

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**MATHEUS SISTON GALDINO – 2021006340**

**PROJETO FINAL  
FORNO ELÉTRICO DIGITAL**

**ITAJUBÁ  
2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**MATHEUS SISTON GALDINO - 2021006340**

**PROJETO FINAL  
FORNO ELÉTRICO DIGITAL**

Relatório submetido aos profs. Rodrigo Maximiano Antunes de Almeida e Otávio de Souza Martins Gomes, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Programação Embarcada e Laboratório de Programação Embarcada do curso de graduação em Engenharia de Computação da Universidade Federal de Itajubá.

**ITAJUBÁ  
2021**

## **RESUMO**

Este relatório tem como objetivo descrever o desenvolvimento do projeto final das disciplinas de Programação Embarcada (ECOP04) e Laboratório de Programação Embarcada (ECOP14), que se caracteriza como um sistema embarcado de um forno elétrico digital. Todo o código foi desenvolvido em linguagem C, utilizando-se o MPLAB X como IDE e, como compilador, o XC8. Para simular o funcionamento da placa foi utilizado o software Picsimlab.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO</b>	<b>6</b>
2.1 Funcionamento	6
2.2 Código	8
<b>3. DIFICULDADES ENCONTRADAS</b>	<b>9</b>
<b>4. CONCLUSÃO</b>	<b>9</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

O projeto desenvolvido consiste em um protótipo de sistema embarcado para um forno elétrico digital, bem como sua simulação. O objetivo deste sistema é criar uma interface que facilite o uso do usuário com funções pré-programadas e controles de fácil e intuitivo acesso.

O sistema desenvolvido conta com 3 modos de operação: pré-aquecimento, grill e modo manual, que aparecem no display de LCD para visualização do usuário. Além disso, outra informação que aparece no display de LCD é a temperatura atual do forno, que pode ser controlada ajustando o potenciômetro. Por fim, utilizando o display de 7 segmentos, o forno realiza uma contagem de tempo, programada pelo usuário.

A simulação foi feita através do software Picsimlab, utilizando uma placa PQDB, com um microprocessador PIC18F4520; Para o projeto, as funcionalidades da placa utilizadas foram: display LCD 16x2, display de 7 segmentos, teclado, potenciômetro, buzzer e RTC.

## 2. DESENVOLVIMENTO

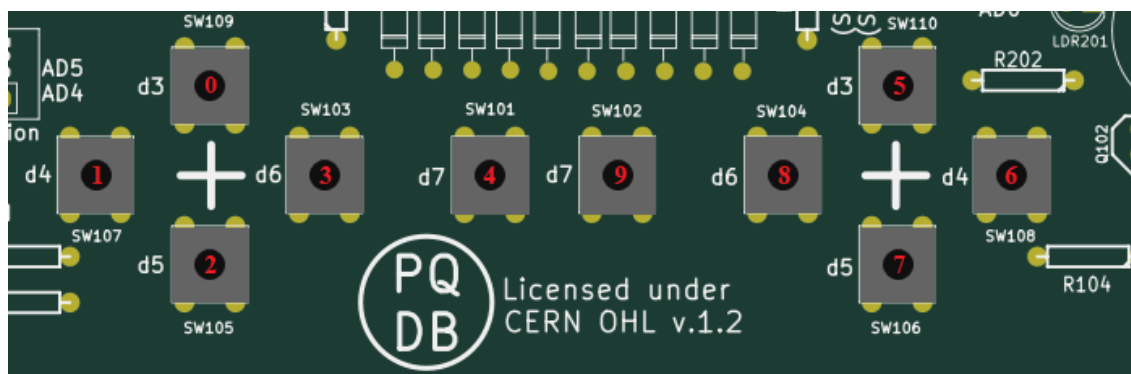
### 2.1 Funcionamento

O funcionamento da placa começa com o LCD mostrando a data e hora atuais por meio do uso do RTC DS1307 (Real Time Clock). Apenas ocorrerá mudança de estado quando o botão “9” da placa for apertando, que é quando o forno “liga”.

Figura 1: LCD mostrando data e hora atuais.



Figura 2: Mapeamento do teclado.



Após o pressionamento da tecla “9” o usuário deve escolher um entre os três modos de funcionamento:

- Modo de pré-aquecimento: utiliza apenas a resistência de baixo do forno, e define o timer para 10 minutos – tecla “5”.
- Modo Grill: utiliza apenas a resistência de cima do forno, e define o timer para 15 minutos – tecla “6”.

- Modo manual: o usuário pode escolher se deseja utilizar a resistência de cima, de baixo ou ambas (através da tecla “7”). Além disso o timer deve ser definido pelo usuário.

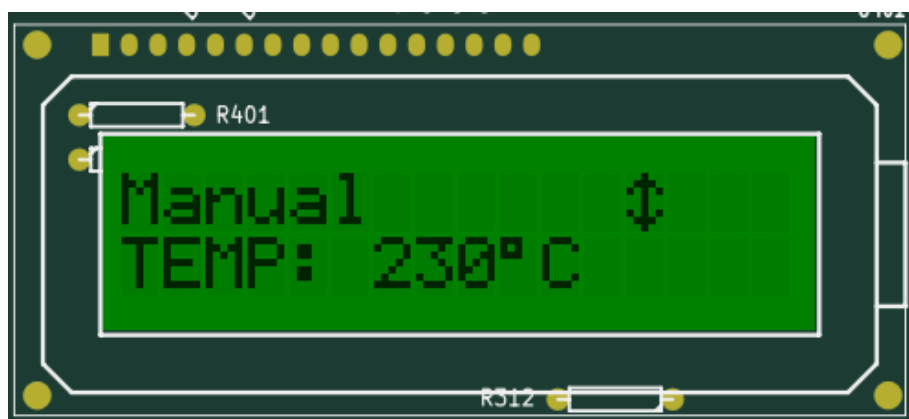
Figura 3: Tela para escolha do modo.



Posteriormente à escolha do modo, o usuário tem a liberdade de ajustar a temperatura por meio do potenciômetro. Esse ajuste será mostrado no LCD e pode ser feito em qualquer momento de funcionamento do forno.

Para o timer começar a ser contado deve-se pressionar a tecla “4”, que tem como função começar e pausar o timer. Para se realizar qualquer alteração no valor do timer o mesmo deve estar parado. As teclas “0” e “2” alteram os minutos do timer (+1 minuto e -1 minuto, respectivamente). Já as teclas “1” e “3” alteram os segundos do timer (-1 segundo e +1 segundo, respectivamente).

Figura 4: LCD após escolha de um modo e ajuste dos parâmetros (modo manual, temperatura de 230°C e uso de ambas as resistências).



Uma vez que o timer chegar ao fim, uma mensagem de fim aparecerá no display de LCD e o buzzer tocará 3 vezes. Para continuar o uso do forno deve-se pressionar o botão “9” novamente.

## 2.2 Código

Para o desenvolvimento do código foram utilizadas bibliotecas fornecidas para a execução da matéria de Laboratório de Programação Embarcada (ECOP14). O código é estruturado de forma que o funcionamento principal do sistema aconteça com um timer de 9 milissegundos, o que regulariza todas as iterações do loop infinito do programa.

Figura 5: Estrutura do código.

```
for(;;){
//*****inicio do top-slot*****
    timerReset(9000);
//*****inicio da maquina de estado*****
    switch(slot){
        case 0:
            leTeclado(); //Ler o teclado
            slot = 1;
            break;
        case 1:
            temperatura(); //Ler temperatura pelo potenciometro
            slot = 2;
            break;
        case 2:
            if(tempo>100){tempo=0; timer();}
            atualizaSSD(); //Atualiza valores no ssd
            slot = 0;
            break;
        default:
            slot = 0;
            break;
    }
//*****inicio do bottom-slot*****
    if(start!=0){tempo++;}
    ssdUpdate();
    timerWait();
} //LOOP
```

Além disso, para que os valores lidos pelo potenciômetro ficassem coerentes com a temperatura de um forno é realizado uma conversão, limitando a temperatura mínima para 50°C e a máxima para 300°C.



### **3. DIFICULDADES ENCONTRADAS**

Entre as dificuldades encontradas na elaboração do código do projeto, a mais presente foi encontrar um modo de utilizar o display de 7 segmentos sem que o LCD e o potenciômetro influenciassem na visualização do display. Uma solução encontrada foi somente atualizar o LCD quando ocorresse alguma mudança que o usuário pudesse visualizar, assim o funcionamento do display de 7 segmentos acontece da forma esperada.

### **4. CONCLUSÃO**

O desenvolvimento do projeto se mostrou um processo de bastante aprendizado e experiência quanto ao desenvolvimento de um sistema embarcado.

Desse modo, pode-se concluir que todo o conhecimento adquirido durante o semestre nas disciplinas de Programação Embarcada e Laboratório de Programação Embarcada foi aplicado no projeto.

Por fim, o projeto do forno elétrico digital também atendeu as expectativas, uma vez que todas as funcionalidades propostas funcionam da forma que deveriam.