



Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
ETEC “JORGE STREET”

SUPERVISÃO
DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS INDUSTRIAIS E COMERCIAIS

São Caetano do Sul - SP
2023

Etec Jorge Street

**SUPERVISÃO
DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS INDUSTRIAIS E COMERCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como pré-requisito para obtenção
do Diploma de Técnico em Eletrotécnica da
Etec Jorge Street.

Prof. Orientador Helder Cunha e Sandra
Valeria

**Fabio de Assis Santino da Silva,
Gustavo Henrique Bento Yague,
Hector Soares Silva
Ismael Alves da Silva,
Nedison Glicelidio dos Santos,
Vilanhildo Costa de Souza,
Victor Luciano Vendramini,
Wesley Silva Barros,
Hector Soares Silva**

**São Caetano do Sul - SP
2023**

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias que, de maneira direta ou indireta, apoiaram nossos esforços.

Aos Prof^{os} orientadores Carlos Marcelo e Sandra Valéria que alicerçou o ensino e a aprendizagem, a fim de que este projeto pudesse ser concretizado.

A todos os Professores que participaram da construção do conhecimento dos alunos, pois sem esse auxílio, possivelmente, este projeto não teria se transformado em realidade e edificado um sonho.

Aos colegas do curso com os quais tivemos oportunidade de conviver durante a aquisição da aprendizagem e repartir incertezas, na caminhada, em busca desta ascensão cultural.

Não creio que haja uma emoção mais intensa para um inventor do que ver suas criações funcionando. Essa emoção faz você esquecer de comer, de dormir, de tudo.

Nikola Tesla

RESUMO

Foi elaborado um quadro de Supervisão de circuitos elétricos industriais, porque dessa forma é possível aumentar a produtividade, segurança e confiabilidade operacional, dessa forma evitando perdas. Foi pensado inicialmente executar o projeto com a utilização do esp32, porém pela fácil manipulação optamos pelo controle através do microcontrolador Arduino com função GSM, o Arduino enviará informações ao usuário independentemente da distância entre usuário e o circuito monitorado, assim informando-o falhas nos circuitos elétricos em tempo real.

Custou aproximadamente R\$ 1200,00 projeto foi idealizado em de junho/22 e concluído maio de 2023, obtivemos resultados satisfatórios na simulação da programação e demonstra ser um projeto promissor.

Palavras-chave: Supervisão de circuitos, industrial /comercial.

ABSTRACT

A supervisory board for industrial electrical circuits was prepared, because in this way it is possible to increase productivity, safety and operational reliability, thus avoiding losses. It was initially thought to run the project using esp32, but due to the easy manipulation we opted for control through the Arduino microcontroller with GSM function, the Arduino will send information to the user regardless of the distance between the user and the monitored circuit, thus informing him of circuit failures electrical in real time.

It cost approximately R\$ 1200.00 The project was designed in June/22 and concluded in May 2023, we obtained satisfactory results in the programming simulation and it proves to be a promising project.

Keywords: Circuit supervision, industrial/commercial

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de funcionamento.....	16
Figura 2 - Alimentação do quadro.....	17
Figura 3 - Desenho do quadro.....	18
Figura 4 - Quadro.....	19
Figura 5 - Desenho do layout do quadro.....	20
Figura 6 – Quadro.....	22
Figura 7 – Desenho do quadro de monitoramento do circuito.....	22
Figura 8 - Placa de Arduino + Shield GSM800L.....	23
Figura 9 – relé de interface.....	23
Figura 10 – Disjuntor Bipolar e Monopolar.....	24
Figura 11 – Quadro elétrico.....	24
Figura 12 - Sinaleira led Azul, Vermelha e Amarela.....	24
Figura 13 - Chave de Posição.....	26
Figura 13 – Suporte de borne.....	28
Figura 15 – Fonte 12 V	28
Figura 16 – Pert CPM para o cronograma apresentado no Quadro 1.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos

21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma

25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Erro! Indicador não definido.	
1.2 Erro! Indicador não definido.	
1.2.1 ¹⁵	
1.2.2	Erro! Indicador não definido.
1.3 Delimitação do Tema	15
1.4 Relevância	15
1.5 Organização do TCC	15
2 SUPORTE TEÓRICO	16
2.1 Circuito elétrico	16
2.2 Manutenção corretiva e preventiva	17
2.3 Verificação dos circuitos elétricos com a variável corrente via GSM	17
3 MÉTODO DE EXECUÇÃO	17
3.1 Área de Realização	26
3.2 Custos	26
3.2.1 Materiais e Descrição	28
3.2.2 Cronograma	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Começamos com a ideia de edificar um dispositivo que permitisse aos usuários controlar e monitorar circuitos elétricos. Inicialmente, o grupo formalizou vários conceitos. Chegamos à conclusão de que um projeto de supervisão e monitoramento de circuitos elétricos é o tema para o TCC (trabalho de conclusão de curso). Através do microcontrolador Arduino com capacidades GSM, o Arduino transmite informações independente da distância entre o usuário e o circuito controlado, avisando sobre o estado do circuito em tempo real.

A monitoração dos circuitos elétricos industriais é uma atividade essencial para garantir a segurança, a eficiência dos sistemas elétricos e a produtividade de uma empresa. Com a crescente complexidade dos processos industriais, a monitoração dos circuitos elétricos se tornou cada vez mais importante para corrigir em menor tempo as falhas no sistema, sobrecargas elétricas e até mesmo incêndios.

Para garantir a monitoração adequada dos circuitos elétricos, é necessário contar com equipamentos modernos e eficientes, como sensores de corrente, medidores de tensão e sistemas de comunicação em tempo real. Esses equipamentos permitem que os técnicos responsáveis pela manutenção dos sistemas elétricos tenham acesso a informações precisas e atualizadas sobre o funcionamento dos circuitos elétricos em tempo real.

Além disso, é importante contar com profissionais capacitados e treinados para realizar a monitoração dos circuitos elétricos. Esses profissionais devem estar familiarizados com as normas de segurança elétrica e ter conhecimentos técnicos sólidos sobre os sistemas elétricos da empresa.

A monitoração dos circuitos elétricos também pode ser realizada de forma remota, utilizando sistemas de monitoramento à distância. Esses sistemas permitem que os técnicos responsáveis pela manutenção dos sistemas elétricos tenham acesso às informações em tempo real a partir de qualquer lugar, facilitando a tomada de decisões e a resolução de problemas em tempo hábil.

1.1 O Problema

O termo monitoramento de energia pode significar muitas coisas dependendo de quem o usa e de quem o escuta em nosso caso o monitoramento de energia elétrica é um processo que consiste em coletar dados dos sistemas elétricos em uma determinada instalação. O objetivo é entender e de forma efetiva e rápida corrigir o erro evitando dessa forma a perda de produtividade.

Por observar o alto custo com manutenção e mão de obra por tempo integral (FULL TIME), constatou-se a necessidade de facilitar o dia a dia, monitorando o funcionamento dos circuitos de modo gerais.

Não monitorar os circuitos elétricos industriais pode acarretar diversos problemas para uma empresa, como:

Falhas no sistema elétrico industrial: sem monitoração adequada, as falhas no sistema elétrico podem passar despercebidas, causando interrupções no fornecimento de energia elétrica e atrasando a produção industrial.

Sobrecarga elétrica: a sobrecarga elétrica pode danificar equipamentos elétricos e eletrônicos, o que pode levar a perda de dados e tempo de inatividade.

Incêndios: um sistema elétrico sobrecarregado ou com defeito pode resultar em curtos-circuitos e incêndios, causando danos materiais e potencialmente colocando em risco a vida dos funcionários.

Perda de produtividade: a interrupção do fornecimento de energia elétrica devido a falhas no sistema pode levar a atrasos na produção e perda de produtividade, o que pode impactar negativamente a receita da empresa.

Alto custo de reparos: se as falhas no sistema elétrico não forem detectadas e reparadas a tempo, os custos de reparo podem ser significativos, o que pode afetar o orçamento da empresa.

Diante desse fato, surgiu o questionamento, como efetuar a verificação e atuar em tempo hábil sem a necessidade da presença humana durante as 24h do dia?

1.2 Objetivos

O objetivo principal de efetuar a verificação circuitos elétricos industriais é garantir a segurança e a eficiência do sistema elétrico, dessa maneira é possível minimizar a perda da produtividade da empresa. Isso pode ser alcançado por meio da

detecção de modo ágil as falhas, sobrecargas e outros problemas elétricos que possam ocorrer nos circuitos elétricos industriais.

Ao monitorar os circuitos elétricos, é possível coletar informações precisas e em tempo real sobre o funcionamento do sistema elétrico, incluindo dados de tensão, corrente, temperatura, entre outros. Com essas informações, os técnicos responsáveis pela manutenção dos sistemas elétricos podem tomar decisões mais informadas sobre as necessidades de manutenção e reparo, reduzindo o risco de falhas do sistema e minimizando o tempo de inatividade.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo de monitorar os circuitos elétricos industriais é garantir a segurança, a eficiência e a confiabilidade do sistema elétrico em uma empresa, minimizando o risco de falhas, aumentando a produtividade e reduzindo os custos operacionais.

Elaborar monitor de circuitos elétricos industriais / comerciais.

1.2.2 Objetivo Específico

Informar em tempo real falha nos circuitos elétricos.

Monitorar geladeiras, fornos e alarmes.

1.3 Delimitação do Tema

Esta investigação se limitou a explanar a respeito de Eletrotécnica, especificamente, sobre circuitos elétricos.

1.4 Relevância

A capacidade de monitorar e identificar problemas na rede elétrica, de modo facilitado, é um dos requisitos para uma manutenção corretiva eficiente e de modo assertivo. Logo, essas informações podem ser utilizadas como ferramentas estratégicas, visando, de forma interativa, a identificar os problemas e buscar solucioná-los por meio de manutenção corretiva. Por isso, o projeto de monitoramento dos circuitos elétricos industrial / comercial é importante onde não há serviços 24 horas por dia.

1.5 Organização do TCC

A parte documental do TCC foi organizada em cinco etapas, sendo a primeira, reservada para apresentação do trabalho no que se refere ao problema, aos objetivos, à delimitação do tema, à relevância do estudo e a como foi organizado o documento; a segunda, indica os suportes teóricos que embasam a execução do projeto; a terceira, o desenvolvimento que engloba o método de execução, normas, custos e cronograma; o quarto, ao (s) resultado (s) discutido (s) com as teorias que serviram de alicerce para a execução do produto final e o quinto, e último, às considerações finais.

2 SUPORTE TEÓRICO

Receber um diagnóstico rápido e preciso de uma falha no sistema elétrico industrial / comercial trata-se de integrar as variáveis, para administrar as instalações elétricas com softwares capazes de efetuarem um envio de mensagem em caso de falha instantaneamente através de instrumentos indicadores.

Para realizar o monitoramento da rede elétrica, podem ser usados os recursos das Internet of Things (IoT) que, segundo Lemos e Rodrigues (2014), a IoT aponta para uma ampla conexão dos mais diversos objetos com a Internet, fazendo com que diversos objetos físicos ou virtuais possam sentir o ambiente, trocar informações, realizar informações com outros objetos. Lemos e Rodrigues (2014), também afirmam que, perante ao grande desenvolvimento da tecnologia, atualmente existem mais objetos conectados à Internet do que humanos.

2.1 Circuito elétrico

Definição de circuito elétrico: Um circuito fechado onde ele começa e termina no mesmo ponto, sendo formado por vários elementos que se ligam e, assim, tornam possível a passagem da corrente elétrica.

Dentro da indústria foi realizada uma pesquisa onde foi constatado que os principais problemas encontrados foram; Oscilação na rede elétrica, disjuntor do padrão desarmando com frequência, fios descascados, altas temperaturas da fiação,

início de curto-circuito, consumo de energia elevado, falta de um quadro de distribuição de circuitos.

2.2 Manutenção corretiva e preventiva

A manutenção preventiva é feita de maneira periódica que os problemas apareçam. Já a manutenção corretiva ocorre a partir de uma falha. A manutenção preventiva é planejada e ocorre antes que os problemas apareçam. Já a manutenção corretiva ocorre após a quebra do equipamento.

As falhas nas máquinas podem aparecer de formas variadas, portanto, conhecer os problemas mais comuns encontrados, pode ser o fator primordial para um bom programa de manutenção para monitorar e corrigir falhas evitando desperdícios e perdas de matéria prima ou perecíveis.

2.3 Verificação dos circuitos elétricos com a variável corrente via GSM

A corrente elétrica é o fluxo ordenado de cargas elétricas, que se movem de forma orientada em um condutor elétrico sólido ou em soluções iônicas.

Existem diversas maneiras de verificar a corrente elétrica. Uma delas é utilizando um multímetro, que é um aparelho que mede a corrente elétrica em um circuito. Para isso, é preciso desligar a alimentação de energia do circuito e ligar o aparelho em serie no circuito. Em seguida, é necessário prender o multímetro a fim de completar o circuito e conectar a ponteira preta do multímetro ao fio restante e ligar o circuito. Outra maneira de monitorar a corrente elétrica é através do uso de tecnologias de medição remota de energia elétrica para obter informações como a falta de corrente no sistema, evitando assim a queda na produtividade e perda de matéria prima.

3 MÉTODO DE EXECUÇÃO

Neste capítulo serão expostos os procedimentos empregados para a realização da pesquisa.

Quanto à abordagem, este estudo foi apoiado em pesquisa qualitativa. Para o levantamento de informações, o processo foi bibliográfico, baseado em fontes físicas (livros, revistas técnicas, dissertações de mestrado) e virtuais, encontradas em endereços eletrônicos.

No que se refere ao registro da parte prática do projeto (execução do produto ou serviço), a estrutura textual utilizada foi a Descrição Técnica de Processo com a exposição sequencial pormenorizada das fases de execução do produto ou do serviço, seguidas das respectivas figuras numeradas e nomeadas (Figuras 1-6), de forma que a execução foi realizada em etapas.

Na primeira consiste em montar o fluxograma de funcionamento (Figura 1) e elabora o descritivo do funcionamento.



Figura 1 - Fluxograma de funcionamento.

Descritivo do funcionamento - O painel recebe alimentação 220V, e dele é efetuada a alimentação dos equipamentos, ao acionar Chave simuladora de defeito (1) a Indicação luminosa de defeito acende e o Arduino através do sinal GSM envia uma mensagem de defeito para o telefone do responsável. Da mesma forma é enviado sinal caso apresente um defeito na alimentação geral.

Na segunda etapa montar o esquema elétrico, montado com auxílio do programa Autodesk Circuits (Figura 2).

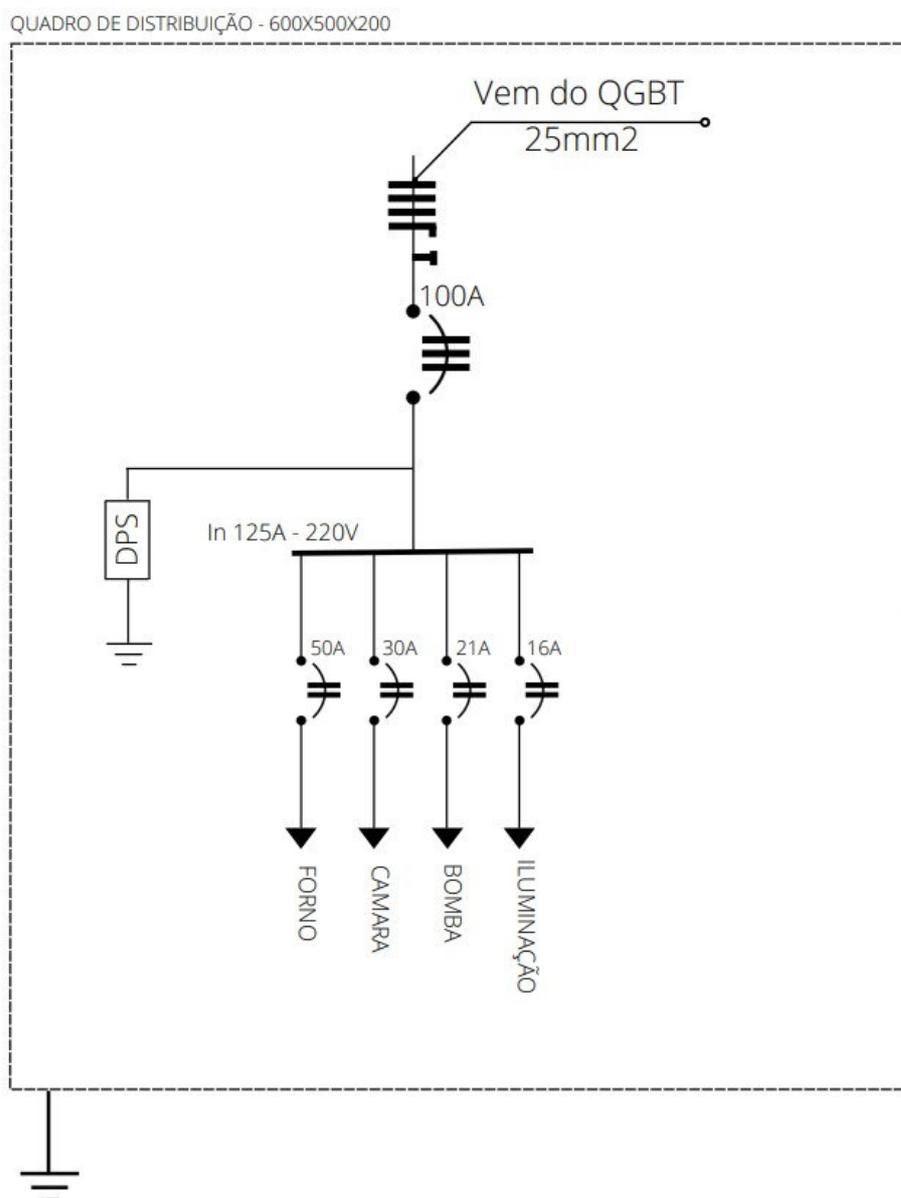


Figura 2 - Alimentação do quadro.

Na terceira etapa está o quadro de monitoramento de circuitos montado com auxílio do programa Autodesk Circuits (Figura 3).

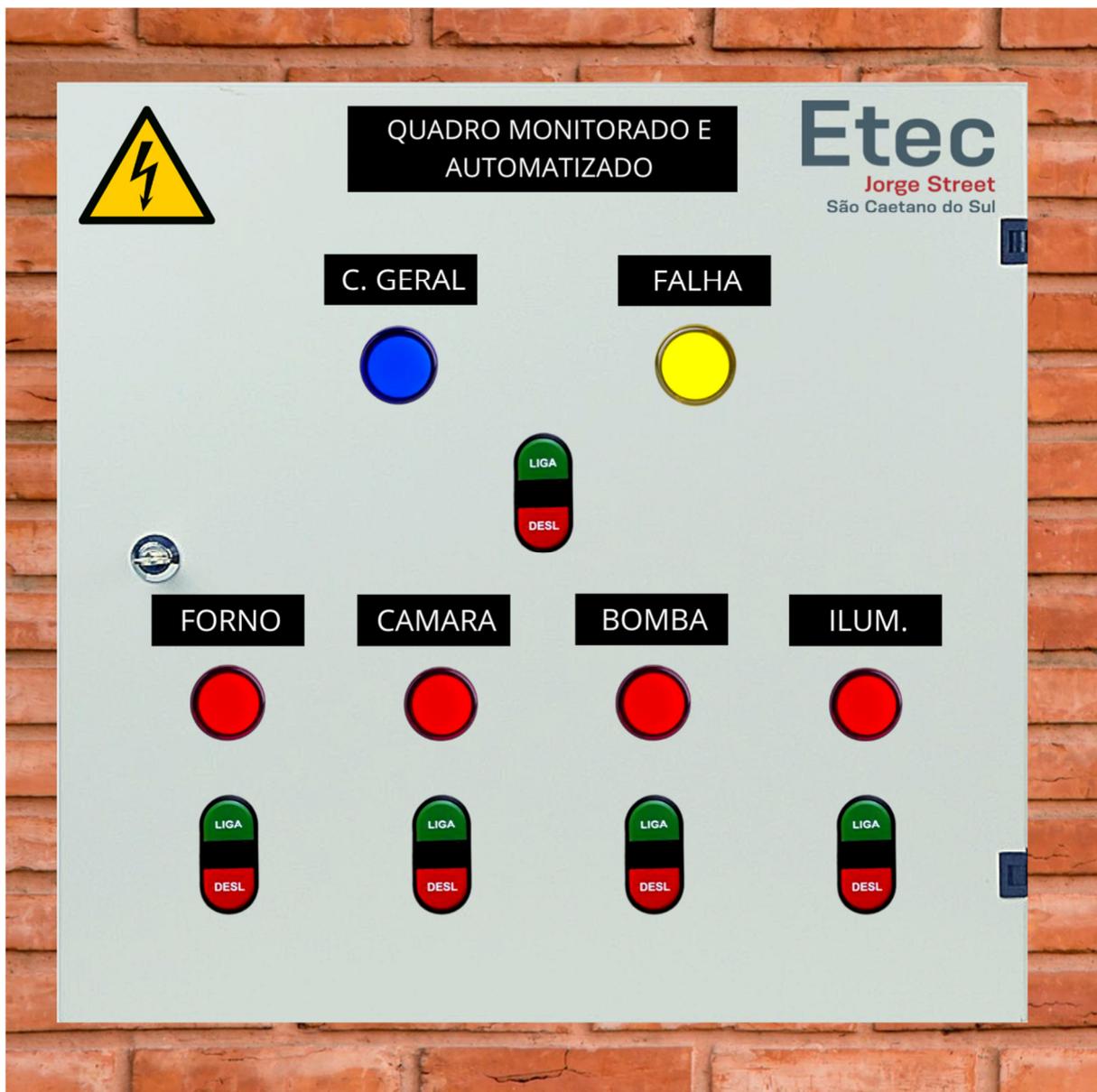


Figura 3 – Desenho do quadro

Fonte: Os autores 2023



Figura 4 – Quadro.

Fonte: Os autores 2023

1 Chave simuladora

2 Indicação luminosa

3 Chave simuladora de defeito do quadro geral

4 Indicação luminosa de defeito do quadro geral

Na quarta etapa está o quadro de monitoramento de circuitos montado com auxílio do programa Autodesk Circuits

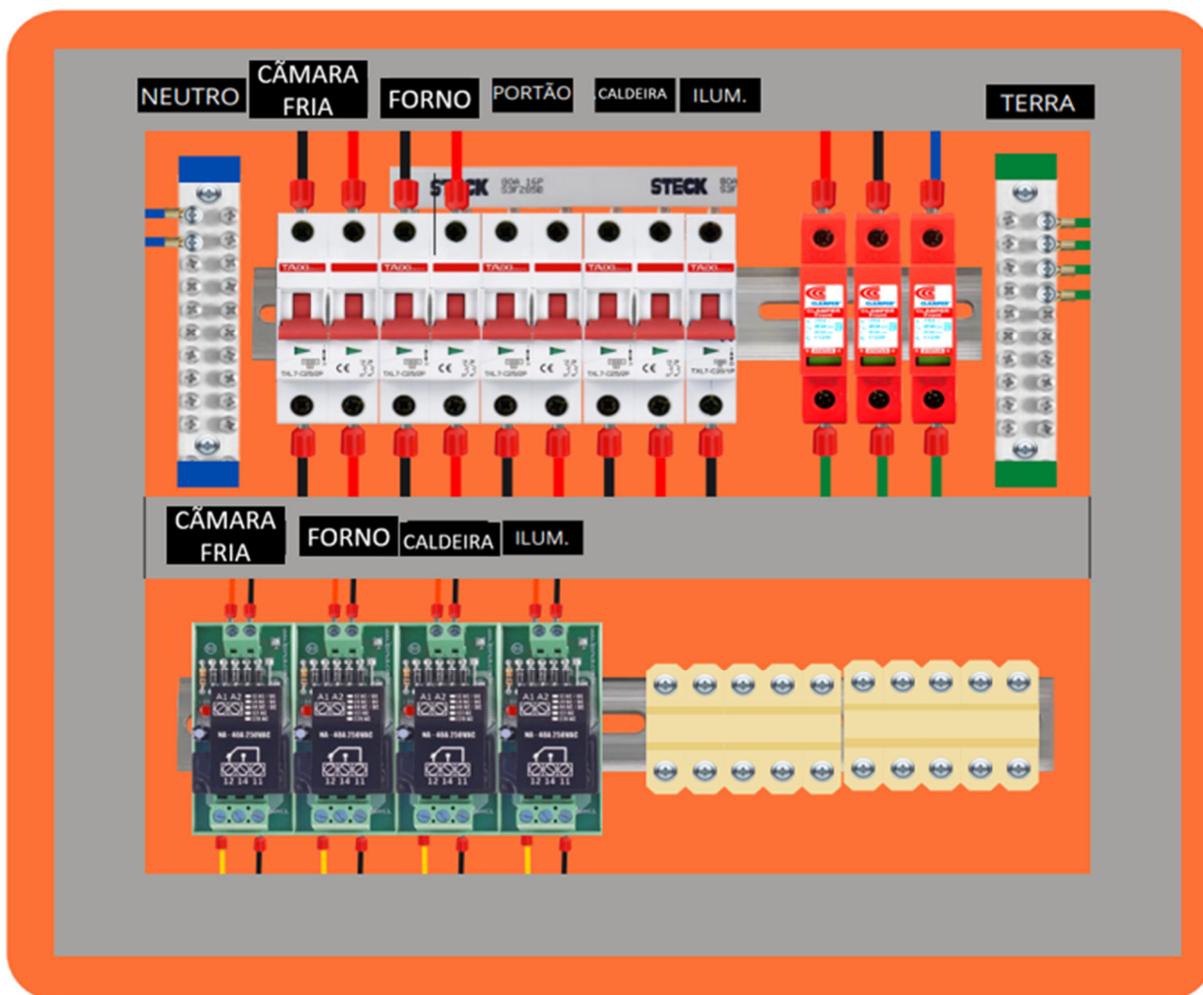


Figura 5 – Desenho do layout do quadro.

Fonte: Os autores 2023



Figura 6 –Quadro.

Fonte: Autores

Na quinta etapa elaboramos o Layout do quadro montado com auxílio do programa Autodesk Circuits.

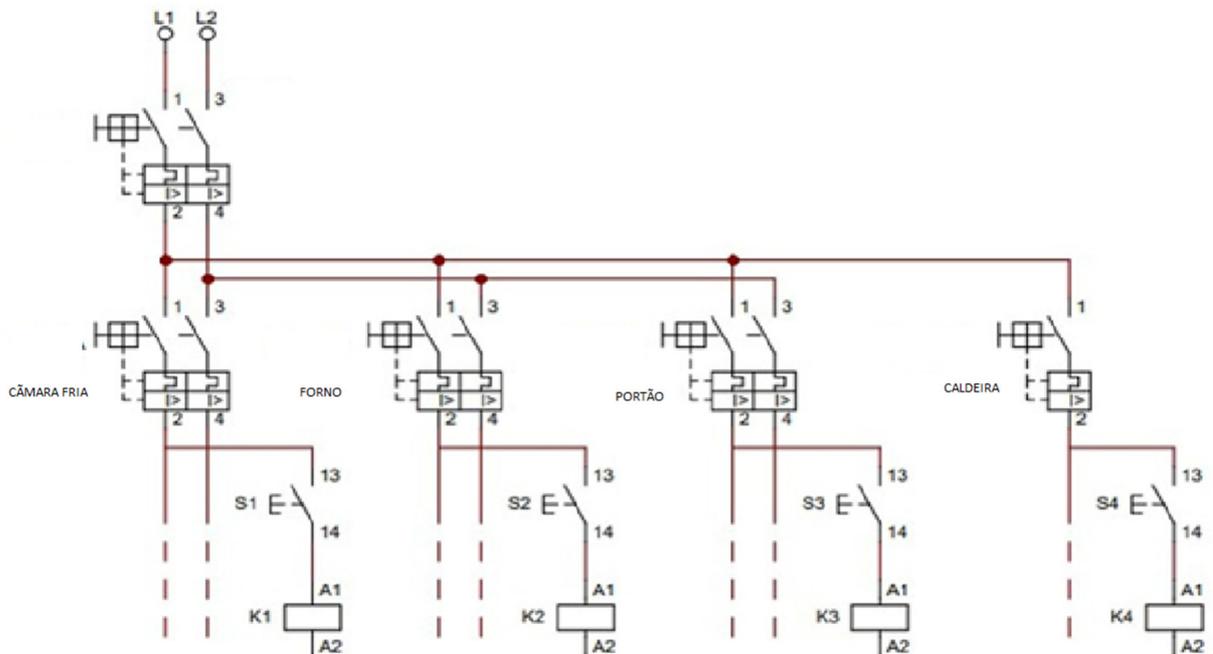


Figura 7 -Desenho do quadro de monitoramento do circuito.

Fonte: Os autores 2023

3.1 Área de Realização

Este estudo foi realizado na ETEC Jorge Street em São Caetano do Sul, São Paulo, no laboratório de elétrica, pelos alunos do Curso Técnico em eletrotécnico.

3.2 Custos

Os custos para a confecção do produto envolveram materiais e força de trabalho humana.

Componentes	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Placa Arduino com Shield GSM	1	R\$ 135	R\$ 135
relé interface 220 V	5	R\$ 68	R\$ 340
Quadro	1	R\$ 191	R\$ 191
Disjuntor	4	R\$ 30	R\$ 120
Sinaleiro	6	R\$ 3	R\$ 18
Interruptor bipolar	1	R\$ 35	R\$ 35
Terminal suporte bourn	2	R\$47,91	R\$ 95,82
Chave seletora	3	R\$ 22	R\$ 66
Fonte 12V	1	R\$ 28,39	R\$ 28,39
Valor H.H	24	R\$ 11,96	R\$ 287
Valor total	1	R\$ 1192,12	R\$ 1192

Tabela 1 – Custos

Fonte: Os autores 2023, valor do H.H retirado do piso de um Eletrotécnico, site: vagas.com.

3.2.1 Materiais e Descrição

A placa de Arduino será usada para colocar o programa e mandar a mensagem para usuário avisando a falta de energia no circuito desejado (Figura 6).

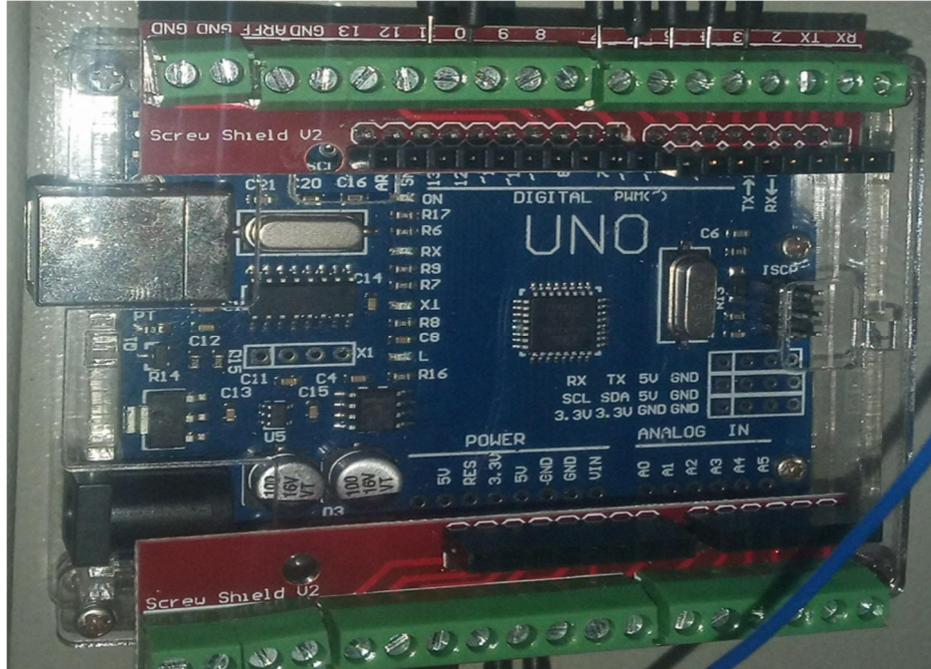


Figura 8 - Placa de Arduino + Shield GSM800L

Fonte: Os autores 2023

O relé de interface que através da sua funcionalidade enviará um sinal para a



Figura 9 - relé de interface

Fonte: Os autores 2023



Figura 10 - Disjuntor

Fonte: Os autores 2023

A placa, o relé e os disjuntores serão armazenados no quadro elétrico apresentado na Figura 9.



Figura 11 – Quadro elétrico

Fonte: Os autores 2023

A sinaleira Azul irá simular quando o painel tem energia da concessionária e caso o circuito escolhido esteja energizado a vermelha irá acender, caso o circuito esteja desenergizado o Led irá apagar. A chave de posição será utilizada para ligar ou desligar o circuito (Figura 11).



Figura 12 – Sinaleira led Azul, Vermelha e Amarela

Fonte: Os autores 2023



Figura 13 – Chave de Posição

Fonte: Os autores 2023

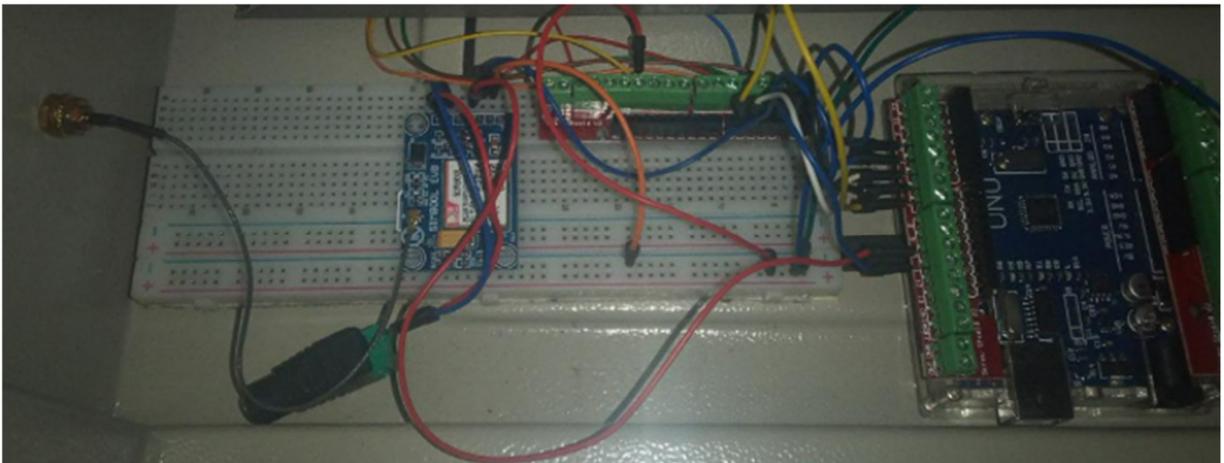


Figura 14 – Suporte de borne

Fonte: Os autores 2023



Figura 15 – Fonte 12 V

Fonte: Os autores 2023

3.2.2 Cronograma

Para a execução do projeto apresentamos um cronograma com as atividades propostas no Quadro 1. Para o auxílio da execução do projeto foi desenvolvido o *Perc CPM* apresentado na Figura 134

	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Determinação do problema	X	X	X							
Determinação dos objetivos	X	X	X							
Cronograma	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Introdução	X	X								
Delimitação do Tema	X	X	X							
Seleção da Base Teórica	X	X	X							
Resumo	X	X								
Relevância	X	X								
Custos	X	X	X	X						
Organização do TCC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pesquisa de normas (téc; de segurança; ambiental)	X	X	X	X						
Execução do Projeto						X	X	X	X	X
Resultados e Discussão						X	X	X	X	X
Considerações Finais								X	X	X
Redação final - TCC e Impressão									X	X
Elaboração do power-point do TCC						X	X	X	X	X
Elaboração do vídeo						X	X	X	X	X
Apresentação do TCC à Banca									X	X

Quadro 1 – Cronograma de execução das atividades

Fonte: Elaborada pelos autores

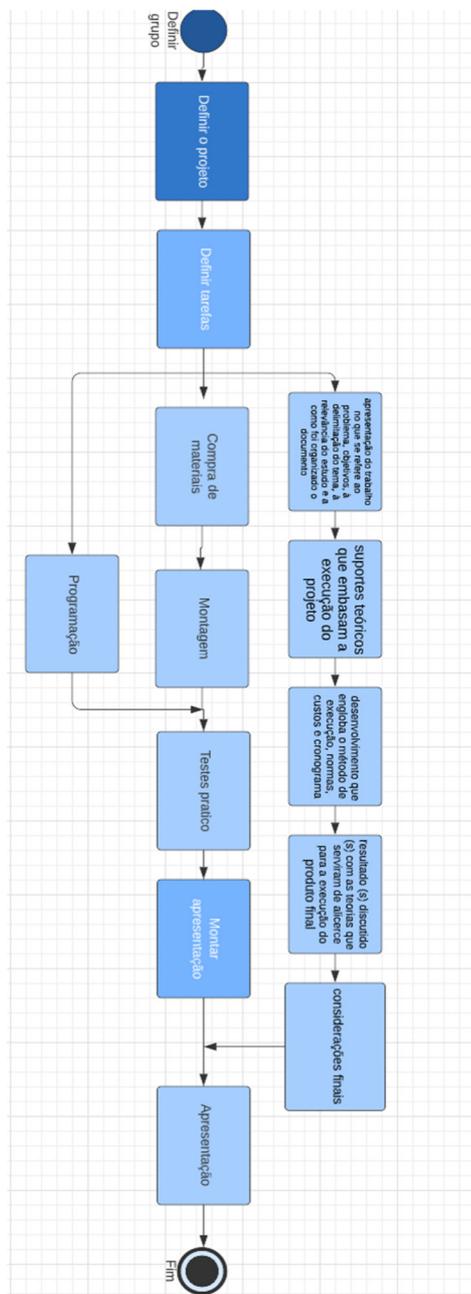


Figura 16 Pert CPM para o cronograma apresentado no Quadro 1.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados:

O painel é instalado no circuito indicado pelo cliente e tem a função de efetuar a monitoração através de um relé que detectando a falta de fase e comunica com a placa Arduino, instalada e programada no interior do painel, que faz o envio do “diagnostico” para o celular pré-programado. Quando há a falta de fase, a placa precisa de energia elétrica para trabalhar (quantidade de tensão), ela é fornecida através de uma placa inversora que mantém o circuito ligado até que todo o sinal de falta de fase seja enviado para o usuário por meio de notificação. A falta de monitoração adequada dos circuitos elétricos industriais pode resultar em falhas no sistema elétrico, sobrecarga elétrica, incêndios, perda de produtividade e alto custo de reparos. Por isso, é fundamental que as empresas implementem um sistema de monitoração adequado e realizem manutenções regulares para garantir a segurança e a eficiência do sistema elétrico, a monitoração dos circuitos elétricos industriais é uma atividade crítica para garantir a segurança e a eficiência dos sistemas elétricos em uma empresa. Com equipamentos modernos, profissionais capacitados e sistemas de monitoramento à distância, é possível garantir uma monitoração eficiente e segura dos circuitos elétricos, minimizando o risco de falhas e aumentando a produtividade da empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente projeto, plenamente atingido construiu um sistema onde possa auxiliar no dia a dia de comércios e indústrias.

Para realizar tal projeto foi efetuado uma revisão teórica sobre principais tópicos pertinentes ao assunto, com ênfase em eletrônica, automação e instalações elétrica. Um teste foi elaborado com a finalidade de identificar o quanto o projeto é útil para tais usuários.

O projeto desenvolvido para monitorar circuitos elétricos industriais e comerciais mostrou-se apropriado para tal fim.

Observou-se que o projeto desenvolvido se transformou uma importante ferramenta de auxílio aos proprietários líderes de manutenção onde não dispõe de um serviço 24 horas por dia.

Por fim considerando os resultados obtidos no projeto, pode-se indicar melhoria futura tratando-se monitoração e uma futura automatização, sempre com a finalidade de tais melhorias possibilite que não apenas proprietários líderes de manutenção utilize, mas talvez até mesmo em residência comum.

REFERÊNCIAS

- LEMOS, André Luiz Martins. RODRIGUES, Leonardo Pastor Bernardes. Internet das coisas, automatismo e fotografia: uma análise pela Teoria Ator-Rede. 2014 Disponível em :< <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/18114/12574>> Acesso em 18 de fevereiro de 2023.
- ABRACOPEL. **Abracopel Alerta**. 2015. Disponível em: <https://abracopel.org/>. Acesso em: 14 set. 2022.
- AURÉLIO, Dicionário Aurélio - Século XXI (2002). Disponível em: <http://www.uol.com.br/aurelio/index.html>. Acesso em 14/09/2022.
- BOLZANI, C.A.M. **Residências inteligentes**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. 332p.
- BRANDÃO, C. N. **Automação residencial: um grande auxílio para idosos e deficientes**.2010. 47f. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica - Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.
- CELESC. **Portal Celesc**.2016. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/>. Acesso em 17/09/2022
- GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. São Paulo: Pearson Prentice, 2011.
- MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P L.. **Engenharia de automação industrial**. 2007. 2ª Edição.
- PESSÔA, M.; SPÍNOLA, M.. **Introdução à automação: para cursos de engenharia e gestão**.
- PROCOBRE. **Panorama da situação das instalações elétricas no Brasil**. 2014. Disponível em: < <http://abcobre.org.br/wp-content/uploads/2021/08/dossie-procobre-a4-bx.pdf>> Acessado em 18/09/2022.
- Ribeiro, M. A. (1999). **Automação Industrial**, 3ªed. Tek Treinamento & Consultoria Ltda. Salvador – BA.
- SGARBI, J. A. **Domótica Inteligente: Automação Residencial Baseada em Comportamento**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, 2007. Disponível em: <http://fei.edu.br/~flaviot/ibas/downloadfiles/DissertacaoSgarbi.pdf>. Acesso em: 05 set. 2022.
- SURESH, P. et al. A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology, and fields of deployment. **International Conference on Science, Engineering and Management Research (ICSEMR)**, 2014. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7043637>>. Acesso em 17/09/202