

ESCOLA E FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI "ROBERTO MANGE"

**LUCAS RAMOS XAVIER
LUCAS TÁVORA SANTOS
LUIS GABRIEL MOREIRA
MARCOS VINÍCIUS RIBEIRO**

DISPOSITIVO ELETRÔNICO DE LOTO

**CAMPINAS
2020**

ESCOLA E FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI "ROBERTO MANGE"

**LUCAS RAMOS XAVIER
LUCAS TÁVORA SANTOS
LUIS GABRIEL MOREIRA
MARCOS VINÍCIUS RIBEIRO**

DISPOSITIVO ELETRÔNICO DE LOTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado para
Escola e Faculdade de Tecnologia “Roberto Mange”,
como requisito para o recebimento do Técnico de
Eletroeletrônica.

**CAMPINAS
2020**

Se alguma coisa pode dar errado, dará. E mais, dará errado da pior maneira, no pior momento e de modo que cause o maior dano possível. Se há possibilidade de várias coisas saírem errado, aquela que provoca o maior prejuízo é a que acontecerá... primeiro. Se algo tem grandes chances de dar certo, dará errado.

(Frase adaptada)

Major Edward Alvar Murphy Jr.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos professores Cleiton, J. Neves, Lindomar e Michel pelas instruções para a elaboração deste trabalho.

Um singelo agradecimento à Elizabeth Borgognoni, Erik Soares e José Macedo pelo apoio técnico, moral e psicológico (especialmente estes últimos dois, que foram de imensurável importância durante a realização deste projeto).

Ao Laboratório Hacker de Campinas – LHC, pela estrutura e equipamentos que utilizamos durante o estágio embrionário deste projeto.

Sumário

RESUMO.....	3
INTRODUÇÃO.....	4
DESENVOLVIMENTO.....	6
Ideia inicial do projeto.....	6
Ideia nova do projeto.....	8
Descrição de objetivo de componente.....	9
Funcionamento simplificado do dispositivo.....	19
Modo de operação.....	19
Modo de Manutenção.....	20
Ativando usuários e entrando no modo de manutenção:.....	20
Desativando usuários e saindo do modo de manutenção:.....	20
Software.....	21
Esquema simplificado em fluxograma do software do sistema Lock Out / Tag Out em sua versão 13.2.....	22
CONCLUSÃO.....	33
Bibliografia.....	34

Lista de ilustrações

Figura 1 - Comparativo de acidentes de origem elétrica de 2013 a 2018.	4
Figura 2 - Fatalidade por choque elétrico por tipo de edificação ou logradouro.	5
Figura 3 - primeiros esboços do projeto do cadeado.	7
Figura 4 - Desenvolvimento parte eletrônica do cadeado.	8
Figura 5 - Confecção de caixa.	8
Figura 6 - Módulo do Display.	9
Figura 7 – Módulo RFID e TAGs.	10
Figura 8 - Módulo RTC.	10
Figura 9 - Reguladores de tensão (LM7812 e LM7805) com dissipadores de calor.	11
Figura 10 - Sensor de temperatura LM35.	11
Figura 11 - Chave fim de curso.	11
Figura 12 – Diodo, Relé (1NA - 1NF) e BC337.	12
Figura 13 - Chave Táctil.	12
Figura 14 – Buzzer.	12
Figura 15 - LEDs.	13
Figura 16 - Servo Motor.	13
Figura 17 - Arduino Mega 2560.	13
Figura 18 - minicontator CWC07-10E	14
Figura 19 - Fonte 24VCC 1,5A	14
Figura 20 – Desenho em 3D dos componentes,	15
Figura 21 – Placa de Circuito Impresso principal	15
Figura 22 - Esquema elétrico da alimentação da placa e contator.	16
Figura 23 - Esquema elétrico de comunicação com a placa superior e LCD.	17
Figura 24 - Esquema elétrico de controle dos módulos e componentes internos.	18
Figura 25 - Desenho em 3D do dispositivo	19
Figura 26- Simulação da tela de estados do contator.	19
Figura 27 - Simulação da tela de ativação de usuário no sistema.	20
Figura 28- Simulação de tentativa de acionamento do contator durante o modo de manutenção.	20
Figura 29 - Simulação de desativação de usuário	21
Figura 30 - Legenda do fluxograma do software na versão 13.2	22
Figura 31 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Setup	23
Figura 32 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Loop	24
Figura 33 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Verificação_de_Temperatura	25
Figura 34 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Estado_Porta_Contator	26
Figura 35 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Verifica_Hora	27
Figura 36 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Liga_Desliga	28
Figura 37 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Verifica_Contator	29
Figura 38 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Estado_Manutenção	30
Figura 39- Fluxograma do software na versão 13.2: Void RFID	31

RESUMO

O cadeado de Lock Out & Tag Out – ou “LOTO” – obtém características que abordam a questão da segurança ocupacional. Tem aparência robusta e possui alta resistência contra corrosão, alta temperatura e produtos químicos. Todos os cadeados de segurança possuem a característica de reter a chave enquanto ele permanece aberto para evitar que a chave se perca.

Para realizar o bloqueio por mais de uma pessoa, é necessário usar outro dispositivo junto ao cadeado, como a garra de travamento que possui seis furos, possibilitando um maior número de funcionários trabalhando no mesmo equipamento, de forma que só será possível remover a garra quando todos os envolvidos no bloqueio removam seu cadeado. Já a caixa de bloqueio em grupo possui um número maior de bloqueios e um método diferente de se utilizar: o equipamento que está em manutenção deve ser bloqueado com apenas um cadeado. A chave do cadeado deve ficar dentro da caixa de bloqueio em grupo. A caixa possui vários orifícios para que seja trancada por diversos cadeados, de modo que só possa ser aberta quando todos os funcionários retirem seu cadeado.

A ideia do dispositivo de bloqueio LOTO vem com a intenção de inovar o bloqueio de segurança, com a integração da tecnologia com objetivo de reduzir pontos negativos em um processo de bloqueio tradicional e trazendo pontos positivos para o processo de bloqueio através do dispositivo desenvolvido.

INTRODUÇÃO

Nas indústrias, sempre foi um problema garantir a segurança dos trabalhadores e hoje com o aumento de máquinas e da tecnologia esse assunto tem sido ainda mais falado, vemos no cenário industrial diversos dispositivos de segurança. Um tipo bem comum nas indústrias para prevenir acidentes são os cadeados de Lock Out & Tag Out em conjunto com a caixa de bloqueio e garras de travamento, consiste em um cadeado com segredos diferentes que abre apenas com uma chave, isso dá a certeza ao dono do cadeado que ninguém o abrirá enquanto trabalha na manutenção dos equipamentos, dando a ele mais tranquilidade para trabalhar.

Apesar de ser bastante seguro esse tipo de cadeado, existem alguns problemas frequentes, como, por exemplo, a perda da chave e consequentemente a perda do cadeado se tornando inútil sem a chave. Aliado a este problema, surge a necessidade de arrombar o cadeado que está no equipamento, o que pode danificar seu ponto de travamento, além de necessitar de equipamento específico pra sua abertura. Pensando nestes problemas, e o que poderia ser feito para saná-los, foi pensado em um dispositivo eletrônico que não precisasse de chave, fosse prático e passasse segurança a o mesmo tempo.

Com base em pesquisas relacionada ao assunto abordado, é visto que é sempre necessário atualizar ou inovar procedimentos de segurança para que acompanhe a mudança da tecnologia, isso ocasiona em métodos novos de trabalhar para obter maior segurança e agilidade possível onde se presa muito o tempo ganho, mas com os números de acidentes é visto que não se tem um controle da segurança em relação a eletricidade onde vem tendo um aumento de número total de acidentados por ano.

TOTAL DE ACIDENTES

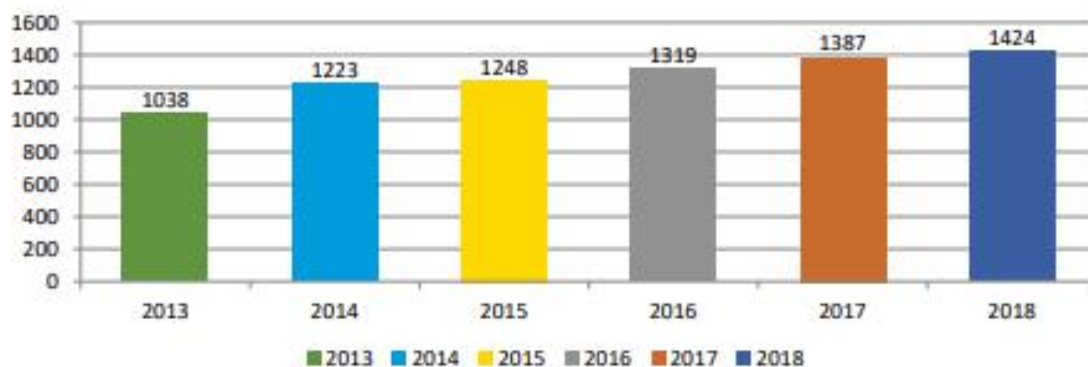


Figura 1 - Comparativo de acidentes de origem elétrica de 2013 a 2018.

Fonte: ABRACOPEL (2019).

De acordo com a tabela abaixo, a indústria tem uma média próxima de 16 pessoas mortas por ano por conta de acidente com choque elétrico, um número alto considerando que existem diversos dispositivos de segurança, normas tanto regulamentadoras como internas da empresa e procedimentos a serem utilizados todos sendo obrigatório no momento de realizar a atividade.

MORTE POR CHOQUE ELÉTRICO POR TIPO DE EDIFICAÇÃO OU LOGRADOURO 2013 A 2018

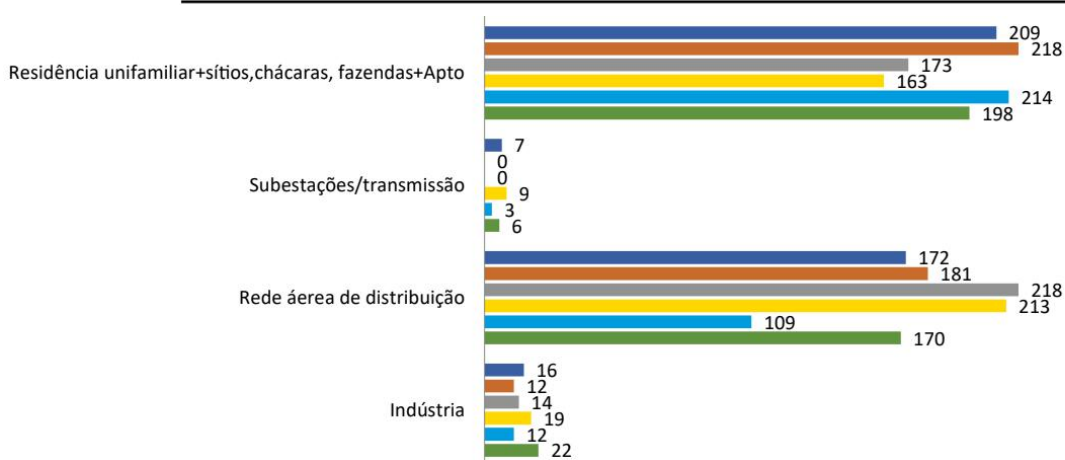


Figura 2 - Fatalidade por choque elétrico por tipo de edificação ou logradouro. Fonte: ABRACOPEL (2019).

DESENVOLVIMENTO

Ideia inicial do projeto

A ideia inicial do projeto foi desenvolver um cadeado eletrônico de segurança LOTO com o propósito de realizar o bloqueio de uma forma mais prática em questão de emitir informações sobre o bloqueio e a praticidade de utilizar, onde não seria necessário carregar junto com o funcionário que irá realizar o trabalho, pois o dispositivo carrega a ideia de ser alimentado do próprio painel esse cadeado é composto por alguns módulos e componentes, são eles 1-display LCD – 16x2 I2C, 1-módulo RFID, 1-tag RFID, 3-cartão de acesso de RFID, 1-módulo RTC, 1-modulo ultrassônico, 1-LM35 (sensor de temperatura), 1-LM7805 e 1-LM7812 (reguladores de tensão), 1-transistor BC 337 (que comanda o relé), 1-relé (1 NA – 1NF), 3-LEDs, 3-resistores de 220 Ω , 1-resistor de 10k Ω , 1-buzzer, 3-chaves tátil, 1-servo motor, 1-chave fim de curso, 15 cm de cabo de aço e 1-esfera de aço. O display exibirá informações como funcionários que estarão utilizando o dispositivo e o tempo que o painel ou maquinários foi bloqueado. Durante o funcionamento, ao aproximar a tag ou crachá no leitor de RFID para efetuar o bloqueio, o buzzer emitiria um sinal confirmando o travamento. O cadeado possui memória para aproximadamente 20 pessoas participando do bloqueio. Para efetuar o desbloqueio e permitir o funcionamento do equipamento, só será possível quando todos os funcionários que fizeram o bloqueio realizassem seu desbloqueio aproximando o crachá ou tag no leitor, que emitirá dois sinais pelo buzzer informando que o usuário foi desbloqueado. As três chaves tátil no painel frontal exibem informações no display: a temperatura interna do equipamento; a data e hora do dispositivo; e, um dos botões tem a função de ligar e desligar o contator que aciona o equipamento. O nome dos funcionários que estão participando do bloqueio são apresentados no display sem a necessidade de pressionar nenhum botão, durante o modo de manutenção.

Fora do modo de manutenção, o display exibe o estado do contator, ligado ou desligado. Quando o compartimento do contator estiver aberto, o display exibirá esta informação.

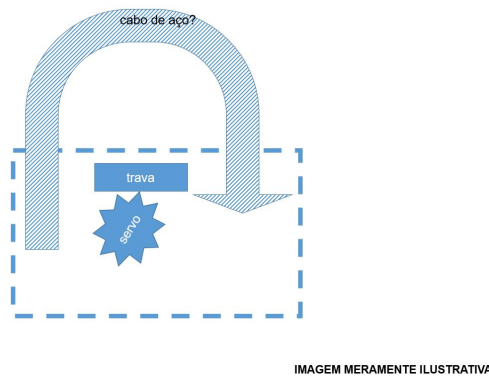


IMAGEM MERAMENTE ILUSTRATIVA

*Figura 3 - primeiros esboços do projeto do cadeado (Desenvolvido no LibreOffice Presentation 6.3).
Fonte: TÁVORA, 2020*

Durante o estágio embrionário do projeto, o travamento mecânico dele carregava a ideia de que, quando efetuado o bloqueio, a placa enviasse um sinal para o servo motor para girar até um ângulo específico para pressionar a esfera presa na ponta do cabo de aço. O acompanhamento de uma tag ou crachá máster que ficaria em posse de algum funcionário da segurança do trabalho, pois este se encarregaria de executar os procedimentos de segurança antes de utilizar a tag máster, uma vez que a tag do tipo máster tem a funcionalidade de destravar o dispositivo independente de quantas pessoas o estão bloqueando. Um exemplo de uso da tag máster, seria em uma situação em que algum funcionário fosse embora e esquecesse de desbloquear o equipamento. A tag máster seria utilizada nesse caso evitando o arrombamento do cadeado, gerando um gastos com outro novo.

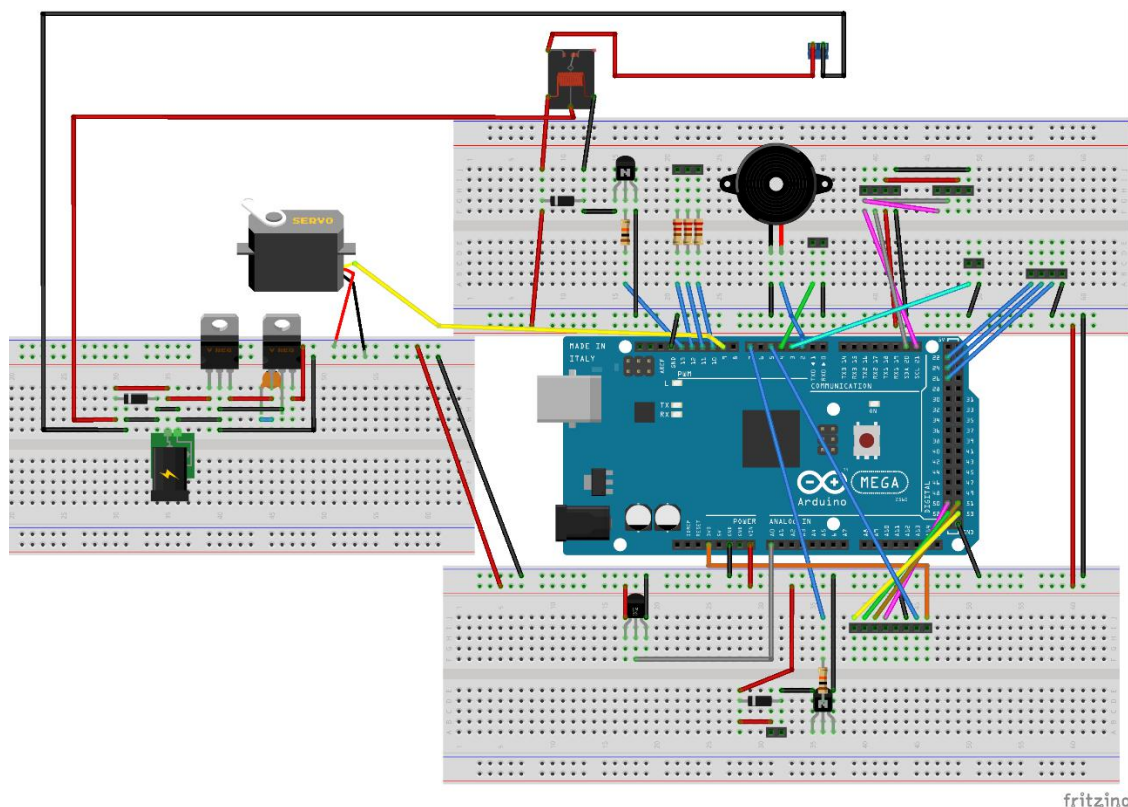


Figura 4 - Desenvolvimento parte eletrônica do cadeado, (Desenvolvido no Fritzing).
Fonte: TÁVORA, 2020.

Ideia nova do projeto

O projeto tomou um novo rumo foi decidido realizar algumas mudanças por conta de algumas atividades mecânicas que poderiam dificultar a realização da atividade, então o projeto deixou de ser um cadeado eletrônico e passou a ser um sistema eletrônico de Lock Out e Tag Out, composto com grande parte dos mesmos componentes e módulos exceto pelo cabo de aço, a esfera de aço e módulo ultrassônico. Em contrapartida, foi integrado 1-contator de 24V, 1-LM7805 e 1-LM7812 para a nova ideia do projeto, facilitando a confecção da caixa do dispositivo.

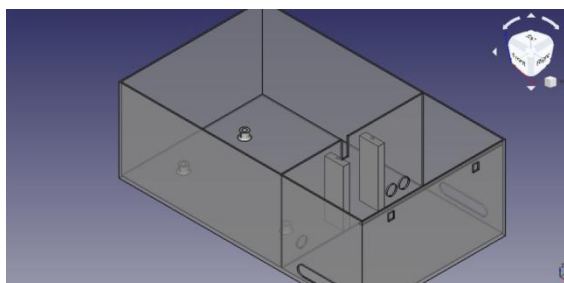


Figura 5 - Confeção de caixa (Desenvolvido no programa FreeCAD 0.18).
Fonte: TÁVORA, 2020.

O funcionamento tem a semelhança da ideia anterior como ao aproximar o a tag ou crachá no leitor de RFID para efetuar o bloqueio e desbloqueio. O buzzer emitiria um sinal informando o travamento e emite um sinal do ATmega para o relé acionar o contator assim realizando o ligamento ou desligamento do maquinário ou painel, o dispositivo teria a possibilidade de aproximadamente 20 pessoas a participar do bloqueio, para efetuar o desbloqueio e voltar o funcionamento do equipamento só seria possível quando todos os funcionários que fizeram o bloqueio realizassem o desbloqueio aproximando o crachá ou tag no leitor e recebendo dois sinais do buzzer informando que foi desbloqueado, quando obter alta temperatura o buzzer emite um sinal contínuo informando a alta temperatura, e ainda carregando a ideia da tag master que consiste na mesma ideia que seria utilizada no cadeado.

Descrição de objetivo de componente

O módulo do display LCD I2C 16x2, foi selecionado para ilustrar as informações de monitoramento de temperatura, alerta de temperatura, dados de dia/hora em que o equipamento entrou em manutenção e os nomes dos funcionários que estão executando o serviço de manutenção. Contou com três fatores para ser selecionado são eles: economia, comunicação I2C para reduzir o uso de portas do microcontrolador e pelo fato de atender as necessidades obtidas.



*Figura 6 - Módulo do Display.
Fonte: TÁVORA, 2020.*

O módulo RFID foi selecionado para realizar a leitura das informações da tag e do cartão de acesso RFID, em comparação ao leitor de biometria o módulo de RFID oferece maior facilidade na construção do código e utiliza menos a memória *flash* do ATmega. As tags e os cartões de acesso foram necessários para complementar a utilização do módulo de RFID. Para nossas simulações, utilizamos cartões utilizados no transporte público da cidade de Campinas e Sumaré. Também utilizamos crachá de identificação de funcionários de uma

empresa de bebidas situada na cidade de Jaguariúna. A tag em chaveiro azul da imagem abaixo foi utilizada como chave máster em nossas simulações.

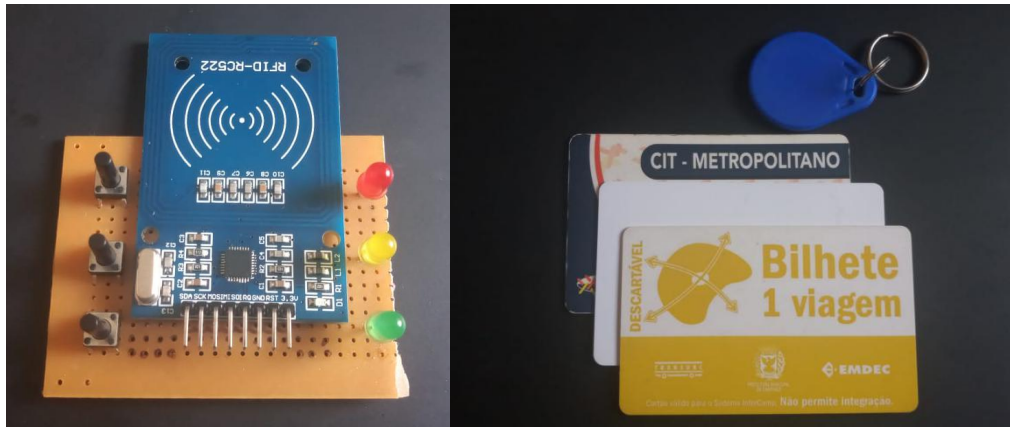


Figura 7 – Módulo RFID e TAGs.
Fonte: TÁVORA, 2020.

O módulo RTC foi necessário para obter a hora no dispositivo e a data de início de manutenção. O fato de escolher o módulo se deve por conta de já vir o circuito pronto, economizando tempo de montagem.



Figura 8 - Módulo RTC.
Fonte: TÁVORA, 2020.

O LM35 foi utilizado como sensor de temperatura.

Após decidir usar um contator onde é de 24V para fazer o chaveamento de ligação de potência, irá ser utilizado uma fonte de 24V e foi decidido usar os reguladores de tensão LM7812 e LM7805 para regular a tensão para o ATmega e usando o dissipador de calor para evitar seu aquecimento.



*Figura 9 - Reguladores de tensão (LM7812 e LM7805) com dissipadores de calor.
Fonte: TÁVORA, 2020.*

O transistor BC337 foi utilizado dois, os dois tem a ideia de dar um aumento da corrente para saída que será utilizada.

O LM35 é o sensor de temperatura que será usado no projeto.



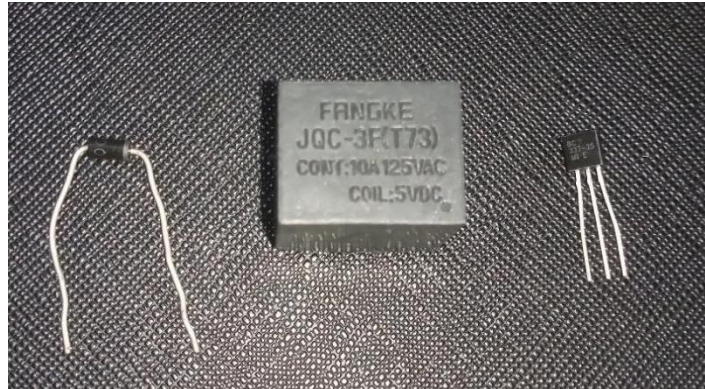
*Figura 10 - Sensor de temperatura LM35.
Fonte: TÁVORA, 2020.*

Chave fim de curso utilizada para sinalizar que houve uma tentativa de abertura forçada do compartimento onde se localiza o contator.



*Figura 11 - Chave fim de curso.
Fonte: TÁVORA, 2020.*

O relé recebendo o sinal do transistor BC337 vai realizar a alimentação do contator. Um diodo 1N4007 em paralelo com a bobina do relé evita a força contra eletromotriz.



*Figura 12 – Diodo, Relé (1NA - 1NF) e BC337.
Fonte: TÁVORA, 2020.*

As três chaves tátil localizadas na placa superior tem as seguintes funções: a de baixo (a primeira, da esquerda para a direita na imagem abaixo) faz com que o display exiba a temperatura interna do sistema. A segunda, faz a comutação do estado do contator. E a terceira, exibe a data e hora.



*Figura 13 - Chave Tátil.
Fonte: TÁVORA, 2020.*

O buzzer tem como função emitir avisos sonoros quando: o LM35 detecta alta temperatura, ou um funcionário realiza o bloqueio ou desbloqueio do sistema, e quando é efetuada a tentativa de abertura forçada do compartimento do contator.



*Figura 14 – Buzzer.
Fonte: TÁVORA, 2020.*

Os três LEDs localizados na placa superior tem como função sinalizar o estado do sistema. O LED verde sinaliza o funcionamento correto do sistema, amarelo sinaliza a atuação do contator e o vermelho tem como função a sinalização de algum erro grave (alta

temperatura e abertura forçada do compartimento do contator), na utilização desses LEDs foi preciso utilizar três resistores de 220Ω.

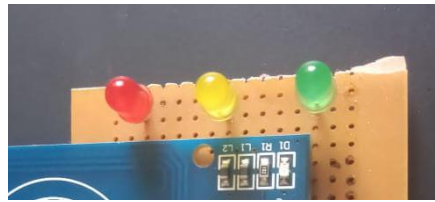


Figura 15 - LEDs.
Fonte: TÁVORA, 2020.

Servo motor tem a função de efetuar o travamento do compartimento do contator.

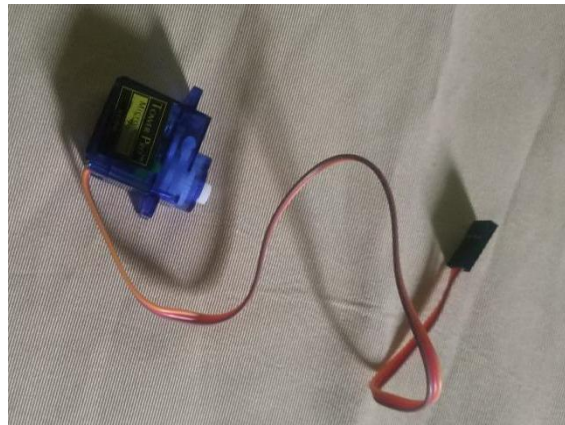


Figura 16 - Servo Motor.
Fonte: MARCOS, 2020.

Necessário o uso do Arduino Mega para controlar a Shield e através do ATmega.

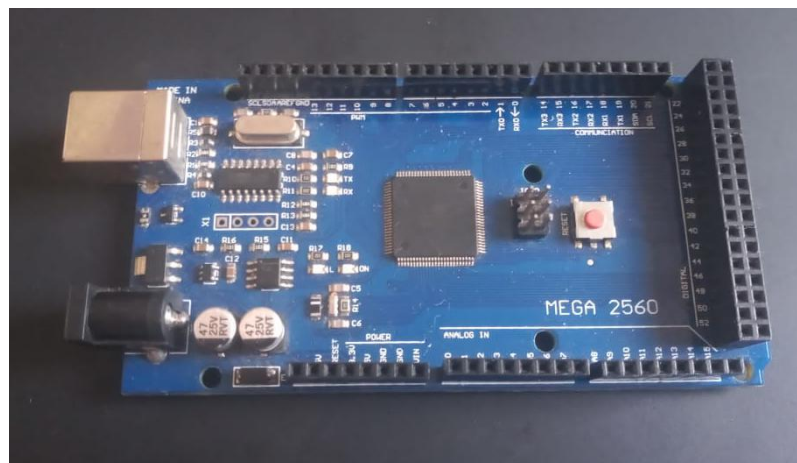


Figura 17 - Arduino Mega 2560.
Fonte: TÁVORA, 2020.

O contator utilizado no nosso protótipo poderia ser substituído pela empresa que usaria este sistema. Para a nossa simulação, utilizamos o minicontator AZ CWC07-10E de 24 Volts CC.



Figura 18 - minicontator CWC07-10E
FONTE: Catálogo WEG.

Para alimentação do sistema, utilizamos uma fonte chaveada externa de 24 Volts em corrente-contínua.



Figura 19 - Fonte 24VCC 1,5A
Fonte: casadapilha.com.br

Resultado final de posicionamento dos componentes, módulos, placa de circuito impresso e esquema elétrico.

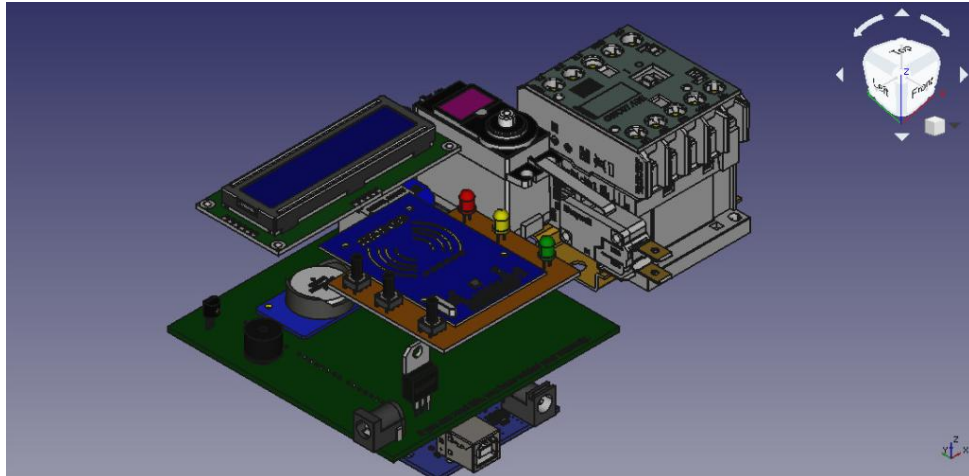


Figura 20 – Desenho em 3D dos componentes, (Desenvolvido no programa FreeCAD 0.18).
Fonte: TÁVORA, 2020.

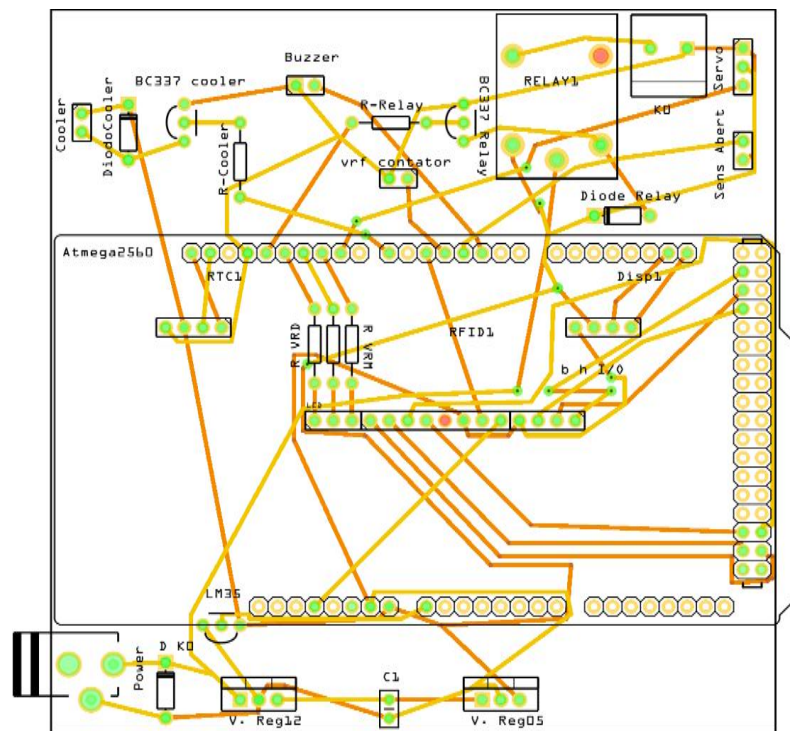


Figura 21 – Placa de Circuito Impresso principal, (Desenvolvido no programa Fritzing).
Fonte: TÁVORA, 2020.

A fim de facilitar a visualização do diagrama elétrico, este será dividido em 3 imagens:

- Esquema de Alimentação,
- Esquema de comunicação com a placa superior e LCD, e
- Esquema de controle dos módulos e componentes internos.

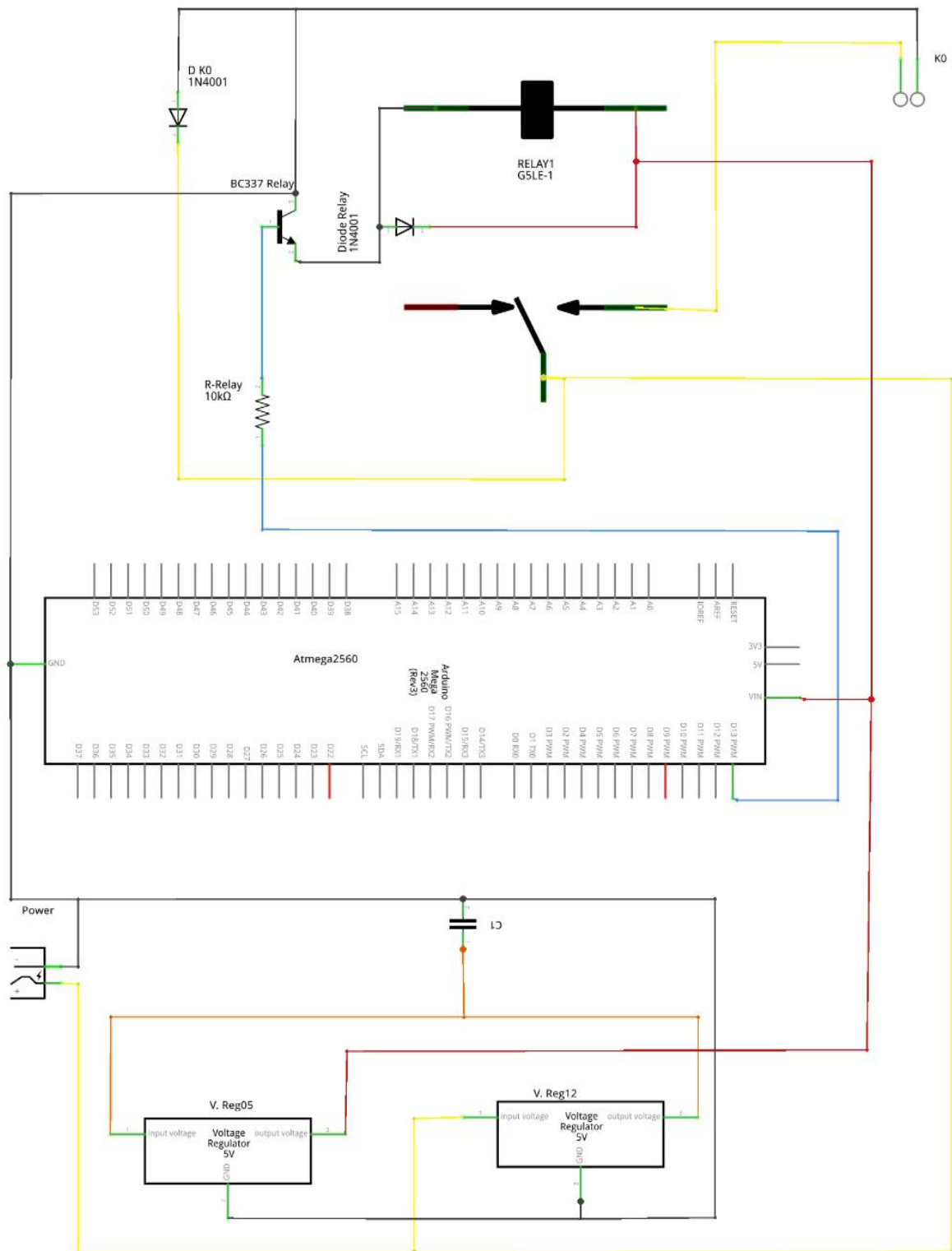


Figura 22 - Esquema elétrico da alimentação da placa e contator.
Fonte: TÁVORA, 2020.

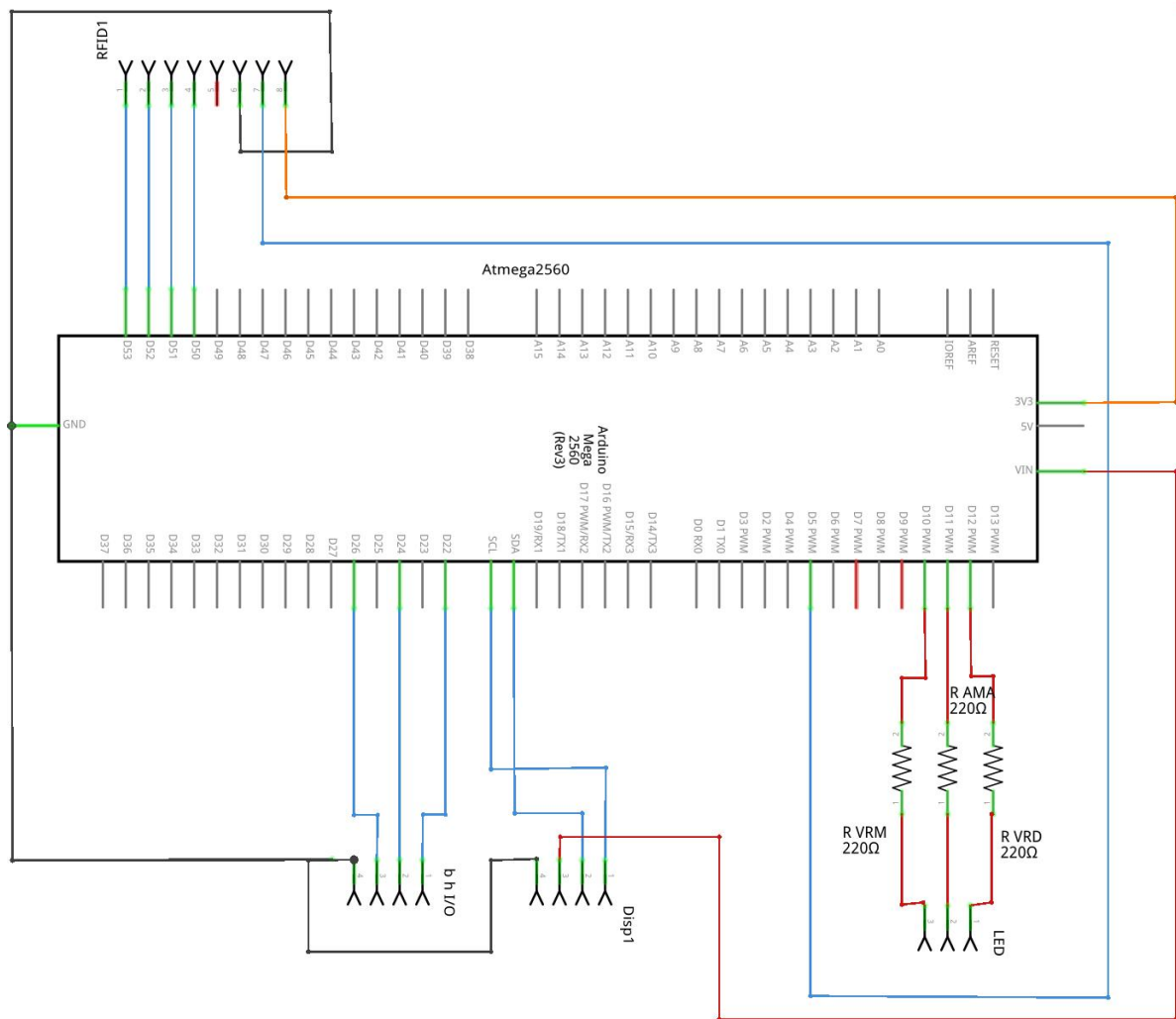


Figura 23 - Esquema elétrico de comunicação com a placa superior e LCD.

Fonte: TÁVORA, 2020.

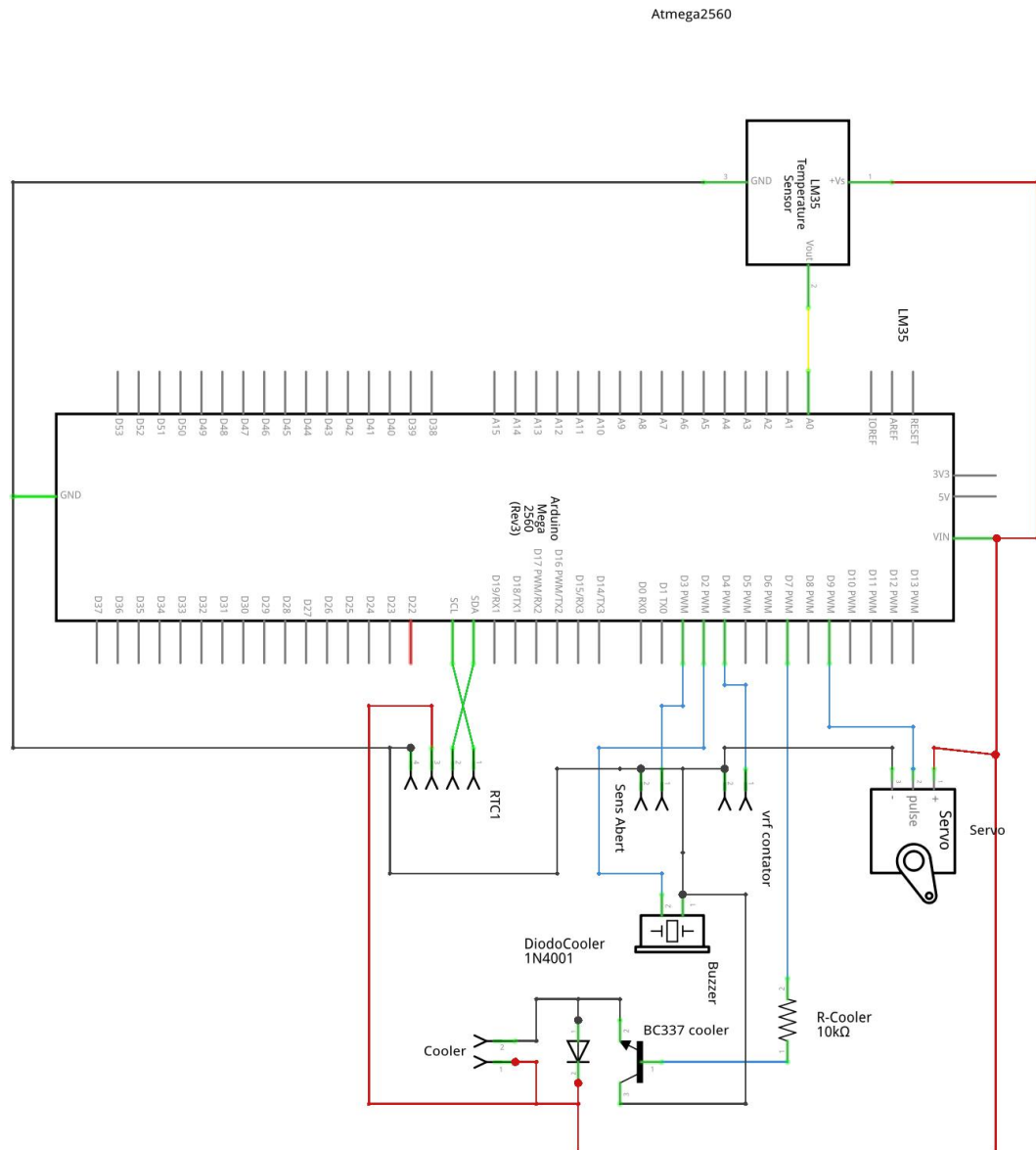
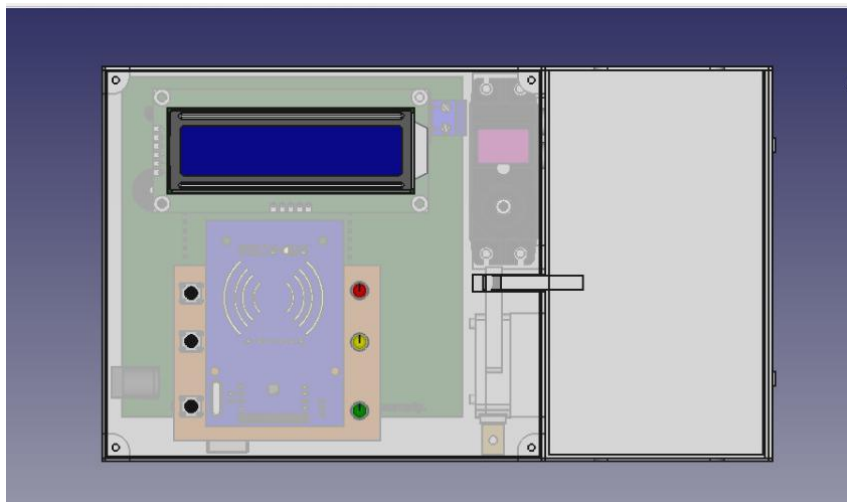


Figura 24 - Esquema elétrico de controle dos módulos e componentes internos.
Fonte: TÁVORA, 2020.

Funcionamento simplificado do dispositivo



*Figura 25 - Desenho em 3D do dispositivo - (Desenvolvido no programa FreeCAD 0.18
FONTE: TÁVORA, 2020*

Modo de operação.

Durante o modo de operação, o usuário pode ligar ou desligar o contator através do botão liga/desliga.

O LCD exibirá o estado do contator, como na imagem. Conjuntamente, o LED amarelo permanecerá aceso caso o contator esteja ligado.



*Figura 26- Simulação da tela de estados do contator.
Fonte: TÁVORA, 2020*

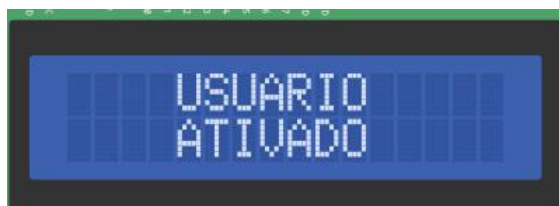
Durante o modo de operação, o usuário pode pressionar o botão “hora/data” para exibir a hora e data do dispositivo. Também há o botão “temperatura” para exibir sua temperatura interna.

Durante este modo, é possível ter acesso ao contator, abrindo-se o compartimento destinado a ele.

Modo de Manutenção.

Ativando usuários e entrando no modo de manutenção:

Para entrar no modo de manutenção, basta aproximar uma TAG RFID válida ao leitor localizado entre os botões e os LEDs. Ao aproximar a TAG ao leitor, o usuário será ativado no sistema, e o LCD irá exibir a mensagem conforme a figura abaixo:



*Figura 27 - Simulação da tela de ativação de usuário no sistema.
Fonte: TÁVORA, 2020*

Um bipe será emitido durante um segundo confirmando o comando.

É possível ativar mais usuários no sistema, bastando aproximar suas respectivas TAGs ao leitor RFID situado entre os botões e LEDs na parte frontal do dispositivo.

Durante o modo de manutenção, não é possível ligar o contator através do botão “liga/desliga”. Ainda durante este modo, o botão “data/hora” exibe o horário de início da manutenção, não a hora atual.



*Figura 28- Simulação de tentativa de acionamento do contator durante o modo de manutenção.
Fonte: TÁVORA, 2020*

O LCD irá exibir os nomes de todos os usuários ativados continuamente até que o modo de manutenção se encerre (veja a sessão “*desativando usuários e saindo do modo de manutenção*”).

Desativando usuários e saindo do modo de manutenção:

Para desativar um usuário, basta reaproximar sua respectiva TAG RFID ao leitor localizado entre os botões e os LEDs. Ao reaproximar a TAG ao leitor, o usuário será desativado no sistema, e o LCD irá exibir a mensagem conforme a figura abaixo:

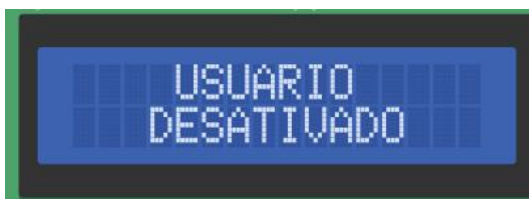


Figura 29 - Simulação de desativação de usuário
Fonte: TÁVORA, 2020

Dois bipes serão emitidos durante um segundo confirmando o comando.

O modo de manutenção será encerrado assim que todos os usuários forem desativados, voltando ao modo de operação.

Software

Desenvolvido no Ambiente de Desenvolvimento Integrado do Arduino (Arduino IDE), o software gravado no microprocessador está na versão 13.2. Entre a primeira versão funcional do programa (1.0) e a última (13.2), foram 36 versões. Contando com 10 versões de teste, totalizamos 46 versões do software. As versões terminadas com “.0” são versões com acréscimo de funções ou módulos. As versões terminadas com outros números trazem correções de bugs e/ou outras melhorias. Por exemplo: a versão 2.0 trouxe a função de armazenamento de alguns dados na memória EEPROM, mas um erro na programação impedia que a utilização de uma tag do tipo máster gravasse sua utilização nesta memória, problema que só foi corrigido na versão 3.1. O software em sua versão 13.2 conta com 820 linhas de código e foi lançada em 30 de março de 2020. Cerca de 250 destas linhas foram destinadas apenas a comentários para melhor compreensão de seu funcionamento. Aproximadamente 40 linhas são mistas entre código útil e comentários. Durante a construção do código, buscamos mantê-lo o mais bem indentado possível, também para facilitar sua compreensão.

Esquema simplificado em fluxograma do software do sistema Lock Out / Tag Out em sua versão 13.2.






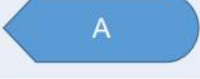


LEGENDA	
	Início do software.
	Identificação das funções ("Void").
	Chamada das funções.
	1 - Representa onde esta função foi chamada, ou, 2 - Para qual função será retornada, identificando o fim desta função.
	Leitura ou escrita na memória EEPROM.
	Exibe alguma informação no display LCD.
	1 - processo interno 2 - acionamento / desligamento de componentes
	Tomada de decisão.

Figura 30 - Legenda do fluxograma do software na versão 13.2
 FONTE: TÁVORA, 2020.

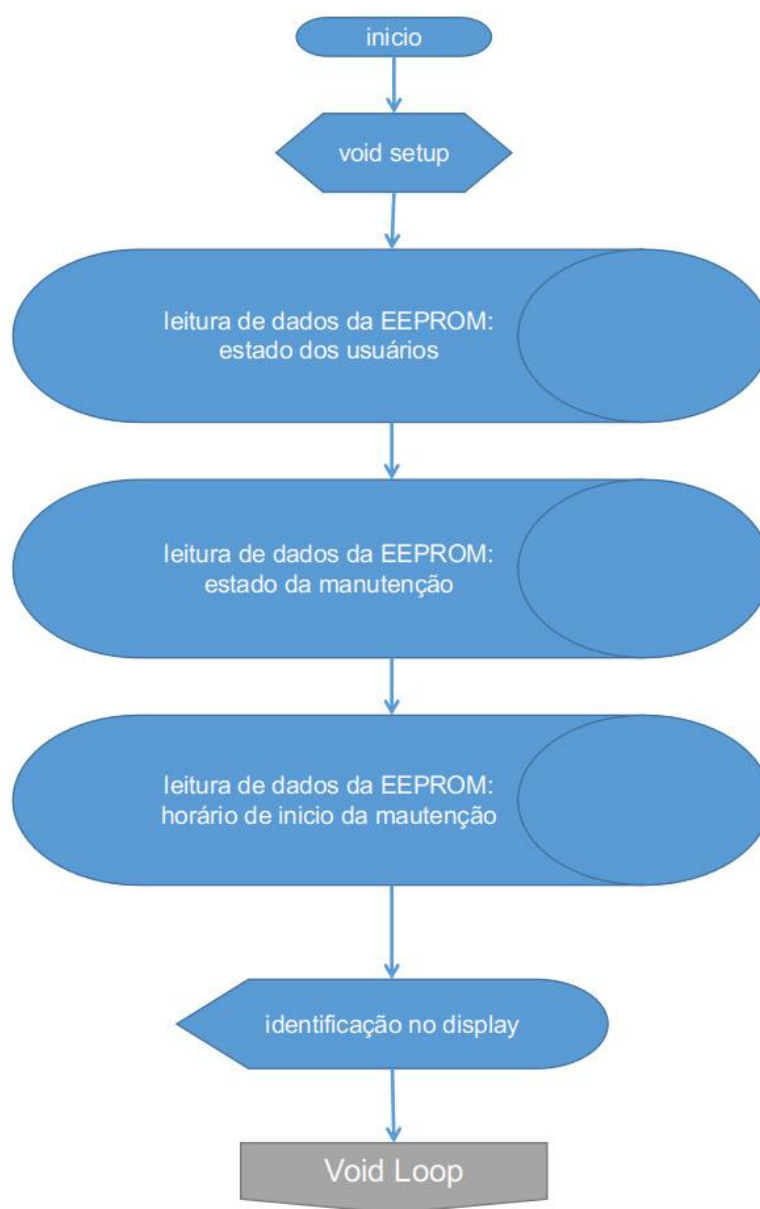


Figura 31 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Setup
Fonte: TÁVORA, 2020.

É realizada a leitura da EEPROM para que seja formulada informação no display, assim informando se está em modo usuário ou em outro modo como em estado de manutenção.



Figura 32 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Loop
Fonte: TÁVORA, 2020.

Logo quando é dado o fim do void setup, inicia-se o void loop que realiza a chamada de várias funções, como o comando do contator e leitura das tags.

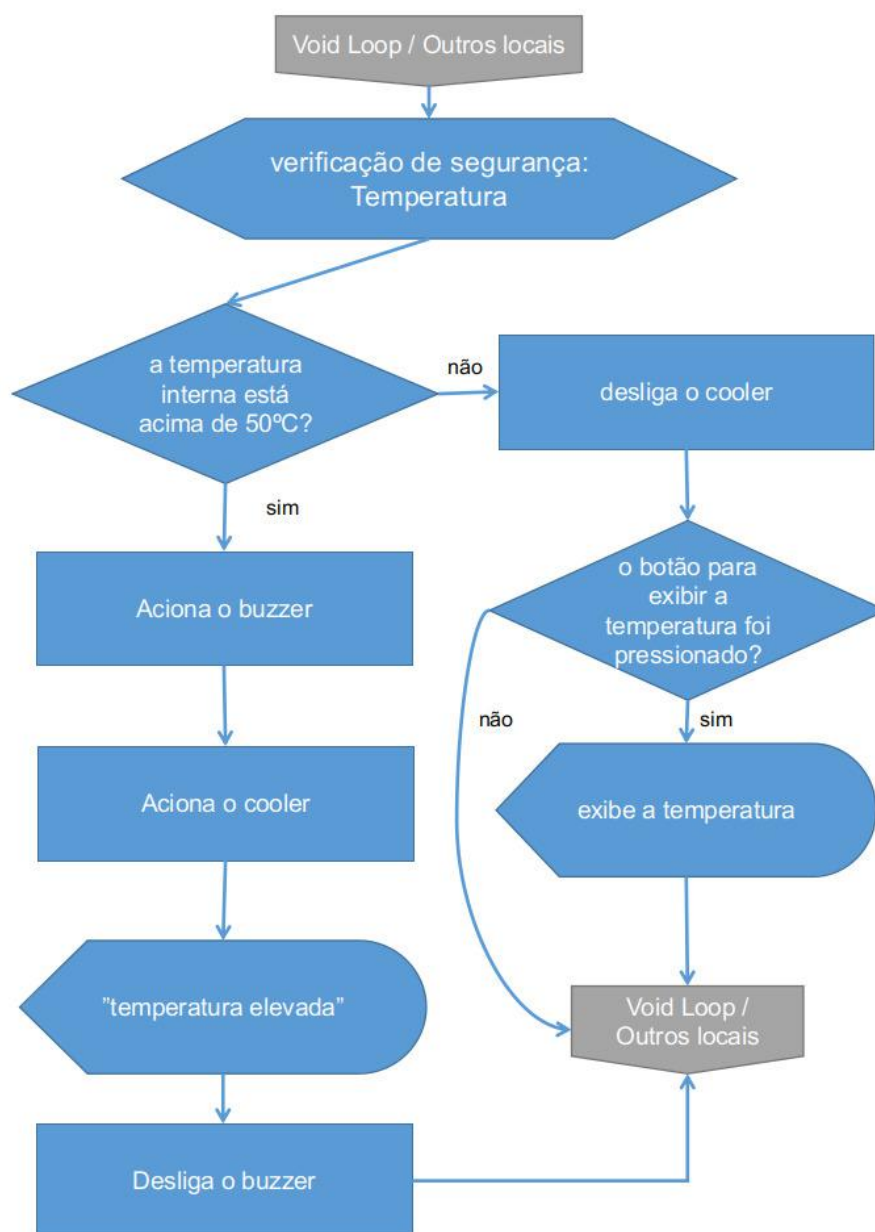


Figura 33 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Verificação_de_Temperatura
Fonte: TÁVORA, 2020.

Quando a verificação de temperatura é realizada, se o valor de temperatura for acima de 50°C, será acionado um alerta sonoro para alertar aqueles que estejam próximos, mas não estejam necessariamente observando o dispositivo. Em seguida o cooler será acionado tentando diminuir a temperatura do dispositivo, no display será notificada com a mensagem “Temperatura elevada”.

Caso a temperatura esteja 50°C ou abaixo o sistema desliga o cooler, se este estiver ligado, e, caso seja apertado o botão para exibir temperatura, esta informação aparecerá no display por 2 segundos, do contrário, o programa seguirá normalmente.

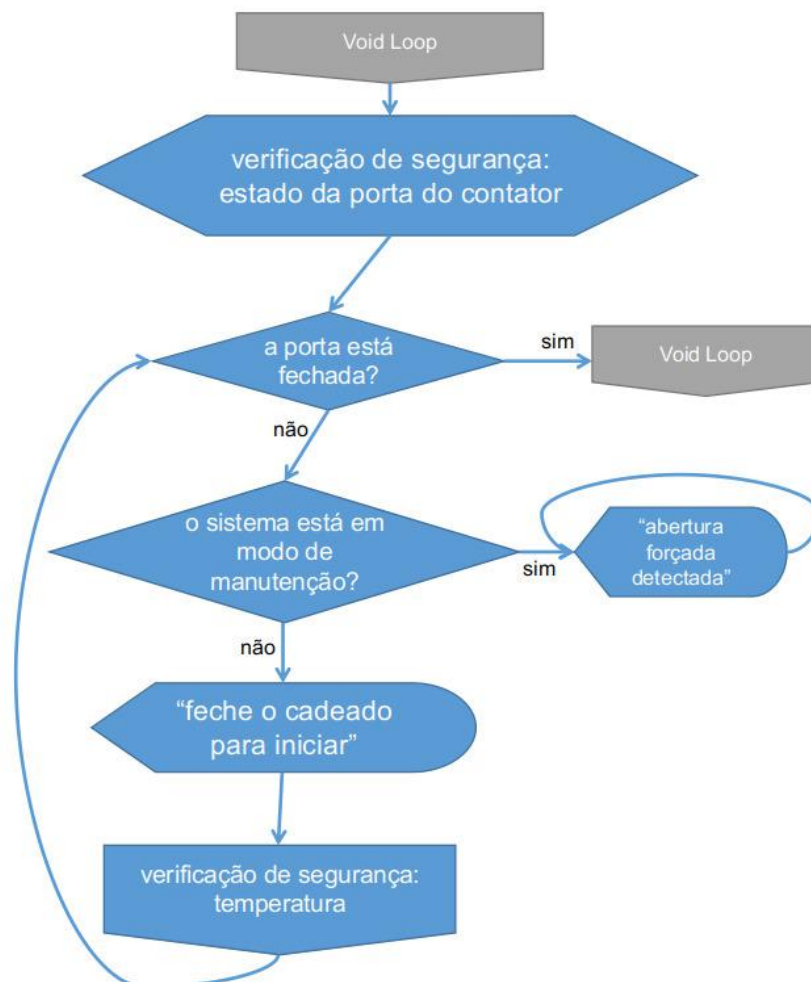


Figura 34 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Estado_Porta_Contator
Fonte: TÁVORA, 2020.

Caso a porta do contator esteja acusando como aberta pela chave fim de curso, e estiver no modo de manutenção, será informada no display a seguinte mensagem “abertura forçada detectada” de maneira contínua. Caso esteja no modo de operação, o display exibirá a mensagem “feche o cadeado para iniciar”.

Se a situação acusar que na verificação da porta do contator, esta está fechada, esta função será encerrada, seguindo de volta para o void loop.

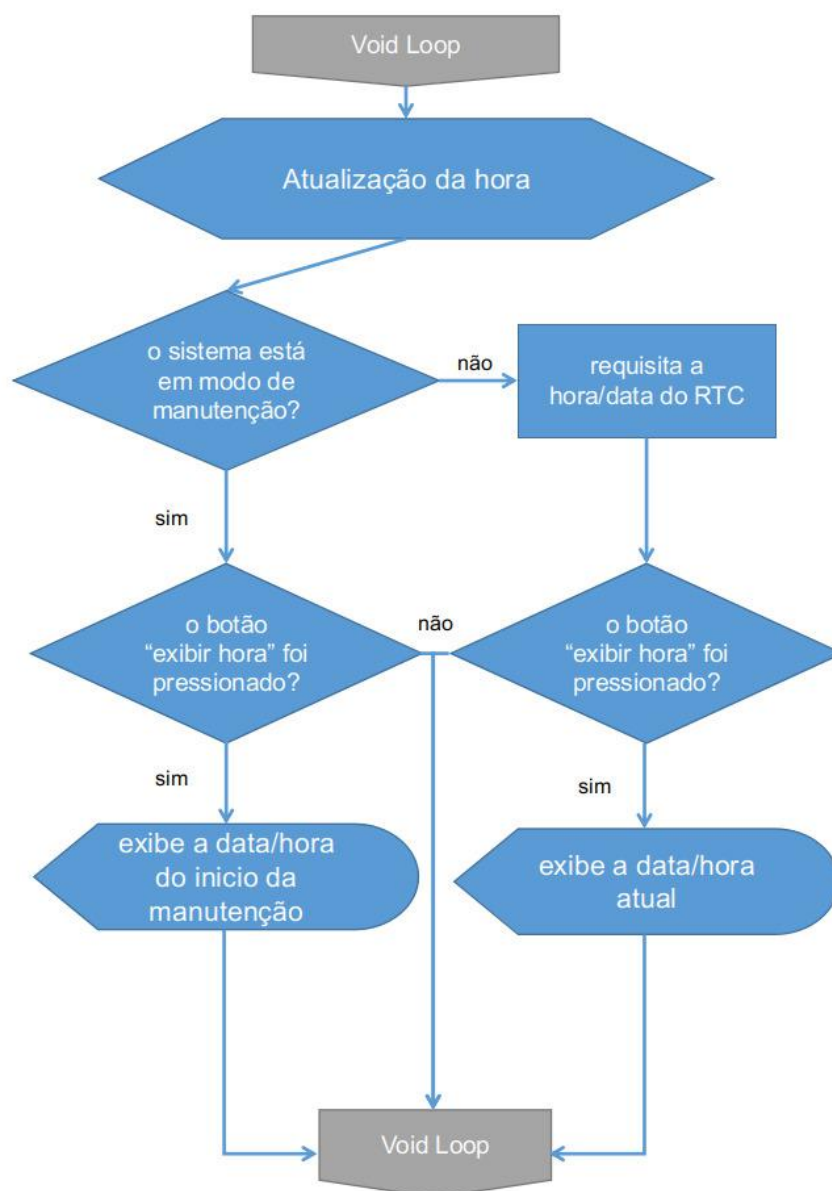


Figura 35 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Verifica_Hora
Fonte: TÁVORA, 2020.

Na atualização da hora, caso esteja no modo de operação, e for pressionado o botão “exibir hora” será notificado no display à hora e data atual por 2 segundos, e, em seguida, continuará para o void loop. Caso o dispositivo esteja no modo de manutenção e o botão for pressionado, será exibido data e hora do início da manutenção, voltando a dar continuidade ao void loop em seguida.

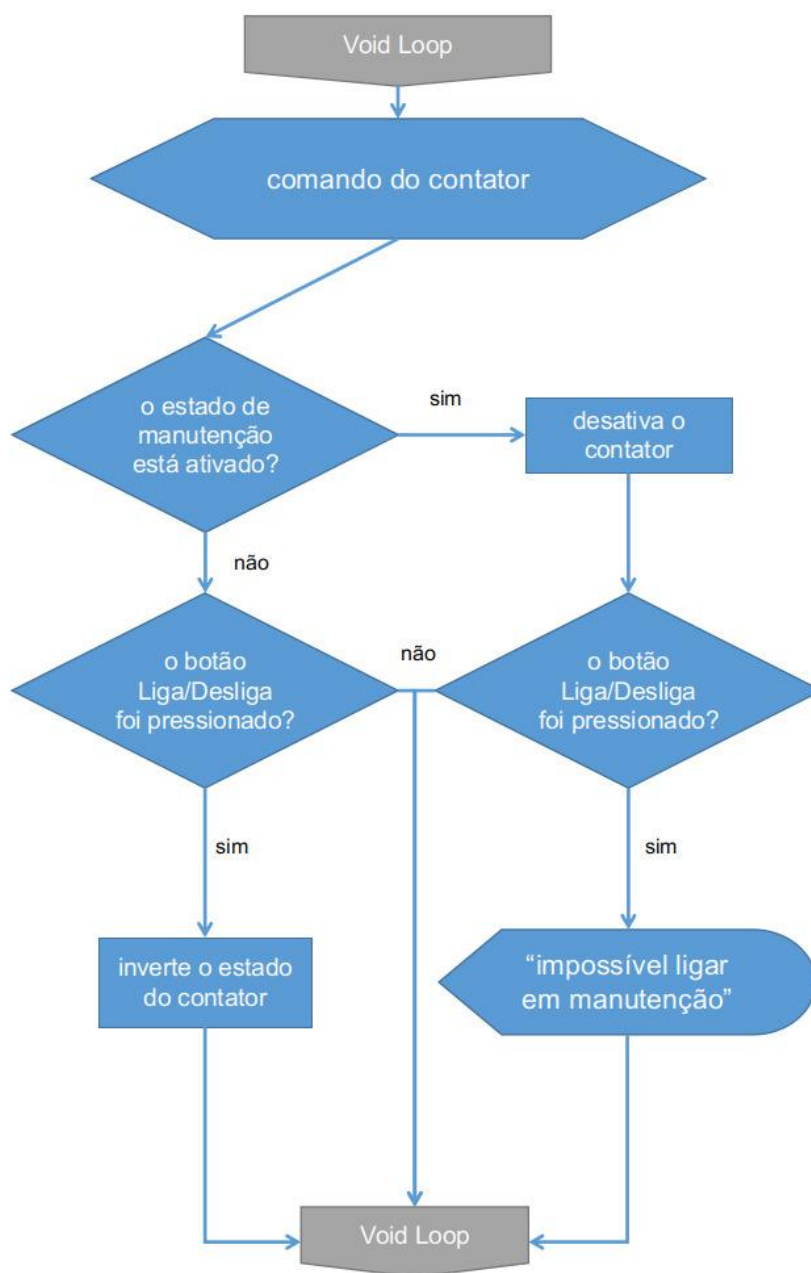


Figura 36 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Liga_Desliga
Fonte: TÁVORA, 2020.

A função que define o estado do contator tem como funcionamento a seguinte forma: se o modo de manutenção não estiver ativado e o botão Liga/Desliga for pressionado, O contator será ligado ou desligado, e em seguida continuará a função void loop. Caso o modo de manutenção estiver ativado, o contator será desligado. Se, durante o período de manutenção o botão de Liga/Desliga for pressionado, será exibida a seguinte mensagem no LCD: “impossível ligar em manutenção”. Em seguida, volta a continuar o void loop.

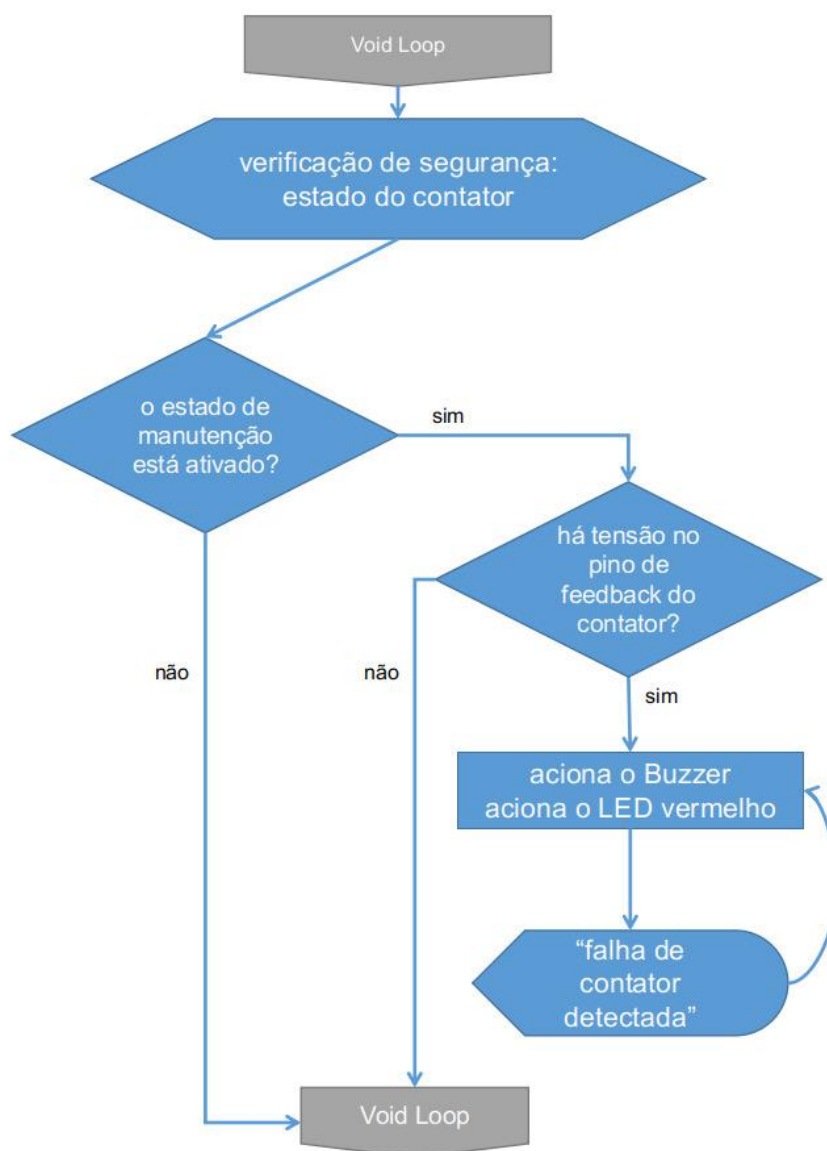


Figura 37 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Verifica_Contator
Fonte: TÁVORA, 2020.

A verificação de segurança do contator tem como função certificar se o contator realmente foi desligado quando estiver em modo de manutenção. Caso o modo estiver ativado, e houver tensão no pino de feedback do contator, será acionado o buzzer e o LED vermelho, junto à mensagem “falha de contator” no display. Caso não houver tensão nesta entrada, o void loop irá continuar.

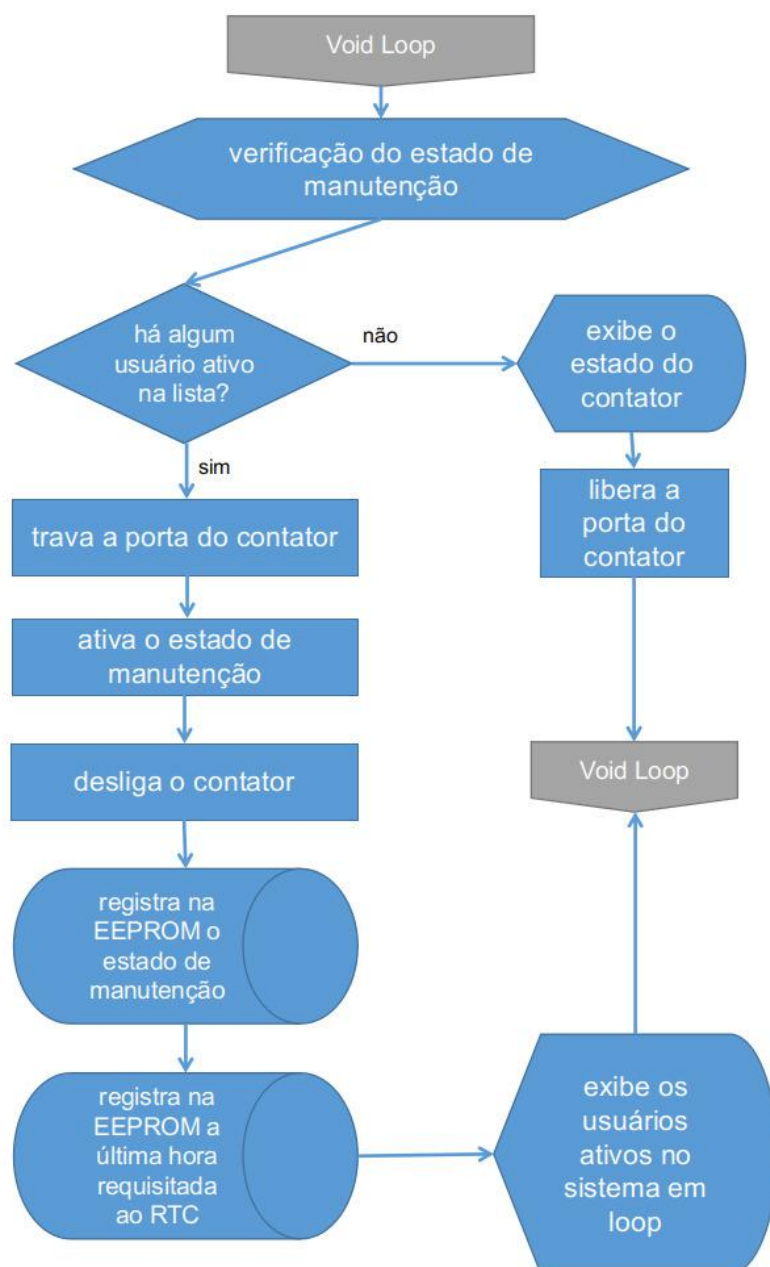


Figura 38 - Fluxograma do software na versão 13.2: Void Estado_Manutenção
Fonte: TÁVORA, 2020.

A verificação do estado de manutenção funciona da seguinte forma: se houver algum usuário na ativo, o software realizará as seguintes ações: trava a porta do contator através do servo motor, ativa-se o modo de manutenção, desliga-se o contator, registra na EEPROM a última hora recebida pelo RTC e o modo de manutenção. Em seguida, exibe os usuários ativo em loop. Caso o contrário, o LCD exibe o estado do contator e libera a porta de seu compartimento.

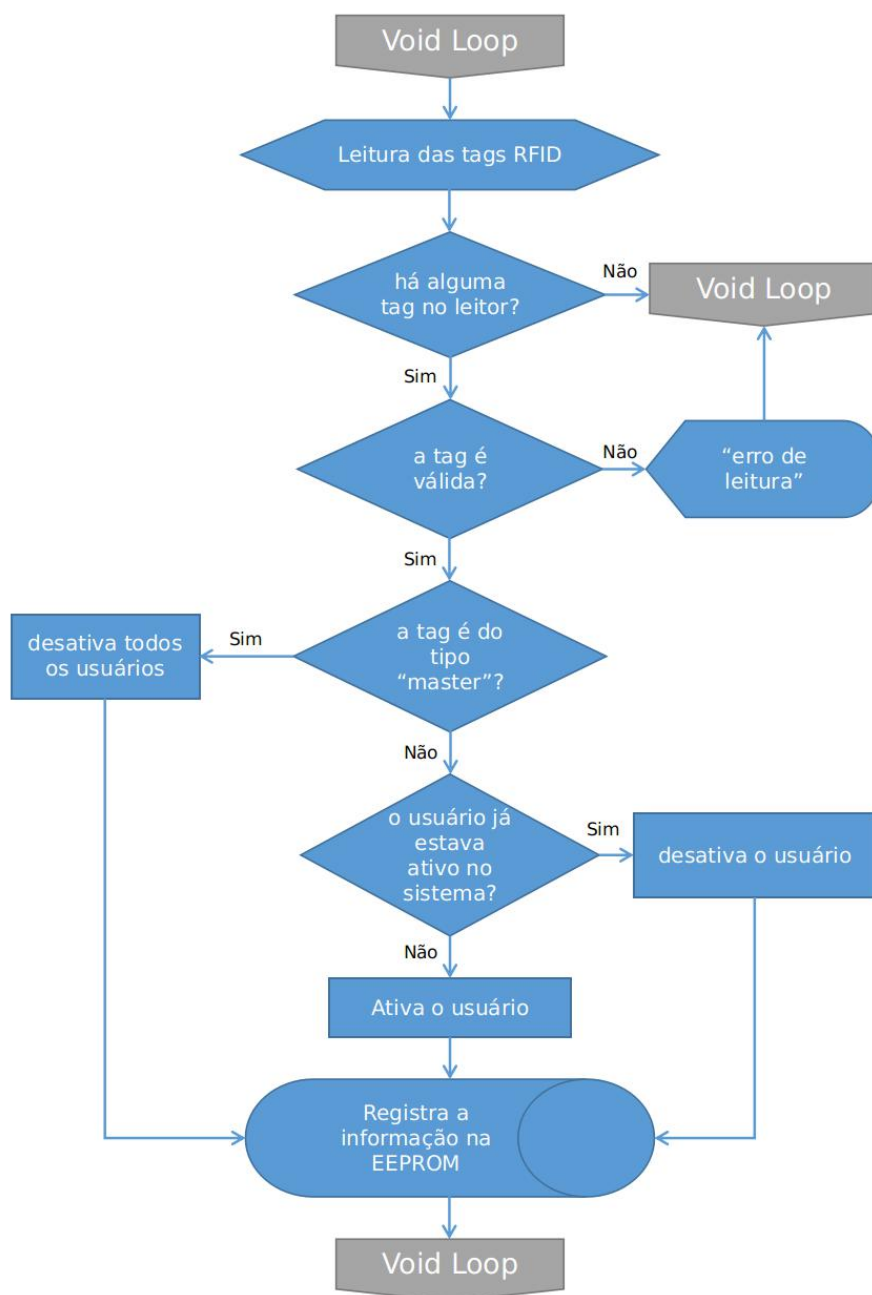


Figura 39- Fluxograma do software na versão 13.2: Void RFID
 Fonte: TÁVORA, 2020.

Ao efetuar a leitura pelo módulo RFID, se não houver nenhuma tag próxima ao leitor, a função será finalizada, retornando ao void loop. Caso o contrário, segue para uma situação em que se a tag não for válida, aparecerá no display “erro de leitura”, caso seja válida, será feita a verificação se é a tag do tipo máster, que irá limpar a lista de usuários ativos, voltando o sistema para o modo de operação. Caso seja um usuário do tipo “comum”, o

software irá verificar se o usuário estava ou não estava ativo no dispositivo, invertendo seu estado. A seguir, será registrado seu novo estado na memória EEPROM, finalizando esta função.

CONCLUSÃO

Pode se confirmar que foi inovada uma nova forma de efetuar o bloqueio de uma máquina, que se tem como características de praticidade de utilização do dispositivo para realizar o bloqueio, integrando cada vez mais a tecnologia na indústria sempre buscando atualizar e facilitar com a ajuda da tecnologia.

O projeto teve um resultado de fácil modo de funcionamento que foi desejado no início do projeto, tendo fácil acesso de informações como, nome de funcionário que está utilizando o dispositivo, data e hora atual, data e hora de início do bloqueio, verificação de temperatura e aviso de problemas no dispositivo.

O modo de operação que possui a utilização de mais de um funcionário para a realização da leitura de TAGs e armazenamento de informações quando encontrado no modo de manutenção.

BIBLIOGRAFIA

TAGOUT. Por que os Cadeados de Bloqueio e Travamento Industriais devem ter opções de Segredos Iguais, Segredos Diferentes e Chave Mestra. **Tagout.** Disponível em: <<https://www.tagout.com.br/blog/porque-os-cadeados-de-bloqueio-e-travamento-industriais-devem-ter-opcoes-de-segredos-iguais-segredos-diferentes-e-chave-mestra/>>. Acesso em: 01 Abr. 2020

Abracopel. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO ABRACOPEL.** Associação Brasileira de Conscientização para perigos da Eletricidade. Disponível em:< <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2019/05/Anu%c3%a1rio-ABRACOPEL-2019.pdf>> Acesso em: 26 Fev. 2020.

Casa da Pilha. **Fonte 24V 1,5Ah Bivolt ELT2415 (chaveada).** Disponível em: <https://www.casadapilha.com.br/Fontes/Chaveadas/fonte-24v-15ah-bivolt-elt2415-chaveada_829105-SIT.html> Acesso em 12 Jun. 2020.

WEG. **MINICONTATOR AZ CWC07-10-30V26.** Disponível em: <<http://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Controls/Partida-e-Prote%C3%A7%C3%A3o-de-Motores/Contadores/Pot%C3%A4ncia/Minicontadores-CWC0-e-CW0/Minicontadores-CWC0/MINICONTATOR-AZ-CWC07-10-30V26/p/12459272>> Acesso em: 05 Jun. 2020