



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI**

**Trabalho da disciplina ECOP04  
Controle de Temperatura via PID**

Caio Augusto Adami Telles 2019014078

Itajubá  
2021

Sumário

1. Introdução.....3

1.1. Sistema Embarcado.....3

1.2. Controle PID.....3

2. Objetivos.....5

3. Funcionamento.....5

4. Dificuldades.....7

5. Conclusão.....7

6. Referências.....7

## 1. Introdução

### 1.1. Sistema Embarcado

O Sistema Embarcado da expressão em inglês Embedded Electronic System ou sistema eletrônico embutido. Esta denominação indica um sistema eletrônico que tem como base um microprocessador, mas que diferentemente de um computador para uso genérico, possui um software dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla.

Já que o sistema é dedicado a tarefas específicas, através do uso de algoritmos específicos pode-se aperfeiçoar o projeto. Pois ao fazermos usos de embarcados temos a vantagem da redução do tamanho físico do projeto e por consequente redução dos recursos computacionais e do custo do produto final.

Devido a essas facilidades os sistemas embarcados estão por toda a nossa volta, passando despercebidos no nosso dia a dia. Os sistemas embarcados têm como principal objetivo operar em máquinas que podem trabalhar por vários anos sem parar, e que ainda, em alguns casos, possuem a capacidade de autocorreção.

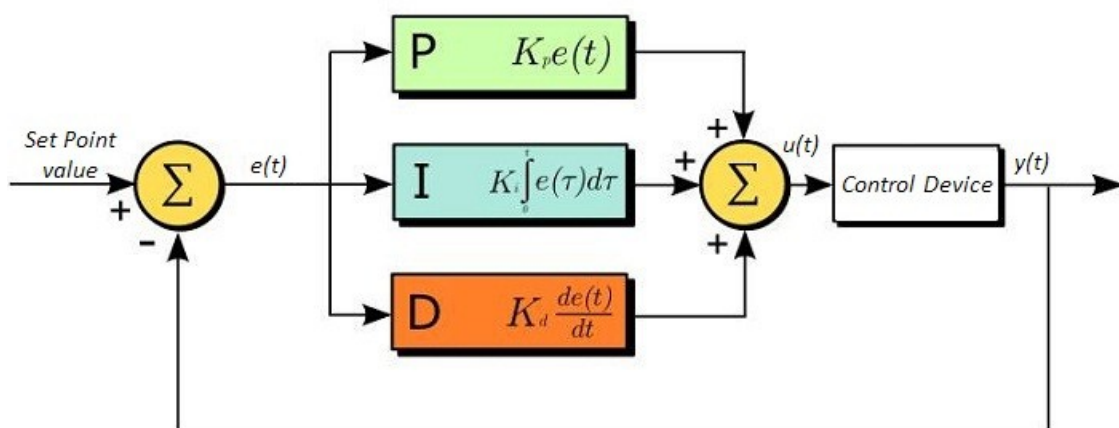
Abaixo podemos ver uma lista com alguns exemplos que recebem a aplicação de sistemas embarcados:

- Urna eletrônica;
- Videogames;
- Calculadoras;
- Impressoras;
- Alguns eletrodomésticos;
- Aparelhos celulares;
- Equipamentos hospitalares;
- Em veículos;
- Roteadores.

### 1.2. Controle PID

O controle PID (Proporcional Integral Derivativo) é uma das técnicas mais empregadas quando se deseja realizar o controle de variáveis contínuas. Assim o controle PID consiste em um algoritmo matemático, que tem por função o controle preciso de uma variável em um sistema.

Isso permite ao sistema operar de forma estável no ponto de ajuste desejado, mesmo que ocorram variações ou distúrbios que afetariam sua estabilidade. Abaixo temos a visualização do controle PID representada por blocos.



O controle PID pode ser descrito pela seguinte equação:

$$MV = K_p \cdot E + K_I \int_0^t E \cdot dt + K_p K_d \frac{dE}{dt} S_o$$

Equação 1: PID

Onde:

*MV: Variável manipulada.*

*Kp: Ganho proporcional.*

*Ki: Ganho integral.*

*Kd: Ganho derivativo.*

*E: Erro ou desvio.*

*S0: Saída inicial do controlador.*

O erro é a diferença entre o valor desejado (setpoint) e o valor real da variável.

No controle PID cada ação desenvolve uma função determinada.

A ação proporcional elimina as oscilações da variável, tornando o sistema estável, mas não garante que a mesma esteja no valor desejado (setpoint), esse desvio é denominado off-set. A ação proporcional trabalha corrigindo o erro do sistema, multiplicando o ganho proporcional pelo erro, dessa forma agindo com uma maior amplitude de correção a fim de manter a estabilidade da variável.

A ação integral elimina o desvio de off-set, fazendo com que a variável permaneça próximo ao valor desejado para o sistema mesmo após um distúrbio. A ação integral realiza a integração do erro no tempo, portanto quanto maior for o tempo de permanência do erro no sistema, maior será a amplitude da ação integral.

A ação derivativa fornece ao sistema uma ação antecipativa evitando previamente que o desvio se torne maior quando o processo se caracteriza por ter uma correção lenta comparada com a velocidade do desvio. A ação derivativa tem sua resposta proporcional à taxa de variação da variável do processo, aumentando a velocidade de resposta do sistema caso a presença do erro seja detectada.

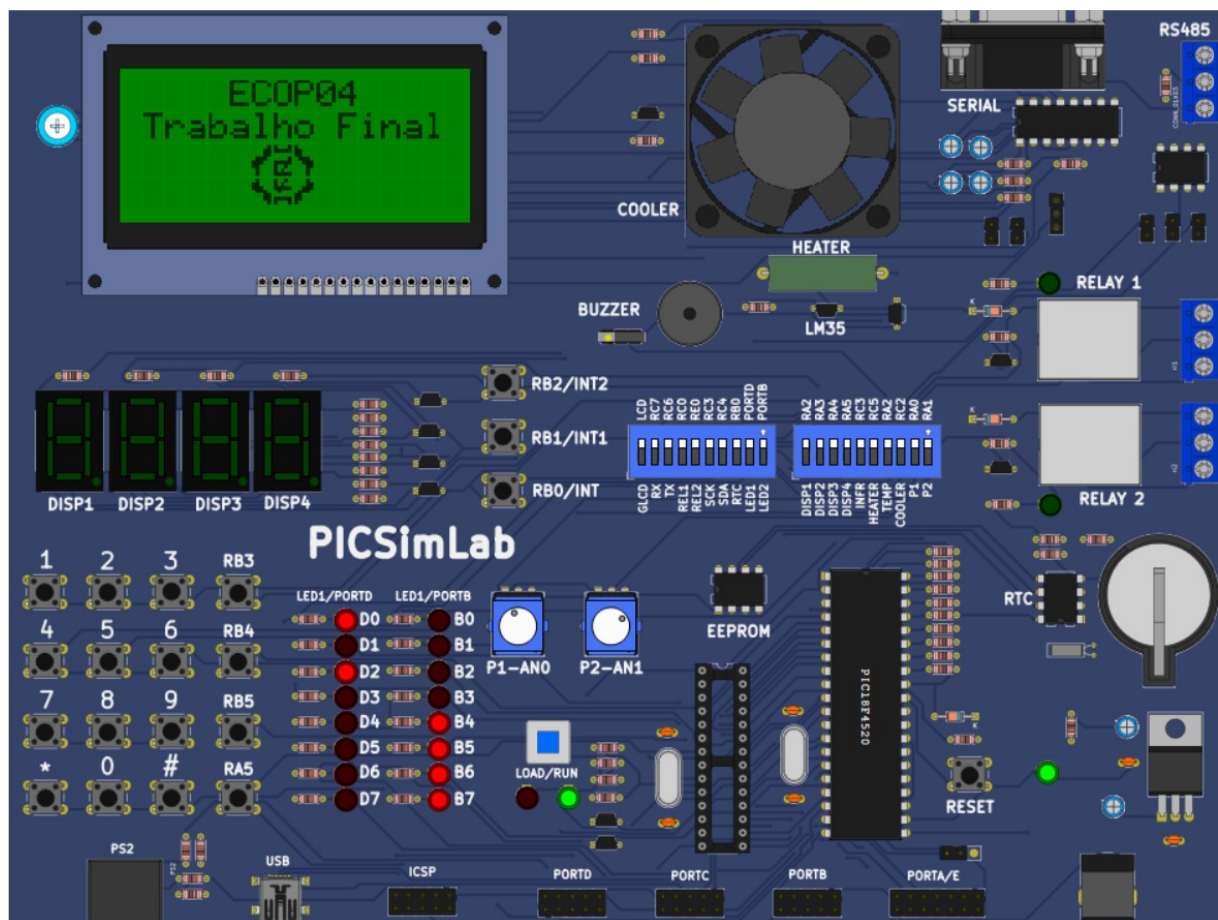
## 2. Objetivos

O objetivo desse projeto consiste em colocar os conceitos da disciplina de programação embarcada em prática, através da elaboração de um sistema embarcado.

Nesse projeto foi feito um controle de temperatura PID, ao qual poderia ser usado para um freezer ou qualquer sistema de refrigeração. Fazendo uso do simulador PICGenios com o microcontrolador PIC18F4520.

## 3. Funcionamento

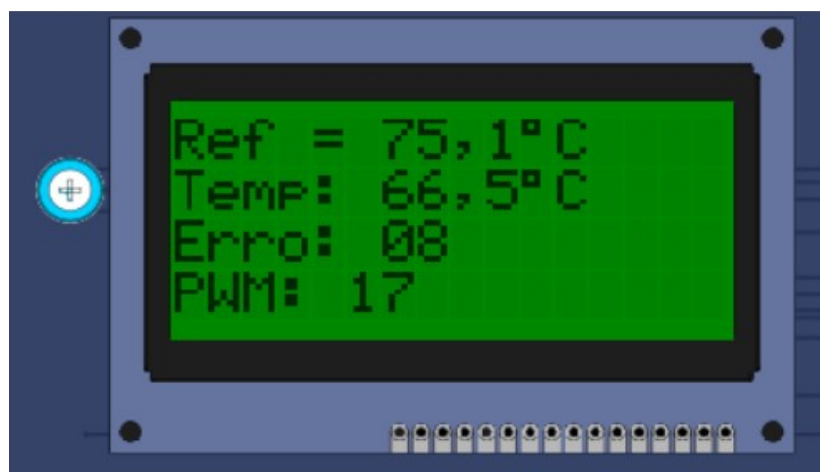
Ao iniciarmos o programa temos a seguinte tela mostrada no display LCD:



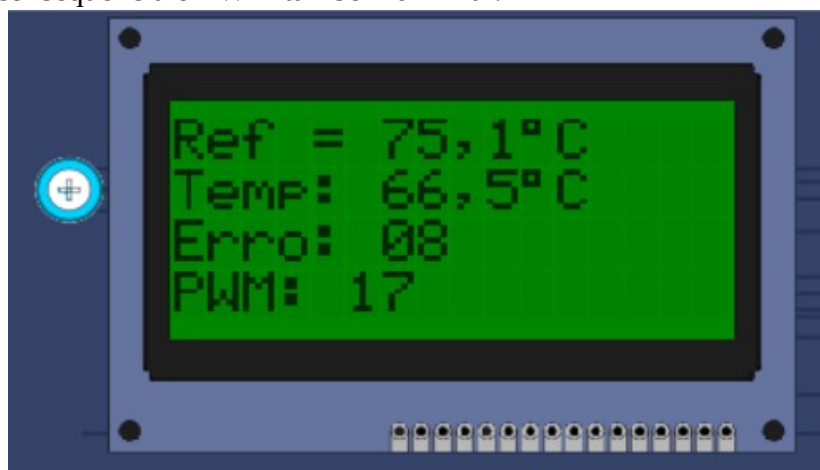
Ao pressionarmos a tecla RB5, temos a passagem da seguinte mensagem no display LCD. O setpoint será inserido pelo potenciômetro 1 onde através da biblioteca adc teremos a amostragem do sinal.



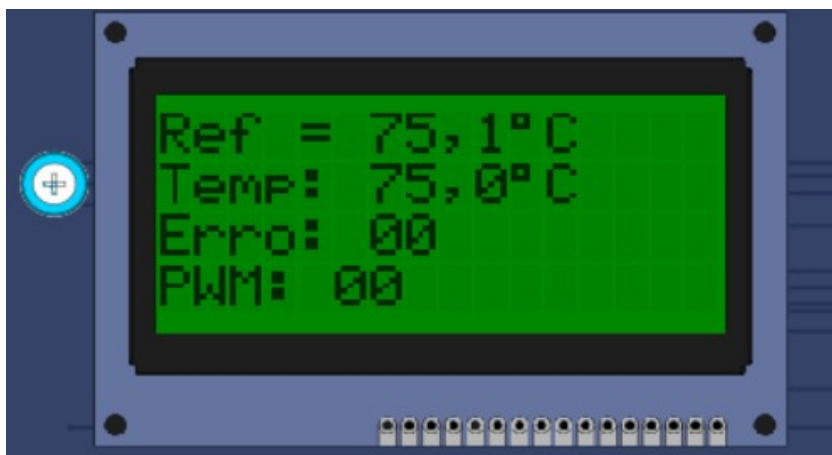
Após a escolha do setpoint o programa de controle PID começa a funcionar ao qual buscará zerar o erro, levando a temperatura para o setpoint. Para isso se o setpoint for maior que a temperatura medida, ele ligará o aquecedor do sistema. Caso contrário será ligado a ventoinha que refrigerará. E assim teremos o acionamento do controle PWM.



Podemos ver que com a passagem do tempo, temos a redução do erro ao chegarmos perto do setpoint. Por consequência o PWM também diminui.



Abaixo podemos ver que o sistema atingiu o equilíbrio chegando ao setpoint com erro zero e PWM em zero. A partir desse ponto o sistema ficará ligando e desligando a ventoinha ou o aquecedor para manter o setpoint.



#### **4. Dificuldades**

No decorrer do projeto podemos listar como maiores dificuldades a implementação do algoritmo tendo que levar em consideração os conflitos, que podem ocorrer entre os PORTs do microcontrolador ao serem ligados ou desligados no código. Além da devida atenção com o posicionamento das chamadas de bibliotecas no algoritmo, afim de evitar conflitos entre elas.

#### **5. Conclusão**

Nesse trabalho abordamos o assunto controle de temperatura fazendo uso do microcontrolador PIC18F4520, simulando seu funcionamento no PICGenios.

De fato o sistema funcionou fazendo o controle da temperatura em torno de um ponto de operação fornecida pelo usuário. Podemos perceber também que dada a limitação de ser uma simulação ficamos presos a certos comportamentos do sistema que seriam diferentes em uma implementação da placa física.

#### **6. Referências**

Carlos Márcio Freitas. Controle PID em sistemas embarcados. Embarcados, 17 de mar de 2014. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/controle-pid-em-sistemas-embarcados/>>. Acesso em: 16 de ago. De 2021.

PozzeBom, Rafaela. O que são sistemas embarcados. Oficina Da Net, 27 de out. de 2014. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/13538-o-que-sao-sistemas-embarcados>>. Acesso em: 16 de ago. De 2021.

Microchip. PIC18F2420/2520/4420/4520. Alldatasheet, 2008. Disponível em: <<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/307310/MICROCHIP/PIC18F4520.html>>. Acesso em: 16 de ago. De 2021.