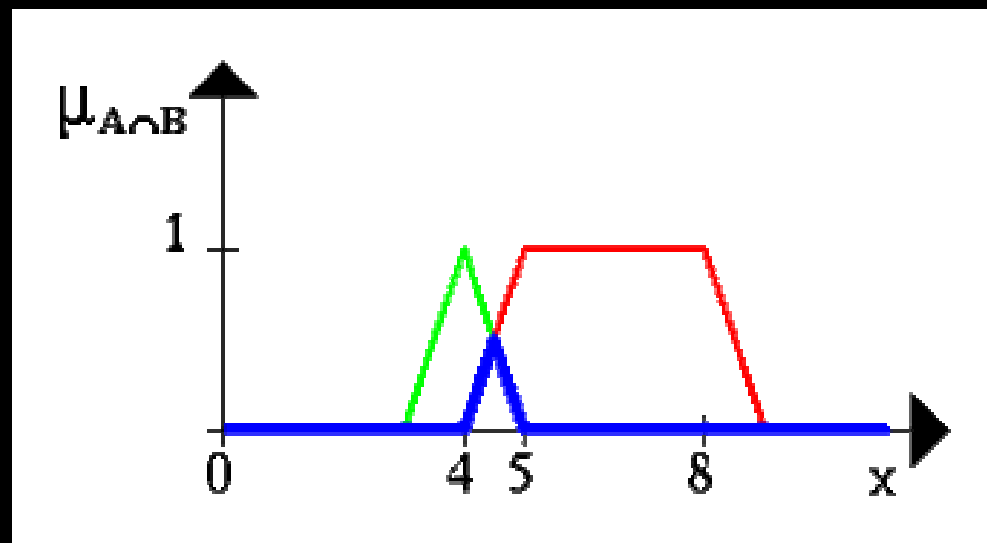
Equivalente a operação “ou” da lógica booleana.



LÓGICA FUZZY

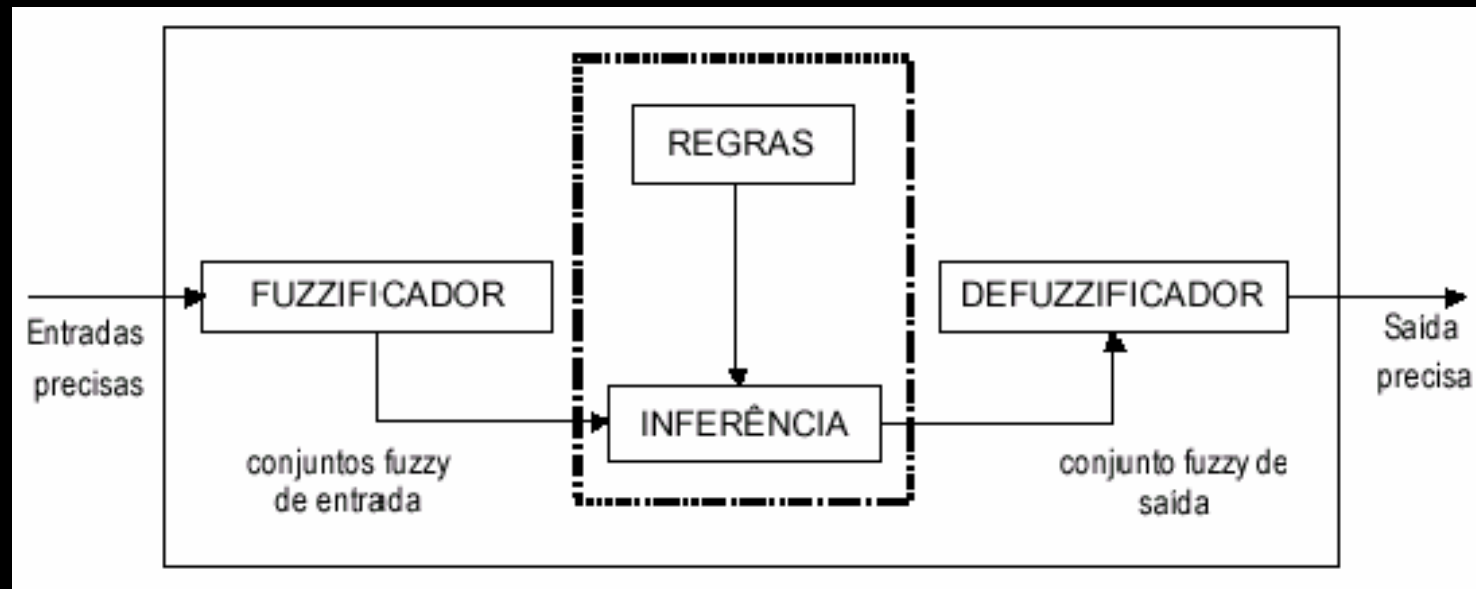
INTERSEÇÃO

Equivalente a operação “e” da lógica booleana.



LÓGICA FUZZY

- Variáveis Linguísticas
- Expressão Fuzzy do conhecimento
- Sistema de Controle Fuzzy



LÓGICA FUZZY



Exemplos de emprego de sistemas Fuzzy:

- aplicações eletrônicas para o lar;
- vídeo câmeras;
- Automobilística;
- etc...

MICROCONTROLADORES



- Microcontrolador x Microprocessador
- Sistemas mais compactos e baratos
- Intel iniciou a produção da família MCS51 em 1981

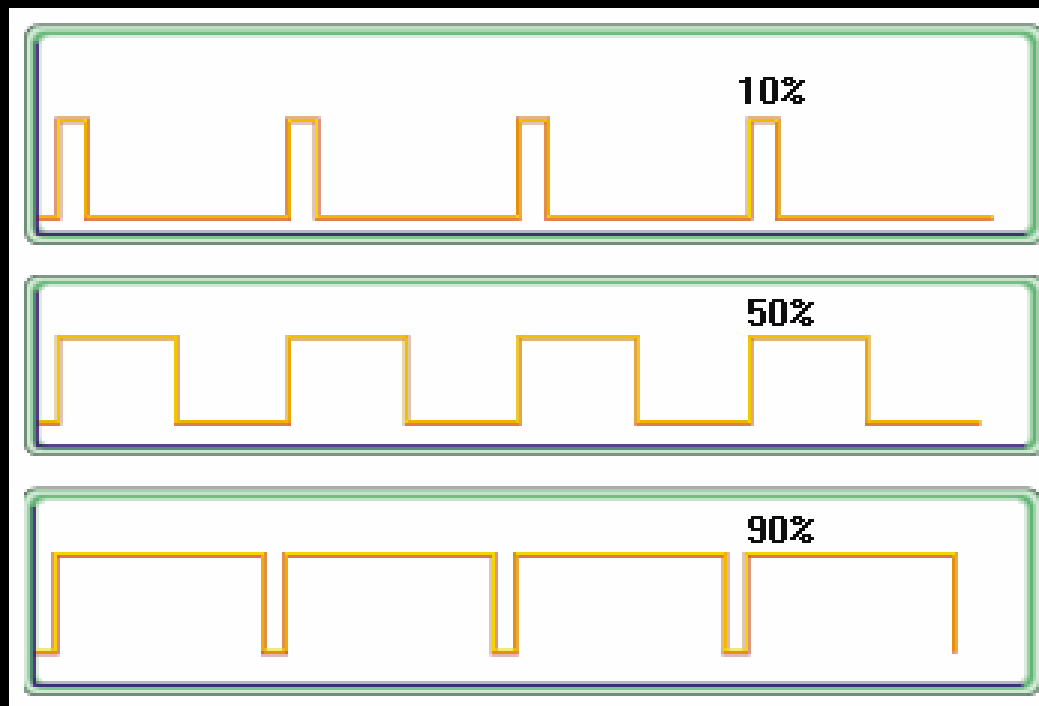
MICROCONTROLADORES

O microcontrolador utilizado no protótipo foi o 80C552 da Philips por possuir duas características importantes ao projeto:

- entradas analógicas;
- saídas de PWM(*Pulse Width Modulation*).

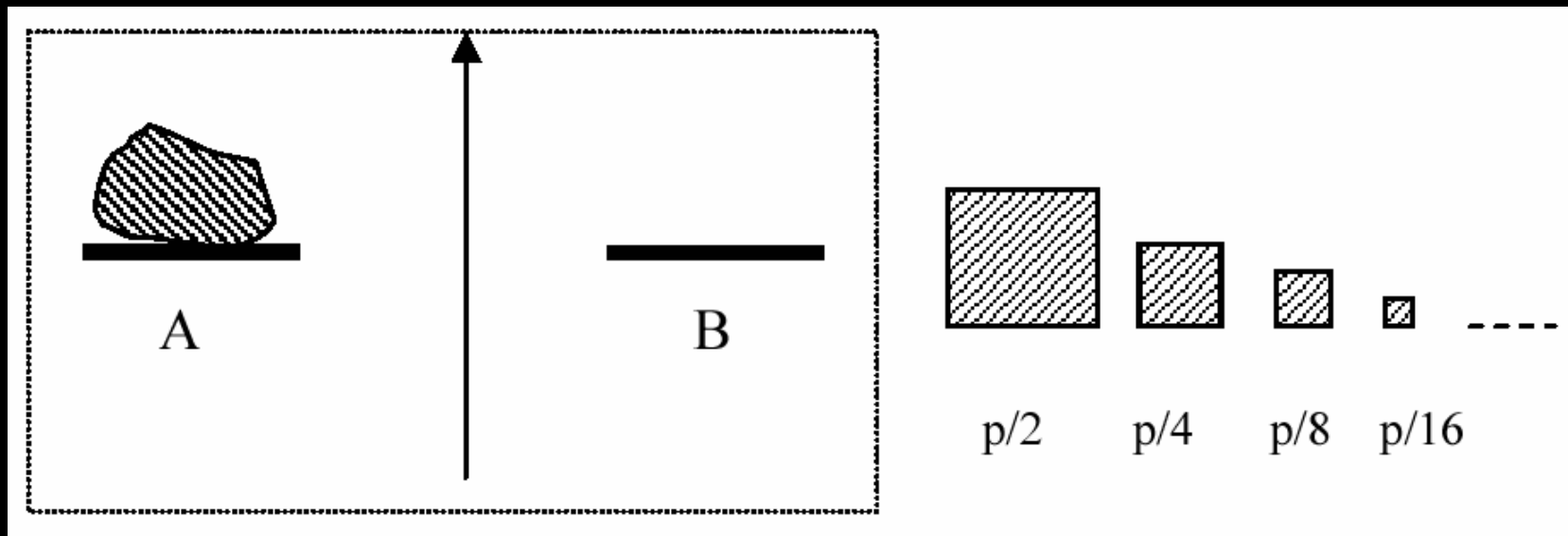
MICROCONTROLADORES

Saídas PWM



MICROCONTROLADORES

Conversor Analógico-Digital



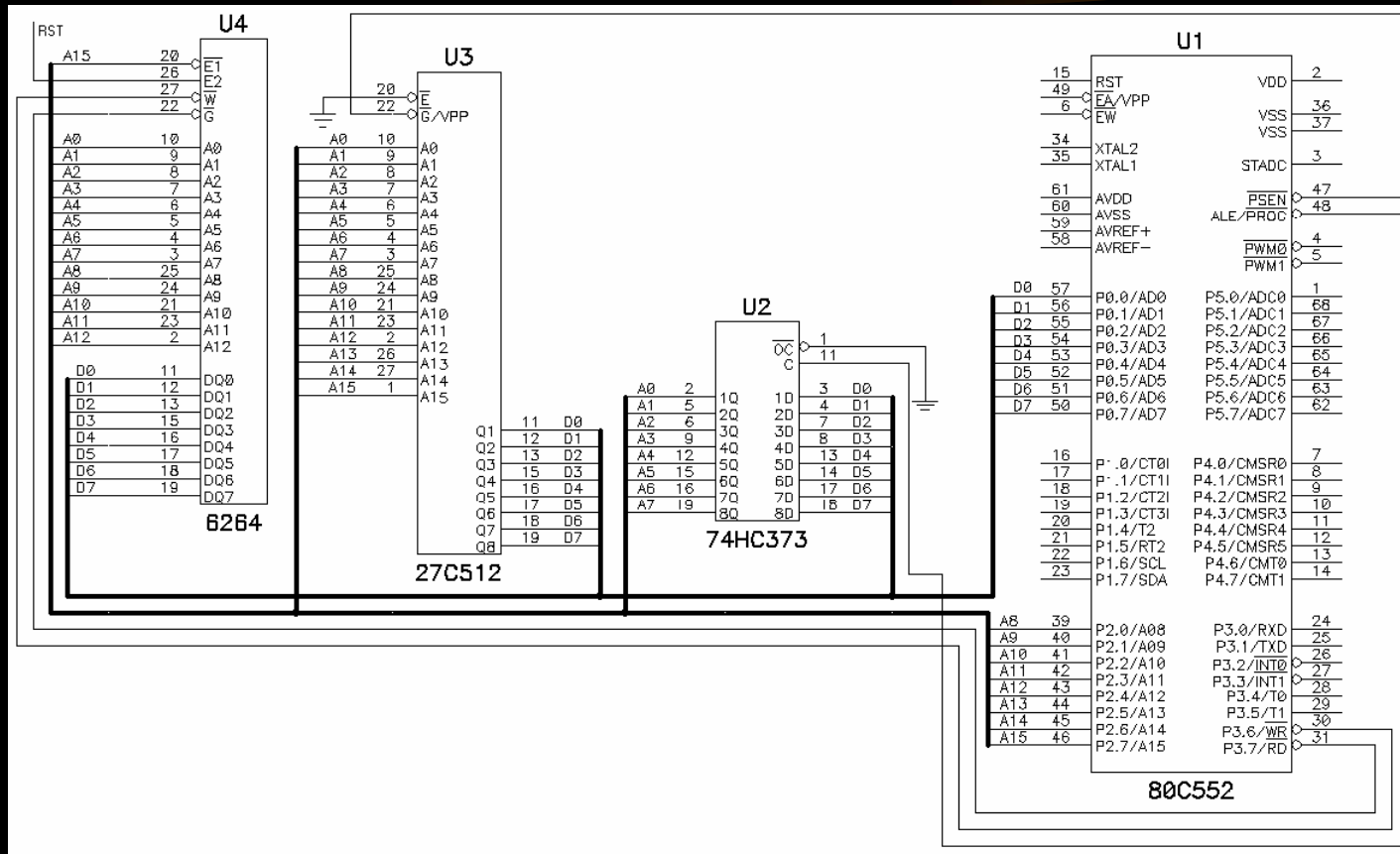
ESPECIFICAÇÃO DO HARDWARE

Requisitos principais do protótipo:

- Memória de dados e programa;
- Entrada analógica para leitura da temperatura;
- Interface serial para comunicação com o software de supervisão.

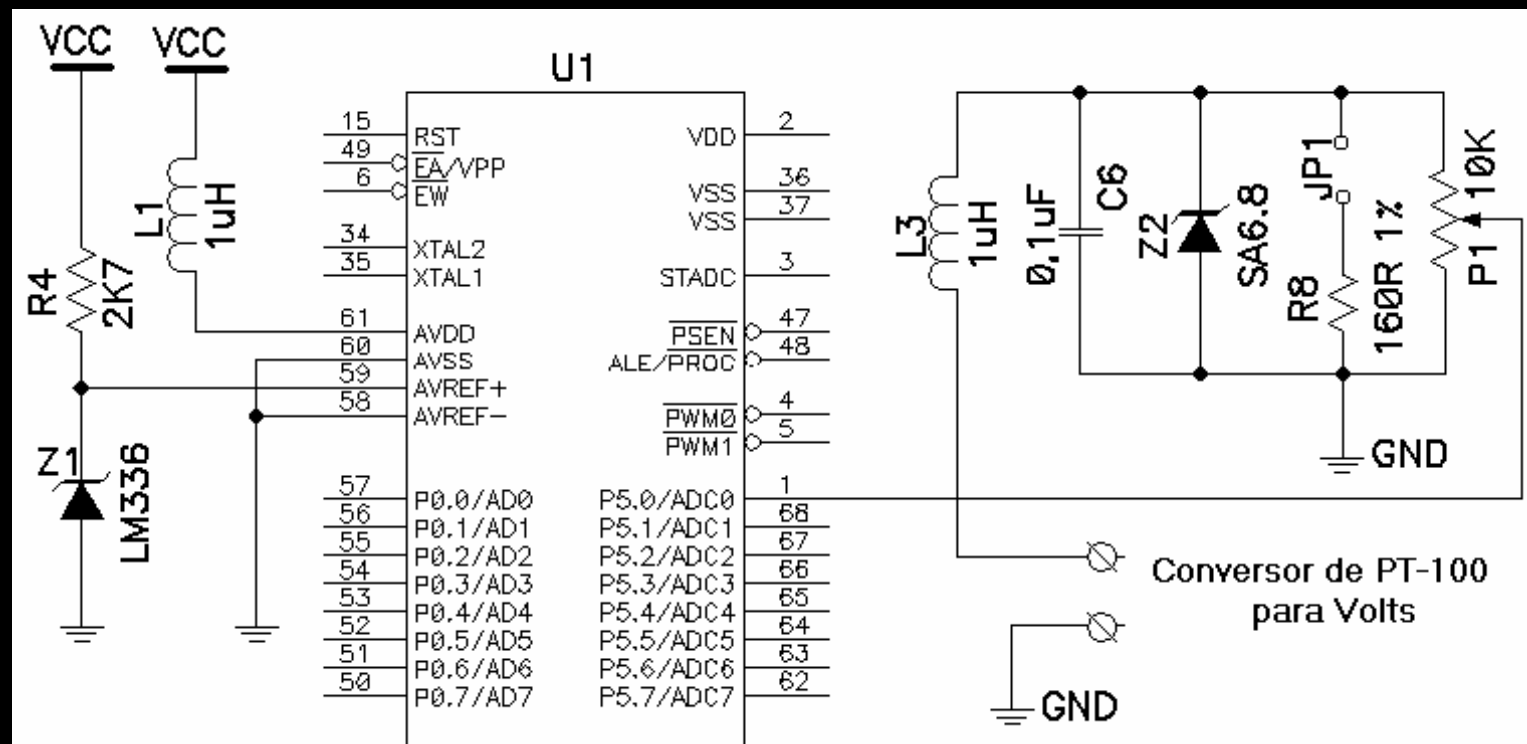
ESPECIFICAÇÃO DO HARDWARE

Memórias de Dados e Programa



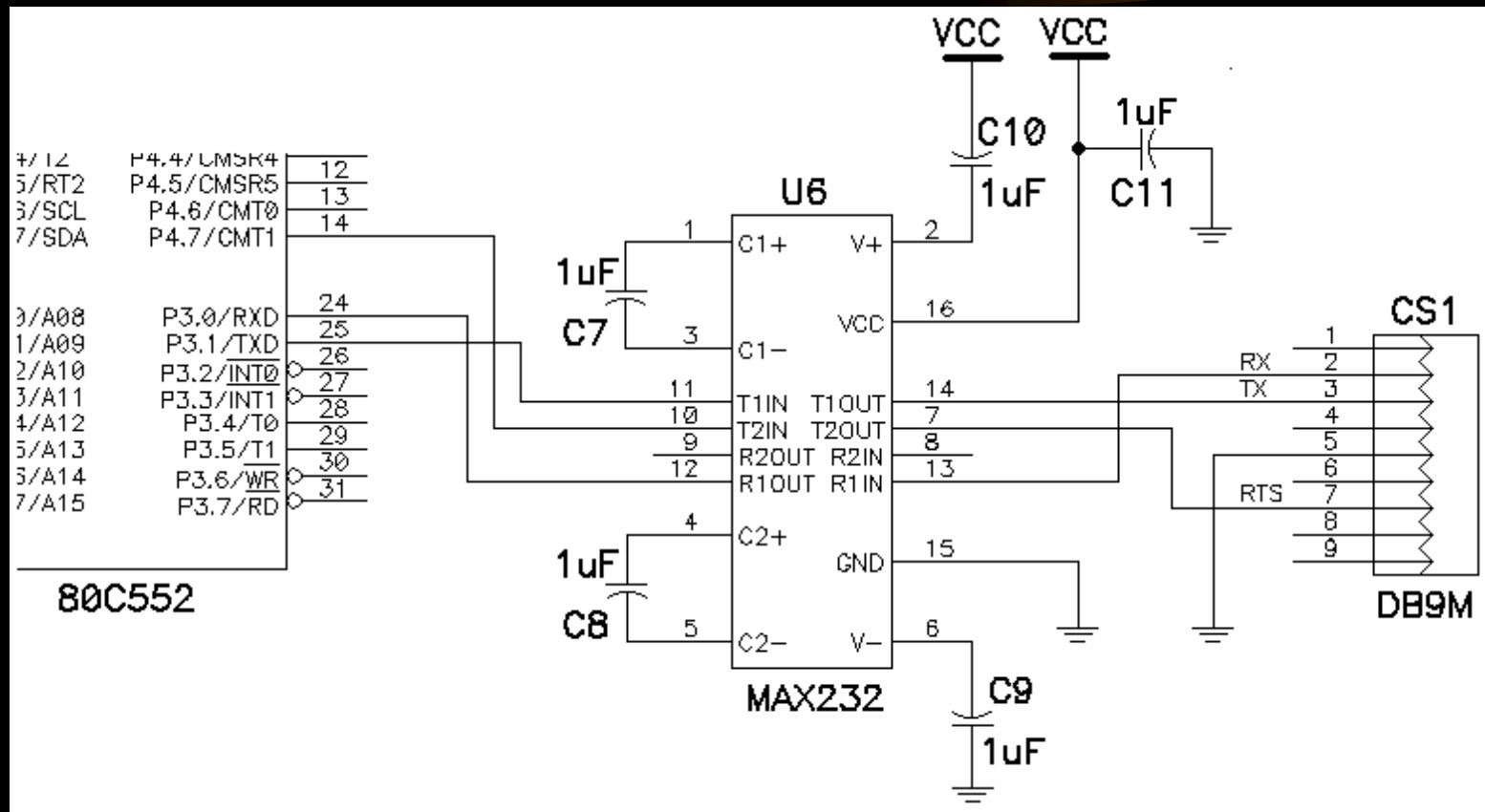
ESPECIFICAÇÃO DO HARDWARE

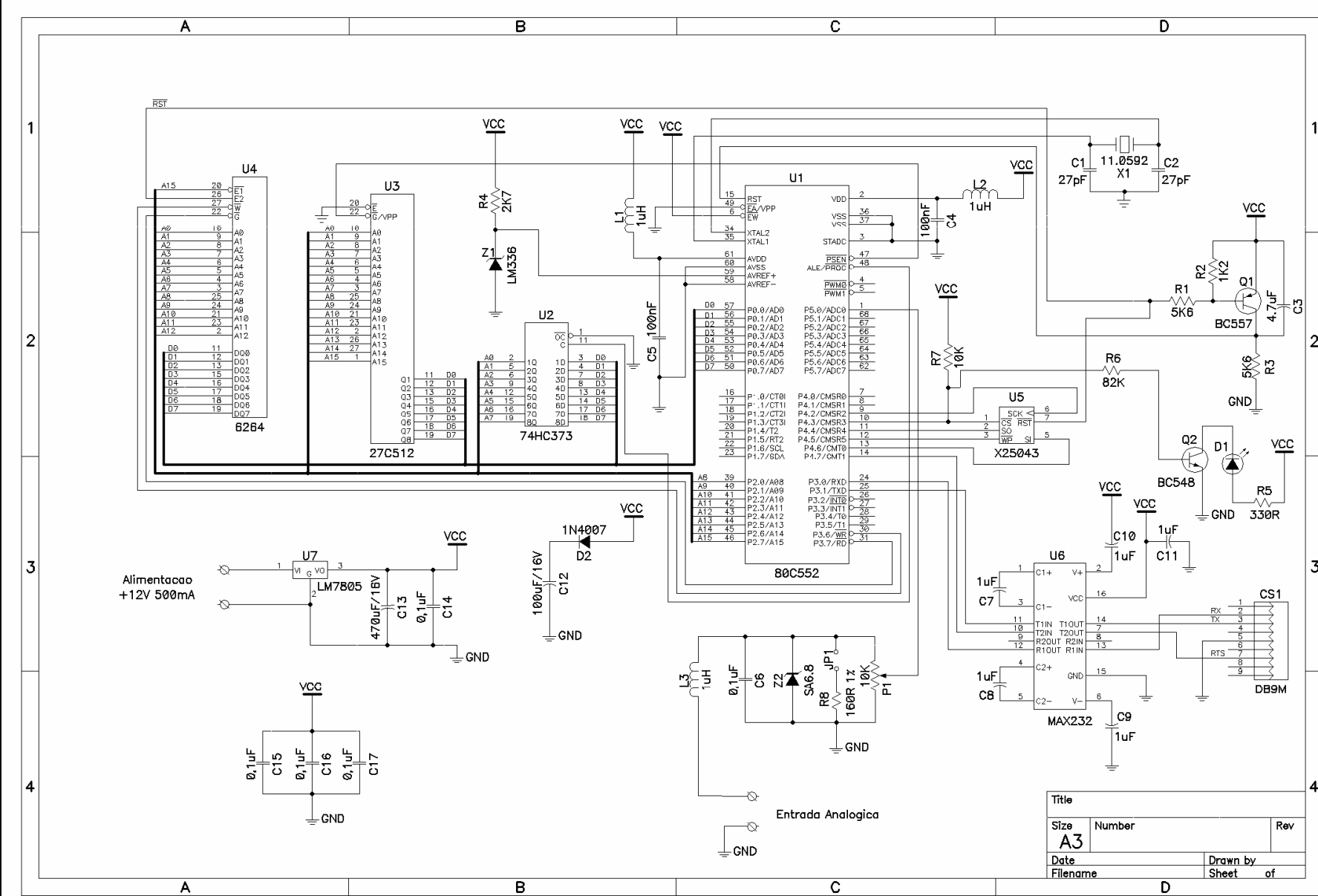
Entrada Analógica para Temperatura



ESPECIFICAÇÃO DO HARDWARE

Interface Serial





Title		
Size	Number	Rev
A3		
Date	Drawn by	
Filename	Sheet	of

Entrada Analogica

ESPECIFICAÇÃO SOFTWARE DE CONTROLE FUZZY

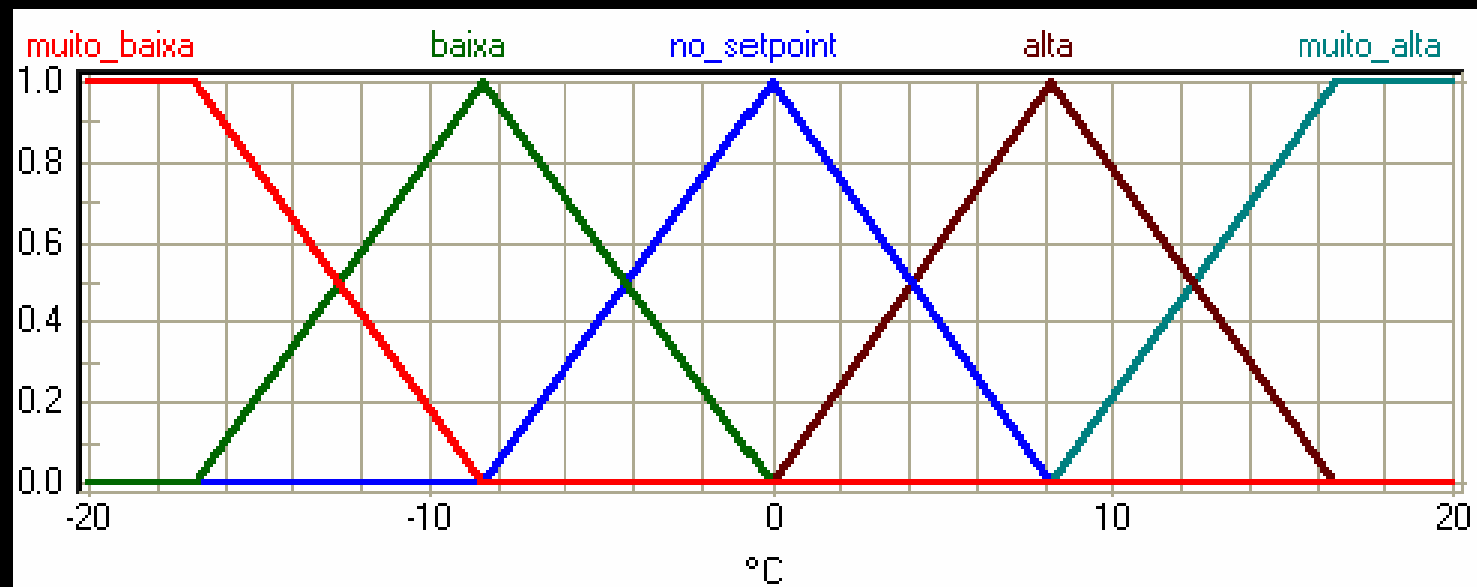
Estrutura do Sistema



ESPECIFICAÇÃO SOFTWARE DE CONTROLE FUZZY

Variáveis de Entrada

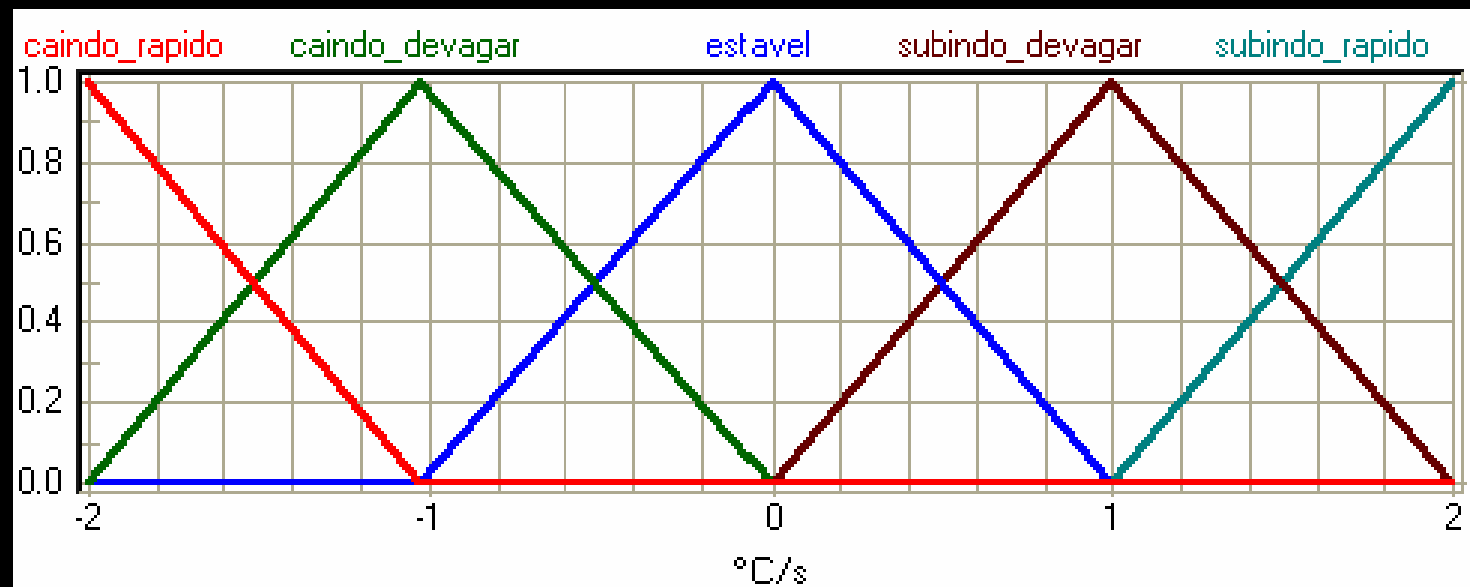
- Delta_Temp



ESPECIFICAÇÃO SOFTWARE DE CONTROLE FUZZY

Variáveis de Entrada

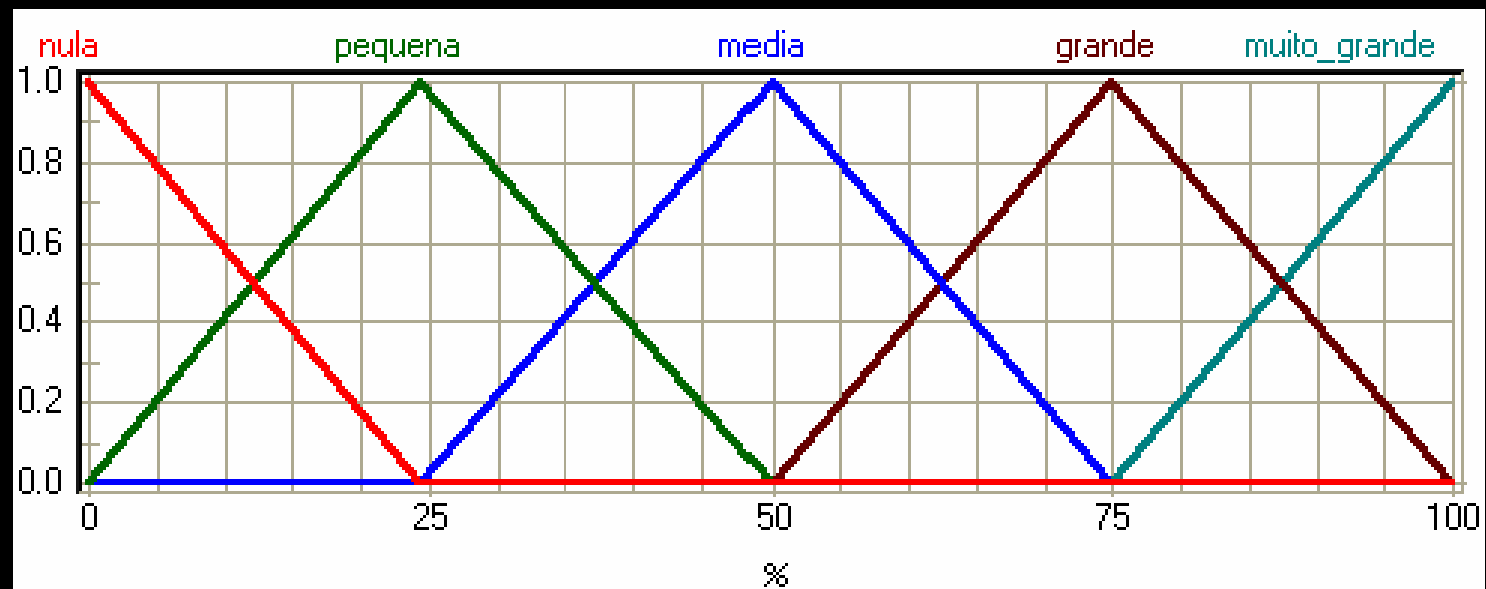
- Gradiente



ESPECIFICAÇÃO SOFTWARE DE CONTROLE FUZZY

Variável de Saída

- Saída_PWM



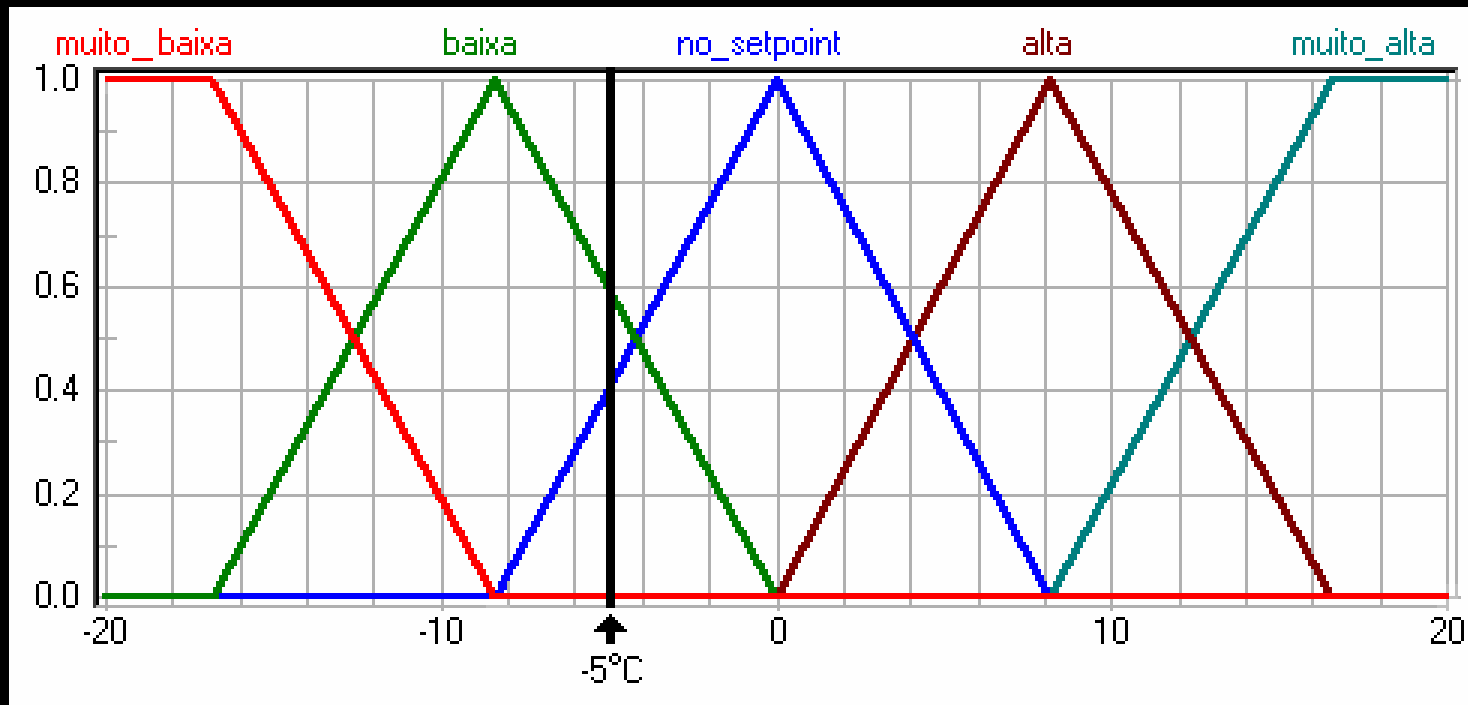
ESPECIFICAÇÃO SOFTWARE DE CONTROLE FUZZY

- Bloco de Regras

#	IF delta_temp	gradiente	THEN saida_pwm
1	muito_baixa	caindo_rapido	muito_grande
2	baixa	caindo_rapido	muito_grande
3	no_setpoint	caindo_rapido	grande
4	alta	caindo_rapido	media
5	muito_alta	caindo_rapido	pequena
6	muito_baixa	caindo_devagar	muito_grande
7	baixa	caindo_devagar	grande
8	no_setpoint	caindo_devagar	media
9	alta	caindo_devagar	pequena
10	muito_alta	caindo_devagar	pequena
11	muito_baixa	estavel	muito_grande
12	baixa	estavel	grande
13	no_setpoint	estavel	nula
14	alta	estavel	nula
15	muito_alta	estavel	nula
16	muito_baixa	subindo_devagar	grande
17	baixa	subindo_devagar	media
18	no_setpoint	subindo_devagar	nula
19	alta	subindo_devagar	nula
20	muito_alta	subindo_devagar	nula
21	muito_baixa	subindo_rapido	media
22	baixa	subindo_rapido	pequena
23	no_setpoint	subindo_rapido	nula
24	alta	subindo_rapido	nula
25	muito_alta	subindo_rapido	nula

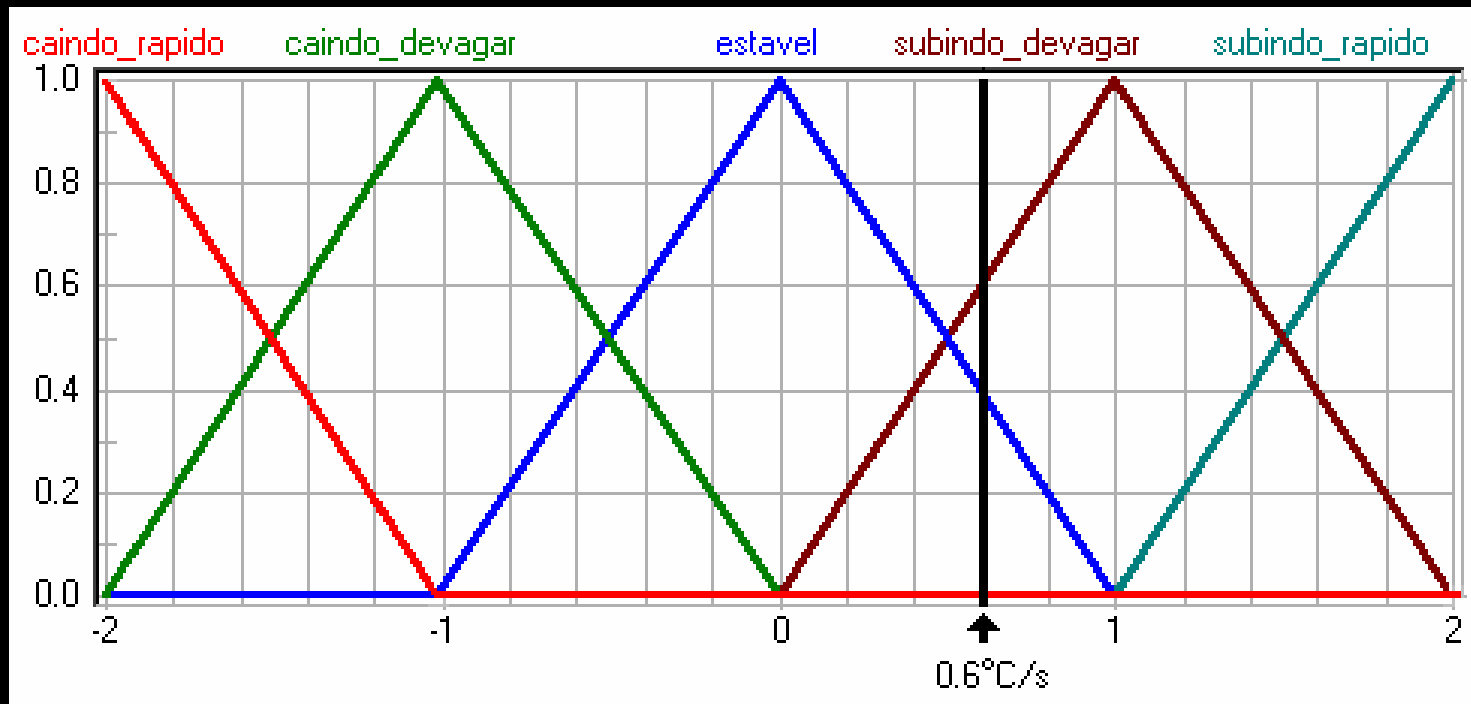
EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO

- Variável Delta_Temp com valor igual a -5°C



EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO

- Variável Gradiente com valor igual a $0.6\text{ }^{\circ}\text{C/s}$



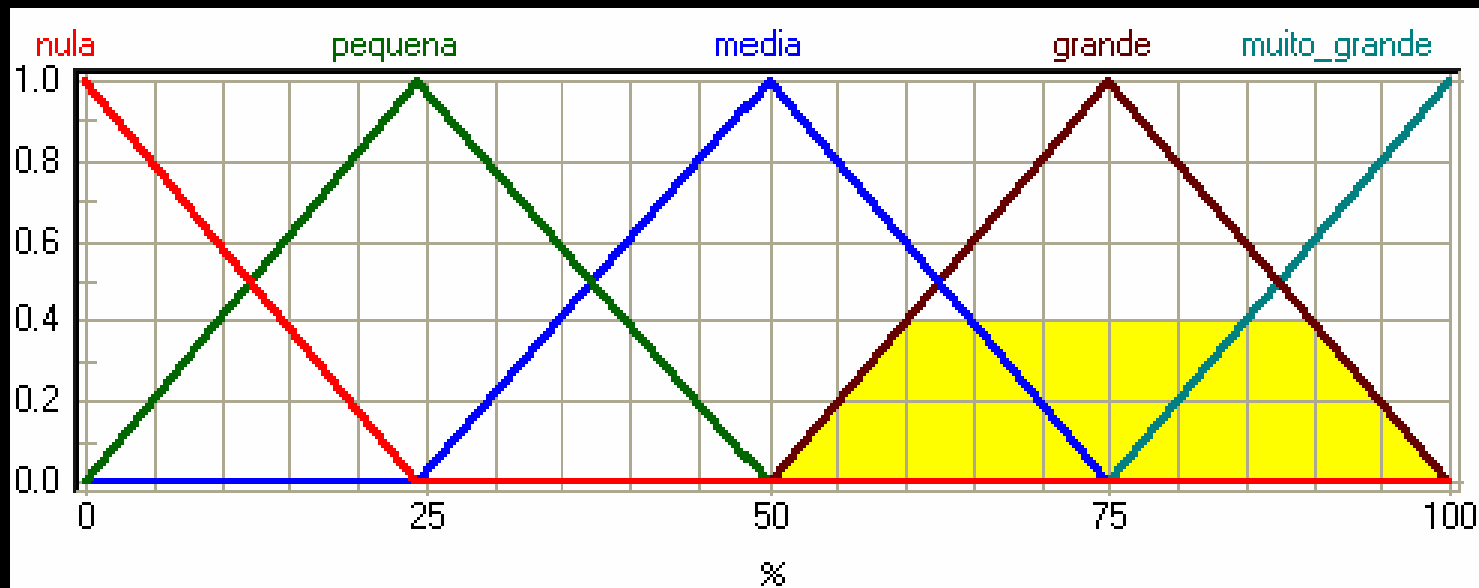
EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO

- Regras ativadas na situação de exemplo

#	IF	THEN	
	delta_temp	gradiente	saida_pwm
12	baixa	estavel	grande
13	no_setpoint	estavel	nula
17	baixa	subindo_devagar	media
18	no_setpoint	subindo_devagar	nula

EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO

- Saída da regra 12 aplicada à variável Saída_PWM

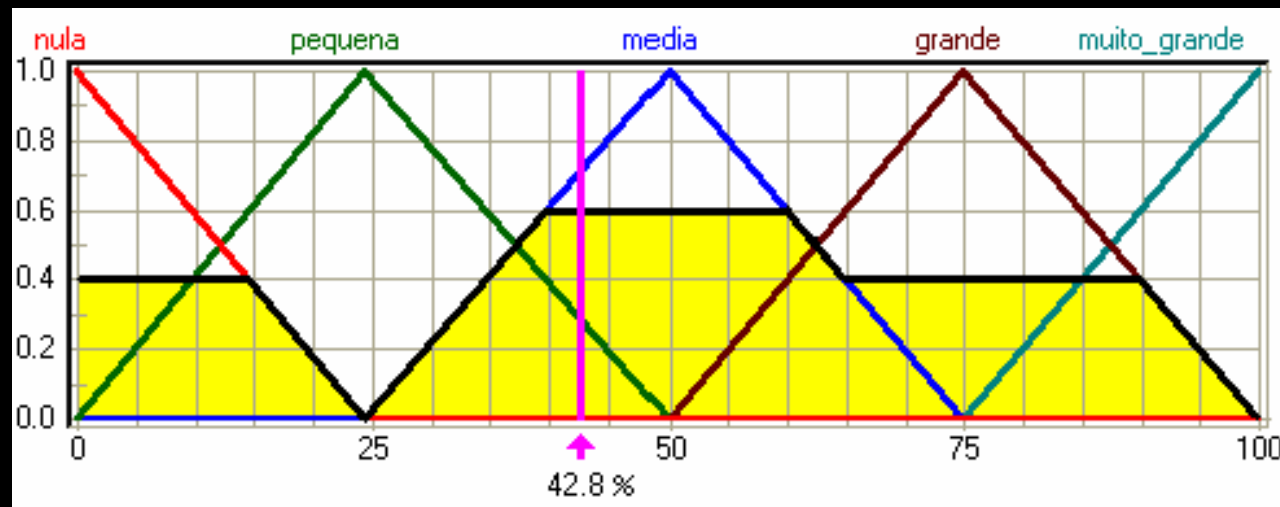


EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO

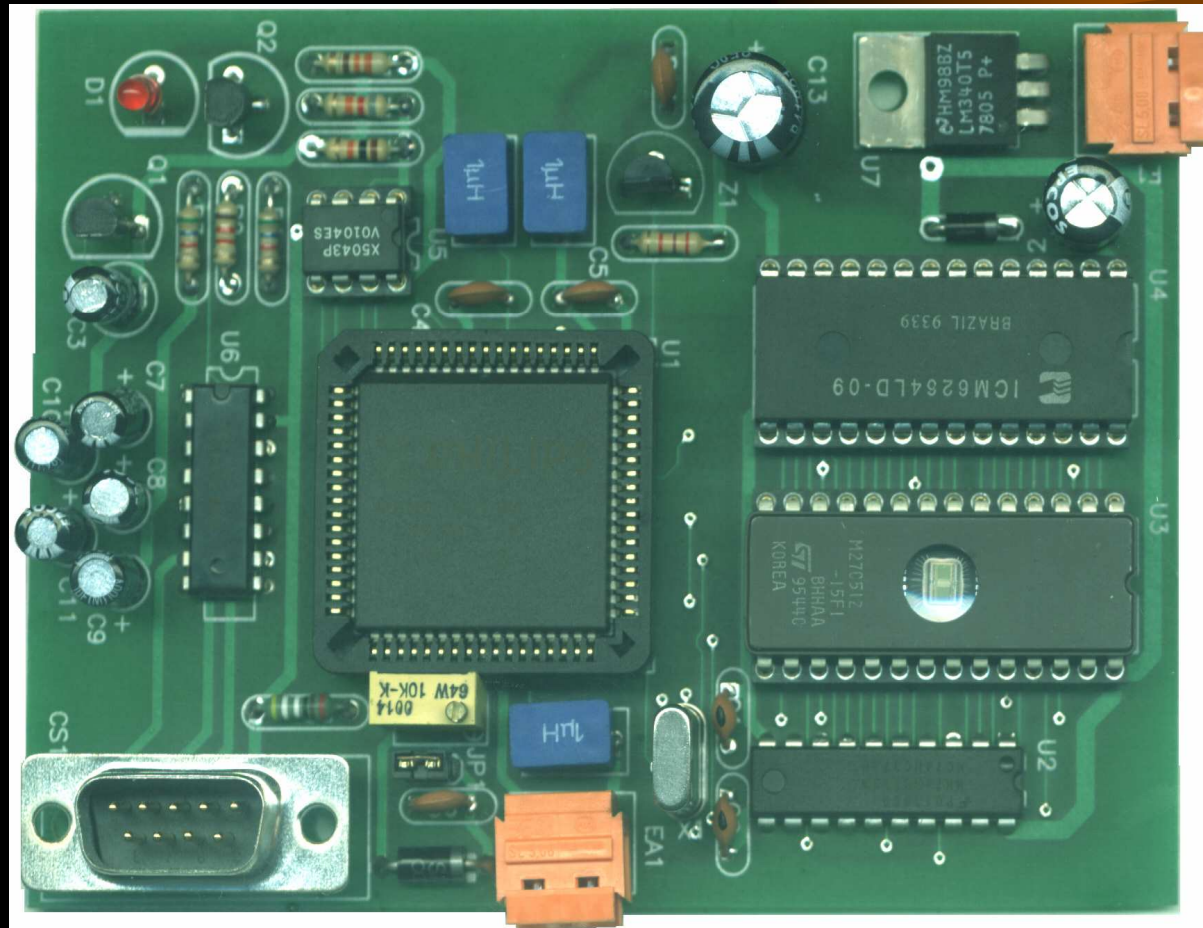
- Formula da Defuzzificação Média dos Máximos

$$\Sigma(\text{valor máximo} * \text{pertinência}) / \Sigma(\text{pertinência})$$

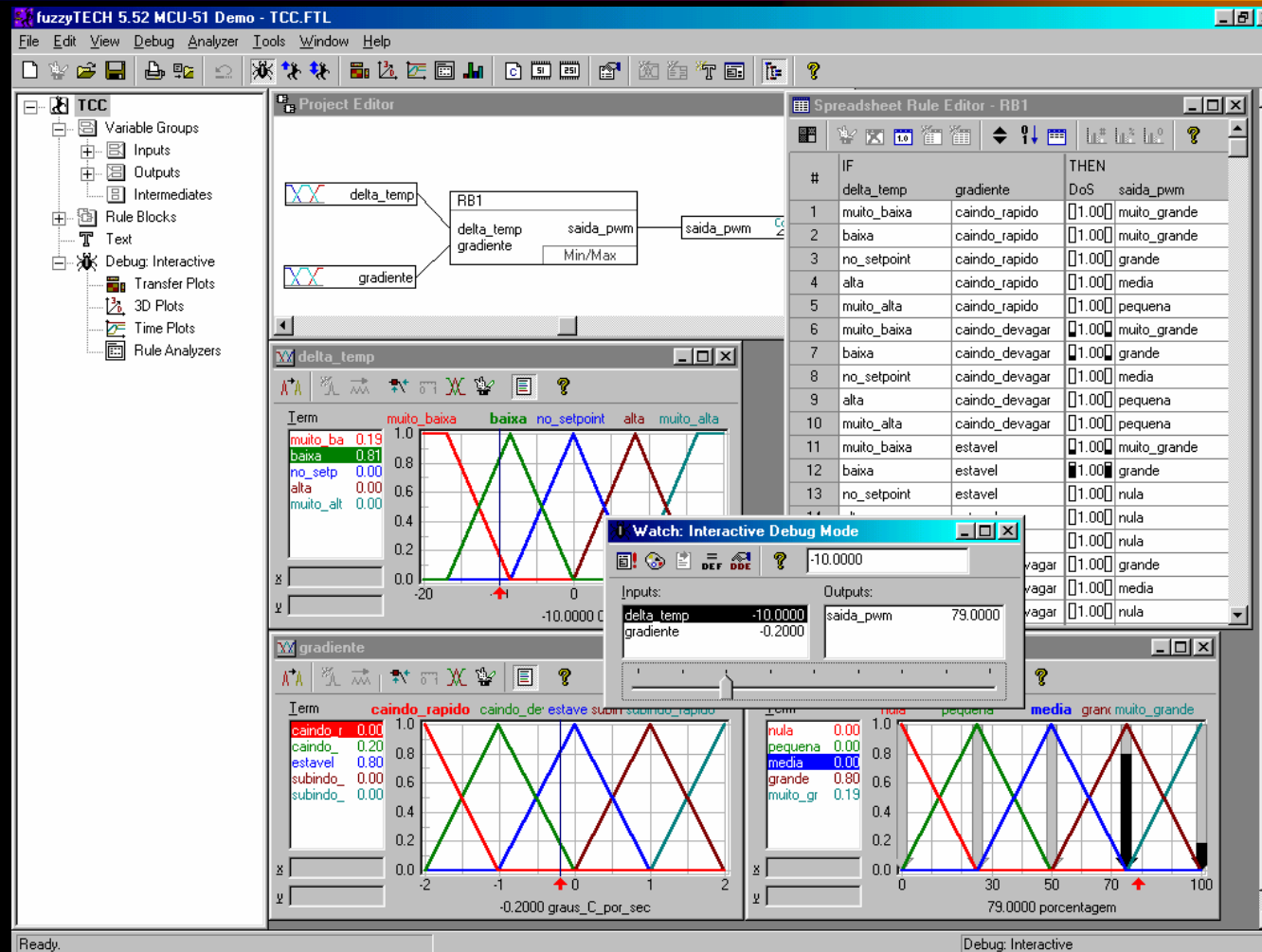
$$\text{Então: } ((0*0.4)+(50*0.6)+(75*0.4)) / (0.4+0.6+0.4) \\ = 42.8\%$$



IMPLEMENTAÇÃO Montagem do Protótipo

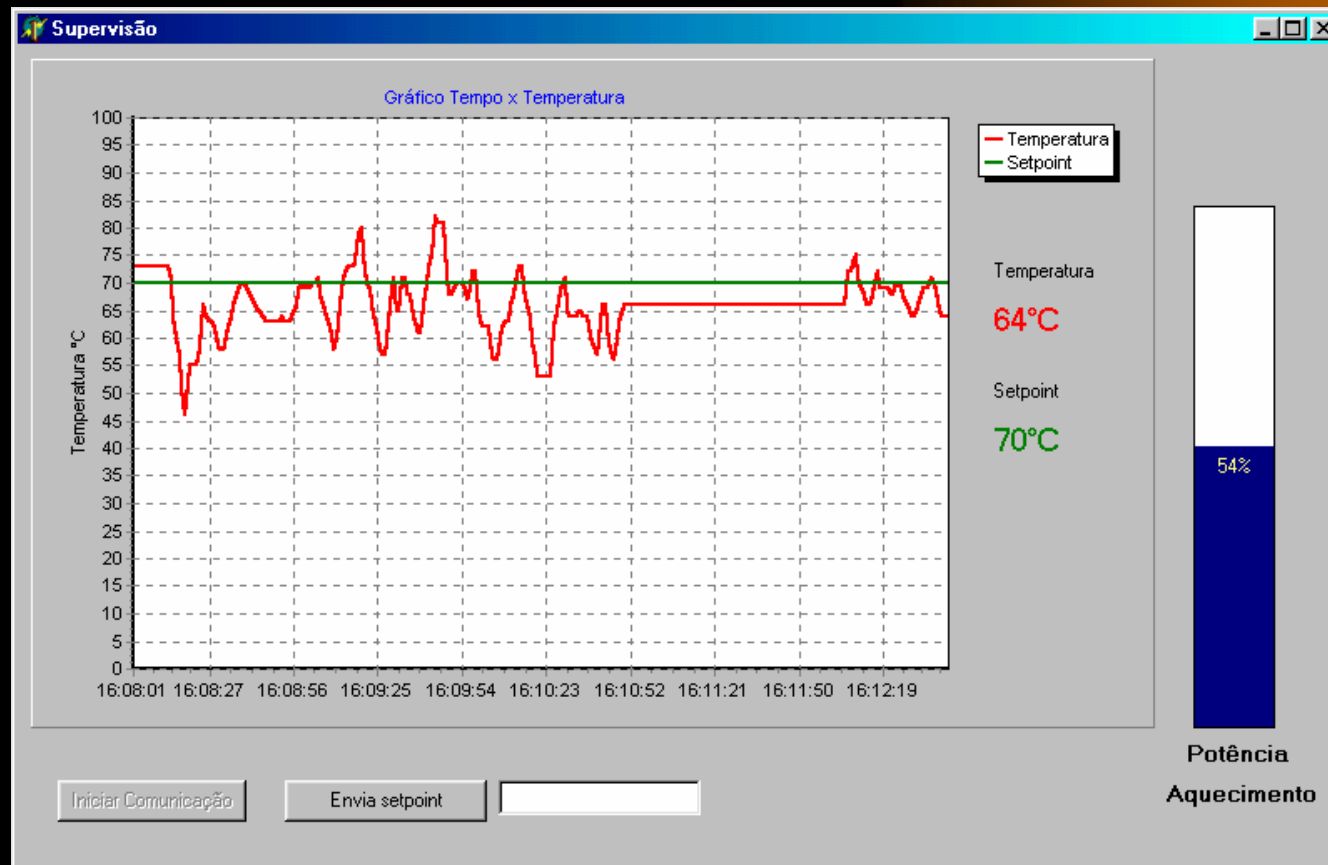


IMPLEMENTAÇÃO Software do Protótipo



IMPLEMENTAÇÃO

Software de Supervisão



CONCLUSÃO



- Objetivos alcançados e limitações
- Lógica Fuzzy
- Microcontroladores da família MCS51

EXTENSÕES



- Incluir saída de resfriamento no sistema;
- Implementar em conjunto um controlador PID e comparar suas performances;
- Implementar um controle de temperatura onde a velocidade de aquecimento e resfriamento possa ser programada(rampas).