

# **AUTOMAÇÃO DE UM FORNO INDUSTRIAL DE FUNDIÇÃO COM A FUNÇÃO DE SER CONTROLADO POR APLICATIVO EM SISTEMA IoT EM UMA EMPRESA DE JÓIAS**

Alfredo Ferreira Nascimento <sup>1</sup>

José Eduardo Salgueiro Lima<sup>2</sup>

Edilson Alexandre Carmago<sup>3</sup>

## **1. RESUMO**

O Projeto abordado foi desenvolvido em um forno elétrico para fundição, de propriedade da empresa Joias Jessica Ltda. O forno, tipo mufla, é utilizado para fundição de metais nobres como ouro e prata; a dificuldade que foi constatada, é que para controlar a temperatura do equipamento é necessário manter-se um operador a todo instante, controlando e aferindo constantemente a temperatura do equipamento. A proposta desse projeto é construir um protótipo de um forno operado a distância. Neste projeto, foram realizados estudos baseados na quarta revolução industrial, a indústria 4.0, também conhecida como internet industrial das coisas (IOT). O objetivo desse projeto foi desenvolver um dispositivo eletrônico IOT para acoplar-se em um forno elétrico têmpera convencional. Para que o projeto pudesse ser concluído conforme os parâmetros e especificações propostas pelo orientador do projeto, foi proposto ao grupo a elaboração de um protótipo para teste físico, visando a automatização de um forno elétrico, e dessa forma facilitar a sua operação. O desenvolvimento do projeto começou com discussão sobre a metodologia de estudo a ser aplicada. Portanto, foram realizados todos os testes necessários, para otimizar os resultados.

**Palavras-chave:** Forno IoT, protótipo, automatização, indústria 4.0, ESP32, microcontrolado.

1 Acadêmico do Curso de Engenharia de Mecatrônica, Centro Universitário ENIAC.  
e-mail: [alfredcelo@gmail.com](mailto:alfredcelo@gmail.com)

2 Professor Doutor José Eduardo Salgueiro Lima dos cursos de Mecânica, Centro Universitário ENIAC. e-mail: [jose.salgueiro@eniac.edu.br](mailto:jose.salgueiro@eniac.edu.br)

3 Professor Mestre Marcus Valério Rocha Garcia dos cursos de Engenharia Elétrica Centro Universitário ENIAC. e-mail: [edilson.alexandre@eniac.edu.br](mailto:edilson.alexandre@eniac.edu.br)

## 1 INTRODUÇÃO

Para realização deste projeto, foram realizados estudos com base na era da quarta revolução industrial, ou como é chamada na atualidade a indústria 4.0 e também na internet industrial das coisas; no cenário atual, os grandes desafios são a produção em larga escala com custos reduzidos, o que exige o desenvolvimento de novas tecnologias, quebrar barreiras e encurtar distâncias (SEBRAE 2018).

No Mundo, no período entre 2015 e 2020, o Fórum Econômico Mundial identificou a perda de cerca de 7,1 milhões de empregos, principalmente aqueles relacionados a funções administrativas e industriais (FOLHA 2020).

Segue abaixo (figura 1) uma imagem de um forno mufla de fundição convencional, a ideia é elaborar um protótipo para teste físico, visando a sua automatização, e dessa forma facilitar a sua operação e resolver os problemas apontados pela empresa Jóias Jessica.

Figura 1 Forno mufla analógico da empresa J. Jessica



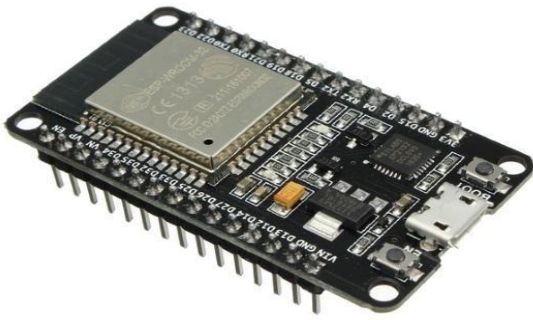
Fonte: Autor, 2022

A partir da identificação dos problemas, como as necessidades de operação do forno a distância e o controle de sua temperatura, inclusive o forno conta com um controlador analógico muito antigo e precisa de uma pessoa para ajuste constante da mesma e obter a precisão da temperatura e sua operação, o objetivo é trabalhar na melhoria deste equipamento, através da elaboração de um protótipo, contendo sistemas eletrônicos para ligação, controladores e sensores, dando acionamento e controle total das temperaturas, para aquecimento conforme o nível desejado.

O objetivo deste projeto é desenvolver um dispositivo eletrônico IOT para ser acoplada em um forno elétrico de fundição convencional, que seja capaz de controlar e acompanhar remotamente a temperatura, assim tendo como obter a melhoria em sua eficácia e com baixo custo para que se enquadre nos padrões atuais em questão de inovação e tecnologia.

Foi desenvolvida uma programação para o módulo ESP 32 de mostrado na (figura 2) (para conectar em um aplicativo “app BLINK”), que será utilizada para o controle remoto do forno, permitindo saber a temperatura interna do forno e aferir o seu controle.

Figura 2: Placa DOIT ESP 32, (periférico de micro controlado com wifi e bluetooth)



Fonte: Site Baú da eletrônica, 2022

## 2 OBJETIVOS

O objetivo deste projeto é desenvolver uma automação para um forno mufla. Para tanto, é necessário desenvolver uma programação para o controle por aplicativo da temperatura e receber notificações de tempo real do status de aquecimento e ter um controle com maior assertividade das temperaturas e poder controlar remotamente com a facilidade de controlar todo o processo sem a necessidade de ter uma pessoa física no local.

## 3 METODOLOGIA

Para desenvolver este projeto conforme os parâmetros e especificações dado desenvolvimento de um projeto real, e a solução de uma problemática, foi proposto a realização da construção de um protótipo como mostrado na (figura 3), para a automatização de um forno elétrico, facilitando os testes e simulações de operação. A partir dessa proposta, surgiram dúvidas como: quais componentes devem-se usar e como seria feito o circuito e qual tipo de material usar.

Figura 3 Protótipo forno elétrico



Fonte: Autor, 2022

Com um levantamento do próprio conhecimento do grupo, conhecimento adquirido em estudos e vivência pessoal de todos os integrantes, os componentes e o material foram definidos para o protótipo para atualização dos componentes do forno da empresa Joias Jessica, para componentes mais atuais como vemos nas imagens da (figura 4) buscando mais segurança, eficácia seguindo as normas vigentes na **NR12**

**Figura 4** Da esquerda para à direita temos botão de emergência, lâmpada de funcionamento, chave liga /desliga e o controlador digital



Fonte Autor 2022

Para realização desse projeto foram desenvolvidos vários trabalhos como, sistemas eletrônicos para ligação de controladores, interruptores e sensores, dando acionamento e controle total das temperaturas, foram utilizados resistência, para aquecimento conforme desejado. Foi desenvolvida uma programação na linguagem C/C++ demonstrado na (figura 5) para o módulo ESP 32.

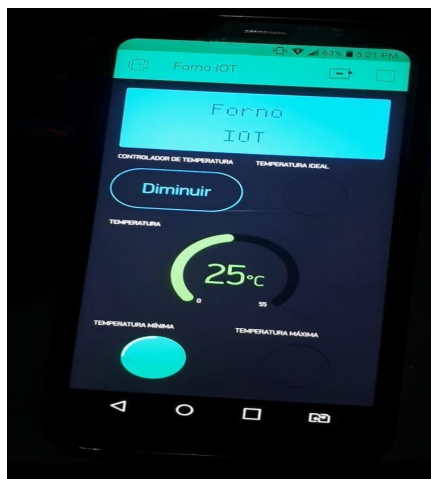
**Figura 5: Abaixo temos a imagem da programação C/C++**

```
1 #include "DHT.h"
2 #include "SSD1306.h"
3
4 SSD1306 display(0x3c, 5, 4);
5 DHT dht(16, DHT22);
6
7 float t; //Temperatura
8 float h; // Umidade
9
10 void setup() {
11   dht.begin();
12   display.init();
13   display.clear();
14 }
15
16 void loop() {
17   h = dht.readHumidity();
18   t = dht.readTemperature();
19
20   display.clear();
21   display.drawRect(10, 10, 80, 50);
22   display.setFont(ArialMT_Plain_16);
23   display.drawString(20, 14, (String)t+" °C";
24   display.drawString(20, 35, (String)h+" %";
25   display.flipScreenVertically();
26   display.display();
27
28   delay(1000);
29 }
```

Fonte: Autor, 2022

Através da programação acima conseguimos conectar em um aplicativo “app BLINK” demonstrado na (figura 6) que será utilizada para o controle remoto do forno, permitindo saber a temperatura interna do forno e aferir o seu controle.

**Figura 6 temperatura sendo controlada no aplicativo**

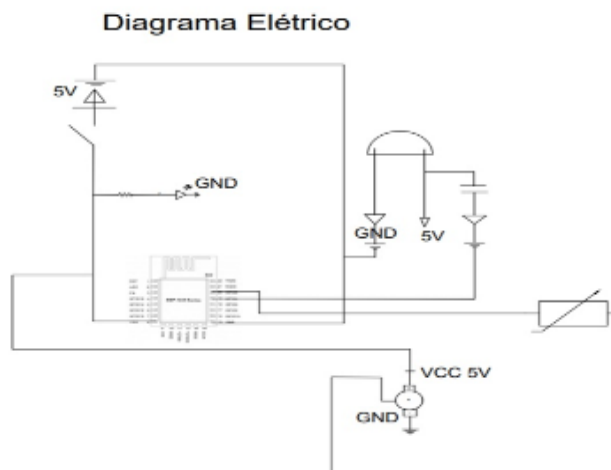


Fonte: Autor, 2022

## 4 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do projeto começou com a metodologia de estudo a ser aplicada no mesmo, e assim através de reuniões de consenso foi escolhido o tema a ser trabalhado, e resolver as suas problemáticas, e em seguida foi elaborado o cronograma, dando assim início das tarefas práticas e teóricas, através das escolhas dos materiais e elaboração de croquis, no qual foi criado o croqui do circuito eletrônico no Autocad, como se vê abaixo na (figura 7)

Figura 7 – Diagrama do esquema Elétrico



Fonte: Autor 2022

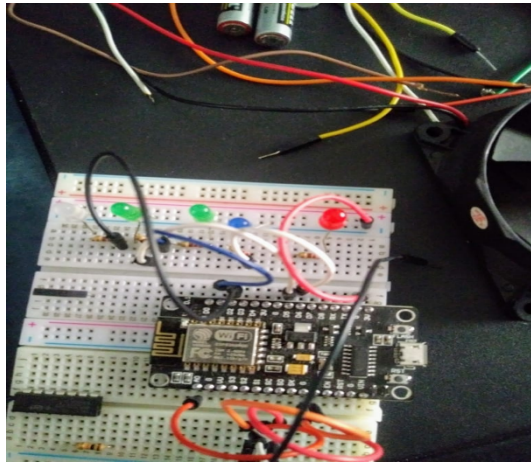
Na sequência seguindo o cronograma deste projeto, foram feitos estudos de orçamentos de custo e após aprovação do grupo consequentemente deu-se o início com as primeiras compras dos componentes eletrônicos para uma primeira fase de testes, feitos na protoboard (Placa de Ensaio), com o sistema de ligação do módulo ESP 32, conforme demonstrado no quadro abaixo.

Quadro 1 - Orçamentos de componentes necessários Fonte:

Material utilizado	Quantidades	Valores	Total
Resistores	7	R\$ 0,20	R\$ 1,40
Cooler	2	R\$ 10,00	R\$ 20,00
Regulador de tensão	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Modulo ESP32	1	R\$ 85,00	R\$ 85,00
Resistência	1	R\$ 82,00	R\$ 82,00
Leds	6	R\$ 0,20	R\$ 1,20
Relés	2	R\$ 5,00	R\$ 10,00
Cabos Flexíveis	20	R\$ 1,00	R\$ 20,00
Caixas de passagem	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Estrutura do forno	1	R\$ 280,00	R\$ 280,00
botão de emergência	1	R\$ 18,00	R\$ 18,00
botão liga/desliga	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
visor temperatura	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
sensor de temperatura	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
		<b>Valor total gasto</b>	<b>R\$ 744,60</b>

Fonte:  
Autor,  
(2022)

**Figura 8 -Teste Protoboard com todos os componentes e ESP32**

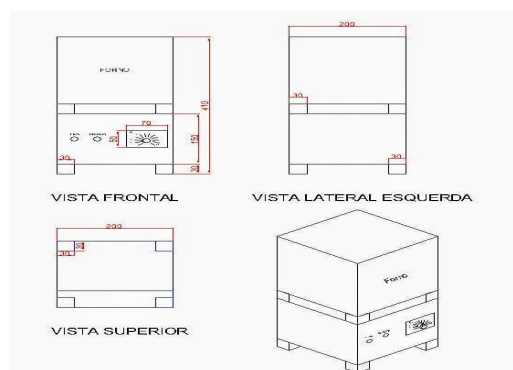


Fonte: Autor 2022

Para retomada dos testes se fez necessário a utilização de simulação do circuito eletrônico no software (Proteus, versão 8.5) feito isso, ainda sim foi necessário a orientação do professor para a realização de testes mais complexos.

Após obterem sucesso com os testes eletrônicos, deram sequência na realização das compras dos materiais faltantes para completar o projeto. Nesta parte começaram a elaboração dos desenhos da estrutura do projeto, para início da montagem.

**Figura 9 - Croqui mecânico desenvolvido para melhor criação do protótipo**



Fonte: Autor, 2022

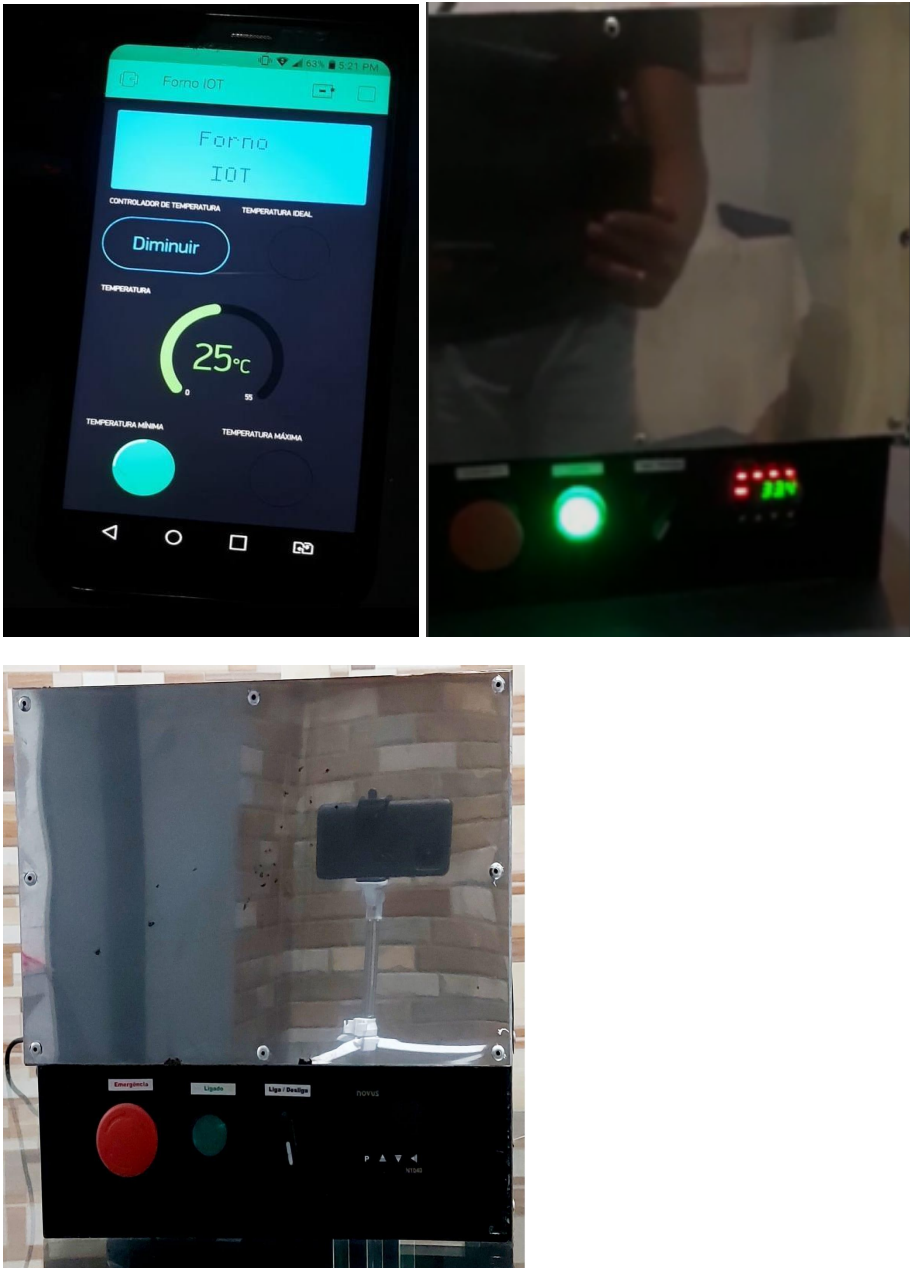
## **5 RESULTADOS**

O projeto protótipo FORNO IOT, como foi relatado na metodologia, ainda estava sendo analisado as melhores matérias primas e componentes para realização do mesmo. Então os primeiros testes que foram realizados na primeira semana de abril, foram testes apenas na programação para simular a temperatura, o



que fez com que o grupo pudesse dar o próximo passo, a definição de alguns componentes eletrônicos

**Figura 10 Testes realizados já com aplicativo e forno ligado ainda com a protoboard**



Fonte: Autor, 2022

Foram realizados testes com as programações, desta vez com a adição da resistência e de alguns leds, porém teve problemas devido à falta de alguns componentes eletrônicos que o grupo não identificou em suas pesquisas, com isso o protótipo teve uma pausa, para que o grupo pudesse encontrar a solução para este problema, foram feitas

Exatamente no final da primeira etapa foi feito mais teste o (que foi a compra do componente eletrônico optoacoplador), feito isso o último teste teve início com a programação dos componentes eletrônicos todos ligados na placa de teste

(protoboard), e seu resultado saiu se como esperado, com um bom funcionamento de todas as partes testadas. Portanto, foram realizados todos os testes devidos, e com bastante empenho para que sempre chegasse ao êxito. Houve algumas perdas de componentes, que foram substituídos (leds). Todos os testes foram realizados na placa de teste (protoboard), e foram refeitos na mesma placa de forma apresentável e acoplado na estrutura do protótipo, sendo concluído o teste de aferição diretamente com sensores nas resistências.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido obteve um resultado considerado ótimo em todos os aspectos do protótipo, tanto em sua estrutura, que teve um bom acabamento necessitando alguns arremates nas passagens e fixação dos cabos (organizado), e principalmente com a parte IOT do protótipo (programação e eletrônica via IOT) considerada a mais difícil, estamos buscando resultados satisfatórios, tanto pelo esforço quanto ao funcionamento. Visando um melhor resultado ainda melhor, foi constatado que a necessidade de uma caixa eletrônica que é acoplada no protótipo do grupo, por ter limitações de resistência física a temperaturas um pouco abaixo de um forno real, a placa utilizada e aplicação dela para facilitar a programação, a redução do custo, a melhora da apresentação técnica para realizar uma venda do produto e uma melhora de credibilidade dos consumidores.

Também um melhor desempenho na programação, por essa programação ser especificamente desenvolvida pensando em uma necessidade de uma empresa específica.

O projeto que foi desenvolvido ao decorrer deste semestre, teve como maior contribuição para a área de Engenharia de Automação a sua simplicidade, facilidade e baixo custo, quando se trata de adaptar-se a fornos que está há muito tempo no mercado e precisam ser trocados, aumentando a sua vida útil e a melhoria dos resultados.

## 7 FONTES CONSULTADAS

ABNT - Associação Brasileiras de Normas Técnicas

TORRES, Gabriel. **Fundamentos de Eletrônica**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora Ltda, 2002. 229 p.

GUERRINI, Délio P. **Eletrônica Aplicada vol II**. Ed EESC-USP: São Carlos, 1988.

FLOYD, T. L. **Sistemas digitais: fundamentos e aplicações**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

FOLHA. **A automação vai mudar uma carreira de 16 milhões de brasileiros até 2030.** Disponível em:

<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/01/1951904-16-milhoes-de-brasileiros-s-ofrerao-com-automacao-na-proxima-decada.shtml>. Acesso em: 29 abr. 2020.

SEBRAE. **Prepare-se para a Indústria 4.0.** Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/prepare-se-para-a-industria-40,7610a25df13f8510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 29 abr. 2020.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica Volume II.** Tradução: José Lucimar do Nascimento. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1995. 558 p. v. 2.

Site Bau da Eletrônica  
([https://www.baudaeletronica.com.br/?gclid=CjwKCAjwwo-WBhAMEiwAV4dybXVgJMTfKqJ5Q5Hi1qKbxpmTZUbnffJRRsAcki7ytczC8q08K4hIJhoCpB4QAvD\\_BwE](https://www.baudaeletronica.com.br/?gclid=CjwKCAjwwo-WBhAMEiwAV4dybXVgJMTfKqJ5Q5Hi1qKbxpmTZUbnffJRRsAcki7ytczC8q08K4hIJhoCpB4QAvD_BwE))  
acesso em 04/02/2022.