

# CHUVEIRO ELETRÔNICO

Filipe de Souza Freitas  
Graduação em Engenharia Eletrônica  
Universidade de Brasília  
Gama, DF, Brasil  
14/0020161  
filipe.desouzafreitas@gmail.com

Nauam Victor Reis de Oliveira  
Graduação em Engenharia Eletrônica  
Universidade de Brasília  
Gama, DF, Brasil  
16/0140056  
nauamvictor@outlook.com

**Resumo**—O projeto compreende a construção de um sistema embarcado que controle a temperatura da água de um chuveiro, com acionamento feito por voz ao conjunto de opções pre-estabelecidas. Utilizando uma API de conversão de fala para texto pode-se: ligar ou desligar o sistema e definir a temperatura da água.

**Index Terms**—Controle, temperatura, embarcado, voz, chuveiro.

## I. INTRODUÇÃO

Atualmente existe duas formas principais de aquecimento de água para chuveiros por meio da resistência elétrica e outra por energia solar.

O chuveiro elétrico é constituído por uma resistência. O resistor é uma peça metálica que tem a capacidade de chegar a altas temperaturas sem se danificar, assim a água que passa por ele é aquecida [1].

Por outro lado, existe o aquecedor solar que é um sistema de placas coletoras responsáveis pela absorção da radiação solar. O calor do sol, captado pelas placas do aquecedor solar, é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de metal. O reservatório térmico é um recipiente para armazenamento da água aquecida. São cilindros de metais isolados termicamente, dessa forma, a água é conservada aquecida [2].

Os chuveiros em geral tem problemas para o ajuste da temperatura da água que requer um certo tempo e consumo de água. Também para melhorar o conforto do usuário, o sistema contará com acionamento por voz, que facilitará o banho. Para a construção do projeto, definimos um cronograma de entrega, Tabela I.

Tabela I  
CRONOGRAMA DO PROJETO

| Tarefas                          | Meses |      |      |      |
|----------------------------------|-------|------|------|------|
|                                  | Set.  | Out. | Nov. | Dez. |
| Fala em texto                    | X     | X    |      |      |
| Controle de temperatura          | X     | X    |      |      |
| Integração entre fala e comandos |       | X    |      |      |
| Protótipo funcional              |       |      | X    |      |
| Protótipo final                  |       |      |      | X    |

## II. METODOLOGIA

O projeto contém 2 subsistemas, um sistema de controle de temperatura, um sistema de conversão de fala para texto.

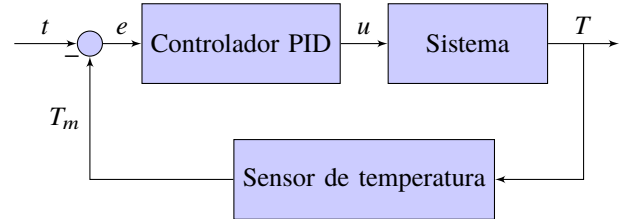


Figura 1. Controle PID a ser usado no sistema. Onde  $t$  é a temperatura interpretada pela raspberry pi,  $e$  o erro associado a diferença de temperatura entre o que o sensor mede e a solicitada pelo usuário,  $u$  a variável de controle no transdutor,  $T_m$  a temperatura lida pelo sensor e  $T$  é a temperatura da água.

Através da conversão da fala em texto é gerado um comando que pode ser interpretado de duas formas: ligar ou desligar a resistência e informar a temperatura desejada, demais funcionalidades podem ser implementadas ao longo do projeto.

### A. Sistema de controle de temperatura

O sistema de controle de temperatura adotado será de malha fechada do tipo PID, controle proporcional, integral e derivativo como mostra a figura 1. O controle integral melhora a resposta em regime permanente ao acrescentar um polo enquanto que o controle derivativo melhora a resposta em regime transitório ao acrescentar um zero, já o controlador proporcional é responsável por alimentar o erro, diferença entre o valor de entrada e o valor lido pelo sensor de temperatura, adiante por um fator de escala [3].

### B. API de conversão de fala em texto

O "Julius" é um software decodificador de reconhecimento contínuo de fala de alto desempenho e tamanho reduzido para pesquisadores e desenvolvedores relacionados à fala. Com base na palavra N-gram e no HMM dependente do contexto, ele pode executar decodificação em tempo real em vários computadores e dispositivos, do microcomputador ao servidor em nuvem. O algoritmo é baseado na pesquisa em treliça em árvore de 2 passagens, que incorpora totalmente as principais técnicas de decodificação, como o léxico organizado em árvore, a aproximação do contexto de um par de palavras, pode classificar, fatorar N-grama, contexto de palavras cruzadas manipulação de dependência, busca por feixe envelopado, poda gaussiana, seleção gaussiana etc.. A validação e verificação

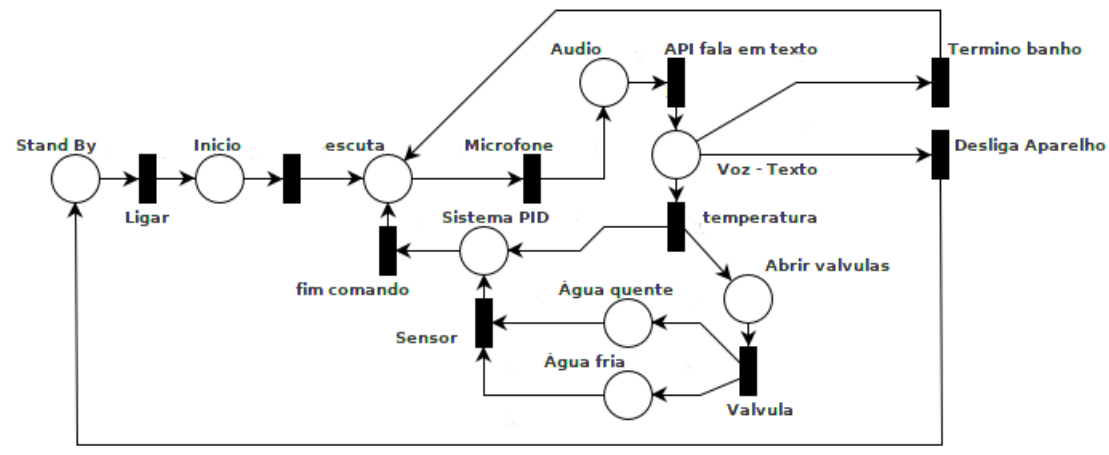


Figura 2. Rede de Petri demonstrando a sequencia de ações e os principais processos.

da API Julius foi feita a partir do uso do projeto coruja produzido e mantido pelo grupo de pesquisa FalaBrasil da Universidade Federal do Paraná (Ufpa), são 9 arquivos, o modelo acústico LAPSAM 1.7, mantido pelo mesmo grupo de pesquisa, contendo 3 binários, 1 arquivo de configuração do Julius, contendo taxa de amostragem, modo de saída, entrada e etc. mais 4 arquivos contendo a gramática, o dicionário, alguns comandos e uma amostra da gramática.

### C. Sistema completo

A rede de Petri da figura 2 representa o processo de forma geral, com o começo quando o equipamento é ligado e entra em modo de espera para um comando. Quando o áudio é processado e indica uma temperatura o sistema de controle PID é acionado com o parâmetro solicitado, quando o comando interpretado refere-se ao controle da resistência para controlar a temperatura e o equipamento entra em modo *standby*.

### D. Sensor de temperatura

São dispositivos que ajudam a identificar o nível de aquecimento de um determinado equipamento ou processo.

Em virtude dos infinitos tipos de aplicações existentes, é fácil perceber a necessidade de uma vasta gama de sensores, os quais, de maneira individual, cumprem requisitos particulares de cada situação.

Em geral, sensores de temperaturas são analógicos, mas o sensor DS18B20 é capaz de ler a temperatura, interpreta-la e enviar a informação do valor de temperatura em graus Celsius para o microcontrolador usando um barramento de apenas um fio.

O sensor de temperatura DS18B20 pode medir temperaturas entre -55 °C e 125 °C com uma precisão de cerca de 0,5 °C na faixa de -10 °C e +85 °C

## III. RESULTADOS

Os primeiros testes consistiram em um conjunto de palavras que se referem a aquecer, esfriar, ligar ou desligar o equipamento e conjunções. A imagem 3 apresenta a saída obtida para a frase "Aqueça a 30 graus".

Figura 3. Caption

## REFERÊNCIAS

- [1] "Como funciona um chuveiro elétrico?" Mundo da Elétrica. [Online]. Available: [www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-um-chuveiro-eletrico/](http://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-um-chuveiro-eletrico/)
- [2] "Como funciona o aquecedor solar de Água soletrol," Soletrol Indústria e Comércio LTDA. [Online]. Available: [www.soletrol.com.br/extras/como-funciona-o-aquecedor-solar-soletrol/](http://www.soletrol.com.br/extras/como-funciona-o-aquecedor-solar-soletrol/)
- [3] N. S. Nise, *Engenharia de sistemas de controle*. Rio de Janeiro: LTC — Livros Técnicos e Científicos, 2013.