



## Ramo Estudantil IEEE - UEL



---

ANUAR BULATY TAUIL (anuar.bulaty.tauil@uel.br)  
DANIEL TRESSE DOURADO (daniel.tresse.dourado@uel.br)  
HENRIQUE SAIKAWA MENDES (Henrique.saikawa@uel.br)  
LEVI DOS SANTOS MONTEIRO (levi.santos.monteiro@uel.br)  
MARCELO IGOR FUJII (marcelinho.bras@uel.br)  
NATHAN ANDREANI NETZEL (nathan.andreani@uel.br)  
NELSON AUGUSTO FILHO (nelson.augusto@uel.br)

**RELATÓRIO FINAL:**  
Instalação Tranca Eletrônica

**Diretor de Projetos:** Nathan Andreani Netzel

Londrina  
2023



## Ramo Estudantil IEEE - UEL



---

ANUAR BULATY TAUIL  
DANIEL TRESSE DOURADO  
HENRIQUE SAIKAWA MENDES  
LEVI DOS SANTOS MONTEIRO  
MARCELO IGOR FUJII  
NATHAN ANDREANI NETZEL  
NELSON AUGUSTO FILHO

**RELATÓRIO FINAL:**  
Instalação Tranca Eletrônica

Relatório apresentado ao Ramo Estudantil  
IEEE da Universidade Estadual de Londrina.

Londrina  
2023

---

Contato do Ramo: [sb.uel@ieee.org](mailto:sb.uel@ieee.org)  
Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE  
Universidade Estadual de Londrina - UEL • Paraná - Brasil



## Ramo Estudantil IEEE - UEL



---

Tauil, Anuar Bulaty. DOURADO, Daniel Tresse. Mendes, Henrique Saikawa. Monteiro, Levi dos Santos. FUJII, Marcelo Igor. NETZEL, Nathan Andreani. Filho, Nessel Augusto. **Relatório Final:** Instalação Tranca Eletrônica. 2023. 22 folhas. Relatório apresentado ao Ramo Estudantil IEEE da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

### RESUMO

O projeto consiste em dar prosseguimento ao projeto anterior, cujo objetivo era desenvolver uma tranca eletrônica, onde será utilizado apenas um LCD e um arduino, de forma que possa facilitar o acesso a portas ou até mesmo cofres, com a tranca não seria mais necessário ter chaves, pois ao compartilhar a senha com os integrantes todos teriam acesso, sem a necessidade de possuir uma chave. Isto é, este projeto terá como alvo a instalação de todos os protótipos criados na etapa anterior, além de realizar as adaptações físicas necessárias para que a tranca eletromagnética e a interface do usuário seja instalada com sucesso, em paralelo ao desenvolvimento de uma fonte de alimentação capaz de fornecer todas as tensões exigidas pelos componentes, com bateria para situações de falta de energia.

**Palavras-chave:** Arduino; fechadura; eletrônica; tranca eletromagnética; senha.



## SUMÁRIO

- 1 INTRODUÇÃO**
- 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**
  - 2.1 Software
    - 2.1.1 Proteus
  - 2.2 Equações de Desempenho
    - 2.2.1 Regulação de Tensão
    - 2.2.2 Eficiência
  - 2.3 Corrente elétrica
    - 2.3.1 Corrente Alternada
    - 2.3.2 Corrente Contínua
  - 2.4 Fusível
  - 2.5 Díodo de Silício
  - 2.6 Ponte Retificadora
  - 2.7 Transformador de Tensão
  - 2.8 Capacitores
    - 2.8.1 Capacitor Eletrolítico
    - 2.8.2 Capacitor Cerâmico
    - 2.8.3 Capacitor de Desacoplamento
    - 2.8.4 Capacitor de Acoplamento
  - 2.9 Resistor
    - 2.9.1 Potenciômetro
  - 2.10 C.I regulador de tensão
- 3 METODOLOGIA**
- 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**



---

## 5 CONCLUSÕES

### APÊNDICES.....

APÊNDICE A – Código programação

## 1. INTRODUÇÃO

A instalação de uma tranca eletrônica representa um avanço significativo e essencial na área de segurança residencial e comercial, que ao combinar tecnologia avançada com praticidade, oferece uma solução inovadora e altamente eficaz para o controle de acesso.

Ao combinar tecnologia avançada com praticidade, a tranca eletrônica desempenha um papel crucial na proteção de acessos e bens, tornando-se uma solução cada vez mais adotada em diversos ambientes.

Neste contexto, o presente relatório tem como objetivo apresentar uma análise detalhada da instalação de uma tranca eletrônica, observando os procedimentos e as melhores práticas recomendadas para garantir a eficácia deste sistema de segurança.

Além disso, serão abordados aspectos normativos e regulatórios que devem ser observados durante o processo de instalação, garantindo a conformidade com as diretrizes vigentes.



---

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 SOFTWARE

#### 2.1.1 Proteus

Proteus Design Suite é um programa para elaboração de projetos eletrônicos, desenvolvido pela Labcenter Electronics Ltd., uma empresa britânica especializada em software e hardware para projetos de eletrônica.

Adentro do aplicativo é mostrado um conjunto de ferramentas, que contêm simulações, capturas esquemáticas do circuito, módulos de projetos para Placas de Circuito Impresso (PCI) ou também na sua forma em inglês Printed Circuit Board (PCB), usada primordialmente em circuitos integrados.

O software também inclui maneiras de ver a placa montada já em sua forma 3D, possibilitando ao usuário uma visualização de como estarão dispostos os componentes.

### 2.2 EQUAÇÕES DE DESEMPENHO

#### 2.2.1 Regulação de tensão

A regulação de tensão de acordo com o site (O Setor Elétrico, 2015) possui como objetivo e regra geral, a avaliação da variação na saída de uma fonte, em dois momentos: quando a operação é sem carga, e quando é com carga. Analisando assim, sua capacidade de manter a tensão de saída constante, independente das variações na tensão de entrada e da carga conectada. Onde, graças à fórmula " $R_t = (V_0 - V_L) / V_L \times 100\%$ " se torna possível obter tal medida dada em porcentagem.  $V_0$  é a tensão analisada sem a carga, e  $V_L$  é a tensão analisada com a carga.

#### 2.2.2 Eficiência

A eficiência de uma fonte linear, está relacionada a sua capacidade de converter a potência de entrada na potência de saída com a menor perda energética possível, seja ela na forma de dissipação de calor, resistência elétrica ou ineficiência no processo de regulação da tensão em si.



Tal cálculo por meio da fórmula “Eficiência = Potência de saída / Potência de entrada”, permite a avaliação da fonte, especialmente em aplicações onde a eficiência energética é crítica, como sistemas de baterias ou sistemas eletrônicos onde a perda de energia impactaria nos custos da operação.

## 2.3 Corrente elétrica

### 2.3.1 Corrente alternada

Pode ser definida como um tipo de corrente elétrica onde o fluxo de elétrons que atravessa um condutor tem sentido variante, não seguindo um sentido único. Os elétrons se movimentam para frente e para trás, podendo alterar de sentido 120 vezes por segundo. Tal variação é essencial, pois deste modo a voltagem da energia transmitida é aumentada, proporcionando a capacidade de viajar maiores distâncias.

A corrente alternada é utilizada em aplicações como, sistemas de grandes potências, indústrias e máquinas elétricas. (Escola da Engenharia, 2017).

### 2.3.2 Corrente contínua

A corrente contínua possui corrente e tensão unidirecionais, exercendo sua função por meio do fluxo de elétrons, possuindo então polaridade positiva e negativa, não comprometendo seu sentido de circulação.

Tal corrente pode ser aplicada em circuitos de baixa tensão, assim como os eletroeletrônicos, baterias e pilhas. (Portal Solar, 2023).

## 2.4 FUSÍVEL

Com informações presentes em (Mundo da Elétrica, 2023), os fusíveis são dispositivos de segurança em um circuito elétrico capaz de proteger o mesmo de curtos-circuitos, sobrecorrente e sobrecarga de longa duração. Evitando assim danos aos demais equipamentos elétricos.

Seu funcionamento se dá de modo simples, quando a intensidade da corrente elétrica passando ultrapassa o limite do fusível utilizado, uma liga presente no mesmo esquenta e acaba se fundindo causando a interrupção da passagem de corrente.



## 2.5 Diodo de Silício

De acordo com o site (Mundo Educação, 2023), o diodo é um tipo de componente eletrônico que pode ter como material silício ou germânio, sua função primordial é retificar a corrente elétrica ou chavear um circuito.

As companhias elétricas entregam a corrente elétrica alternada, que tem funcionalidade de mudar a polaridade, entre positivo e negativo. Todavia, a maior parte dos utilitários eletrônicos operam com corrente contínua.

Tendo em mente sobre esse assunto, foi utilizado neste trabalho o diodo com funcionalidade de alterar o tipo de corrente para o funcionamento do circuito a fim de obter as saídas de tensão.

## 2.6 Ponte Retificadora

Uma ponte retificadora tem como seu principal objetivo converter corrente alternada para corrente contínua, ela leva esse seguinte nome por retificar a corrente alternada, de maneira grosseira, tornar a corrente “alinhada”, assim, transformando-a em corrente contínua.

Essa ponte possui 4 diodos que são responsáveis por permitir passagem de corrente em uma única direção, seu funcionamento pode ser analisado da seguinte maneira, quando a corrente alternada passa pela ponte, durante a fase negativa, 2 diodos são polarizados de maneira direta, sendo assim, a corrente elétrica passará. Já nos outros 2 diodos, serão polarizados inversamente, logo, a polaridade é oposta a da corrente, assim, a corrente não passará. Dessa forma, a corrente será transformada em corrente contínua.

## 2.7 Transformador de tensão

Tal equipamento é usado para converter tensões de um nível para outro, consistindo de uma bobina primária e outra secundária. Quando uma tensão alternada (AC) é aplicada na bobina primária uma corrente flui através dela, gerando um campo eletromagnético variável ao redor do núcleo do transformador.

Devido ao campo magnético em constante mudança criado na bobina primária, uma corrente alternada é induzida na bobina secundária, ao qual está conectada ao circuito de saída.



A magnitude da tensão induzida está relacionada ao número de espiras nas bobinas. Caso a bobina primária apresente mais espiras do que a secundária, a tensão na saída será menor. Por dedução, caso a bobina secundária apresente mais espiras do que a primária, a tensão na saída será maior. Deste modo, ocorre uma conversão eficiente de tensão, permitindo a transmissão de energia por distâncias mais longas.

Segundo o site (Aim Dynamics, 2023), transformadores de tensão também podem ser utilizados para filtrar interferências de ruídos indesejáveis, servir de proteção/isolamento entre dois circuitos, garantindo que um opere independentemente do outro, além de fornecerem regulação de tensão, permitindo que a tensão na saída seja consistente e dentro da faixa exigida, quando se tratando de uma fonte de alimentação.

## 2.8 Capacitores

### 2.8.1 Capacitor eletrolítico

Tais tipos de capacitores, para atingirem uma capacitância maior do que os demais, usam um tipo de eletrólito, podendo ser úmido ou de polímero sólido, contendo uma alta concentração de íons. Quase todos os tipos de capacitores eletrolíticos são polarizados, o que significa que a tensão no terminal positivo deve sempre ser maior do que a do negativo. Isto infere também que se dão melhor em circuitos DC. (Capacitores que atuam em circuitos AC são chamados de tipo NP)

Caso a polaridade do capacitor fique invertida no circuito, o óxido de alumínio isolante, que atua como dielétrico, pode ser danificado e passa a atuar como um curto-circuito entre os terminais do mesmo. Podendo causar superaquecimento, gerando assim a evasão ou vaporização de eletrólito tóxico, mesmo de maneira controlada, graças a uma válvula de escape de segurança.

Apesar da maior capacitância, certas desvantagens como grandes correntes de fuga, e uma vida útil limitada estão presentes nesses capacitores.

Podem ser usados em diversas aplicações, como fontes de energia e placas-mãe de computadores. Informações coletadas em (EE Power, 2023).



### 2.8.2 Capacitor cerâmico

Tais capacitores usam como dielétrico, um material cerâmico, e não chegam a serem polarizados, sendo seguros o uso em circuitos AC. São fabricados com uma capacitância bem baixa se comparados principalmente com os capacitores eletrolíticos. Pode-se afirmar ainda que, capacitores cerâmicos tem uma ótima resposta de frequência devido aos baixos efeitos de resistência e indutância. Além de serem mais comuns as versões de multicamadas e em disco.

Seu uso é variado devido às suas propriedades, podendo ser encontrado em fontes de alimentação de laser de alta tensão, disjuntores de energia, fornos de indução e até mesmo no campo da robótica, onde são usados em motores DC para minimizar os ruídos de radiofrequência. Informações coletadas em (EE Power, 2023).

### 2.8.3 Capacitor de Desacoplamento

Estes capacitores são colocados em circuitos com o objetivo de desacoplar sinais AC dos sinais DC. Eles desempenham um papel fundamental ao armazenar cargas e reagir bem a pequenas mudanças de tensão, fazendo com que o excesso de energia seja absorvido. Sua principal função é estabilizar o CI caso ocorra alguma queda de tensão na entrada, comumente utilizado em sistemas digitais para remover ruídos e estabilizar melhor o circuito.

A colocação estratégica do capacitor de desacoplamento é essencial para que o desempenho do circuito seja mais otimizado, tanto para proteção contra cargas transitórias, quanto para o desacoplamento da fonte de alimentação.

### 2.8.4 Capacitor de Acomplamento

Esses capacitores, conhecidos também como condensadores de bloqueio, são utilizados circuitos elétricos para conectar equipamentos de um segmento do circuito ao outro. Seu principal objetivo é bloquear a corrente contínua, dando permissão a passagem da corrente alternada, evitando interferências e garantindo a compatibilidade entres os sinais.

Dois condutores separados por um dielétrico é o que compõe esse capacitor, que atua como um filtro, mas também como uma espécie de bateria, que quando aplicada a tensão, armazena energia. Além disso, o componente descrito pode funcionar como um tampão para suavizar flutuações no sinal, reduzindo problemas no circuito, e também é utilizado otimizar o uso da potência, através da modificação e correção dos sinais de potência



### 2.9 Resistor

Componente elétrico passivo que tem como função primária limitar o fluxo de corrente em um circuito, provocando uma queda de tensão, transformando assim a energia elétrica em energia térmica. Seu funcionamento está diretamente ligado à lei de Ohm, que aplica uma relação entre tensão, resistência e corrente.

Apesar de provocar uma queda de tensão no circuito, é importante ressaltar que o resistor não é capaz de provocar uma queda na corrente em si que passa pelo mesmo, tendo seu valor de entrada igual ao valor de saída.

O nome resistor pode ser dado para tudo aquilo que oferece certa resistência, seja ela baixa ou alta, a um certo fluxo de corrente. No entanto, em circuitos elétricos, os resistores são comumente feitos de um núcleo cerâmico enrolado por fios de carbono ou por um material óxido metálico, onde tudo é envolvido por um material isolante, tendo nas extremidades fios de cobre com a função de conectar o componente ao circuito geral.

Geralmente a identificação de um resistor é feita por meio da visualização de um padrão de cores que se segue em seu corpo externo. Com isso, é possível inferir sua resistência e, portanto, se será adequado para o circuito.

### 2.10 C.I. Regulador de Tensão

Como já dito na seção '2.2.1' a regulação de tensão basicamente tem como objetivo manter a tensão de saída constante independente de variações sofridas na tensão de entrada ou corrente de saída. Quando tais reguladores são feitos na forma de circuitos integrados, vantagens surgem, como um circuito geral mais compacto e uma maior precisão.

Podem operar tanto em tensões positivas quanto negativas, a depender apenas do modelo utilizado, uma vez que a função de seus terminais centrais e primários mudam com base na versão (78xx e 79xx). Fica aconselhado o uso de um dissipador de calor acoplado ao C.I caso a potência dissipada passe de 1W.

Estão presentes em fontes de tensão variadas, alternadores automotivos e até em centrais de usinas elétricas.



### 3. METODOLOGIA

Visando desenvolver este protótipo, foram realizados estudos sobre os processos a serem utilizados no desenvolvimento do projeto, englobando os softwares e ferramentas adequadas, além de pesquisas a respeito de todos os componentes tidos como necessários para aplicar as ideias e, por fim, das técnicas para montagem de uma placa de circuito impresso.

O projeto em si possui quatro fases distintas e com importante relevância, a primeira consiste em replicar o esquemático do circuito em um software de simulação a fim de verificar a funcionalidade do projeto para, posteriormente, replicá-lo a partir dos componentes físicos. Já a segunda etapa consiste nos testes físicos dos componentes e circuito, transpondo o que fora feito em meio digital para uma protoboard, visando realizar medições para ratificar a montagem. Na sequência, implementa-se um projeto próprio para transferir o esquemático do circuito para uma placa de circuito impresso, é feita a produção e soldagem da placa, assim como novos testes para confirmar o funcionamento de tudo. Por fim, é feita a construção de uma estrutura para abrigar todos os componentes utilizados, com saídas para testes e voltímetro para visualizar a saída ajustável de tensão.

Para realização da simulação do circuito proposto pelo roteiro, foi utilizado um consagrado software de projetos eletrônicos, o Proteus Design Suite. Foi realizado um estudo metucioso da ferramenta, sobre como montar um esquemático, adicionar os componentes necessários e realizar simulação. Assim, constatou-se que o software se caracteriza por ser de uso intuitivo e simples, apresentando uma biblioteca próprio com todos os componentes necessários para o projeto, dispensando o trabalhoso processo de importar componentes, seus esquemáticos e “footprints”, como acontece em programas semelhantes.

Realizadas as pesquisas, foram utilizados os componentes descritos na tabela 1, uma vez que o software apresentou erros ao implementá-lo e, por se tratar de ambiente virtual, não havia possibilidade de excesso de corrente causar danos aos componentes.

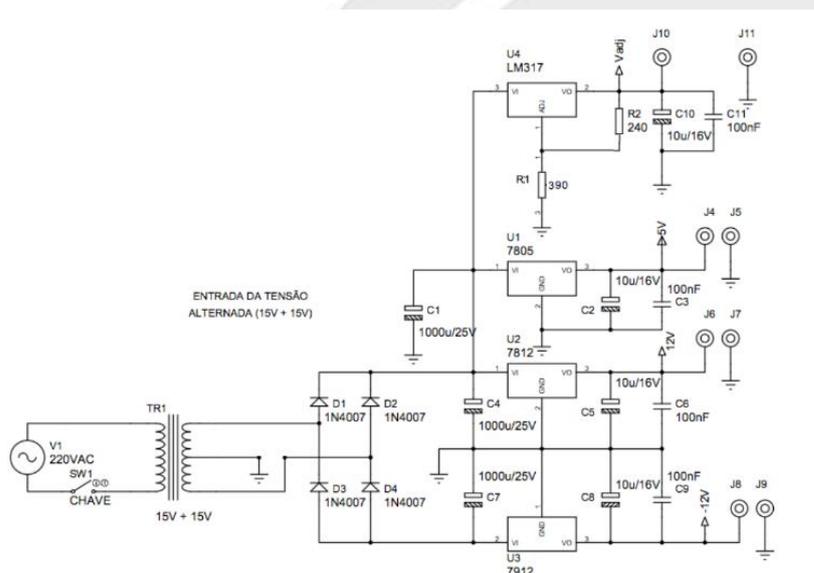
**Tabela 1 – Componentes etapa 1.**

Quantidade	Referências	Característica
3	C1,C4,C7	Capacitor Eletrolítico 1000 uF / 25 V
4	C2,C5,C8,C10	Capacitor Eletrolítico 10 uF / 16 V
4	C3,C6,C9,C11	Capacitor Cerâmico 100 Nf / 63 V
1	R1	Resistor 1kΩ / 1/8 W
1	R2	Resistor 240Ω/ 1/8 W
1	U1	CI 7912
1	U2	CI 7812
1	U3	CI 7805
1	U4	CI LM317T
4	D1-D4	Diodo 1N4007
1	D5	Diodo Led-Verde
11	J1-J11	Pinos Conector Fêmea
1	SW1	Chave
1	TR1	Transformador 15V + 15V

Fonte: o próprio autor

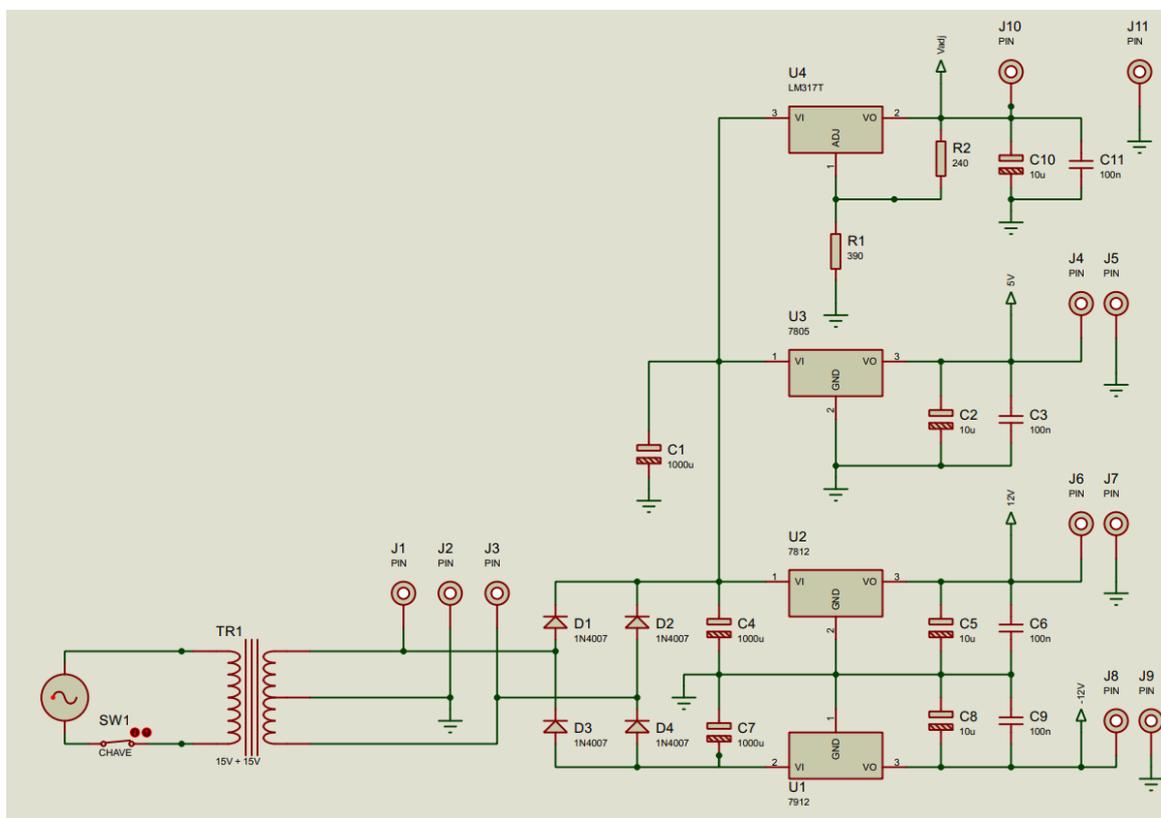
O esquemático do circuito a ser montado, os componentes utilizados e suas respectivas ligações estão apresentados na figura 1 e o circuito montado no software na figura 2, para que seja possível compreender o circuito desenvolvido e as conexões necessárias para o funcionamento efetivo.

**Figura 1 – Esquemático do Circuito Proposto**



Fonte: o próprio autor

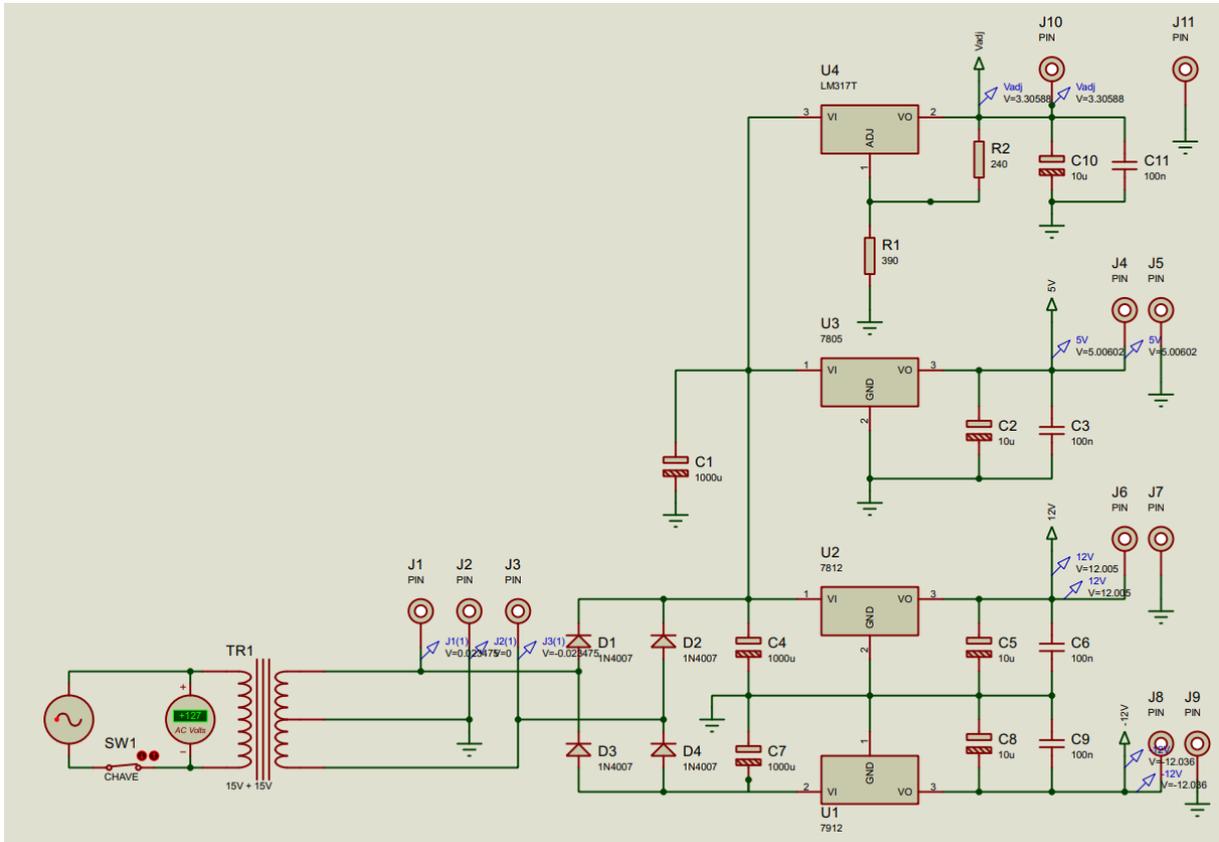
Figura 2 – Esquemático do Circuito no Proteus



Fonte: o próprio autor

Concluída a montagem do circuito, foram realizadas as simulações pela própria ferramenta de projetos eletrônicos, bastando inserir pontas de prova para as medições de tensão contínua e um voltímetro para a tensão alternada de entrada, como visível na figura 3, além dos resultados das simulações.

Figura 3 – Simulação 1 do Circuito no Proteus



Fonte: o próprio autor

Constatada o funcionamento e a eficácia do circuito, concluiu-se com êxito a etapa 1 do projeto, baseada em ambiente digital, e foi iniciada a etapa 2, aplicada com componentes físicos.

Para tanto, foi preciso comprar os componentes da lista 1, entretanto, não foi possível comprar todos os componentes com a especificação exata, portanto, optou-se por aqueles com características acima das esperadas, ou seja, ao buscar um capacitor 10 uf/16 V, comprou-se um de 10 Uf/ 25 V. Em suma, os componentes comprados estão listados na tabela 2.



**Tabela 2** – Componentes etapa 2.

Quantidade	Característica
3	Capacitor Eletrolítico 1000 uF / 25 V
4	Capacitor Eletrolítico 10 uF / 25 V
4	Capacitor Cerâmico 100 Nf / 63 V
1	Resistor 1kΩ / 1/8 W
1	Resistor 240Ω/ 1/8 W
1	CI 7912
1	CI 7812
1	CI 7805
1	CI LM317T
4	Diodo 1N4007
1	Diodo Led-Verde
11	Pinos Conector Fêmea
1	Chave
1	Transformador 15V + 15V 2A
1	Suporte Fusível
1	Conector Tomada Fêmea

**Fonte:** o próprio autor

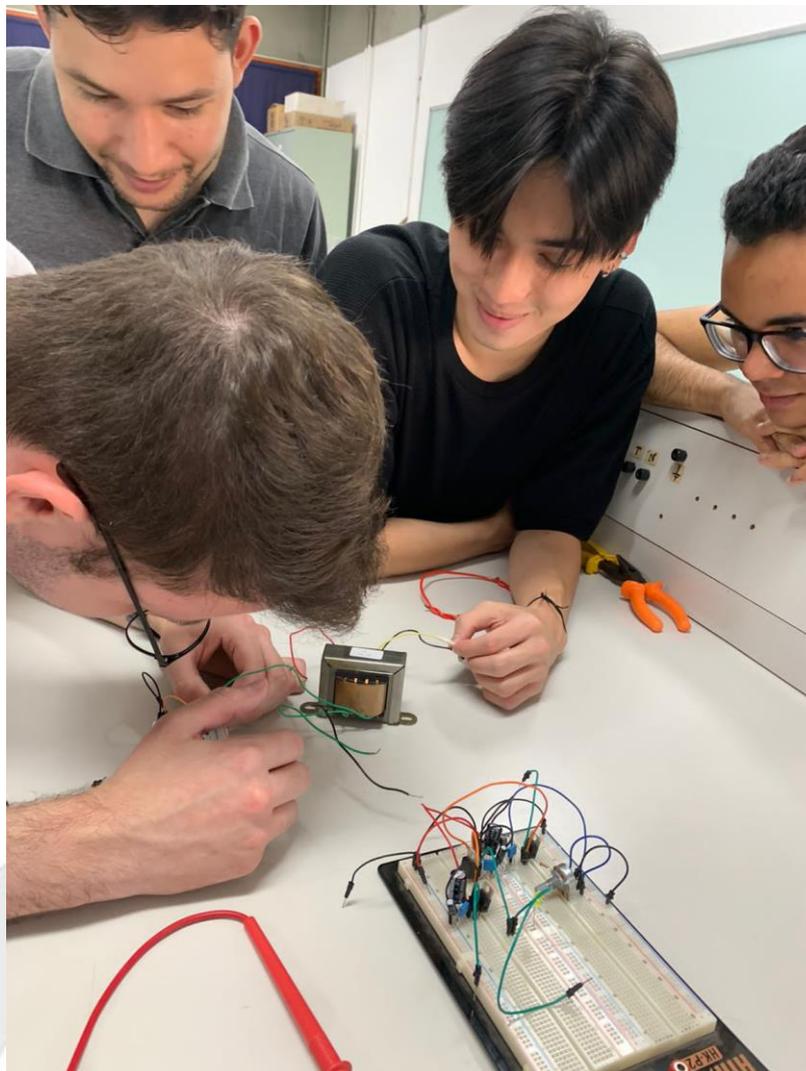
Com os componentes necessários em mãos, o circuito da figura 1 foi replicado em protoboards da maneira mais organizada possível. Entretanto, como comum em montagens eletrônicas, o projeto não funcionou perfeitamente na primeira tentativa, apresentando erros elevados nas medições. Então tentou-se utilizar um voltímetro para analisar o circuito ponto a ponto até detectar erros, o que levou a uma descarga de um dos capacitores ao encostar a ponta de prova nos dos terminais do componente ao mesmo tempo.

Devido à dificuldade em encontrar o ponto de falha no projeto, decidiu-se adotar uma nova abordagem:

1. Desmontar tudo;
2. Montar um circuito integrado por vez;
3. Realizar as medições;
4. Buscar possíveis erros;
5. Montar o próximo circuito integrado.

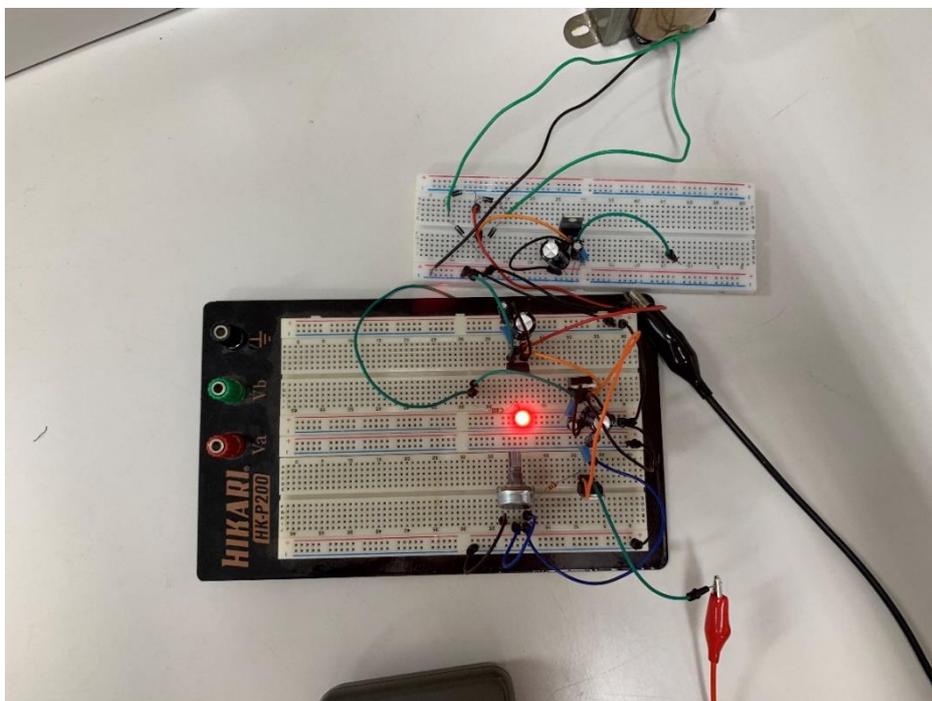
Dessa vez tudo correu como o esperado, visto que com menos elementos a serem conferidos por vez, qualquer imperfeição foi prontamente constatada e corrigida até que tudo estivesse montado. A figura 4 apresenta uma imagem dos membros do grupo realizando a montagem na protoboard e as figuras a seguir, de 5 a 10, exibem as medições e o circuito montado.

**Figura 4** – Montagem dos Componentes na Protoboard



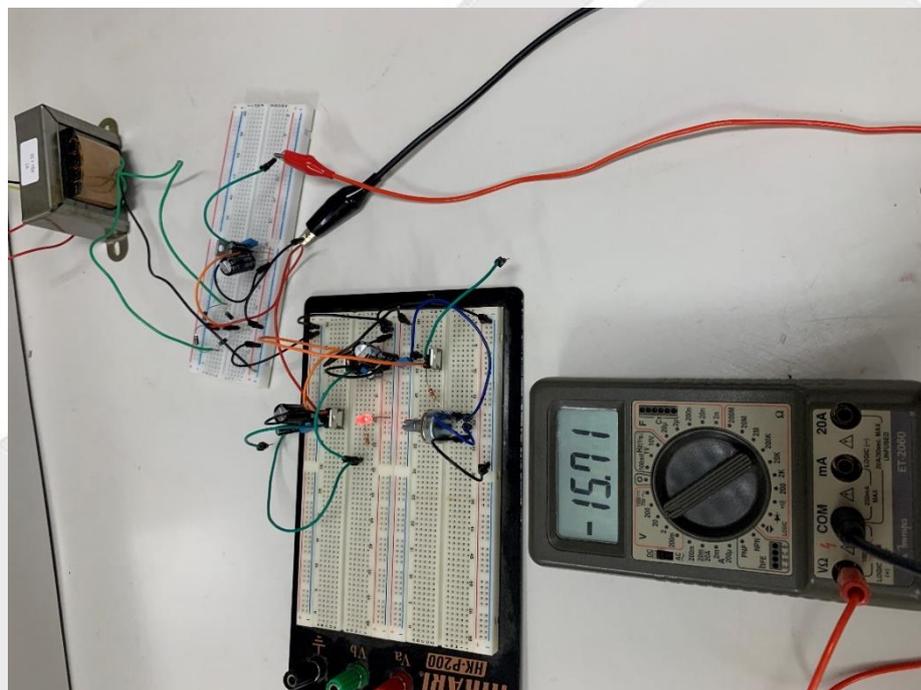
**Fonte:** o próprio autor

Figura 5 – Circuito Completo na Protoboard



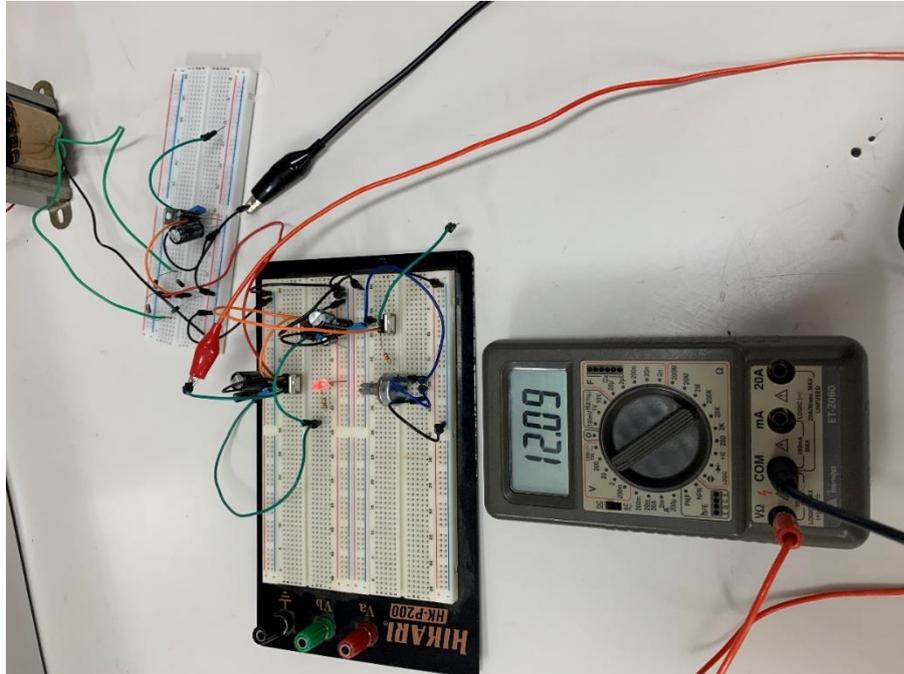
Fonte: o próprio autor

Figura 6 – Medição Tensão de -12 V



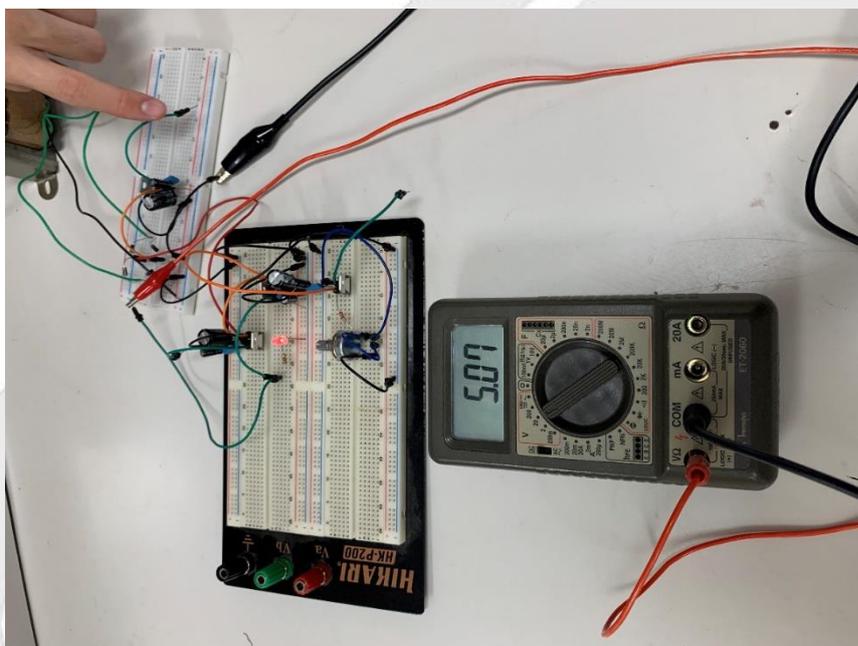
Fonte: o próprio autor

Figura 7 – Medição Tensão de +12 V



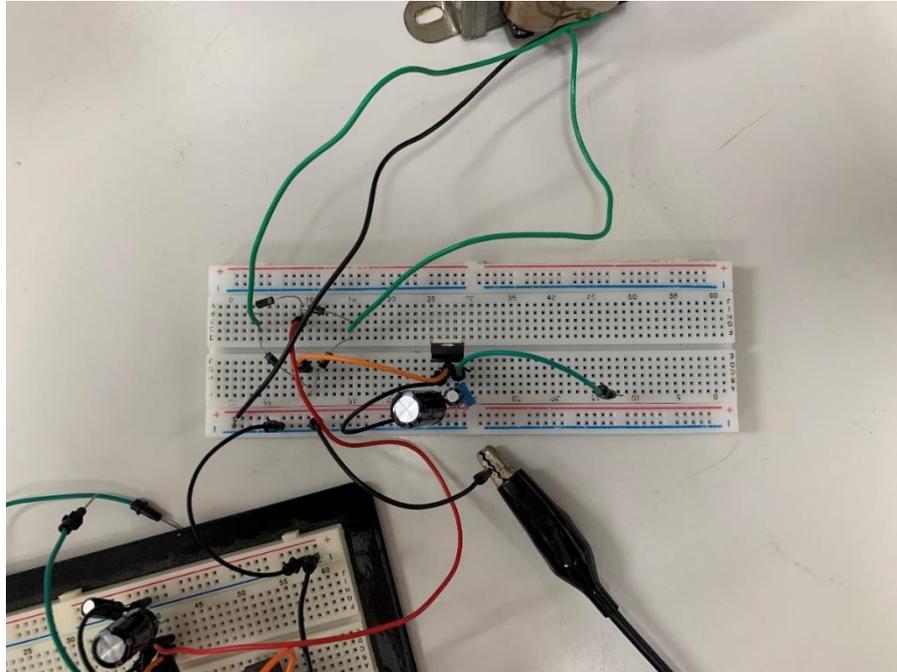
Fonte: o próprio autor

Figura 8 – Medição Tensão de +5 V



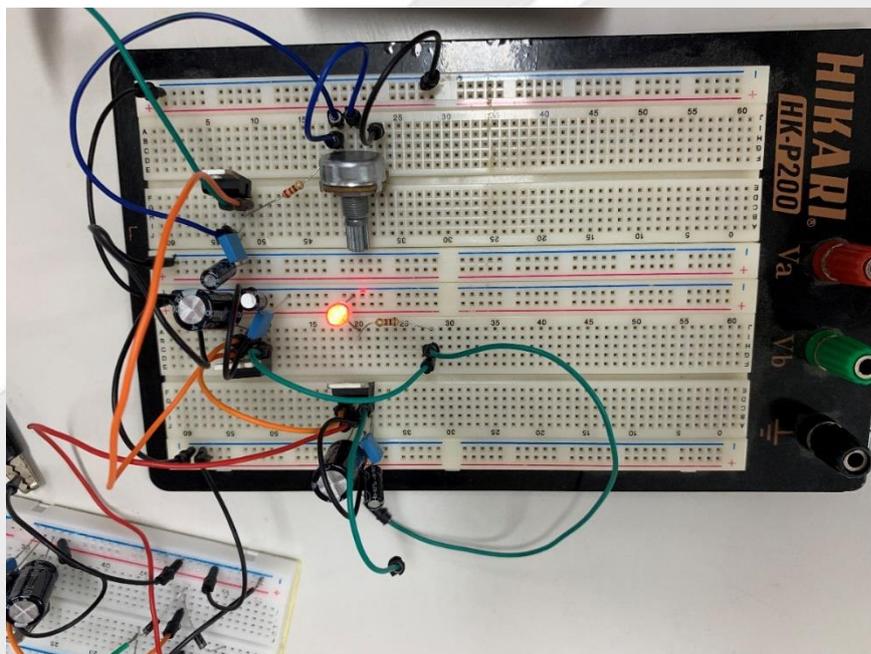
Fonte: o próprio autor

**Figura 9** – Circuito Parcial 1 Protoboard



Fonte: o próprio autor

**Figura 10** – Circuito Parcial 2 Protoboard



Fonte: o próprio autor



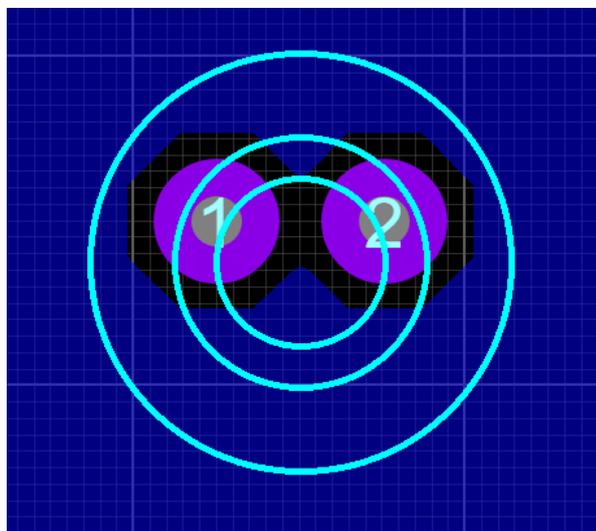
## Ramo Estudantil IEEE - UEL



A partir das imagens é possível ratificar as simulações, uma vez que as medições foram condizentes com o esperado e apresentaram baixa variação, à exceção da tensão de -12 V, cuja medida foi de -15,7 V. Contudo, esse pequeno desvio não constata erro, dado que o comportamento de tensão negativa próxima de -12 V foi atingido, podendo ser explicado como alguma variação do circuito integrado 7912 utilizado.

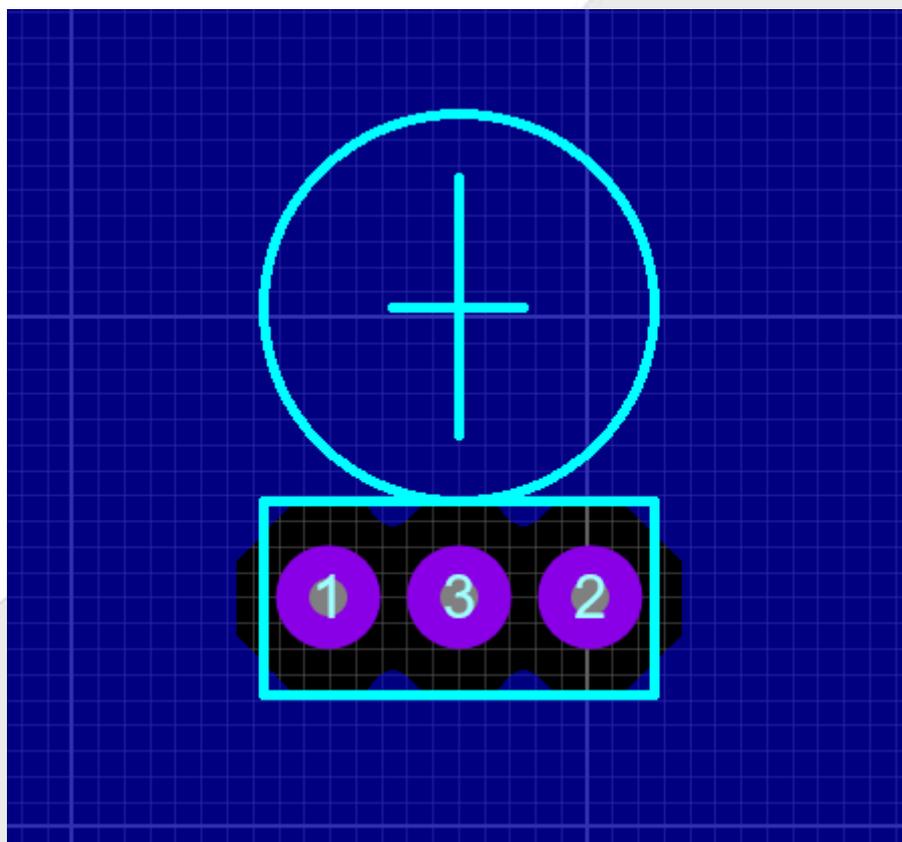
Concluída com êxito mais uma etapa do projeto, partiu-se para a confecção da placa de circuito integrado, PCI. Para a realização da montagem do PCI, foi utilizado, também, o software Proteus 8 Professional devido à maior facilidade de transpor o circuito esquemático desenvolvido na etapa 1 da metodologia para a modelagem computacional 3D da PCI, não precisando importar templates de cada um dos componentes para tal como acontece em softwares semelhantes. Sendo assim, ao transpor os componentes, para a modelagem do PCI, foi necessário, para a maioria deles, apenas posicioná-los na placa e modificar as medidas segundo as suas dimensões reais para que não houvesse tamanha dificuldade em encaixá-los na placa durante a sua confecção. Porém, para o Transformador 15V + 15V 2A, Potenciômetro 5k $\Omega$  e Chave (Switch ON/OFF), foi necessário buscar e adaptar modelos similares a esses componentes dentro da gama de componentes do Proteus 8 Professional (Figuras 11 e 12), enquanto que para o transformador, o qual, primeiramente, foi pensado em colocá-lo diretamente na placa, fez-se um desenho esquemático com suas dimensões e furos na PCI como demonstrado na Figura 13.

Figura 11 – Modelo de Switch ON/OFF fornecido pelo Proteus



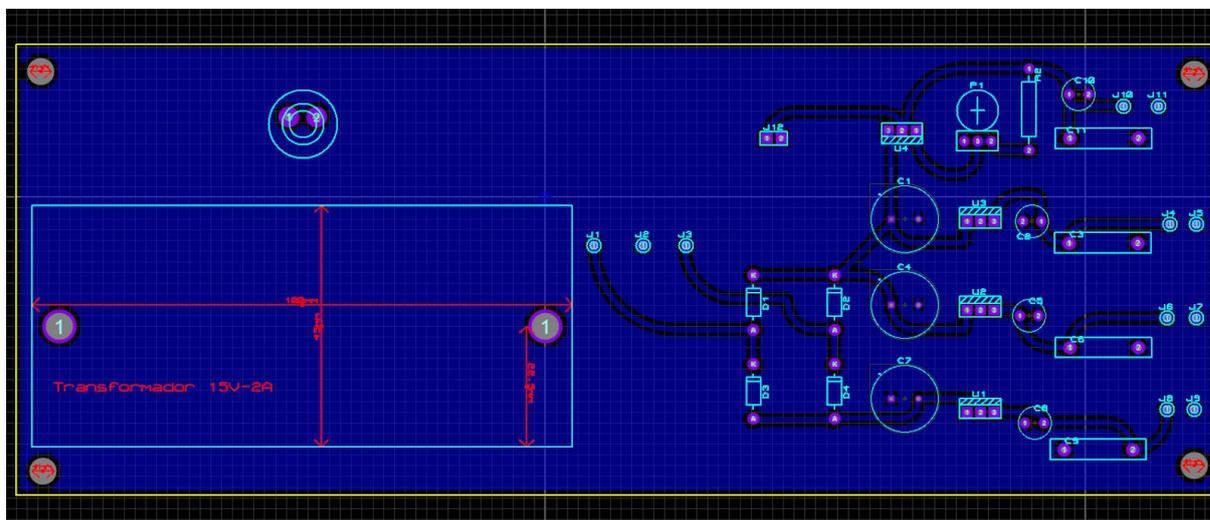
Fonte: o próprio autor

Figura 12 – Modelo utilizado de Potenciômetro fornecido pelo Proteus



Fonte: o próprio autor

Figura 13 – Protótipo da PCI



Fonte: o próprio autor

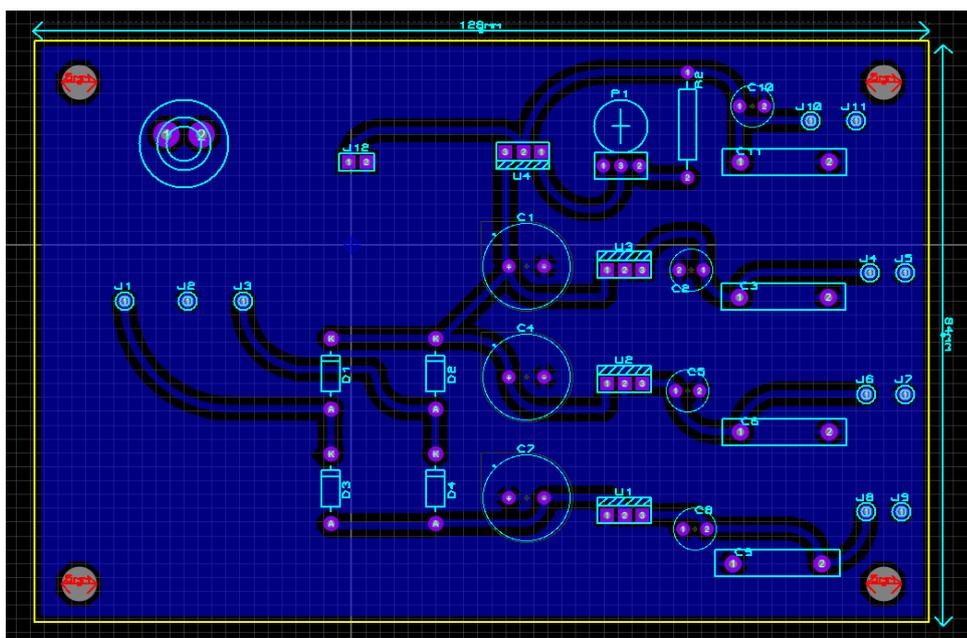
Tendo transposto todos os componentes do modelo esquemático para o modelo do PCI, a exceção das modificações já descritas e da utilização dos capacitores C3, C6, C9 e C11 pelo grupo não ter encontrado capacitores cerâmicos segundo as especificações e, devido a isso, terem utilizados os capacitores de poliéster já citados com dimensões diferentes das do cerâmico, foram adicionadas a borda da placa, a malha de aterramento para facilitar a utilização do nível Ground (GND) e os orifícios dos parafusos para prender a placa futuramente. Vale ressaltar que não foram adicionados os trechos do Led e Resistor 1kΩ justamente pelo fato deles serem apenas para ilustração do funcionamento da saída de 5V.

Além disso, o Switch e o Conector Barra Pinos (J12) foram adicionados na placa a fim de mera ilustração, pois, no primeiro caso, ele será parte integrante da caixa do protótipo, possuindo fios que o ligam deste a fonte até o transformador para interromper esse caminho de acordo com a sua configuração atual, e, para o segundo caso, apenas caso precisasse conectá-lo visto que o J12 é a saída da tensão ajustável assim como os pinos J10 e J11 o são. Conseqüentemente, o protótipo da PCI é visto nas Figuras 14 e 15 em 3D pelo software Proteus.



modelo de PCI e sua visualização 3D como demonstrado nas Figuras 16, 17 e 18 respectivamente.

**Figura 16** – Versão reduzida do PCI



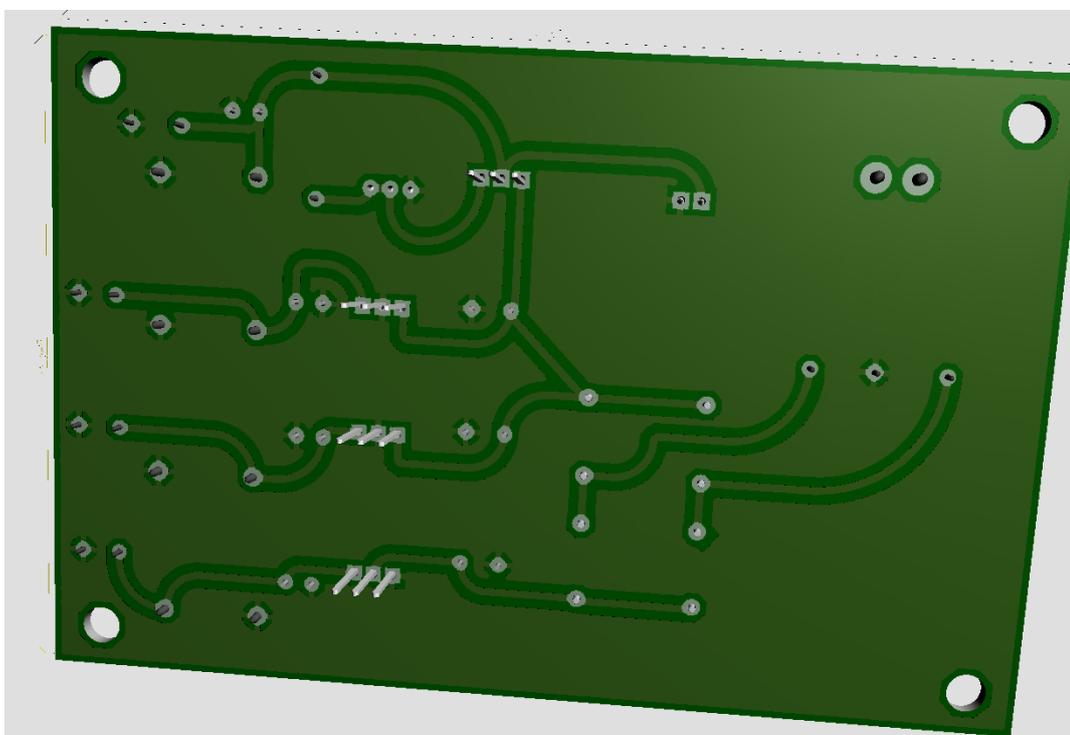
Fonte: o próprio autor

**Figura 17** – Versão reduzida do PCI visto de cima em 3D



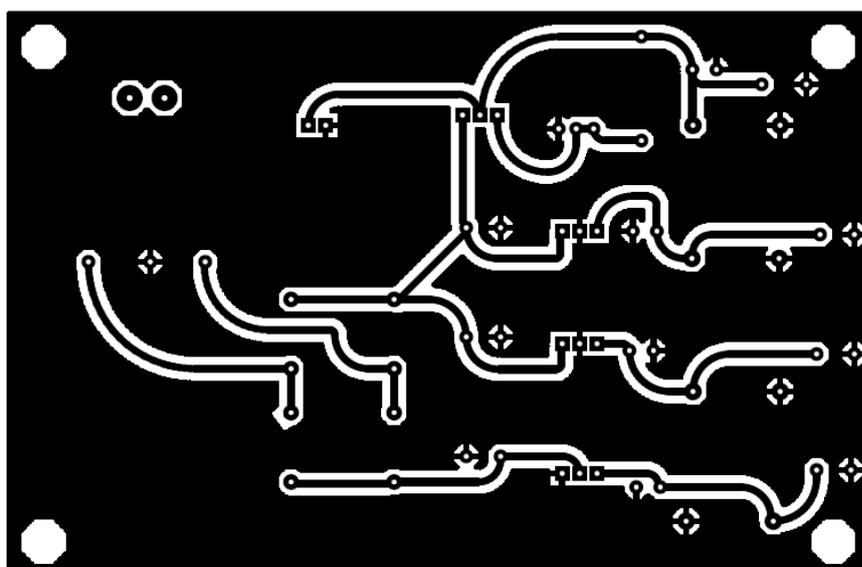
Fonte: o próprio autor

Figura 18 – Versão reduzida do PCI visto de baixo em 3D



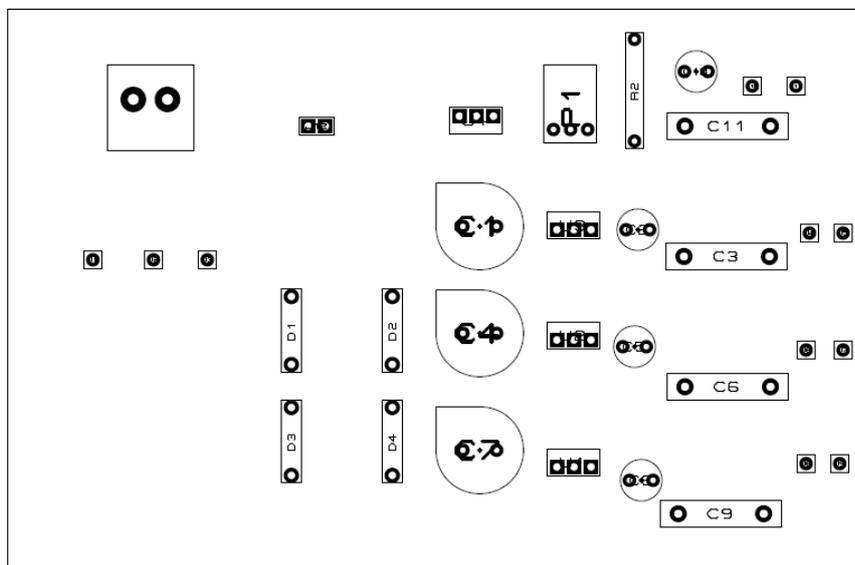
Fonte: o próprio autor

Figura 19 – Arquivo Layout da PCI



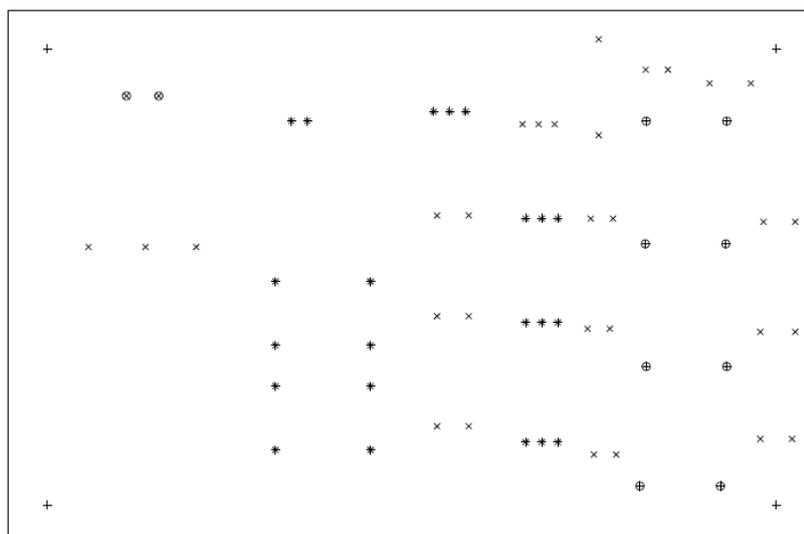
Fonte: o próprio autor

**Figura 20** – Arquivo Assembly da PCI



Fonte: o próprio autor

**Figura 21** – Arquivo Drill da PCI



SYM	SIZE	PLATED	QTY
+	5mm	YES	4
x	30th	YES	30
*	40th	YES	22
⊕	45th	YES	0
⊙	60th	YES	2

Fonte: o próprio autor

Para a próxima etapa, foi realizada a confecção da PCI por meio da impressão das trilhas presentes no arquivo Layout da Figura 19. Sendo assim, foram impressas as duas Figuras Layout em papel Couché/Fotográfico para determinar as trilhas dos circuitos na placa de cobre e determinar as áreas nas quais restariam o cobre depois da corrosão pela solução de Percloroeto de Ferro. Após isso, com a supervisão do técnico responsável, foi utilizado um Ferro de Passar, por volta de 20 minutos, a fim de transferir o conteúdo do arquivo Layout para a parte inferior da PCB como visto na Figura 22.

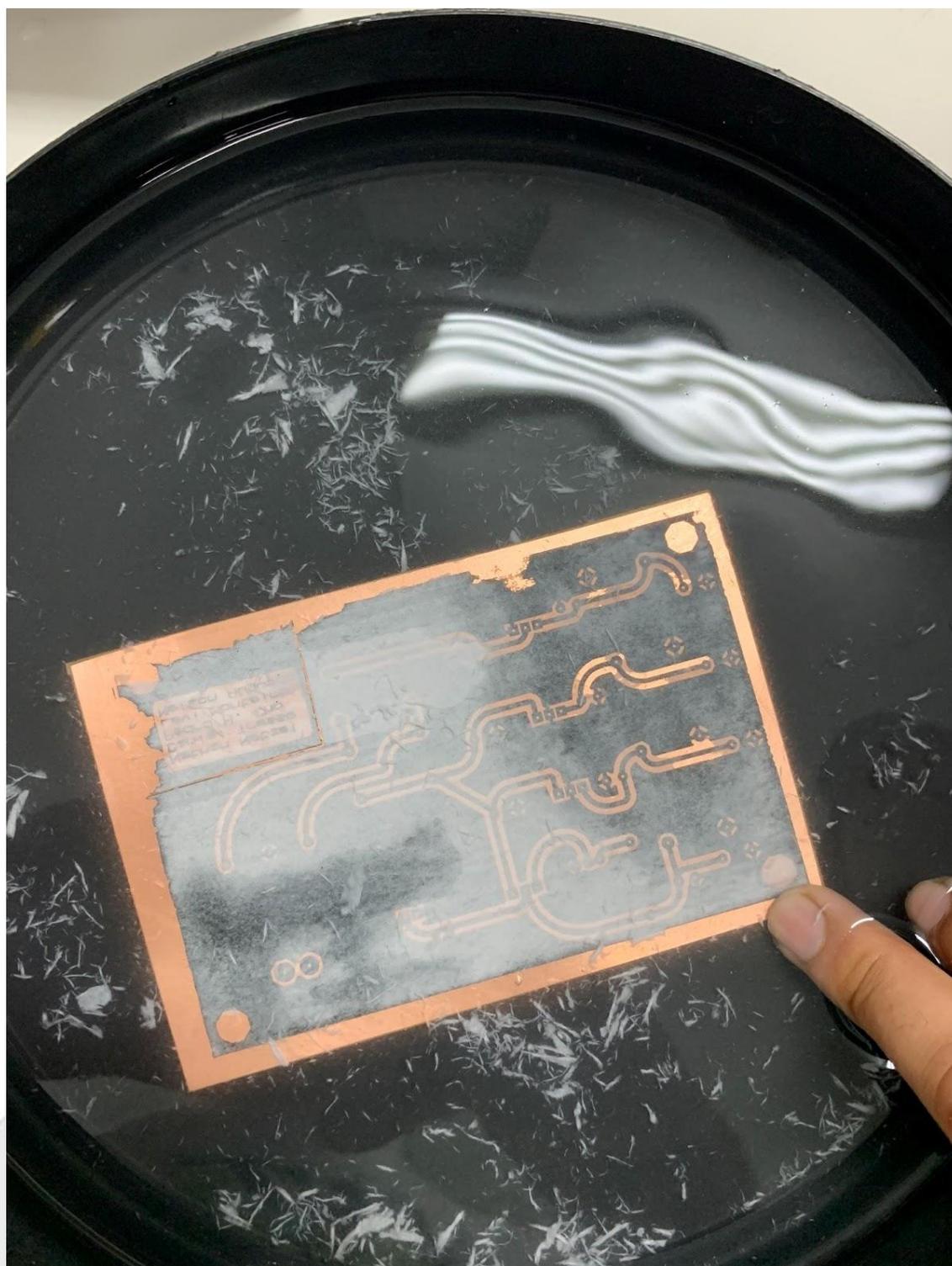
**Figura 22** – Processo da utilização do Ferro de Passar



**Fonte:** o próprio autor

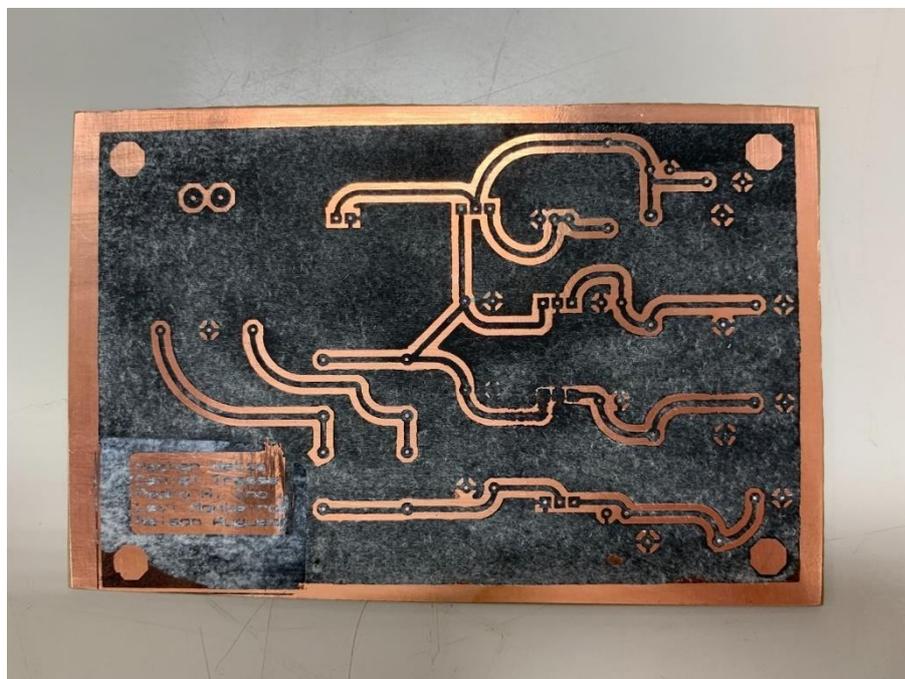
Tendo concluído tal processo, a placa ficou em repouso em água por 20 minutos (Figura 23) e, depois, foi retirado o restante do papel da placa (Figura 24).

Figura 23 – Processo do repouso da PCI em água



Fonte: o próprio autor

**Figura 24** – Finalização do processo da retirada do papel restante



Fonte: o próprio autor

Conseqüentemente, ao remover o papel restante da PCB e corrigir as falhas com caneta permanente, aplicou-se a placa em Percloroeto de Ferro (meio ácido) para que o ácido fizesse a etapa da corrosão das partes não protegidas pelo esquemático do Arquivo Layout (Figura 19), disponível na Figura 25.

Figura 25 – PCI imersa em ácido



Fonte: o próprio autor

Após retirar a PCI do ácido e lavar com água e detergente a fim de erradicar o restante da solução (Figura 26), foi testado a continuidade dos trechos de trilhos e da malha de aterramento, corrigindo alguns pontos dos trilhos de cobre não tão bem definidos e lixando o restante da placa para a retirada da tinta do papel Couché (Figura 27), sobrando apenas os trechos de cobre desejados.

**Figura 26** – Lavagem da PCI



Fonte: o próprio autor

**Figura 27** – Lixamento da tinta da PCI



Fonte: o próprio autor

Após esse processo, foi iniciada a soldagem dos componentes na placa, tomando o devido cuidado para não provocar curtos devido à presença de uma solda mal posicionada visto na Figura 28.

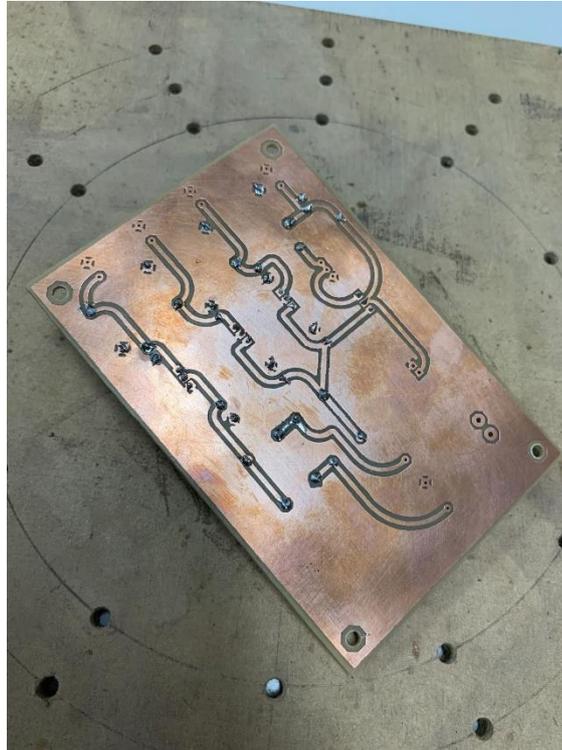
**Figura 28** – Soldagem dos componentes na PCI



Fonte: o próprio autor

Uma vez soldado os componentes na placa e tendo verificado, posteriormente, o correto funcionamento das saídas (-12V, 12V, 5V e V ajustável), a PCI final ficou demonstrada como na Figura 29.

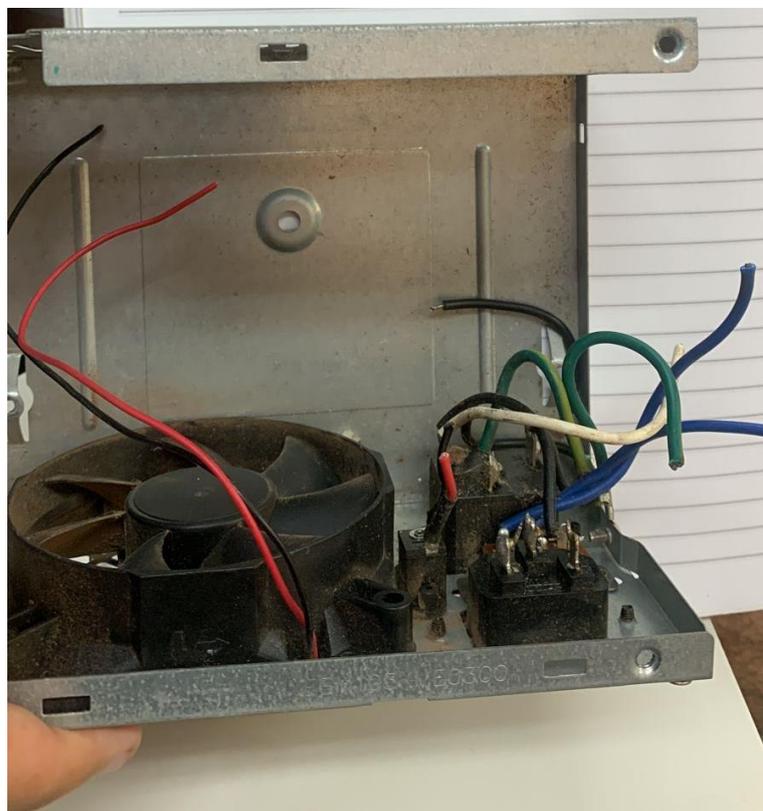
**Figura 29** – Parte inferior da PCI finalizada



**Fonte:** o próprio autor

Após a devida finalização da montagem da PCI, o grupo partiu para a última etapa, a de montagem da caixa do projeto. Para a caixa da fonte, não foi preciso partir do zero, uma vez que existia uma sucata de fonte na sede do ramo, figura 30, bastando em primeiro lugar limpá-la e remover restos de componentes.

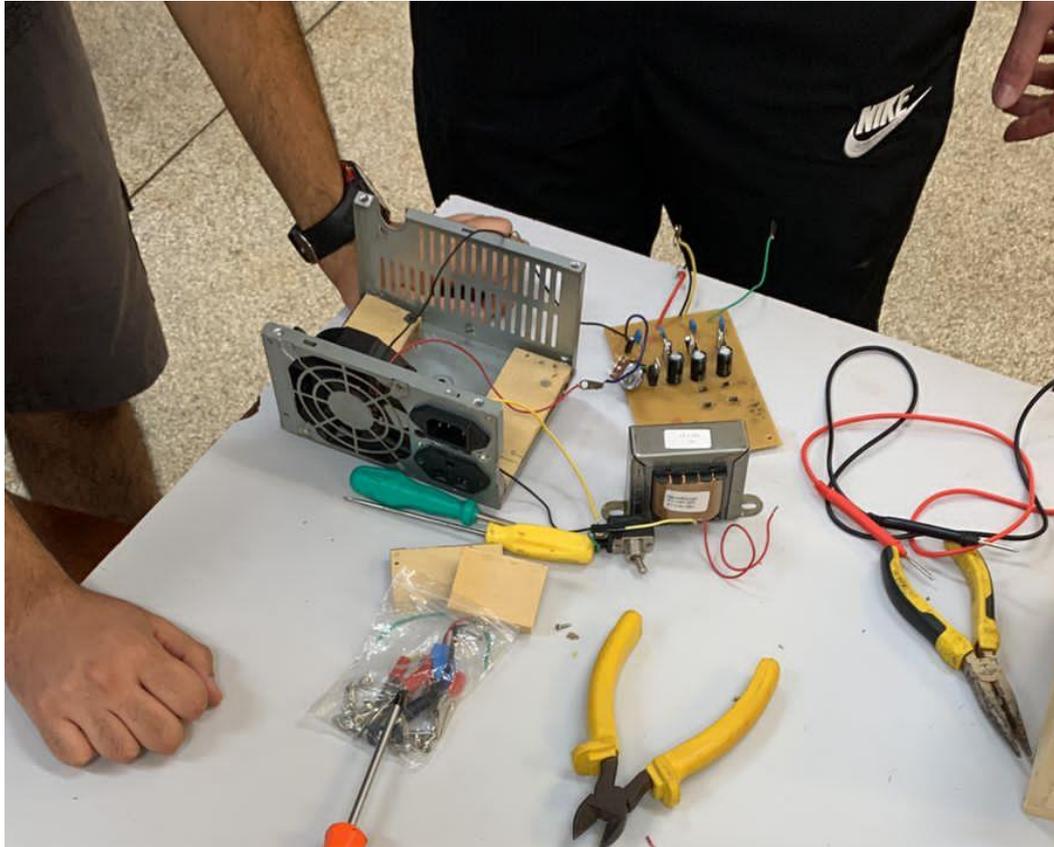
Figura 30 – Sucata Fonte



Fonte: o próprio autor

Concluído esse processo, foi preciso fixar a PCI no interior da carcaça, entretanto essa não foi uma tarefa simples, dado que a parte inferior central da placa não era uniforme e deveria ficar elevada. A fim de solucionar esse problema, foram fixadas duas barras de madeira na carcaça da fonte, onde a PCI seria fixada junto do transformador, solução visível na figura 31.

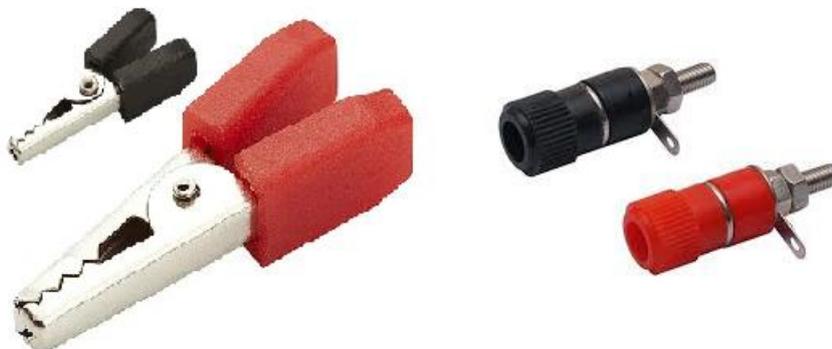
Figura 31 – Bases de Fixação PCI



Fonte: o próprio autor

Ademais, foi preciso substituir os conectores da antiga fonte, dado que eram utilizados conectores do tipo jacaré, ao passo que para a aplicação na tranca eletrônica era mais seguro conectores do tipo Borne Banana, nos quais a conexão fica totalmente protegida, evitando a possibilidade de possíveis choques elétricos a curiosos. A diferença entre os tipos de conectores está explícita na figura 32 e o resultado parcial da substituição na figura 33.

**Figura 32** – Diferença entre os Conectores



**Fonte:** <https://www.eletrogate.com/>

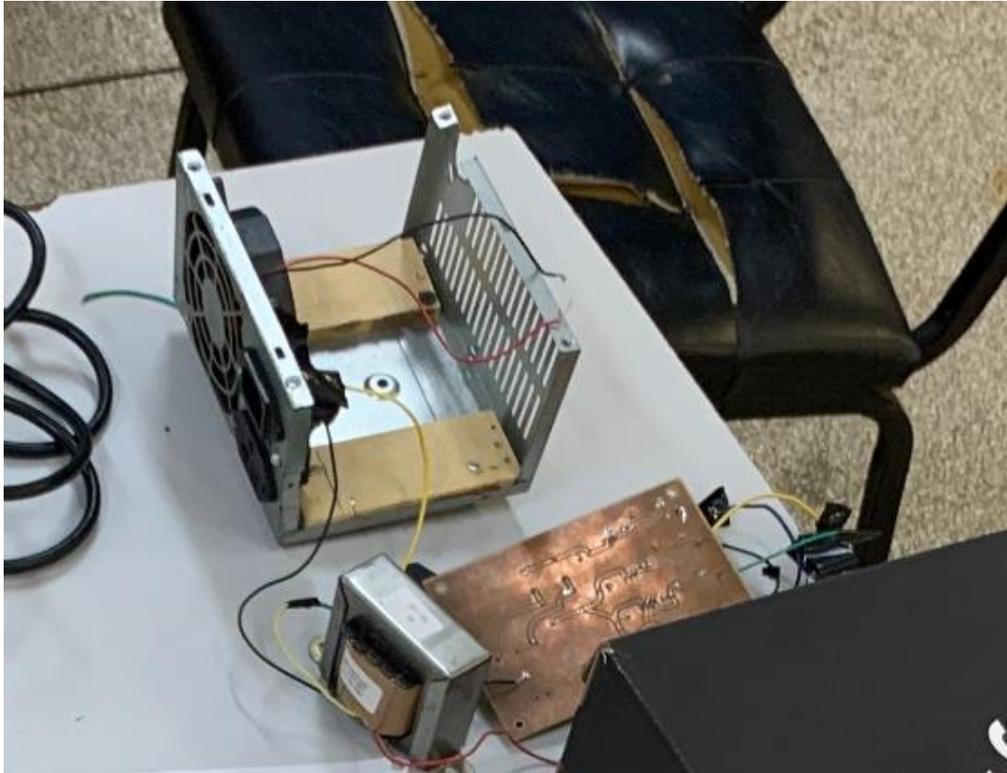
**Figura 33** – Substituição Parcial dos Conectores



**Fonte:** o próprio autor

Com a carcaça preparada para receber a placa de circuito impresso, foram realizadas as soldas entre as saídas de tensão contínua e os plugs, além das ligações do transformador, tanto com o plug de alimentação e chave liga/desliga como com a PCI. Essa etapa está aparente na figura 34.

Figura 34 – Soldas Concluídas



Fonte: o próprio autor

Restava, então, exclusivamente parafusar a placa no interior da carcaça, conectar os plugs, fechar a fonte e testar. Tudo isso foi feito, como representado pela figura 35. Entretanto, ao medir as saídas com o auxílio de um multímetro, constatou-se que apenas a saída -12V funcionava corretamente, ao passo que as outras apresentavam valores acima de 20V ou 0V. Prontamente o equipamento foi desligado para evitar queimar componentes e raciocinou-se a respeito dos erros, algumas hipóteses foram discutidas, mas as principais foram:

- i) 20V: O circuito integrado responsável por tal saída estava queimado, uma vez que não desempenhou sua função de regular a tensão. Visando confirmar a ideia, foi medida a tensão entre os terminais do CI e confirmou-se que estava rompido.
- ii) 0V: Havia problemas nas soldas, ou seja, o integrado não estava recebendo

alimentação corretamente ou a saída estava interrompida. Já nesse caso, aplicou-se o multímetro na função continuidade e as soldas incorretas foram identificadas e corrigidas.

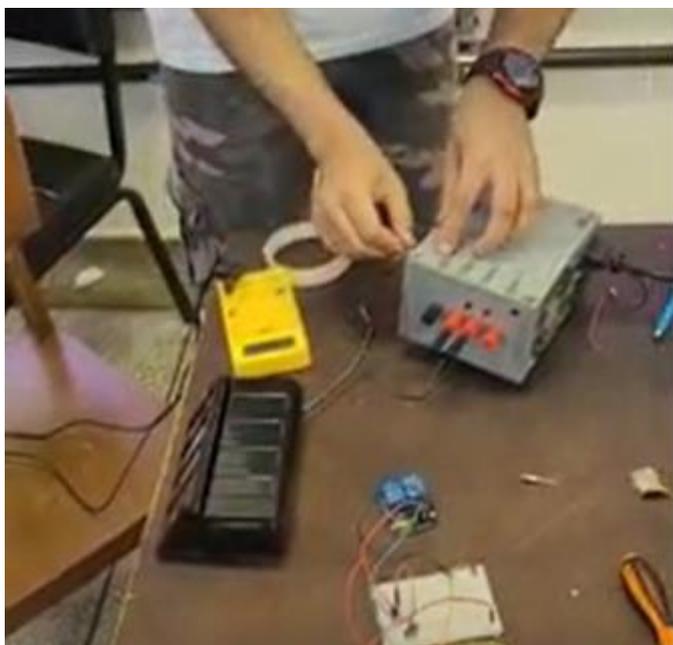
Assim, para corrigir o problema dos circuitos integrados queimados, foram comprados novos componentes e prontamente substituídos. Com tudo previamente verificado e checado, a fonte foi novamente ligada e suas saídas verificadas, sendo que dessa vez as tensões estavam dentro do esperado, figura 35, além disso, ao conectar a tranca eletromagnética à fonte, ela cumpriu sua função, como visível na figura 36. Vale ressaltar que todos os testes, foram acompanhados por medidas de segurança, no caso, um extintor de incêndio próximo, que acabou não sendo utilizado.

**Figura 35** – Teste Fonte Corrigida



Fonte: o próprio autor

**Figura 36** – Teste Tranca Eletromagnética



Fonte: o próprio autor

Porém, novamente, novos empecilhos foram identificados, isto é, a ventoinha não funcionou e ao alimentar a tranca eletromagnética com a fonte construída, notou-se que a temperatura da caixa subiu rapidamente.

Na sequência, para solucionar a questão da ventoinha bastou substituí-la por outro modelo em estoque na sede, dessa vez alimentado por tensão 12V. Já em relação ao aquecimento elevado, era óbvio que um fator relevante para o problema foi o não funcionamento do exaustor, entretanto, evitando ter que desmontar a fonte mais uma vez, foram feitos furos adicionais à lateral da carcaça próxima ao transformador, exemplificados na figura 37.

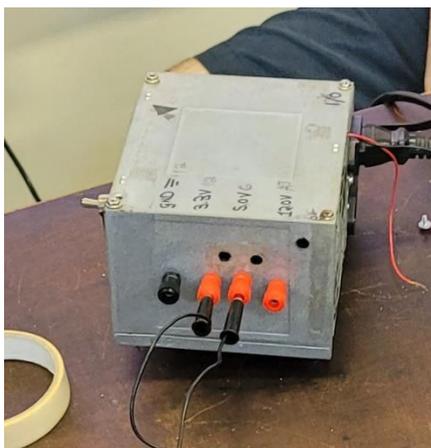
**Figura 37** – Furos Adicionais Dissipação Calor

**Adicionar foto furos da fonte**

Fonte: o próprio autor

Por fim, deu-se por encerrada a etapa de confecção de uma fonte de alimentação própria para a tranca eletrônica, com o produto final exibido na figura 38 e o processo de confecção na figura 39.

**Figura 38** – Fonte Concluída



Fonte: o próprio autor

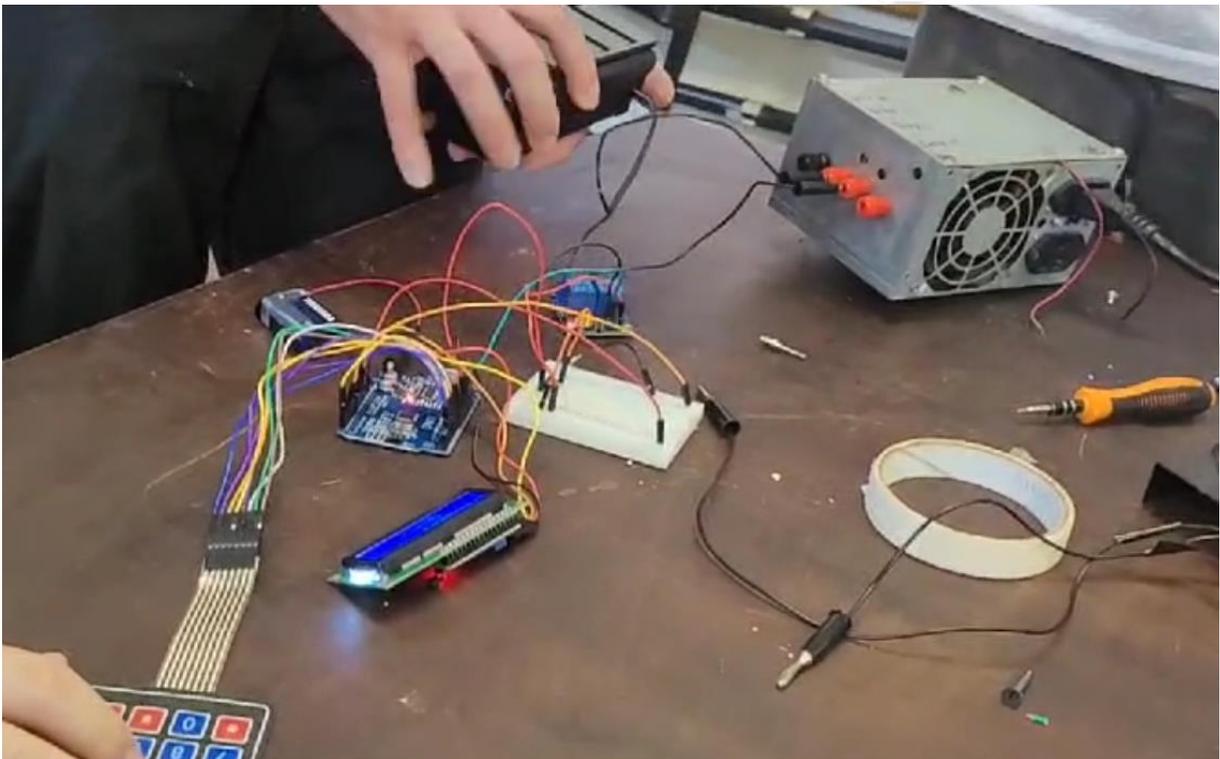
**Figura 39** – Montagem da Fonte



Fonte: o próprio autor

Em seguida, antes de iniciar a instalação do conjunto completo na porta da sede, foi decidido testar o circuito completo com a fonte alimentando a tranca a partir da saída 12V e uma bateria 9V alimentando o arduino, uma vez que esse microcontrolador será provisório e o seu substituto necessita de uma tensão diferente, de 3,3V, apenas uma saída 12V estava presente no projeto. Conforme o esperado, tudo decorreu de maneira adequada, como explicita a figura 40, mas antes de iniciar a instalação em si, uma saída 12V extra foi adicionada na fonte, conectando-a à saída original.

**Figura 40** – Teste Final Pré-Instalação



**Fonte:** o próprio autor

Para o passo final do projeto, a instalação propriamente dita, foi preciso iniciar com uma adaptação para a porta da sala, uma vez que ela foi instalada de forma contrária ao usual, mais próxima ao lado externo que interno. Desse modo, precisouse fazer uma estrutura de metal que conectasse a tranca eletromagnética à superfície

da porta, como representado na figura 41. Em primeiro momento, foi escolhido o uso de rebites para fixar a estrutura, mas no momento da instalação constatou-se que a ferramenta a ser utilizada não permitia executar a tarefa devido ao ângulo limitado, assim, o componente foi substituído por parafusos que serviram perfeitamente. Para ambos materiais era preciso perfurar a porta, o que foi feito com o auxílio de uma furadeira e visível na figura 42.

**Figura 41** – Adaptação Porta

**Adicionar foto do U da tranca**

**Fonte:** o próprio autor

**Figura 42** – Furação Porta



**Fonte:** o próprio autor

Além dessa perfuração, foi preciso abrir uma ligação entre a parte externa e interna da sala, na qual os fios da interface do usuário iriam se comunicar com o

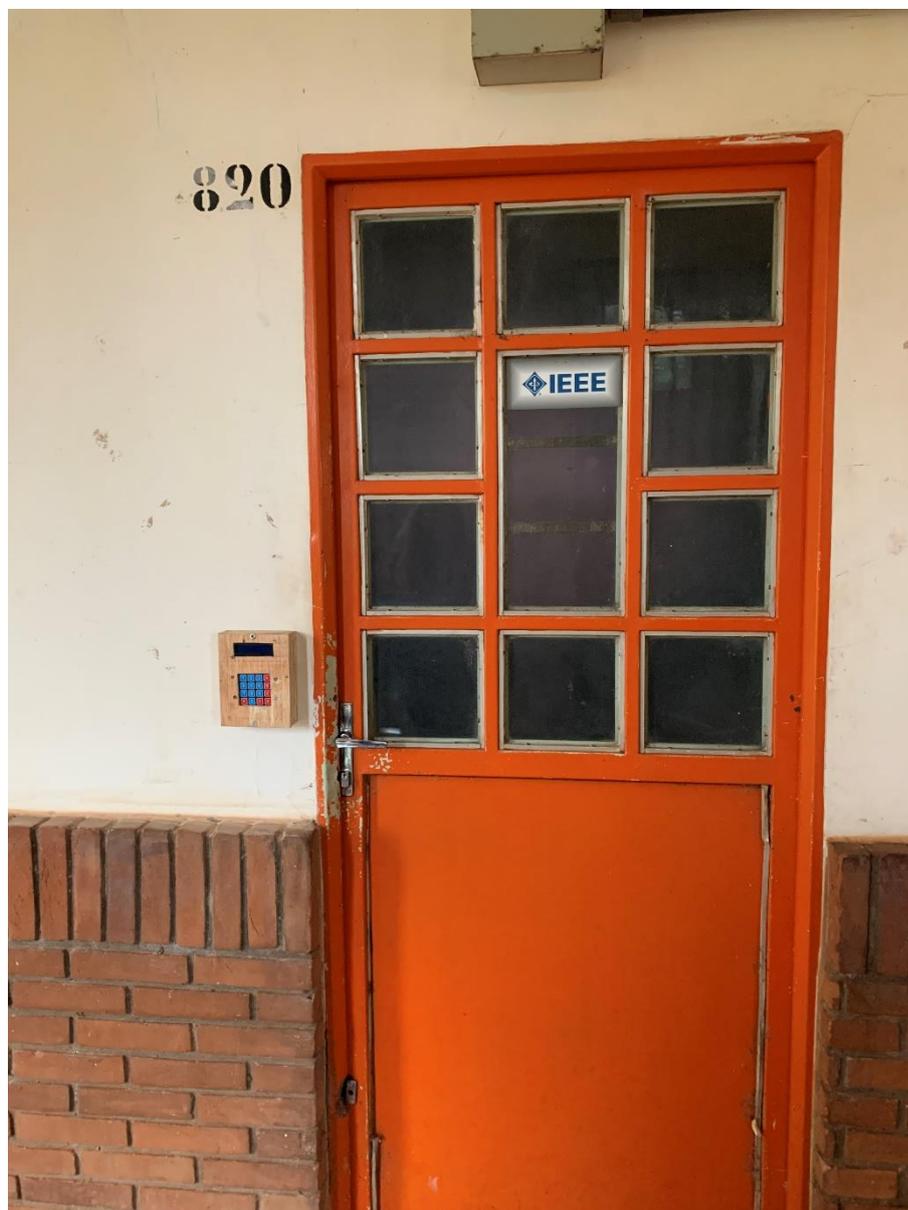
microcontrolador. Tal tarefa, novamente, foi realizada de maneira bem sucedida e contribuiu para a discrição do projeto, uma vez que os fios ficaram todos escondidos a partir do lado externo. Ao passo que essa perfuração era feita, eram instalados o suporte da fonte, a tranca eletromagnética e a caixa interna (para o microcontrolador e o botão). Logo após, a interface externa para o usuário também foi instalada. Uma parte do processo de instalação está veiculada na figura 43. A fim de exemplificação, os resultados externo e interno também estão representados, respectivamente, nas figuras 44 e 4.

**Figura 43** – Processo de Instalação



**Fonte:** o próprio autor

Figura 44 – Resultado Externo



Fonte: o próprio autor

Figura 45 – Resultado Interno

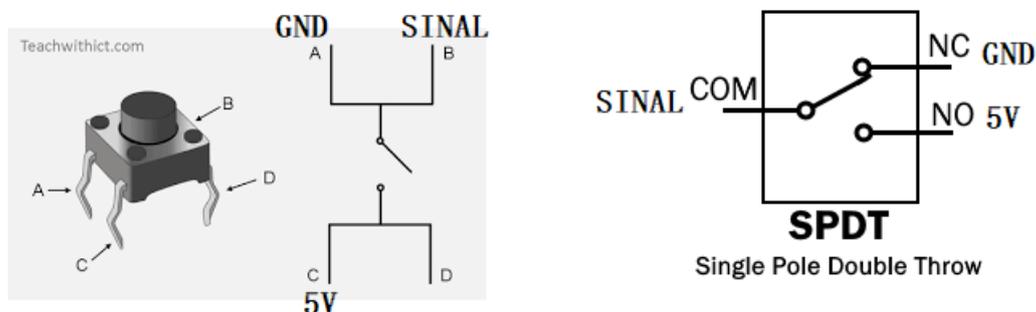
**Adicionar foto do interior**

Fonte: o próprio autor

Vale ressaltar um pequeno improviso que precisou ser feito para conectar a interface externa ao microcontrolador, isto é, não havia fios de tamanho suficiente para essa tarefa, portanto, foram emendados jumpers e fixados com fita isolante. Tal adaptação ficou extremamente ruim, uma vez que faltaram fios de cores iguais e utilizaram-se cores distintas, confundindo a conexão, e a incerteza de que eles permanecerão conectados. Em suma, posteriormente esse fato deverá ser solucionado.

Com tudo montado, chegou o momento do teste final, no qual o Arduino e a tranca foram conectados a saídas 12V distintas na fonte própria do projeto e o botão interno implementado ao sistema. No entanto, ocorreu um erro com o qual o grupo já havia se deparado: a fechadura trancava e destrancava infinitamente. Por experiência e análise do código de programação, esse fato decorria de algum erro no botão interno, cujo circuito não havia sido alterado com a troca do pushbutton por uma chave SPDT. A falta de atenção dada às diferenças entre os componentes pode ser exemplificada pela figura 46.

**Figura 46** – Diferença Circuitos Botões



Fonte: o próprio autor



## Ramo Estudantil IEEE - UEL



Ao conectar a chave SPDT, foram invertidos os terminais NC (normalmente conectado) e NO (normalmente aberto), resultado na leitura constante de sinal proveniente do botão. Tal fato poderia ser corrigido alterando a leitura do botão pelo microcontrolador por nível lógico 0 como invertendo a conexão dos fios, o que era mais simples de ser realizado no momento.

Corrigido esse problema, tudo indicava que a fechadura estava em pleno funcionamento. Contudo, ao trancar a fechadura a partir do botão ou da interface externa, a tranca eletromagnética trancava, acompanhada de uma queda de energia no Arduino seguida de códigos estranhos no visor LCD. Após um breve raciocínio, constatou-se que o problema era ocasionado pela fonte, uma vez que ao utilizar um mesmo circuito 12V para os dois componentes, a tranca e o microcontrolador, sem uma adaptação no projeto da PCI inicial, ocorria um pico de energia. Ou seja, o circuito integrado utilizado tinha capacidade de alimentar os dois componentes ao mesmo tempo, o limite era 1A ao passo que 700mA seriam utilizados, o acionamento da tranca eletromagnética gerava uma descarga brusca nos capacitores de saída que deixavam o microcontrolador sem alimentação por um momento, o que ocasionava seu travamento.

Uma saída para esse empecilho seria alterar os capacitores envolvidos, para algum com capacidade maior de armazenar energia. Por outro lado, o objetivo final da instalação era utilizar um microcontrolador na saída 3,3V e não junto da tranca na saída 12V, o uso do Arduino era temporário até que o projeto do ESP32 fosse concluído. Portanto, optou-se pela saída mais fácil: utilizar uma segunda fonte exclusivamente para o Arduino enquanto ele estiver em uso no projeto.



---

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No fim, o projeto funcionou perfeitamente e está em uso atualmente na sede do Ramo Estudantil IEEE-UEL. Maiores detalhes acerca do funcionamento do sistema podem ser encontrados no Manual de Operação da Tranca Eletrônica, veiculado no apêndice A o link de acesso. Assim, resta apenas adicionar as baterias à PCI da fonte para que o sistema continue em funcionamento em situações de queda no fornecimento de energia elétrica.



---

### 5. CONCLUSÕES

Por fim, a instalação da tranca foi um sucesso, o processo que mais demorou para ser finalizado foi a confecção da fonte PCB que estava com constane mal contato e/ou solda mal feita, e não resultava nas tensões necessárias para funcionamento da tranca eletromagnética e microcontrolador, por outro lado o processo de instalação físico na sede foi rápido. E com isso é possível ter uma segurança aprimorada para sede e sem uso de chaves, onde todos os indivíduos portadores de senha possam entrar facilmente.

No entanto ainda resta adicionar as baterias à fonte e substituir o microcontrolador Arduíno pelo ESP. Provavelmente, também será necessário aprimorar o material onde está localizado o teclado e display da tranca, pois é onde precisara-se de mais segurança, e como foi utilizado madeira MDF como matéria prima, em uma outra ramificação da tranca, deve-se realizar a troca para um material de ferro, aço ou até mesmo alumínio para que não seja possível um furto tão facilmente dos componentes ou invasão na sede.



# Ramo Estudantil IEEE - UEL



---

APÊNDICES

## APÊNDICE A

Manual de Operação Tranca Eletrônica

[https://www.ieeeuel.org/files/ugd/2f26cb\\_419c6400e3d4419a92a02784ef56ba79.pdf](https://www.ieeeuel.org/files/ugd/2f26cb_419c6400e3d4419a92a02784ef56ba79.pdf)

f

---

Contato do Ramo: [sb.uel@ieee.org](mailto:sb.uel@ieee.org)

Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE  
Universidade Estadual de Londrina - UEL • Paraná - Brasil