



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA PARAÍBA (IFPB) – *Campus Campina Grande***

Projeto de Sistemas Embarcados

**CONTROLE DE TEMPERATURA
UTILIZANDO PID E SISTEMA EMBARCADO**

Área de Concentração: Ciência da Computação

Área Temática: Tecnologia da Informação e Comunicação

Alunos : Iury Anderson Fernandes Coelho e Victor Andrade Perone

Orientador : Alexandre Sales Vasconcelos

Campina Grande, maio de 2021.

1 INTRODUÇÃO

O controle da temperatura feito de maneira adequada é indispensável para uma melhor eficiência em diversos tipos de processos industriais como por exemplo a produção de medicamentos, cultivo de plantas em estufas, fabricação de cerveja, etc.

A idéia essencial de um dispositivo controlador de temperatura é medir e ajustar a temperatura através da experimentação e correção. Uma solução viável para este tipo de problema é o uso de sistemas embarcados.

Os sistemas embarcados têm se tornado cada vez mais utilizados como controladores de temperatura além de serem capazes de oferecer maior eficiência, baixo consumo energético e uma maior acessibilidade econômica. Esses sistemas possuem dispositivos de processamento e atuadores capazes de controlar processos e medir parâmetros que podem interferir na eficiência de aquecimento. Dessa forma, é possível processar dados de leitura da temperatura a partir de um sensor, compará-la com uma valor de referência e atuar no ajuste necessário.

2. Fundamentação Teórica

A técnica de controle PID (Proporcional, Integral e Derivativo) é uma das técnicas de controle mais utilizadas e pode ser implementada via lógica computacional em um sistema embarcado. O controle PID consiste em estabilizar um valor específico a partir de uma variável de interesse ou ponto de referência. A partir desse tipo de controle é possível responder a um tipo de variação da temperatura por meio de uma correção significativa associada ao erro calculado entre a interação sistema/meio físico e o valor de referência ou set point.

Um sistema embarcado se define como um sistema contendo um circuito integrado único, constituído de um pequeno computador ao qual possui memória, núcleo de processamento e I/O programáveis. Em geral são utilizados para otimizar o gerenciamento de dispositivos elétricos. Um sistema embarcado funciona geralmente a partir de atribuições feitas em um microcontrolador que os programadores escrevem e gravam instruções diretamente em sua memória.

O Atmega328p Apesar de ser um chip consideravelmente pequeno, um microprocessador pode ter um alto potencial de processamento e está relacionado às mais

diversas soluções de tecnologia



Figura 1: microcontrolador Atmel AVR ATmega328p
fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:ATmega8_01_Pengo.jpg

Na tabela abaixo é possível perceber as Características do ATmega328p:

Características ATMEGA328p
• Arquitetura RISC avançada
• 32 x 8 Registradores de propósito geral
• Multiplicador com 2 ciclos de clock
• 32K Bytes de memória flash para programa
• 1K Byte EEPROM
• Durabilidade de 10000 ciclos de escrita Flash
• Durabilidade de 100000 ciclos de escrita EEPROM
• 2 contadores/Timers de 8 bits
• 1 contador/Timer de 16 bits
• Seis canais de PWM
• 8 canais ADC de 10 bits cada
• USART serial programável
• Interface SPI mestre/escravo
• Interface 2 fios (Compatível com padrão I2C)
• Watchdog programável
• Comparador analógico em hardware
• Interrupção/wake up pinos

<ul style="list-style-type: none"> • Interrupção externa e interna
<ul style="list-style-type: none"> • Seis modos de Idle: Redução de ruído ADC, economia de consumo, hibernar, standby, standby estendido
<ul style="list-style-type: none"> • 23 Pinos entrada e saída programáveis
<ul style="list-style-type: none"> • Operação até 20MHz

3. Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é modelar matematicamente um controle PID e implementá-lo em um protótipo embarcado utilizando o Atmega328p capaz de controlar a temperatura de um aquecedor mantendo-o a uma temperatura definida a partir de um setpoint.

4. Materiais e Métodos

Para a construção do projeto foram utilizados os seguintes materiais

- Microcontrolador ATmega328p;
- Cristal de 16MHz;
- 2 x capacitores de 22pF;
- 1 x 100pF;
- 2 x resistores de 990 Ohms;
- 1 x resistor de 10 KOhms
- 1 x resistor de 1 KOhm
- 2 x conectores para alimentação

Os métodos utilizados podem ser descritos pelas seguintes etapas:

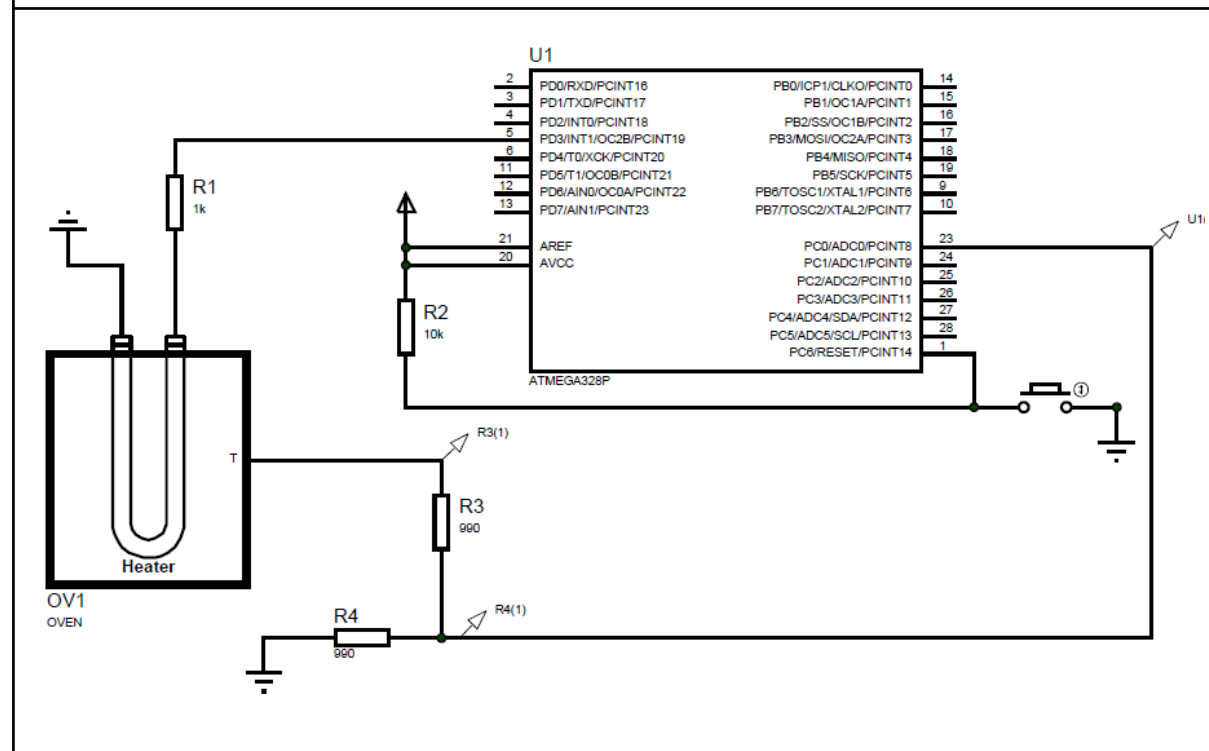
1. Entendimento do funcionamento do PID;
2. Modelagem do PID e criação do algoritmo de firmware escrito em C++;
3. Testes de uso e ajustes do controle através dos parâmetros K_p , K_i e K_d ;
4. Simulação do controle de temperatura no software Proteus
5. Confeção da placa de circuito impresso no software Eagle

5. Resultados

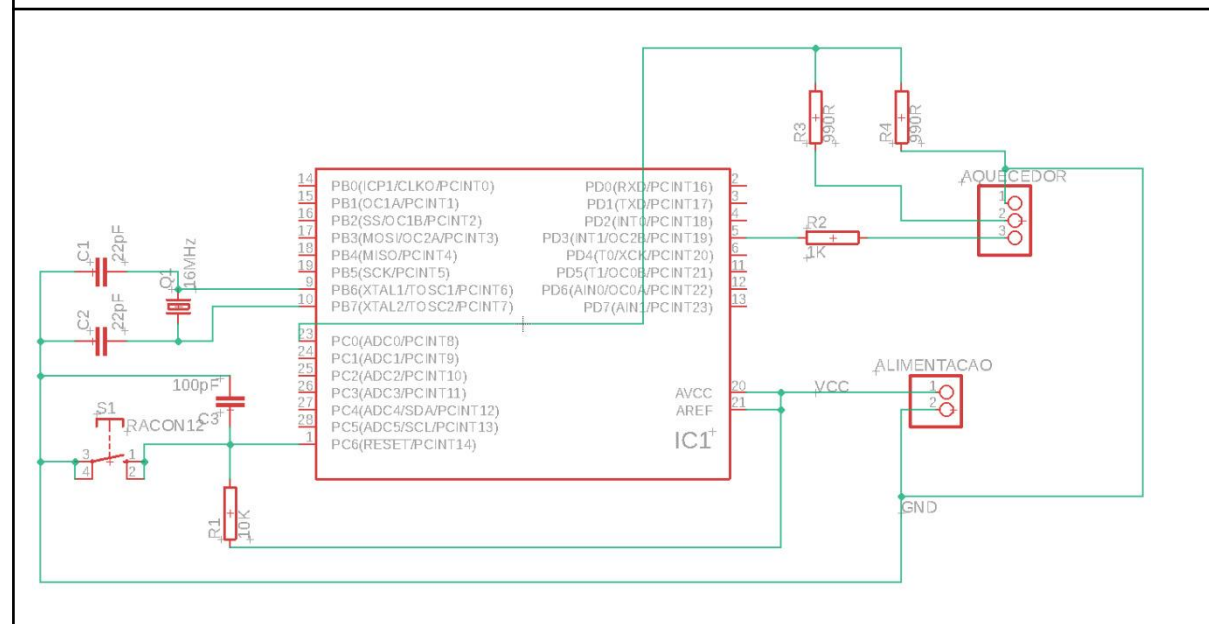
Foi possível, a partir da implementação do controle PID implementado em c++ no microcontrolador Atmega328p, provocar o controle de um aquecedor mantendo a

temperatura constante a partir de um setpoint escolhido pelo usuário. Nas tabelas abaixo é possível visualizar os produtos gerados durante o desenvolvimento do projeto.

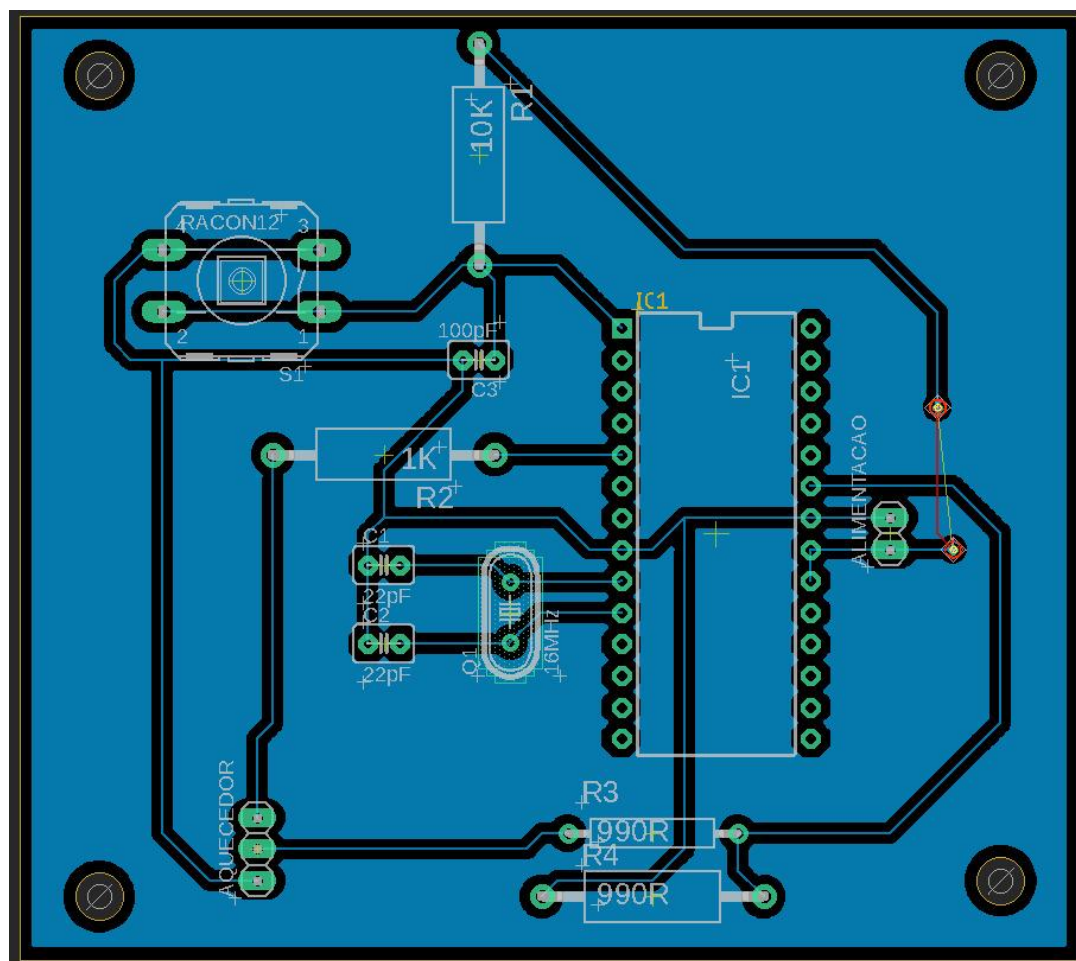
ESQUEMA SIMPLIFICADO DE CIRCUITO PARA SIMULAÇÃO NO PROTEUS

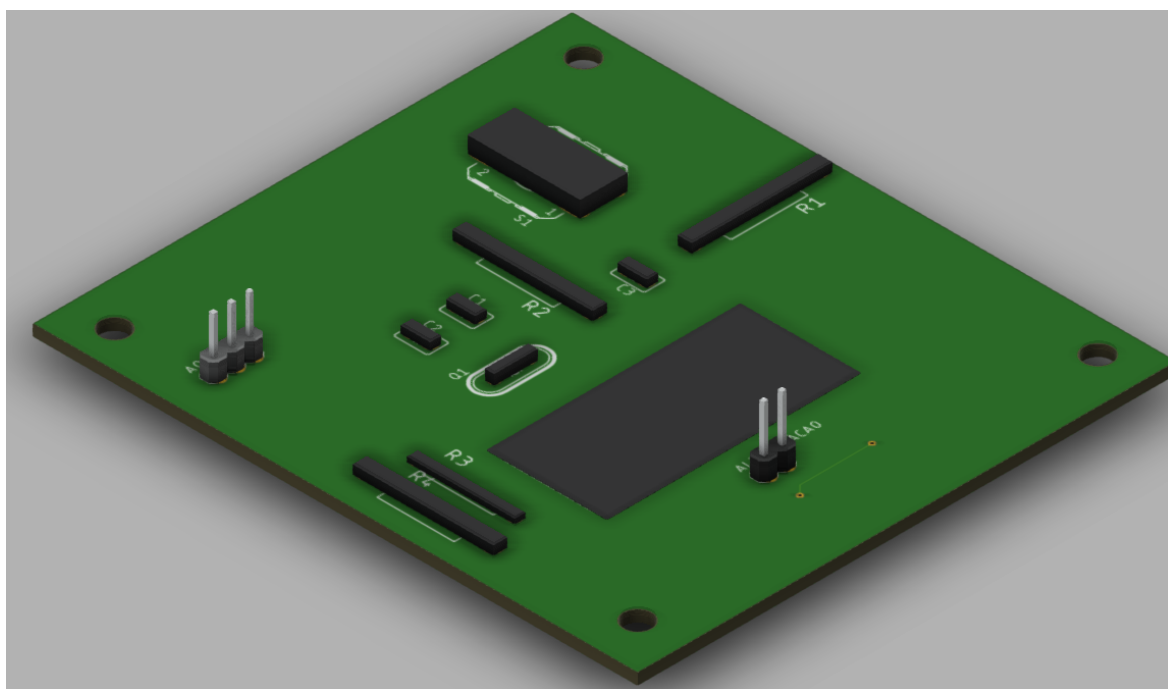


ESQUEMA DE CIRCUITO ELÉTRICO PARA PRODUÇÃO DA PLACA



MODELO DA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO DO CONTROLADOR PID





6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SANTOS, O. L.; JUNIOR, J.; NEVES, M. R. Sistema de Controle de Temperatura para uma Estufa com Monitoramento via Aplicativo. RCT, v. 1, n. 1, 2016.

DE OLIVEIRA, Sérgio. Internet das coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry PI. Novatec Editora, 2017.

OLIVEIRA, Vlademir de Jesus Silva; THIESEN, Eduardo Rodrigo. Sistema Embarcado para Aplicação em Monitoramento e Controle de Temperatura e Umidade.

OGATA, Katsuhiko; SEVERO, Bernardo. Engenharia de controle moderno. Prentice Hall do Brasil, 1998.

Atmel AVR Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre. site: https://pt.wikipedia.org/wiki/Atmel_AVR. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/422610/ATMEL/ATMEGA328P.html>.

Acesso em 15 de Maio de 2021.

