



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

CLAYBIANE VIEIRA DA CUNHA

**SISTEMA DE PREVENÇÃO INFANTIL CONTRA ACIDENTES ELÉTRICOS EM
TOMADAS RESIDENCIAIS**

**MANAUS - AM
2023**

CLAYBIANE VIEIRA DA CUNHA

**SISTEMA DE PREVENÇÃO INFANTIL CONTRA ACIDENTES ELÉTRICOS EM
TOMADAS RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial – IFAM/CMDI.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Bremgartner da Frota.

**MANAUS - AM
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C972s Claybiane Vieira da Cunha.
Sistema de prevenção infantil contra acidentes elétricos em tomadas residenciais / Claybiane Vieira da Cunha. — Manaus, 2023.
60f.: il. color.

Monografia (Graduação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial, Curso de Engenharia de Controle e Automação, 2023.

Orientador: Prof.º Vitor Bremgartner da Frota, Dr.

1. Automação. 2. Choque elétrico. 3. Prevenção de acidente. 4. Criança. I. Frota, Vitor Bremgartner da. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 629.89

Elaborada por Oziane Romualdo de Souza (CRB11/ nº 734)



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
Campus Manaus Distrito Industrial
Departamento de Automação e Produção
Engenharia de Controle e Automação



TERMO DE APROVAÇÃO

SISTEMA DE PREVENÇÃO INFANTIL CONTRA ACIDENTES ELÉTRICOS EM TOMADAS RESIDENCIAIS

por

CLAYBIANE VIEIRA DA CUNHA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 03 de novembro de 2023 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Vitor Brengartner da Frota
Prof.(a) Orientador(a)

Profa. Dra. Jeanne Moreira de Sousa
Membro titular

Prof. Dr. Alyson de Jesus dos Santos
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portando, desde já peço desculpas àquelas que não estão presente entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar todo o necessário para finalização desse trabalho, principalmente pela minha saúde, inteligência e força de vontade.

A minha família, em especial, meu esposo Márcio Oliveira e ao meu filho Jorge Oliver, pois eles são a minha maior e melhor fonte de inspiração para seguir em frente, inclusive para terminar esse trabalho em meio a tantas dificuldades que encontrei.

Aos meus parentes, principalmente a minha mãe e ao meu pai, dona Maria Raimunda e seu Gerson, que sempre me apoiaram e me forneceram tudo o que eu precisava desde o começo da minha vida para que eu tivesse um bom estudo. Foi de grande importância em minha caminhada também meu animalzinho de estimação, meu bebê chamado Nauê, que passou longas madrugadas embaixo da minha mesa de estudos me esperando para dormir.

Ao meu orientador Dr. Vitor Bremgartner, que foi bastante paciente e com sua sabedoria me deu todo o norte para o correto desenvolvimento da pesquisa.

Aos colegas de curso que compartilharam conhecimentos, diversão e momento felizes em nossos grupos de estudos, em especial a Anne Caroline, Tatiane e o Álvaro.

A Secretaria do curso pelo apoio e cooperação para que pudesse me formar, mesmo com o prazo apertado. Em especial ao Sr. Edevaldo, que sempre me deu apoio para que eu finalizasse o curso.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

"Nunca ande por trilhas, pois assim só irá até onde outros já foram"

Alexander Graham Bell

RESUMO:

A energia elétrica está presente em qualquer lugar onde pessoas estão inseridas desenvolvendo suas atividades. Por um lado, temos a comodidade e progresso para a humanidade, por outro temos os perigos que a falta de informação e o descuido podem causar, sendo um dos principais perigos quanto a exposição é o choque elétrico, risco esse que está diretamente inserido nos lares, e principalmente ligado às crianças que por curiosidade, podem ter contato com tomadas podendo gerar acidentes fatais. Por conta disso, esse trabalho tem por objetivo a criação de um sistema de prevenção infantil contra acidentes elétricos em tomadas residenciais, utilizando o sensor RF 433 MHz, o qual possui um transmissor, que ficará junto a criança, e um receptor, que fica ligado ao microcontrolador e ao relé na tomada, quando for verificado a aproximação da criança na distância pré-definida, o relé será acionado e a tomada será desenergizada, impedindo que haja um acidente caso a criança mexa na tomada.

Palavras-chave: Energia elétrica. Choque elétrico. Acidente. Criança.

ABSTRACT:

Electricity is present wherever people carry out their activities. On the one hand, we have convenience and progress for humanity, on the other we have the dangers that lack of information and carelessness can cause, one of the main dangers in terms of exposure being electric shock, a risk that is directly inserted in homes, and especially linked to children who, out of curiosity, can come into contact with sockets and can cause fatal accidents. For this reason, the aim of this work is to create a system to prevent children from having electrical accidents in residential sockets, using the RF 433 MHz sensor, which has a transmitter, which will be next to the child, and a receiver, which will be connected to the microcontroller and the relay in the socket. When the child approaches within the pre-defined distance, the relay will be activated and the socket will be de-energized, preventing an accident if the child touches the socket.

Keywords: Electricity. Electric shock. Accident. Child

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Modelo simplificado de comunicação via radiofrequência terrestre.	31
Figura 2. Módulo RF 433MHz – Transmissor.....	32
Figura 3. Módulo RF 433MHz – Receptor.....	33
Figura 4. Componentes do Arduino Uno.	35
Figura 5. Arduino Nano.	36
Figura 6. Código em Arduino que faz piscar um LED.	37
Figura 7. Relé eletromecânico.....	38
Figura 8. Módulo Relé 1 canal.....	39
Figura 9. Protetor de tomada.....	40
Figura 10. Dispositivo Diferencial Residual (DR).....	40
Figura 11. Esquemático do circuito transmissor.....	43
Figura 12. Montagem do circuito transmissor feito no Fritzing.	43
Figura 13. Conexão do transmissor ao Arduino nano.	44
Figura 14. Montagem do circuito transmissor feito no Fritzing.	45
Figura 15. Ligação do módulo relé.....	46
Figura 16. Ligação do módulo relé.....	47
Figura 17. Colete para criança.	51
Figura 18. Caixa de proteção com tomada.....	51
Figura 19. Circuito acoplado a caixa de proteção.	52
Figura 20. Módulo receptor acoplado a caixa de proteção.....	52
Figura 21. Parte externa da caixa de proteção.....	53
Figura 22. Fluxograma do funcionamento do sistema.....	54
Figura 23. Funcionamento quando o Receptor não capta sinal do transmissor.....	55
Figura 24. Funcionamento quando o Receptor capta sinal do transmissor.....	56
Figura 25. Monitor Serial quando o Receptor não capta sinal do transmissor.	56
Figura 26. Monitor Serial quando o Receptor capta sinal do transmissor.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Percepção do choque de acordo coma intensidade da corrente elétrica ..	23
Tabela 2: Tipo de Tensão.....	26
Tabela 3: Intensidade da corrente.....	26
Tabela 4: Custo do sistema de proteção.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampère
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
AC	Corrente Alternada
AM	Modulação de amplitude
ASK	Amplitude shift keying
CE	Chip Enable
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
dB	Decibéis
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FM	Modulação de frequência
KB	Kilobyte
kHz	Kilohertz
mA	Miliampère
MHz	Megahertz
MISO	Mestre In, Escravo Out
MOSI	Mestre Out, Escravo In
MS	Ministério da Saúde
mW	Miliwatt
OMS	Organização Mundial da Saúde
PWM	Pulse Width Modulation
RF	Radiofrequencia
Rx	Receptor
SCK	Clock Serial
SIM	Sistema de Informações sobre Mortalidade
SPI	Serial Peripheral Interface
SRAM	Static Random Access Memory
SS	Seleção de Escravo ou Chip Select
Tx	Transmissor

UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
USB	Universal Serial Bus
V	Volts
VDC	Voltage Direct Current
WLAN	Wireless Local Area Network

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1.	OBJETIVO	16
1.1.1.	Objetivo geral	16
1.1.2.	Objetivos específicos	16
1.2.	JUSTIFICATIVA	16
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1.	CHOQUE ELÉTRICO	19
2.1.1.	Tipos de choque elétrico	20
2.1.1.1.	Choque dinâmico	20
2.1.1.2.	Choque estático	20
2.1.2.	Natureza do choque elétrico	21
2.1.3.	Condições que favorecem o choque elétrico	21
2.1.3.1.	Tensão de toque	21
2.1.3.2.	Tensão de passo	21
2.1.4.	Efeitos do choque elétrico no corpo	22
2.1.4.1.	Tetanização	22
2.1.4.2.	Parada cardiorespiratória	22
2.1.4.3.	Queimaduras	23
2.1.4.4.	Fibrilação ventricular	23
2.2.	CORRENTE ELÉTRICA	24
2.2.1.	Trajeto da corrente elétrica no corpo humano	25
2.2.2.	Tipo da corrente elétrica	25
2.2.3.	Tensão nominal	25
2.2.4.	Intensidade da corrente	26
2.3.	DURAÇÃO DO CHOQUE	27
2.4.	RESISTÊNCIA DO CIRCUITO	27
2.5.	FREQUÊNCIA DA CORRENTE	28

2.6.	HISTÓRICO DAS REDES DE COMUNICAÇÃO VIA RF	28
2.7.	ARQUITETURA DO SISTEMA DE RADIOFREQUÊNCIA	29
2.8.	MÓDULO RF TRANSMISSOR + RECEPTOR 433 MHZ	32
2.9.	MICROCONTROLADOR ARDUINO	33
2.9.1.	Arduino uno	34
2.9.2.	Arduino nano	35
2.9.3.	Ide e linguagem de programação	36
2.10.	RELÉ	37
2.11.	TRABALHOS CORRELATOS	39
3.	MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.1.	MÉTODOS PARA SOLUÇÃO DA PROBLEMÁTICA	41
3.2.	DESENVOLVIMENTO DO CIRCUITO ELÉTRICO	42
3.2.1.	Circuito transmissor	42
3.2.2.	Circuito receptor	44
3.3.	PROGRAMAÇÃO DO MICROCONTROLADOR ARDUINO	47
3.3.1.	Programação do circuito transmissor	47
3.3.2.	Programação do circuito receptor	49
3.4.	PROPOSTA DO PROTÓTIPO	50
3.5.	DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO	53
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1.	CUSTO DO PROJETO	57
5.	CONCLUSÃO	59
5.1.	TRABALHOS FUTUROS	59
	REFERÊNCIAS	61

Capítulo 1

1. Introdução

De acordo com Borges Neto (2011), a importância da energia pode ser entendida ao observar o papel que ela exerce na sociedade e em todas as atividades humanas. Desde as sociedades mais primitivas, até hoje a energia possui imensa participação, tanto como componente econômico quanto como componente social, que permite a evolução e satisfação da sociedade. Para entender o aspecto prático deste trabalho, devem-se entender inicialmente os conceitos de energia elétrica e da eletricidade. A eletricidade e a energia elétrica estão relacionadas, mas são conceitos bastante diferentes.

Primeiramente, de acordo com BARUN (2019), o conceito de eletricidade é uma forma de energia que envolve a presença e o movimento de partículas carregadas eletricamente, como elétrons. É uma forma de energia que existe na natureza e é fundamental para muitos processos naturais. A eletricidade pode ocorrer de várias formas, incluindo como uma corrente elétrica fluindo através de um fio condutor ou como uma descarga elétrica em uma tempestade.

O segundo conceito, destaca a energia elétrica sendo uma das formas mais versáteis e amplamente utilizadas de energia na sociedade moderna. Ela é gerada, transmitida e usada para alimentar uma ampla variedade de dispositivos, sistemas e aplicações no cotidiano das pessoas. Dentre eles, estão alguns aspectos fundamentais: Conforme MATTEDE (2018), a energia elétrica é gerada em usinas de energia elétrica por meio de diferentes métodos, como usinas termelétricas (que queimam combustíveis fósseis), usinas hidrelétricas (que utilizam a energia da água em movimento), usinas nucleares (que utilizam energia nuclear), e usinas de energia renovável, como usinas eólicas e solares. Nestas usinas, a energia mecânica, térmica ou outra forma de energia é convertida em energia elétrica. A Transmissão de energia elétrica é o processo de transporte de eletricidade da geração em usinas de energia para os locais de consumo,

como residências, empresas e indústrias. Esse processo envolve várias etapas e tecnologias para garantir que a energia elétrica seja entregue com eficiência e segurança.

Entretanto, de todos os benefícios e finalidades que a eletricidade disponha para a sociedade destacam-se aqui os perigos quando não for utilizada com cuidado e respeito, onde os principais riscos estão associados à eletricidade em residências, como: o choque elétrico, um dos riscos mais graves, ocorre quando uma pessoa entra em contato direto ou indireto com uma corrente elétrica, podendo resultar em ferimentos graves ou fatais dependendo da magnitude da corrente elétrica e da duração do contato, segundo o autor Mamede Filho (1997). Os choques elétricos podem ocorrer ao tocar aparelhos defeituosos, fios desencapados, tomadas, máquinas de lavar, ou equipamentos elétricos sobrecarregados, e até mesmo ocasionar incêndio.

Portando, trazendo para o escopo deste trabalho, delimitando para um ambiente residencial, as crianças são as mais expostas e vulneráveis nesse meio onde convivem, pois os riscos de acidentes com choque elétrico é diário. As crianças são curiosas, sendo mais suscetíveis a se tornarem vítimas, devido em sua grande maioria não terem o conhecimento do risco, não receber os cuidados e orientações devidos dos pais ou responsáveis.

Por fim, este projeto tem como objetivo a criação de um dispositivo de proteção à criança contra choques elétricos, cujo maior fator causador é o contato com as tomadas elétricas, busca-se uma forma de intervenção para evitar danos não só fisiológico, mas também mortal. Contudo, a implantação deste sistema em ambientes familiares onde a criança está inserida sem a capacidade de diferenciar o que é perigoso ou não, brincando com qualquer coisa, colocando a boca para morder, usando os dedos para explorar os diferentes objetos espalhados pela casa, principalmente os menores de 05 (cinco) anos que querem explorar tudo o que é novidade dentro do seu pequeno universo chamado de lar.

Os números de acidentes poderão ser evitados e/ou reduzidos consideravelmente. Desta forma, permitindo que os menores cresçam sem traumas ou sequelas até

a formação da cognição, ou seja, no desenvolvimento e funcionamento dos pensamentos que envolvem a aquisição de conhecimento, compreensão, pensamento, raciocínio e consequências existentes no mundo (ambiente), em que estiver inserido.

1.1. OBJETIVO

Nesta seção pode-se esclarecer o objetivo geral do trabalho e os objetivos específicos para se obter o resultado esperado.

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é criar um dispositivo de proteção à criança contra choques elétricos, em específico nas tomadas de residências.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a. Construção de protótipo capaz de detectar presença da criança próxima de tomadas sem aparelho eletrônico plugado;
- b. Criar um sistema automatizado que corte a passagem de energia elétrica ao detectar a presença da criança na distância pré-estabelecido no sistema;
- c. Reativar a passagem de energia elétrica quando a criança se afastar da tomada dentro da distância pré-estabelecida;
- d. Criar um sistema automatizado simples, seguro e de fácil manuseio pelos pais e que não atrapalhe a rotina das crianças.

1.2. JUSTIFICATIVA

As crianças estão constantemente expostas às situações de risco, seja por desinformação, negligência dos pais ou responsáveis ou até mesmo um ambiente inadequado. Os acidentes ou traumas não intencionais acabam gerando algum dano físico ou psíquico a pessoa, por ser um trauma independente da ação direta de outro indivíduo.

Segundo OMS (2008), por meio do Relatório Mundial sobre Prevenção de Acidentes com Crianças e Adolescentes, 630 mil crianças morrem anualmente vítimas de acidentes em todo o mundo.

De acordo com dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde (MS), em 2015 foram registradas 2.441 mortes de crianças de 0 a 14 anos, no Brasil, devido a acidentes domésticos. Em 2015, segundo o Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), foram 100.559 crianças internadas, na faixa etária de 0 a 14 anos, devido a causas acidentais.

Segundo dados atualizados da Criança Segura Brasil (2020), em todo o mundo, 1 milhão de crianças perdem suas vidas por causas acidentais, anualmente. No Brasil, os acidentes são a principal causa de morte das crianças de 1 a 14 anos no país, vitimando 9 crianças por dia e hospitalizando 12 por hora. Os dados são do monitoramento realizado pela Criança Segura, com base na plataforma Datasus (Ministério da Saúde). O mesmo levantamento mostrou uma redução de 9,37% no número de óbitos por acidentes fatais entre 2017 e 2018 – a maior queda nos últimos anos.

A residência e seu entorno, quando se tem crianças, seja como moradores, ou como visitas, devem estar preparados para as possibilidades de sua exploração e de suas tentativas de descobertas, para que se retirem os riscos dos acidentes. Um exemplo são as tomadas, que devem ser protegidas para evitar os choques e queimaduras.

As medidas de prevenção dos acidentes podem ser passivas, como o são para a maioria dos riscos de acidentes envolvendo crianças, isto é, são componentes de segurança instalados em locais de risco.

Segundo Amaral e Paixão (2020), baseando-se na escala de desenvolvimento da criança, os pais ou responsáveis devem se antecipar precocemente, fazendo a correlação direta com as possíveis situações de risco inerentes a cada faixa etária, visando criar um ambiente seguro no qual a criança possa explorar e desenvolver suas habilidades.

Grande parte dos acidentes poderá ser evitada com medidas simples e eficazes, mudando o comportamento e a forma de adequação para promover a prevenção. Na

primeira infância, o adulto cuidador precisa conhecer os riscos que estão à volta da criança, bem como da capacidade física e mental de cada idade a vir, para que possa ser oferecido um ambiente protegido, antes que algo de mal aconteça.

Durante a pandemia do Corona vírus (Covid-19), período em que crianças cumpriam o isolamento social em casa, foi necessário elaborar e reproduzir orientações para minimizar os riscos de acidentes nas áreas residenciais onde convivem, segundo a Criança Segura Brasil (2020).

Segundo a ABRACOPEL, como forma de proteção da criança contra choques elétricos, todas as tomadas elétricas da casa, acessíveis à criança, devem estar com protetores nas tomadas. Deve-se evitar que fios elétricos e extensões estejam ao alcance da criança, assim como nunca manter fios elétricos desencapados em uso. As extensões devem ser evitadas ao máximo, porém, caso não seja possível, devem-se verificar as condições em que elas se encontram, observando cada pedacinho da extensão a fim de verificar se não existem interrupções no fio, rachaduras, ou qualquer coisa que poderá colocar a vida da criança em risco.

Para que todos estejam seguros dentro da sua residência, procure verificar as condições de sua instalação elétrica. Verifique, por exemplo, se ela é antiga, se existem fios soltos, se as tomadas soltam faíscas ao conectar o plugue de um eletroeletrônico.

Outra justificativa importante para a criação desse dispositivo é caso haja falha nas medidas de proteção pelos responsáveis da criança e considerando as poucas formas de soluções automatizadas no mercado, o dispositivo ajudaria a evitar o choque elétrico na criança, mesmo que ela já esteja em contato com a tomada.

Capítulo 2

2. Referencial Teórico

Neste capítulo, apresenta-se a teoria do funcionamento de todo o sistema montado. Primeiramente, serão abordados os conceitos sobre choque elétrico e os aspectos fisiológico quando em contato com o corpo humano, bem como os efeitos da corrente elétrica no mesmo. Por fim, será feita a descrição sobre o princípio do funcionamento dos componentes utilizados no sistema.

Para Motta (2008), a energia elétrica está presente em inúmeras atividades do ser humano. Logo, está relacionada com a industrialização, o progresso e conforto. O seu consumo na indústria e nos transportes fornece a medida do grau de mecanização do trabalho e da industrialização de um país e, nas residências, o padrão de vida de sua população.

Segundo Cotrim (2009), o aumento substancial das aplicações e da utilização da energia elétrica nas últimas décadas levou pesquisadores de diversos países a realizar estudos detalhados sobre os perigos que a corrente elétrica pode causar ao passar pelo corpo humano.

2.1. CHOQUE ELÉTRICO

Choque elétrico é o conjunto de perturbações de natureza e efeitos diversos, que se manifestam no organismo humano ou animal, quando este é percorrido por corrente elétrica. As manifestações relativas ao choque elétrico dependendo das condições e intensidade da corrente podem ser desde leves contrações superficiais até uma violenta contração muscular que pode provocar a morte. Até chegar de fato a morte existem estágios e outras consequências que veremos adiante. (ALCANTARA, 2005, p.3).

Segundo Vieira (2005), o choque elétrico é uma perturbação que se anuncia no organismo humano, quando é percorrido por uma corrente elétrica. Essas perturbações podem provocar contração muscular tônica contínua, parada respiratória, fibrilação ventricular do coração e queimaduras.

Para Torres (2010), a passagem de corrente elétrica pelo corpo humano provoca efeitos fisiológicos e pode até matar. O corpo humano é condutor de corrente elétrica e a resistência à passagem dessa corrente varia de pessoa para pessoa e do percurso descrito por ela. Variações de corrente elétrica podem provocar diferentes efeitos no corpo humano, sendo esse mais sensível à corrente alternada do que a corrente contínua.

2.1.1. Tipos De Choque Elétrico

De acordo com Bortoluzzi (2009), a natureza do choque elétrico pode ser de modos diferentes um dos outros, isto é, qual é a fonte primária de energia causadora do choque. Assim temos diferentes definições para cada um deles.

2.1.1.1. Choque Dinâmico

Este é o tipo de choque mais perigoso porque, a rede de energia elétrica mante a pessoa energizada, ou seja, corrente de choque persiste continuamente. O corpo humano é resistente, e nos primeiros instantes suporta bem o choque elétrico de baixa tensão, mas com a manutenção da corrente passando pelo corpo, os órgãos internos vão sofrendo danos e perdendo sua capacidade de resistir (Kindermann, 2013).

De acordo com Bessa (2017), o choque dinâmico é o tipo mais convencional e o mais perigoso, tanto pela intensidade quanto pela duração do contato, um exemplo, é o contato em uma tomada com isolamento deficiente ou com aparelhos eletrônicos com defeitos de aterramento ocasionando contração muscular.

2.1.1.2. Choque Estático

Segundo Bortoluzzi (2009), este é o choque obtido pela descarga de um capacitor, isto é, gerado por um dispositivo que armazena energia. Existem diversos tipos de

armazenadores de energia elétrica e cada um deles pode ter uma quantidade diferente de energia.

2.1.2. Natureza Do Choque Elétrico

Segundo OMS (2008), o choque elétrico, tal como qualquer outro acidente, se enquadra como um acontecimento independente da vontade humana, desencadeado pela ação repentina e rápida de uma causa externa produtora ou não de lesão corporal ou mental.

De acordo com Cotrin (2009), os acidentes por choque elétrico podem acontecer por duas formas:

- a. Contato direto: quando a pessoa toca diretamente a parte viva (condutores energizados) de uma instalação elétrica;
- b. Contato indireto: contatos de pessoas ou animais com massas que ficaram sob tensão devido a uma falha de isolamento.

2.1.3. Condições Que Favorecem O Choque Elétrico

Existem algumas condições que favorecem o choque elétrico e, dentre essas condições, encontra-se a tensão de toque e a tensão de passo.

2.1.3.1. Tensão De Toque

Conforme Viana (2018), a tensão de toque em contato direto e contato indireto, onde o contato direto ocorre quando há o toque nos condutores energizados (fios, cabos elétricos) de instalação elétrica ou de parte de equipamentos elétricos com falhas no material isolante. O contato indireto é por recorrência de falhas de isolamentos em equipamentos ou peças que possam ficar energizadas facilmente, ou seja, materiais bons condutores.

2.1.3.2. Tensão De Passo

Para Bortoluzzi (2009), a tensão de passo é a diferença de potencial entre os dois pés do indivíduo quando o mesmo está no solo próximo a um local com fuga de

corrente elétrica para a terra. Pode ser causado por queda de condutores da rede elétrica ou por descargas atmosféricas.

2.1.4. Efeitos Do Choque Elétrico No Corpo

De acordo com Bortoluzzi (2009), ao passar pelo corpo humano, a corrente elétrica causa uma série de perturbações que o organismo reage desde uma ligeira contração superficial até uma violenta contração muscular, podendo ocasionar a morte do indivíduo. Perturbações como inibição do centro nervoso com parada respiratória, alteração do ritmo cardíaco, podendo produzir fibrilação ventricular e até parada cardíaca, queimaduras profundas, inclusive com a necrose dos tecidos, alterações do sangue produzidas por efeitos térmicos eletrolíticos da corrente elétrica.

Segundo Viana (2018), quando a corrente perfaz o caminho entre os braços, existe um risco maior, pois ela poderá afetar diretamente o coração, vale ressaltar que a resistência oferecida pelo corpo humano à passagem de corrente é determinada pelas condições em que a pessoa se encontra, ou seja, se o ambiente é adequado, as vestimentas, uso de EPI's, intensidade da corrente, entre outras variáveis.

Para Matos e Másculo (2018) os principais efeitos que uma corrente elétrica produz no corpo humano são tetanização, parada respiratória, queimaduras e fibrilação ventricular.

2.1.4.1. Tetanização

Conforme, Maia Júnior e Silva (2004) é um fenômeno decorrente da contração muscular produzida por impulsos elétricos. Verifica-se que, sob a ação de um estímulo devido a aplicação de uma diferença de potencial elétrico a uma fibra nervosa, o músculo se contrai voltando ao estado de repouso logo em seguida.

2.1.4.2. Parada Cardiorespiratória

De acordo com Mattos e Masculo (2011), parada respiratória acontece quando, durante a tetanização, os músculos peitorais e os pulmões são paralisados e interrompem a respiração. Se a corrente permanece, a pessoa perde a consciência e morre por

asfixia, ou sofre lesões irreversíveis nos tecidos cerebrais. Por essa razão é importante a respiração artificial no socorro imediato (no máximo três ou quatro minutos após o acidente).

2.1.4.3. Queimaduras

Conforme SENAI (2015), ao circular pelo corpo humano, a corrente elétrica enfrenta uma resistência que libera energia térmica, o Efeito Joule, fenômeno gerador de calor e, portanto, origem das queimaduras.

2.1.4.4. Fibrilação Ventricular

De acordo com Carvalho Filho (2011) a contração muscular é regulada por impulsos elétricos. Se a esta atividade elétrica normal sobrepuser uma corrente elétrica de ordem externa bem maior do que a corrente biológica as fibras do coração passarão a receber sinais elétricos excessivos e irregulares, as fibras ventriculares ficarão superestimadas de maneira caótica e passarão a contrair-se de maneira desordenada, uma independente da outra, de modo que o coração não pode mais exercer sua função.

Na **Tabela 1** são apresentadas as percepções no ser humano relacionadas à intensidade de corrente elétrica, quando esta circula pelo corpo.

Tabela 1: Percepção do choque de acordo com a intensidade da corrente elétrica

INTENSIDADE DA CORRENTE ELÉTRICA	PERCEPÇÃO DO CHOQUE
0,1 à 0,5 mA	Leve percepção e, geralmente, nenhum efeito, além de uma minúscula “fisgada”.
0,5 à 10 mA	Ligeira paralisação nos músculos do braço, início de tetanização, sem perigo.
10 à 30 mA	Sensação dolorosa, contrações violentas e perturbação circulatória.
30 à 500 mA	Paralisia estendida entre os músculos do tórax, sensação de falta de ar e tontura, com possibilidades de fibrilação ventricular.

> 500 mA	Traumas cardíacos persistentes e, em 98% dos casos, é mortal, salvo ocorra internação imediata com auxílio de pessoas especializadas e equipamentos adequados.
--------------------	--

Fonte: (MOTTA, 2008).

Segundo Cotrim (1985), há ainda que se considerar o fato de que qualquer choque elétrico, mesmo sem maiores consequências, é extremamente desagradável pela sensação de desconforto que acarreta. Por outro lado, verifica-se que certas pessoas com problemas cardíacos podem vir a sofrer acidentes fatais pela passagem de correntes muito pequenas.

Segundo Martin (1986), o choque elétrico pode variar em função de fatores que interferem na intensidade da corrente e nos efeitos provocados no organismo, os fatores que interferem são:

- a. Trajeto da corrente elétrica no corpo humano;
- b. Tipo da corrente elétrica;
- c. Tensão nominal;
- d. Intensidade da corrente;
- e. Duração do choque elétrico;
- f. Resistência do circuito;
- g. Frequência da corrente.

2.2. CORRENTE ELÉTRICA

Para Creder (2007), a corrente elétrica é o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Esse deslocamento procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico ou outros meios (reação química, atrito, luz etc.). Pode também ser definida como o fluxo de cargas que atravessa a seção reta de um condutor, na unidade de tempo. Quando este fluxo é constante denomina-se de ampère a relação.

A corrente elétrica não é visível, mas pode-se perceber seus efeitos. Entre esses estão os efeitos térmico, químico, magnético, luminoso e fisiológico.

Para Cotrim (2009), os principais efeitos que uma corrente elétrica (externa) produz no corpo humano são tetanização, parada respiratória, queimadura e fibrilação ventricular. O fenômeno fisiológico mais grave que pode ocorrer, quando da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano, é a fibrilação ventricular, fenômeno complexo e, frequentemente, de causas fatais.

De acordo com Cotrim (1985), numa linguagem simples, pode-se definir a fibrilação como a contração irregular e desordenada das várias partes do coração que impede a circulação normal do sangue pelo corpo, provocando, com a passagem do tempo, a morte das células mais sensíveis.

2.2.1. Trajeto Da Corrente Elétrica No Corpo Humano

De acordo com Woelfet (2003, p.58) o corpo humano é condutor de eletricidade e sua resistência varia dependendo da pessoa e depende, também, do percurso da corrente. A corrente no corpo humano sofrerá alterações conforme for o trajeto percorrido e provocando efeitos diferentes no organismo, quando percorridos por corrente elétrica os órgãos vitais do corpo podem sofrer agravamento e até causar sua parada levando a pessoa à morte.

2.2.2. Tipo Da Corrente Elétrica

Segundo Alcântara (2005), o corpo humano é mais sensível a corrente alternada do que a corrente contínua os efeitos destas no organismo humano em geral são os mesmos, passando por contrações simples para valores de baixa intensidade e até resultar em queimaduras graves e a morte para valores maiores. Existe apenas uma diferença a na sensação provocada por correntes de baixa intensidade; a corrente contínua de valores imediatamente superiores a 5 mA que é o Limiar de Sensação, cria no organismo a sensação de aquecimento ao passo que a corrente alternada causa a sensação de formigamento, para valores imediatamente acima de 1 mA.

2.2.3. Tensão Nominal

De acordo com GREF (1991, p. 74) a tensão nominal de um circuito e a tensão de linha pela qual o sistema é designado e a qual são referidas certas características

operacionais do sistema. De acordo com a NR10, as tensões nominais dos sistemas são classificadas em:

Tabela 2: Tipo de Tensão.

Tipo de tensão	Vcc	Vca
Extra Baixa tensão	Até 120 v	Até 50 v
Baixa tensão	120 a 1500 v	50 a 1000 v
Média tensão	-	-
Alta tensão	Acima de 1500 v	Acima de 1000 v

Fonte: <https://www.imcresistencias.com.br/post/quais-sao-os-niveis-de-tensao-de-cada-tipo-de-resistencia>

Partindo das premissas que os efeitos danosos ao organismo humano são provocados pela corrente e que esta pela Lei de Ohm e tanto maior quanta maior for a tensão, pode-se concluir que os efeitos do choque são mais graves à medida que a tensão aumenta, e pela mesma Lei de Ohm quanta menor a resistência do circuito maior a corrente, portanto conclui-se que não existem valores de tensões que não sejam perigosas.

2.2.4. Intensidade Da Corrente

“As perturbações produzidas pelo choque elétrico dependem da intensidade da corrente que atravessa o corpo humano, e não da tensão do circuito responsável por essa corrente.” (ALCANTARA, 2005, p.6). Até o limiar de sensação, a corrente que atravessa o corpo humano é praticamente inócua, qualquer que seja sua duração, a partir desse valor, à medida que a corrente cresce a contração muscular vai se tornando mais desagradável.

Lima (2009) apresenta em seu estudo sobre Prevenção e controle de riscos o seguinte quadro sobre a duração máxima da tensão de contato.

Tabela 3: Intensidade da corrente.

Intensidade (mA)	Perturbações prováveis	Estado após o choque	Salvamento	Resultado final
1	Nenhuma	Normal	---	Normal
1 – 15	Sensação cada vez mais desagradável à	Normal	Desnecessário	Normal

15 – 30	medida que a intensidade aumenta. Contrações musculares. Sensação dolorosa, contrações violentas, perturbações circulatórias.	Morte aparente	Respiração artificial	Restabelecimento
30 – 100	Sensação insuportável, contrações violentas, asfixia perturbações circulatórias graves inclusive fibrilação ventricular.	Morte aparente	Respiração artificial	Restabelecimento ou morte
>100	Asfixia imediata, fibrilação ventricular.	Morte aparente	Muito difícil	Morte
Vários Amperes	Asfixia imediata, queimaduras graves.	Morte imediata	Praticamente impossível.	Morte

Fonte: http://www.lcp.inpe.br/instalacoes/btsa/arquivos/eletricidade_e_efeitos_btsa.pdf

2.3. DURAÇÃO DO CHOQUE

O tempo de duração do choque é de grande efeito nas consequências geradas, as correntes de curta duração tem sido inócuas, razão pela qual não se considerou a eletricidade estática, por outro lado quanto maior a duração mais danosa são os efeitos.” (LOPES, 2007, p. 1774).

2.4. RESISTÊNCIA DO CIRCUITO

Para Wanderkolk (2002), quando o corpo humano é intercalado ao circuito elétrico, ele passa a ser percorrido por uma corrente elétrica cuja intensidade de acordo com a lei de Ohm e em função da tensão e da resistência. Dependendo das partes do corpo intercalados ao circuito a resistência do conjunto pode variar, e com isso a corrente também será alterada.

2.5. FREQUÊNCIA DA CORRENTE

De acordo com Gerber (2007), o Limiar de Sensação da corrente cresce com o aumento da frequência, ou seja, correntes com frequências maiores são menos sentidas pelo organismo, estas correntes de altas frequências acima de 1000 kHz, cujos efeitos se limitam ao aquecimento são amplamente utilizadas na medicina como fonte de febre artificial. Nessas condições pode se fazer circular até 1 A sobre o corpo humano sem causar perigo.

2.6. HISTÓRICO DAS REDES DE COMUNICAÇÃO VIA RF

Segundo Maitra (2003), a comunicação utilizando radiofrequência começou na virada do século 20, quando Marconi, utilizando patentes de Tesla, estabeleceu o primeiro sistema de rádio bem-sucedido em 1895, transmitindo sinais de rádio a uma distância de 2 quilômetros. Ele conduziu experimentos adicionais até 1901, quando transmitiu sinais de rádio através do Oceano Atlântico, da Inglaterra a Terra Nova, na costa leste canadense, a cerca de 2.700 quilômetros de distância. Até este experimento, somente códigos telegráficos eram transmitidos. Contudo, em 1906, Reginald Fessenden realizou a primeira comunicação via rádio da fala humana a uma distância de 18 quilômetros.

Segundo Mark e Zuang (2003), nos primeiros anos da comunicação via radiofrequência, a transmissão de rádio foi a tecnologia de comunicação sem fio mais implantada no mundo. A invenção do tubo de vácuo e triodo de vácuo acelerou o avanço na transmissão de sinais de voz por rádio. Primeiramente foi utilizada modulação de amplitude (AM) e, posteriormente, modulação de frequência (FM), introduzida no final da década de 1930.

Muitos outros sistemas de radiofrequência foram introduzidos entre o final da década de 1920 e meados da década de 1950, como a televisão, rádio unidirecional, bidirecional e o radar. Outro marco foi testemunhado no final da década de 1970, que marcou o início do crescimento dos rádios móveis celulares e serviços de comunicação pessoal. O primeiro celular móvel analógico comercial de sucesso foi demonstrado em 1979. Atualmente, as comunicações sem fio de todos tipos abundam em nossa sociedade (UGWEJE, 2004).

2.7. ARQUITETURA DO SISTEMA DE RADIOFREQUÊNCIA

De acordo com Forouzan (2008), comunicação de dados são as trocas de dados entre dois dispositivos por intermédio de algum tipo de meio de transmissão, como um cabo condutor formado por fios. Para que as comunicações de dados ocorram, os dispositivos de comunicação devem fazer parte de um sistema de comunicações, composto por uma combinação de hardware e software.

De forma simplificada, pode-se dizer que o sistema de comunicação é um conjunto de mecanismos que possibilita processar e transportar a informação desde a origem até o destino.

Ainda segundo Forouzan (2008), a eficácia de um sistema de comunicações de dados depende de quatro características fundamentais: entrega, pois o sistema deve entregar dados no destino correto; precisão, pois os dados devem ser entregues de forma precisa; sincronização, pois o sistema deve entregar dados no momento certo; e jitter, que se refere à variação no tempo de chegada dos pacotes.

Segundo Valle (2013), as ondas de rádio ou radiofrequências são campos eletromagnéticos utilizados nas comunicações sem fio. Como essas ondas levam energia de um ponto ao outro, isso permite a comunicação sem a necessidade de fios, como nas transmissões de televisão, rádio e celulares.

De acordo com Rappaport (2002), radiofrequência como sinais que se propagam por um condutor cabeado, normalmente cobre, e são irradiados no ar através de uma antena. Essa antena converte um sinal do meio cabeado em um sinal wireless (sem fio) e vice-versa. Os sinais, por vez, são propagados em todas as direções em linhas retas.

As ondas eletromagnéticas, que são utilizadas na comunicação por radiofrequência, não necessitam de um meio material para propagação. Desta forma, se propagam no vácuo, ar, água e alguns sólidos.

Segundo Rappaport (2002), as diferentes bandas de radiofrequências são constituídas por diferentes intervalos de frequência, ou seja, diferentes larguras de

banda. Desta forma, à medida que a frequência aumenta, diminui a capacidade de transmitir para distâncias muito longas ao nível da superfície terrestre.

Para Pereira (2012), um sistema de comunicação deve conter minimamente: mensagem, que é a informação a ser transmitida; transmissor, que é o dispositivo responsável para enviar a mensagem; receptor, que é o dispositivo que recebe a mensagem; canal, que é o caminho físico por onde viaja uma mensagem originada e dirigida ao receptor; e protocolo, que é um conjunto de regras que governa a comunicação de dados.

Nos sistemas de comunicação via radiofrequência, ondas de rádio são usadas para transferir informações entre um transmissor (Tx) e um receptor (Rx). Os sistemas de RF podem ser classificados como terrestres e espaciais. Alguns exemplos de sistemas terrestres incluem microondas ponto a ponto, WLANs e a rádio móvel celular. Os sistemas de microondas terrestres são limitados em relação à distância em que o sinal pode ser propagado. Para remediar isso, torres de relé com antenas direcionais são frequentemente usadas para fornecer um caminho desobstruído.

Um sistema de comunicação sem fio típico é mostrado na Figura 1. Ele consiste em uma fonte de informações, um subsistema de hardware chamado transmissor, o canal ou meio pelo qual o sinal viaja, outro subsistema de hardware chamado receptor, e um destino para a informação.

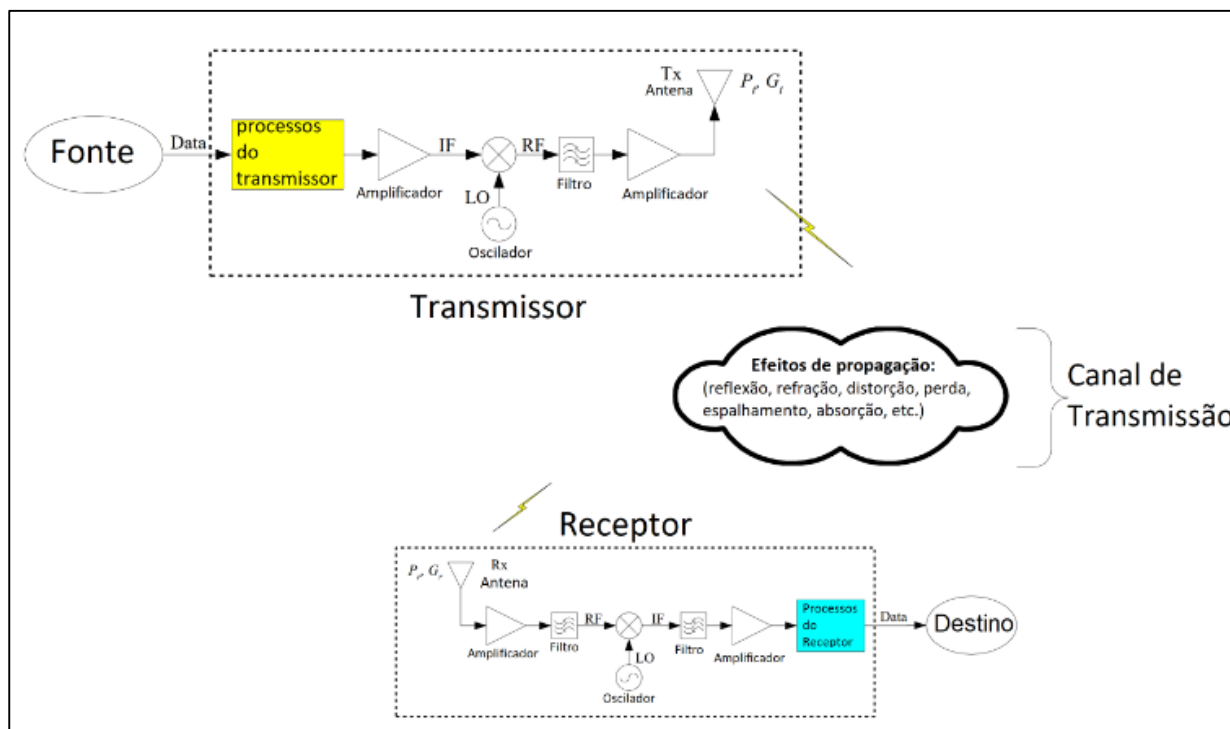


Figura 1. Modelo simplificado de comunicação via radiofrequência terrestre.

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Simplified-model-concerning-terrestrial-based-RF-wireless-conversation-systems-7_fig1_337821605.

O transmissor e o receptor são sistemas complexos que consistem em muitos componentes internos, como demonstra simplificada a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Para Weisman (2003), os componentes são indicados como processos de transmissor, processos de receptor, amplificadores, osciladores, filtros e antenas. Os processos do transmissor representam funções do transmissor, como modulação, codificação, conversão de analógico para digital e multiplexação. Os processos do receptor, por outro lado, denotam funções inversas, como desmodulação, decodificação, conversão digital-analógica e demultiplexação

A fonte fornece as informações ao transmissor na forma de áudio, vídeo, dados ou uma combinação dos três. A configuração de transmissor e receptor é usada para converter o sinal em um formato adequado para transmissão e depois converter o sinal de volta à sua forma original. Isso é realizado através de um processo de modulação (ou codificação) no lado Tx e desmodulação (ou decodificação) no lado Rx. O sinal é propagado pelo canal de transmissão que, na comunicação sem fio via rádio, não necessita de meio físico para se propagar. Algumas consequências da propagação são a

adição de ruído e interferência ao sinal, que geralmente acarretam atenuação, distorção e, eventualmente, erro no sinal recebido.

2.8. MÓDULO RF TRANSMISSOR + RECEPTOR 433 MHZ

O módulo RF 433 MHz é um componente eletrônico usado para transmitir e receber dados sem fio entre dispositivos em frequência de rádio na faixa de 433 MHz. São componentes básicos para comunicação via rádio frequência, presente em sistemas de alarmes, controle remoto, aquisição de dados e robótica em geral.

Ele pode ser usado em pares, um como transmissor e outro como receptor, para enviar informações de um ponto para outro.

O módulo transmissor, mostrado na figura 2, alcança de 20 a 200 metros sem obstáculos, conforme voltagem, opera com Modulação em Amplitude (AM), frequência de trabalho de 433MHz, potência de transmissão de 10mW, taxa de transferência de 4KB/s e tensão de operação de 3,5V a 12V. Quanto maior a tensão de alimentação do módulo transmissor, maior será a potência de RF a ser transmitida e, portanto, maior alcance (limite: 12V).



Figura 2. Módulo RF 433MHz – Transmissor.
Fonte: ELETROGATE.

O módulo receptor, mostrado na figura 3, possui uma tensão de operação de 5V DC, corrente de operação 4mA, frequência de recepção 433MHz e uma sensibilidade de -105dB.



Figura 3. Módulo RF 433MHz – Receptor.
Fonte: ELETROGATE.

O alcance do módulo RF 433 MHz pode variar dependendo de muitos fatores, incluindo potência de transmissão, antenas e interferências. Vale lembrar que obstáculos como paredes maciças ou portões metálicos poderão prejudicar a recepção. Uma transmissão ao ar livre, ou em condições ideais, poderá ter um alcance bem maior.

O tipo de modulação da portadora de rádio frequência é o ASK – modulação por chaveamento de amplitude. Isto é, quando existe o Bit 1 a portadora transmite o sinal de 433 MHz. Quando o Bit é 0, nenhum sinal é transmitido.

2.9. MICROCONTROLADOR ARDUINO

Para a implementação de um circuito interativo em tempos antigos, era necessário lidar com projetos do zero para ter em mãos aplicações específicas. Além do mais, para realizar pequenas alterações nas funcionalidades do circuito era preciso uma análise técnica detalhada, minuciosa e trabalhosa. O cenário era esse até a chegada dos microcontroladores.

Segundo Gimenez (2002), o microcontrolador é um dispositivo semicondutor em forma de circuito integrado que faz a integração de todas as partes básicas de um microcomputador, como um microprocessador, memórias voláteis e não-voláteis, portas de entrada e saída. Geralmente é limitado em termos de quantidade de memória e é utilizado em aplicações específicas, como naquelas que não necessitam armazenar grande quantidade de dados.

De acordo com Portugal (2017), com a chegada dos microcontroladores, passou a ser possível lidar com softwares para resolver problemas que antes eram tratados somente com hardwares. Assim, programas de computador podem ser escritos para gerar funções totalmente diferentes em um mesmo circuito, alterando e reprogramando alguns parâmetros do código que havia sido implementado.

Segundo Teles (2016), o Arduino foi criado em 2005 justamente com esse propósito. Um grupo de pesquisadores italianos teve a ideia de elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, fácil de programar, que fosse funcional, além disso, acessível para estudantes e projetistas. O conceito de hardware livre acompanha o Arduino, dessa forma, qualquer um pode melhorar, modificar, personalizar e montar o Arduino, tendo como princípio o mesmo hardware básico.

O microcontrolador pode ser utilizado em automação residencial (máquinas de lavar roupa e fornos de micro-ondas), automação predial (elevadores e portões), automação industrial (controladores lógicos programáveis, robótica, relógios de ponto) e na automação embarcada (impressoras e controle de tração em carros).

O Arduino possui várias versões e tipos, por exemplo, o Uno, Mega, Leonardo, Due, Mega ADK, Nano, Pro Mini, e o Esplora, tendo como principais diferenças os microcontroladores utilizados, número de portas, conexões possíveis e memória. Para esse projeto, o modelo Arduino Uno e o Arduino Nano irão atender as necessidades previamente especificadas.

2.9.1. Arduino Uno

O Arduino Uno é uma plataforma baseado em um microcontrolador ATmega328P de 8 bits fabricado pela Atmel, de código aberto amplamente usada para projetos de eletrônica e automação. Ele possui 14 pinos digitais de entrada/saída, dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM (modulação por largura de pulso) e 6 como entradas analógicas. Além disso, há um par de pinos para comunicação serial (TX/RX). O ATmega328P tem 32 KB de memória flash para armazenamento de programas, 2 KB de memória SRAM para variáveis e 1 KB de memória EEPROM para

armazenamento de dados não voláteis. A conectividade USB e a facilidade em programar são atrativos diferenciados e que possuem grande importância para quem busca fazer projetos destinados ao Arduino, segundo Dutra (2023). A Figura 4 mostra as principais partes que compõem o Arduino Uno.

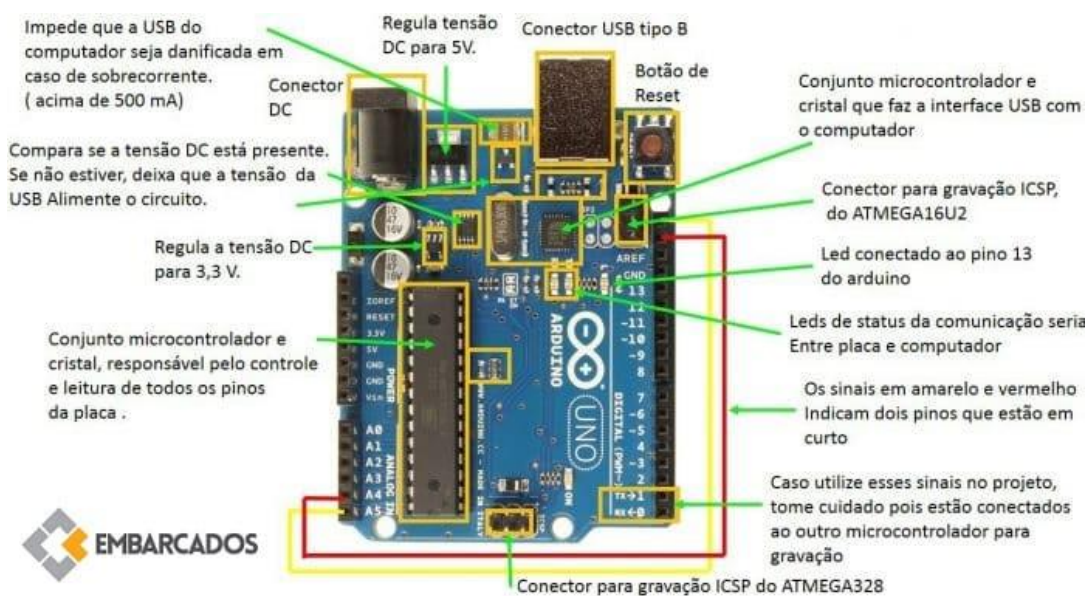


Figura 4. Componentes do Arduino Uno.

Fonte: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>

2.9.2. Arduino Nano

O Arduino Nano é uma placa bem versátil, pequena, ideal para pequenos projetos e compartilha algumas funcionalidades com o Arduino Uno. Além dele ser mais barato que o Uno, suas principais diferenças é o tamanho reduzido da placa e uma porta mini USB para conexão a um computador, por exemplo.

Esse modelo possui o Microcontrolador ATmega328p, com uma tensão de operação de 5V DC, tensão de alimentação recomendada (externa) de 7VDC a 12VDC. O Limite de tensão de alimentação (externa) é de 6VDC a 20VDC, possui 14 portas digitais de entrada e saída, das quais 6 oferecem PWM e 8 entradas analógicas. Possui Memória Flash: 32kb dos quais 2Kb são utilizados pelo carregador de inicialização, uma SRAM de 2Kb, EEPROM de 1Kb e uma velocidade do Clock de 16MHz.

A Figura 5, a seguir, mostra o modelo Arduino Nano.

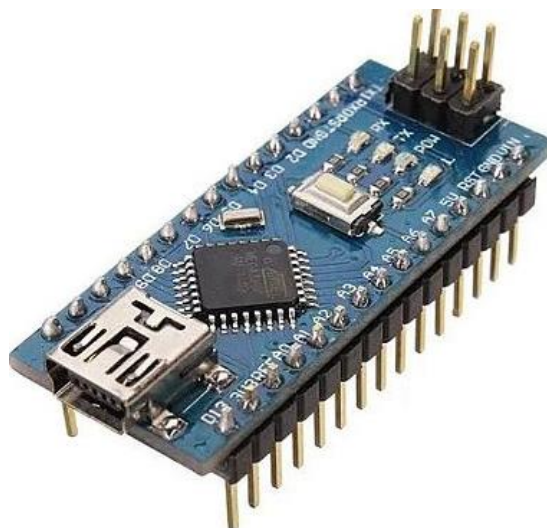
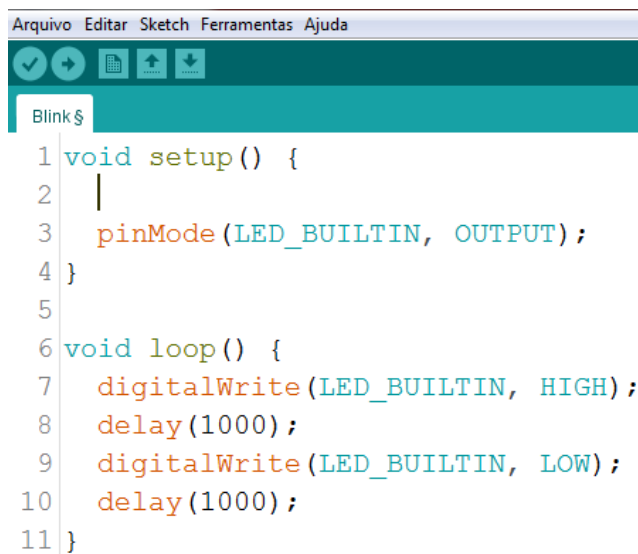


Figura 5. Arduino Nano.
Fonte: ELETROGATE.

2.9.3. IDE e Linguagem De Programação

Para implementar programas para serem utilizados em um Arduino é necessário utilizar uma IDE, onde todo o código é escrito, são feitos testes para encontrar possíveis erros e para transferir o programa para a placa. Esse ambiente de programação pode ser baixado de forma gratuita no site oficial da plataforma: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software/>.

O código escrito para o Arduino é composto por duas partes básicas. A primeira delas é chamada de `setup()` e é nesse bloco que as opções iniciais do programa são definidas e escritas. Nessa parte, por exemplo, é possível definir se uma porta será usada como entrada ou saída. No segundo bloco, chamado de `loop()`, é escrita a estrutura de comandos que será executada de forma constante, ou até que um comando de “pare” seja enviado ao Arduino. A Figura 6 mostra um código de exemplo, escrito na própria IDE do Arduino, em que fica visível os conceitos por trás de cada bloco.

A screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar shows 'Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda'. Below the title bar is a toolbar with icons for saving, running, and other functions. The main area displays a sketch named 'Blink' with the following code:

```
1 void setup() {  
2   |  
3   pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
4 }  
5  
6 void loop() {  
7   digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);  
8   delay(1000);  
9   digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  
10  delay(1000);  
11 }
```

Figura 6. Código em Arduino que faz piscar um LED.
Fonte: *PrintScreen* de tela gerado pelo autor.

2.10. RELÉ

Segundo Omega (2015), relés são as chaves de comando que operam com sinais elétricos de baixa potência e controlam uma grande maioria dos circuitos. Um exemplo de uma aplicação de relé ideal é configurar um sinal elétrico para controlar vários circuitos, permitindo o completo isolamento da eletricidade entre o controlador e os circuitos controlados. Um relé atua como um isolante que protege o dispositivo que está sendo usado. Quando o controle (extremidade de entrada) ou a carga (extremidade de saída), não estão eletricamente conectados, o relé impede quaisquer danos por surtos de energia na sua aplicação.

Alguns relés possuem três pinos do lado DC: Vcc, GND e SINAL, e dois contatos do lado AC que configuram as conexões normalmente aberto (NA) e normalmente fechado (NF).

Para Mota (2017), o funcionamento dos relés se dá de uma maneira muito simples, basicamente precisando de corrente elétrica para funcionar. Quando passa corrente pela bobina, um pequeno campo magnético é gerado e um material condutor é atraído, fazendo com que o circuito fique no modo aberto ou fechado. O campo magnético gerado só termina quando a corrente elétrica é interrompida na bobina, e isso faz com que o relé volte para sua posição original.

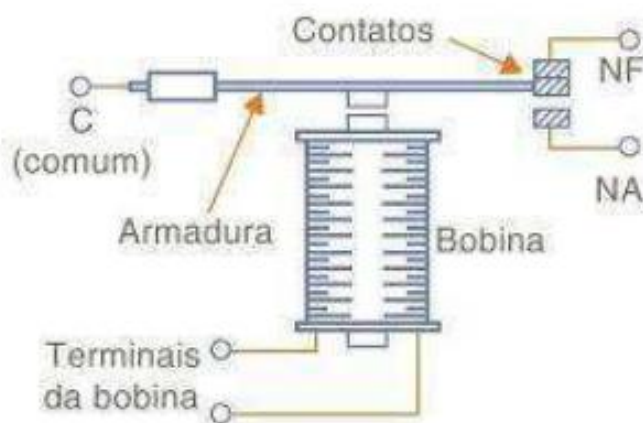


Figura 7. Relé eletromecânico
Fonte: ELETROGATE.

O Módulo Relé permite uma integração com uma ampla gama de microcontroladores como Arduino, AVR, PIC, ARM. A partir das saídas digitais pode-se, através do relé, controlar cargas maiores e dispositivos como motores AC ou DC, eletroímãs, solenoides e lâmpadas incandescentes. Este módulo tem um canal sendo assim concebido para ser integrado para controlar até 1 relé. O módulo é equipado com um relé de alta qualidade, com carga nominal 10A/250VAC, 10A/125VAC, 10A/30VDC, possui contato NA e NF, corrente típica de operação de 80 mA, tensão de operação 5V DC. Cada canal possui um LED para indicar o estado da saída do relé. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, é mostrado o módulo relé utilizado.

Os módulos relés são componentes eletromecânicos capazes de controlar circuitos externos de grandes correntes a partir de pequenas tensões ou correntes.



Figura 8. Módulo Relé 1 canal.
Fonte: ELETROGATE.

A partir do Arduino, é possível controlar cargas de corrente alternada de forma prática e simples. Seu uso é muito comum em projetos de automação.

Os fundamentos e conceitos técnicos que foram descritos neste capítulo são a base para o desenvolvimento do protótipo contemplado no projeto, de acordo com o que poderá ser visto nos próximos capítulos.

2.11. TRABALHOS CORRELATOS

Após a realização de pesquisas, não foram encontrados trabalhos que tivessem a mesma finalidade. Apenas foram encontradas campanhas de conscientização sobre os cuidados que se devem ter com crianças no ambiente residencial.

No mercado existem protetores de tomadas, conforme a figura 9, que são ideais para proteger as crianças de eventuais acidentes. Feito de plástico transparente que não conduz eletricidade, possui chaves para a remoção dos protetores com muita facilidade. Eles podem ser encontrados em lojas de material elétrica ou em materiais de construção.



Figura 9. Protetor de tomada.

Fonte: <https://www.casadoroadie.com.br/plug-protetor-de-tomadas>

Além das medidas de proteção, o único produto existente no mercado é um dispositivo chamado DR – Protetor Diferencial Residual, conforme figura 10, que segundo a ABRACOPEL, o DR é um dispositivo de proteção, que deve ser instalado no quadro de energia e a sua principal função é salvar vidas, através do bloqueio da corrente elétrica até o local onde está ocorrendo a fuga de energia. Um exemplo do funcionamento de um DR é: Imagine que uma criança coloca uma chave na tomada, antes que a eletricidade percorra o caminho até o dedinho dela, o DR desliga a eletricidade da sua casa inteira em milissegundos, não permitindo que ele receba a descarga elétrica, que, às vezes, pode ser fatal.



Figura 10. Dispositivo Diferencial Residual (DR)

Fonte: <https://www.weg.net/tomadas/blog/arquitetura/voce-saber-o-que-e-um-dispositivo-diferencial-residual/>

Capítulo 3

3. Métodos Utilizados

Neste capítulo será apresentada detalhadamente a metodologia de desenvolvimento do sistema de proteção infantil proposto neste trabalho de conclusão de curso. Na seção 3.1 será explicado os métodos para a solução da problemática. Em seguida, na seção 3.2 será abordado o desenvolvimento dos hardwares, assim como seus esquemas elétricos. Na seção 3.3, será explicada a programação do microcontrolador, detalhando os pontos mais importantes. Na seção 3.4 será mostrado o encapsulamento do sistema. E por fim, na seção 3.5, será feita uma descrição do projeto.

3.1. MÉTODOS PARA SOLUÇÃO DA PROBLEMÁTICA

Para solução da problemática é necessário criar um sistema que detectasse apenas a criança. No mercado existem diversos tipos de sensores que podem ser utilizados para detectar uma pessoa, porém os existentes acabam detectando qualquer movimento ou presença que estivesse em frente ao sensor, como por exemplo um animal ou até mesmo outra pessoa, o que não é caso desse sistema, que visa a detecção apenas da criança.

Como o sistema necessita detectar apenas uma pessoa específica, foi feito um estudo em cima dos sensores existentes no mercado, onde foi decidido que o sensor a ser utilizado seria o modulo RF 433 MHz, o qual possui um transmissor, que ficará junto a criança, e um receptor, que fica ligado ao microcontrolador e ao relé na tomada.

O módulo RF consiste em um transmissor e um receptor de ondas eletromagnéticas de frequência de 433MHz, ou seja, são dois circuitos capazes de comunicar entre si sem a necessidade de fios, pois se comunicam utilizando ondas eletromagnéticas.

Já o receptor é mais complexo. Seu circuito possui uma antena para receber a onda de 433MHz e um circuito para filtrar ruídos e amplificar o sinal de interesse. Além disto, ele possui uma malha de captura de fase para sincronizar o sinal de saída.

3.2. DESENVOLVIMENTO DO CIRCUITO ELÉTRICO

A primeira etapa para construção do sistema consistiu na definição dos componentes necessários para o desenvolvimento do circuito do receptor e do transmissor.

3.2.1. Circuito Transmissor

Para o desenvolvimento do circuito transmissor foram utilizados um microcontrolador Arduino nano e transmissor do módulo RF 433MHz, cujas características já foram descritas anteriormente.

O circuito do módulo transmissor é relativamente simples. O circuito é uma chave ligada a um gerador de onda de 433MHz. O sinal de 433MHz sai na antena do módulo, quando a chave é ativada, e é capaz de chegar ao receptor.

O Arduino nano foi escolhido para estar junto ao transmissor, pois seu tamanho é menor e a quantidade de pino necessários para as ligações são poucos, com isso o Arduino escolhido atenderia às necessidades. Outro motivo, para escolher o Arduino nano é porque era necessário reduzir o tamanho do protótipo para que pudesse ser adaptado em algum objeto que estivesse sempre com a criança.

Após a definição dos materiais necessários para o desenvolvimento do circuito transmissor, utilizou-se o software Fritzing para a criação do esquemático, conforme figura 11, e do layout do hardware, visto na figura 12.

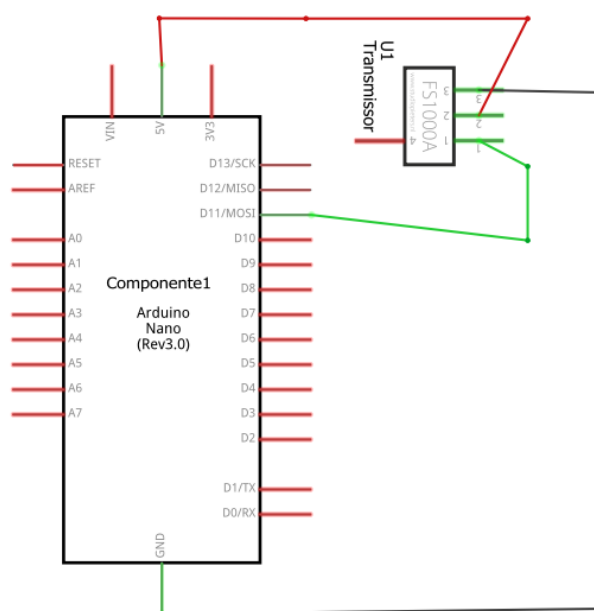


Figura 11. Esquemático do circuito transmissor.
Fonte: Autor

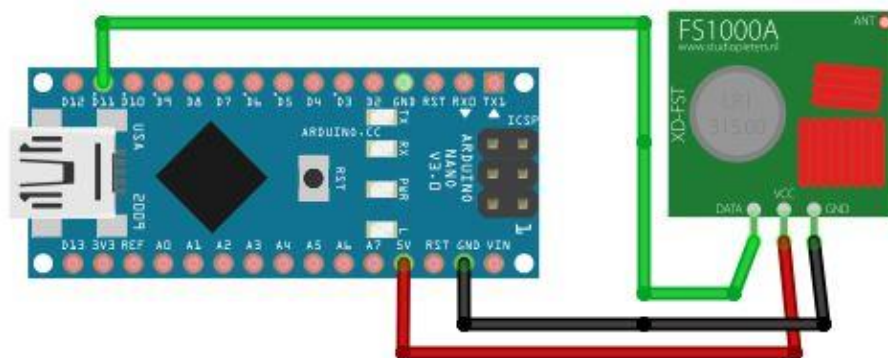


Figura 12. Montagem do circuito transmissor feito no Fritzing.
Fonte: Autor

O módulo transmissor possui quatro pinagens: O Vcc que é o pino de alimentação que suporta de 3.5-12V. Quanto maior for a tensão utilizada, maior será a distância que o módulo será capaz de transmitir a informação; O pino GND é o terra da alimentação; O pino DATA, que é aquele por onde os dados serão enviados para o receptor; E por fim, o terminal para soldar uma antena.

A utilização da antena é extremamente importante, pois ela garante o aumento significativo do alcance da comunicação. Caso não seja utilizada uma antena, o alcance do transmissor será de apenas alguns metros.

Na montagem do circuito transmissor, o VCC do módulo foi ligado o 5V do Arduino. O pino GND, ligado no GND do Arduino; O pino Data que foi ligado no pino D11 do Arduino. Não foi necessária uma antena, pois o alcance é de aproximadamente um metro. Na figura 13, temos o protótipo do circuito receptor.

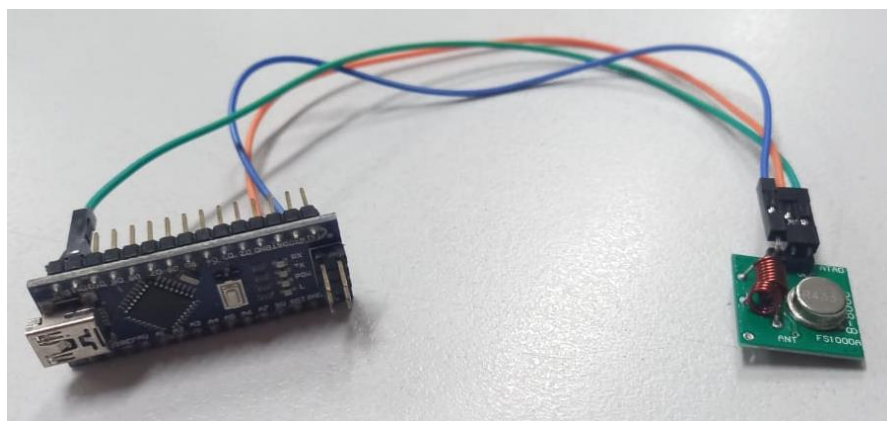


Figura 13. Conexão do transmissor ao Arduino nano.

Fonte: Autor

3.2.2. Circuito Receptor

Para o desenvolvimento do circuito receptor foram utilizados um microcontrolador Arduino Uno, o receptor do módulo RF 433MHz e um módulo relé.

O circuito do módulo receptor é um pouco mais complexo. O receptor possui uma antena para receber a onda de 433MHz e um circuito para filtrar ruídos e amplificar o sinal de interesse. Além disto, ele possui uma malha de captura de fase para sincronizar o sinal de saída.

O microcontrolador utilizado para o controle do relé e o módulo receptor foi o Arduino Uno, pois possui as características que melhor se encaixaram no projeto e também pelo fato de não ser necessário diminuir o espaço onde será aplicado, como foi o caso do circuito transmissor.

O relé é um interruptor acionado por uma determinada tensão. Ao se aplicar a tensão nos terminais de entrada, uma bobina é acionada, ativando ou desativando o contato interno (ligando ou desligando uma chave). Esse módulo é de fácil uso. Ele possui apenas 3 pinos, sendo 2 de alimentação (Vcc e GND) e um de controle (S). O

módulo também possui um led na parte superior, para indicar que o relé está acionado. Ele permite acionar tanto cargas em tensão AC como em DC. Para o sistema proposto utilizaremos um módulo com apenas 1 relé, conforme figura 8. Existem módulos maiores, por exemplo com 2, 4, 8 ou 16 relés. Apesar da quantidade de relés, o princípio de funcionamento é o mesmo.

Após a definição dos materiais necessários para o desenvolvimento do circuito receptor, utilizou-se o software Fritzing para a criação do layout do hardware, visto na figura 14.

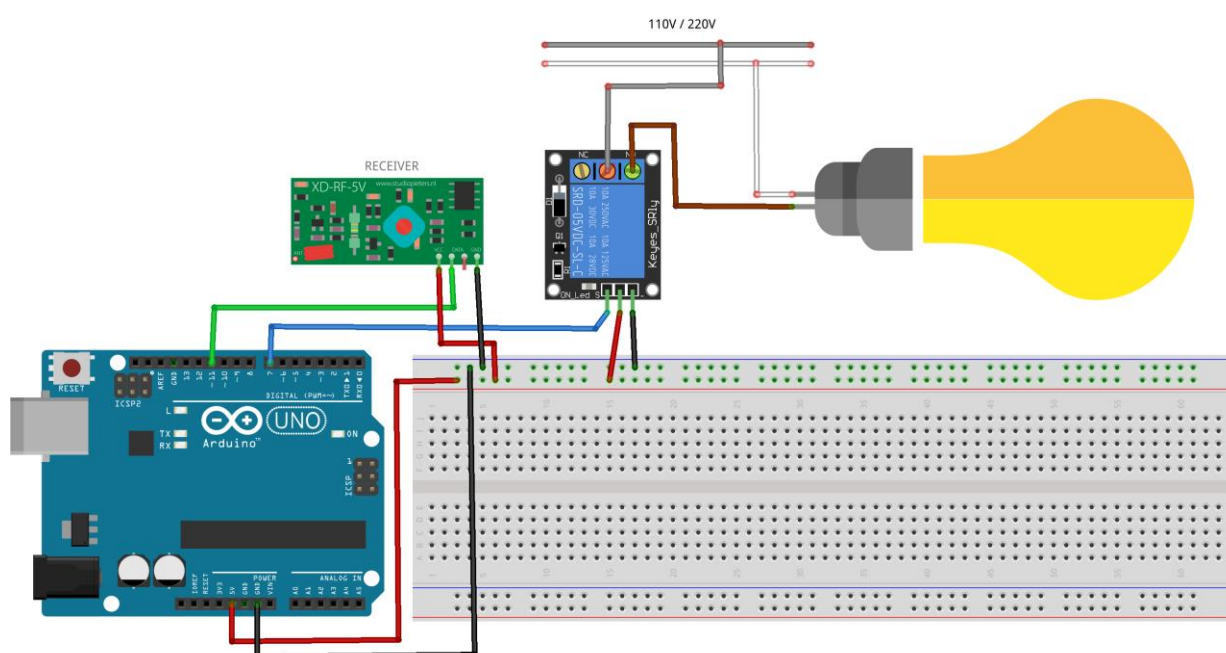


Figura 14. Montagem do circuito receptor feito no Fritzing.

Fonte: Autor

Para simular o funcionamento da tomada foi adaptada uma lâmpada para ser identificado o funcionamento do relé. Ou seja, de início, quando o receptor não estiver recebendo os dados do transmissor, a lâmpada fica ligada. Quando o receptor estiver recebendo o sinal do transmissor, a lâmpada irá se manter apagada enquanto o sinal estiver sendo recebido.

O módulo receptor possui 5 pinos: O Vcc que é o pino de alimentação de 5V; O pino GND é terra da alimentação; Dois pinos DATA, que é aquele por onde os dados serão recebidos no receptor; E por fim, o terminal para soldar uma antena.

Na montagem do circuito receptor, primeiramente será realizada a ligação do módulo receptor ao Arduino. O VCC do módulo foi ligado no 5V do Arduino. O pino GND, ligado no GND do Arduino. Como o módulo receptor possui dois pinos DATA, basta que seja ligado apenas um, no caso do projeto um dos pinos DATA foi ligado no pino D11 do Arduino Uno. Como o alcance da transmissão deve ser pequeno, não é necessário a utilização de antenas no receptor.

Em seguida tem-se a ligação entre o módulo relé e o Arduino Uno que será feita conforme descrito. O módulo relé possui pinos GND e VCC, ambos ligados, respectivamente, no GND e 5V do Arduino. O pino de dados do relé foi conectado ao pino D07 do Arduino, que por meio dele será enviado o comando para ativar ou desativar a energia elétrica presente na tomada, ou seja, comutar ou não o relé. Outra parte do relé são as ligações normalmente aberta (NO), normalmente fechada (NC) e comum (C)

Conforme é visto na figura 15, a ligação entre o relé e a rede elétrica foi feita da seguinte forma; um fio da rede elétrica é ligado ao terminal C do módulo relé. O outro fio da rede é ligado a um dos terminais da lâmpada e o outro terminal da mesma lâmpada é ligada ao pino NO do módulo. Lembrando que a lâmpada foi adicionada para poder notar o funcionamento do relé externamente.

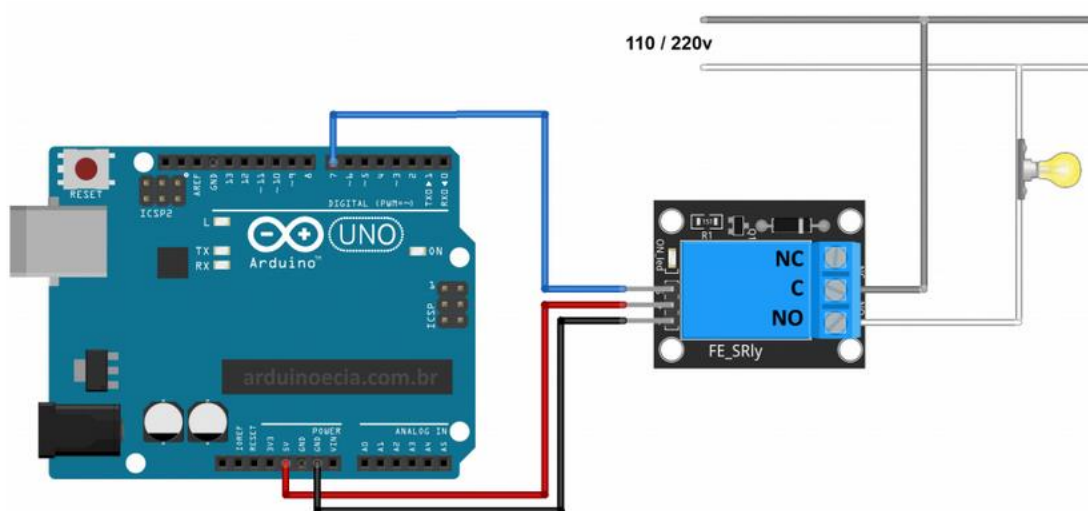


Figura 15. Ligação do módulo relé
Fonte: Autor

A figura 16, mostra o circuito todo montado conforme descritos anteriormente.

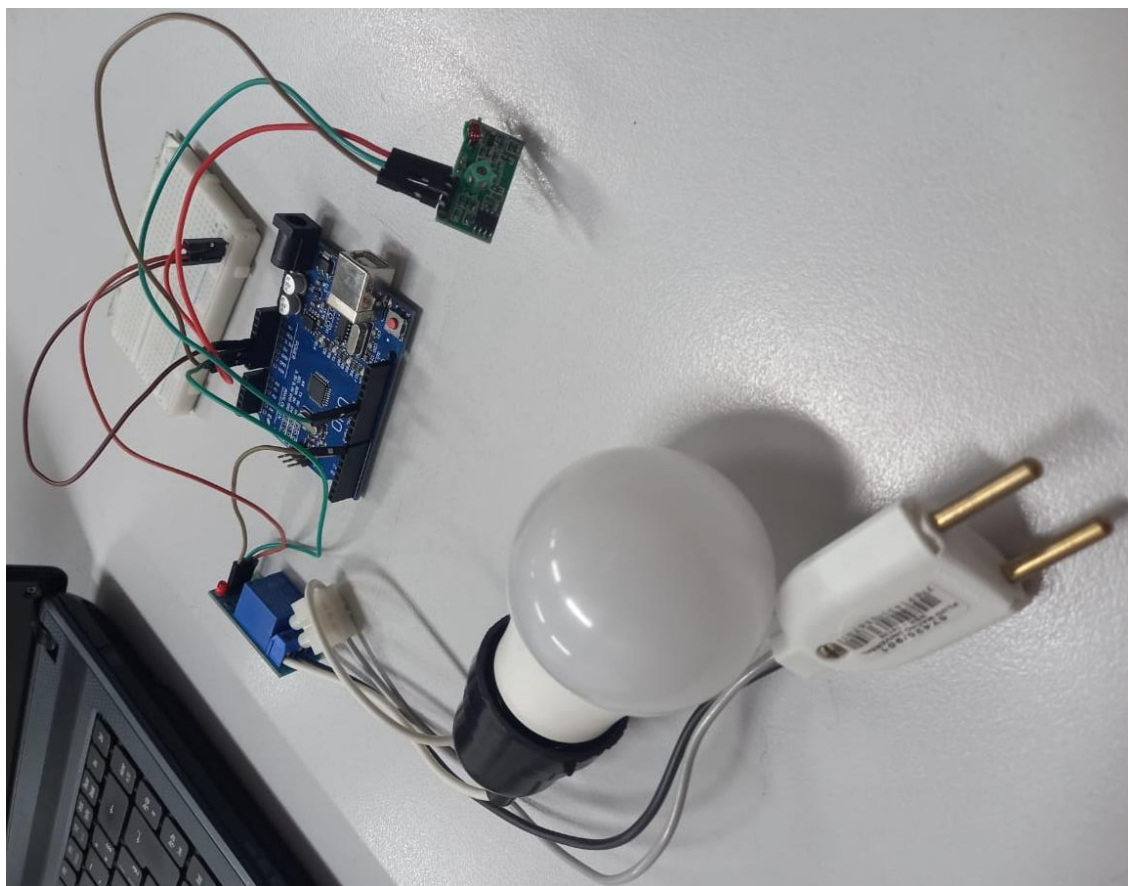


Figura 16. Ligação do módulo relé
Fonte: Autor

3.3. PROGRAMAÇÃO DO MICROCONTROLADOR ARDUINO

Nos tópicos a seguir serão descritos detalhes da programação dos circuitos transmissor e receptor.

3.3.1. Programação Do Circuito Transmissor

A programação do transmissor é feita por meio do programa IDE Arduino, cuja linguagem de programação utilizada nele é a linguagem C++, com pequenas modificações. A IDE pode ser baixado diretamente do site oficial arduino.cc, e a conexão com o computador via cabo USB, permitindo que os comandos definidos no programa sejam devidamente transferidos para a placa.

Para desenvolvimento do código é necessária a utilização de duas bibliotecas: a `RH_ASK.h` e a `SPI.h`.

A `RH_ASK.h` é uma biblioteca para Arduino que permite a comunicação sem fio por meio de módulos de rádio frequência (RF). Essa biblioteca simplifica a tarefa de enviar e receber dados sem fio entre dispositivos Arduino.

Essa biblioteca é baseada na técnica de modulação ASK (Amplitude Shift Keying), que modula a amplitude do sinal de rádio para transmitir dados. Ela suporta uma ampla gama de módulos RF, incluindo módulos RF 433MHz e outros que operam na faixa de frequência de 315MHz, 868MHz, entre outros.

Para transmitir dados, é usado a função `send()`, que permite enviar uma sequência de bytes ou caracteres. A biblioteca cuida da modulação e transmissão dos dados.

Outra utilizada é a `SPI.h` (Serial Peripheral Interface), que é uma biblioteca padrão do Arduino utilizada para a interação entre dispositivos que se comunicam por meio do protocolo SPI, que é uma maneira comum de transferir dados sequenciais em alta velocidade entre um microcontrolador (por exemplo, o Arduino) e dispositivos periféricos, como sensores, módulos de exibição, cartões de memória, entre outros.

A comunicação SPI utiliza quatro linhas principais: MISO, MOSI, SCK e SS. Além disso, em alguns dispositivos, há uma quinta linha, chamada de linha de chip enable (CE).

O protocolo SPI envolve uma comunicação mestre-escravo, onde o microcontrolador (Arduino) age como o mestre e os dispositivos periféricos são os escravos. O mestre controla a transferência de dados enviando pulsos de SCK enquanto envia e recebe dados pelas linhas MOSI e MISO.

A biblioteca `SPI.h` possui funções que permitem configurar e controlar a comunicação SPI entre o Arduino e dispositivos periféricos. Permite, também, configurar a velocidade de transferência (frequência de clock), o modo de operação (CPOL e CPHA), e selecionar o dispositivo periférico com o qual deseja se comunicar usando o pino SS (Seleção de Escravo).

Após a inclusão da biblioteca foi inicializado o objeto driver da classe `RH_ASK` da biblioteca `RadioHead`. Onde foi adicionado o valor 2000, que corresponde a taxa de

bits que define a velocidade de transmissão de dados entre o transmissor e o receptor, ou seja, em cada segundo, podem ser transmitidos 2000 bits de dados. Em seguida, foi definido o pino 12 como receptor e o pino 11 como transmissor.

No void `setup()`, foi configurado o pino do LED embutido, `LED_BUILTIN`, como uma saída e definido seu estado inicial como estado lógico baixo, o que significa que o LED estará desligado. Em seguida, foi adicionada a função `driver.init()`, que está instruindo a biblioteca a realizar as configurações iniciais necessárias para usar o módulo RF 433MHz.

No void `loop()`, foi introduzido um código que está configurado para alternar entre o envio dos comandos "ligar" e "desligar" por meio do módulo RF 433MHz. Os dados são transmitidos e, após a conclusão da transmissão, o `LED_BUILTIN` no Arduino é ligado para indicar que a operação foi realizada com sucesso. E por fim, há um receptor configurado para receber e interpretar esses comandos.

3.3.2. Programação Do Circuito Receptor

No geral, o programa do receptor é projetado para receber dados de um transmissor RF e usar esses dados para controlar, principalmente, o relé e um LED. Ele implementa a lógica de ligar/desligar com base nos comandos recebidos e lida com possíveis falhas na recepção, desativando o relé e o LED se nenhum sinal for recebido por um determinado tempo.

A programação do receptor é feita por meio do programa IDE Arduino e para o desenvolvimento do código também é necessário a utilização das bibliotecas `RH_ASK.h` e `SPI.h`.

A biblioteca `RH_ASK.h` suporta a configuração de endereços de destino e códigos de codificação para garantir que seus dispositivos Arduino se comuniquem uns com os outros e não recebam dados de dispositivos não autorizados.

O código do circuito receptor usa a biblioteca `RH_ASK` para receber dados via um módulo RF 433MHz e controlar um relé, bem como um LED embutido.

Inicialmente a biblioteca RH_ASK é incluída, juntamente com a biblioteca SPI.h, que é necessária para a comunicação. Os pinos 11 e 12 são configurados como transmissor e o receptor, respectivamente. A taxa de bits para a comunicação RF é definida como 2000 bits por segundo (bps).

Na configuração inicial, o LED_BUILTIN é configurado como saída e o pino 7, denominado porta_rele1 é configurado como saída. Este pino é usado para controlar um relé. Em seguida o programa entra no loop principal, onde aguarda a recepção de dados do transmissor RF.

No void loop(), o programa tenta receber os dados do transmissor usando driver.recv(). A função recv() aguarda a recepção de dados e, quando um pacote é recebido com sucesso, é possível ler os dados da mensagem recebida. Caso os dados sejam recebidos com sucesso, eles são armazenados no array data de 8 bits.

Os dados recebidos são interpretados da seguinte maneira: O data[0] é comparado com pairKey para verificar se a chave de par é igual. Caso a chave de par for correspondente, o código verifica o valor do sinal para ligar (onSignal) ou desligar (offSignal). Se o sinal for desligar, o LED_BUILTIN e o relé são desligados. Porém, caso o sinal for ligar, LED_BUILTIN e o relé são ligados.

O tempo da última recepção bem-sucedida é registrado em T_Recebeu. Caso não haja recepção de dados por mais de 2000 milissegundos, o LED e o relé são desligados.

O LED_BUILTIN é usado como indicador visual para mostrar o estado da ação (ligado/desligado). Ele é ligado ou desligado com base nos comandos recebidos.

3.4. PROPOSTA DO PROTÓTIPO

Durante o desenvolvimento do protótipo do transmissor foi necessário pensar de uma forma de anexar o protótipo a criança sem que a mesma conseguisse retirar. Como solução, foi decidido utilizar um colete, que terá uma parte apenas para guardar o circuito. O colete, deve ser fechado na parte das costas da criança, pode impedir que a mesma consiga retirar. Na figura 17 é possível visualizar o colete que será utilizado no

protótipo. O colete utilizado foi apenas para efeito de simulação, para ser adaptado a criança outras questões de segurança devem ser analisadas.



Figura 17. Colete para criança.
Fonte: Autor

O protótipo do circuito receptor foi utilizado uma caixa de proteção com tomada, conforme a figura 18, é um modelo já existente no mercado e melhor se aplica a proposta do protótipo. O circuito receptor é acoplado dentro dessa caixa e pode ser adicionado a parede da residência. As figuras 19, 20, e 21 correspondem ao circuito já acoplado a caixa de proteção.



Figura 18. Caixa de proteção com tomada.
Fonte: Autor

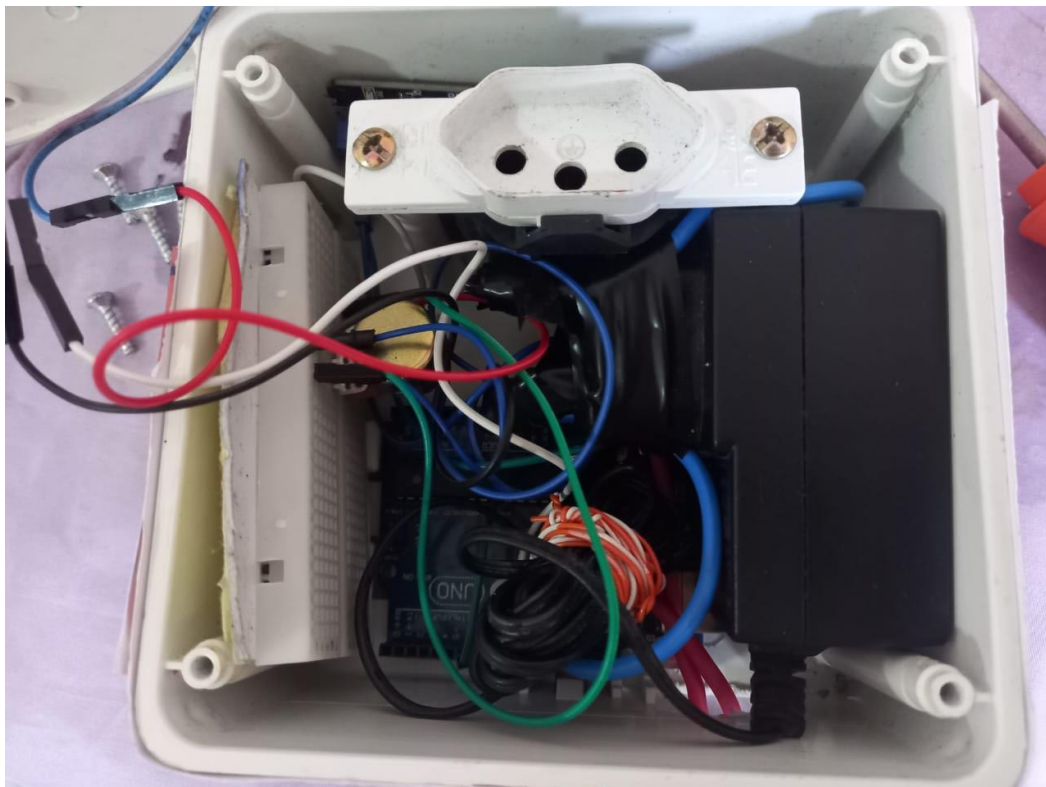


Figura 19. Circuito acoplado a caixa de proteção.
Fonte: Autor

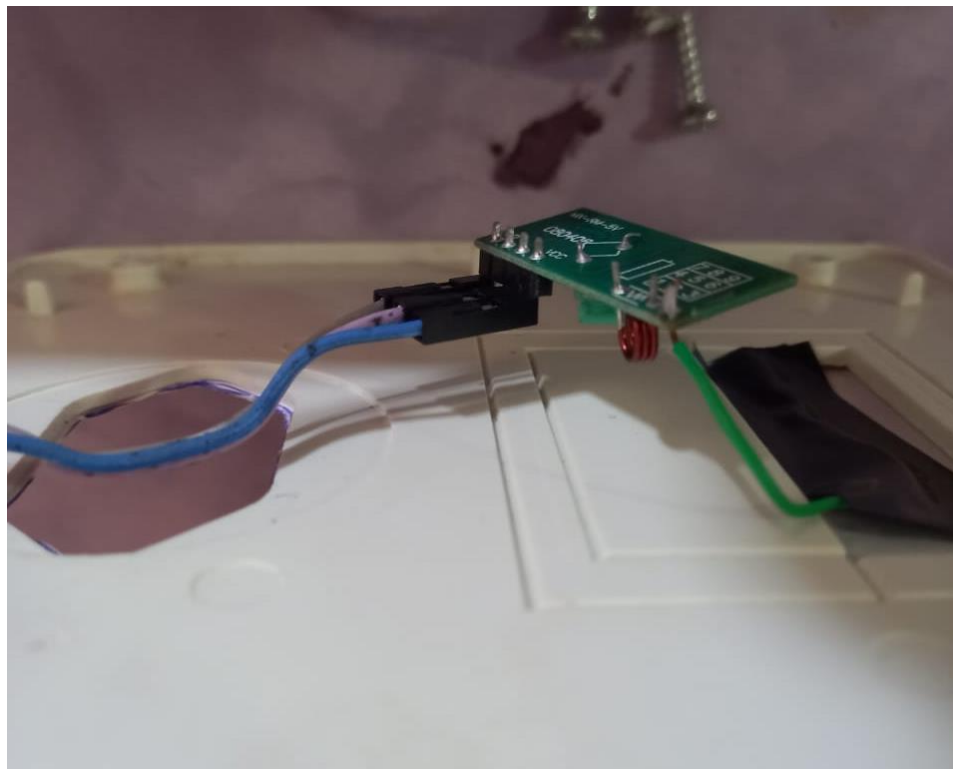


Figura 20. Módulo receptor acoplado a caixa de proteção.
Fonte: Autor

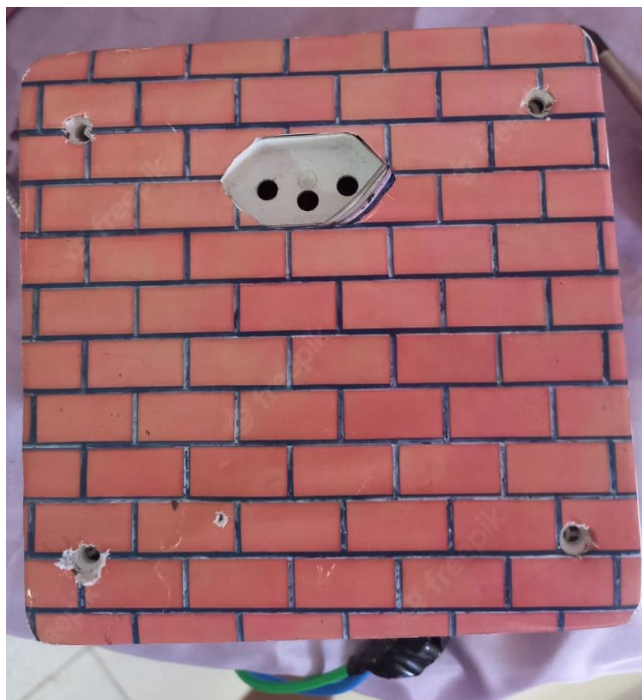


Figura 21. Parte externa da caixa de proteção.
Fonte: Autor

3.5. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO

O sistema de prevenção funciona conforme mostrado na figura 22. O sistema fica ligado enquanto houver energia elétrica dentro da residência. Ele foi ajustado para que o receptor receba o dado caso o transmissor esteja a aproximadamente um metro da tomada que está acoplado o sistema.

O circuito transmissor está acoplado ao colete que vai estar envolto da criança. O circuito receptor está acoplado ao sistema da rede elétrica na parede da residência dentro da caixa de proteção.

Inicialmente, a tomada é alimentada pela rede elétrica, como em toda as residências convencionais. Quando a criança se aproxima do perímetro pré-definido, o transmissor, acoplado a ela, envia o dado e o receptor recebe este dado, assim aciona o relé e cortando a energia elétrica para que não chegue a tomada. Quando a criança sai do perímetro pré-definido o relé retorna ao estado inicial, fazendo com que a energia elétrica consiga chegar até a tomada.

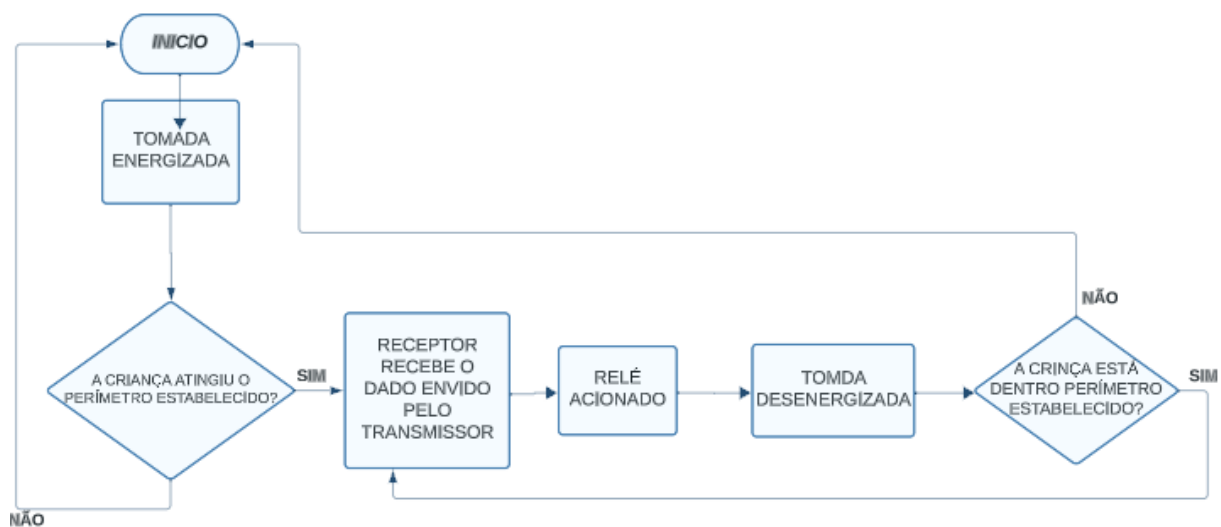


Figura 22. Fluxograma do funcionamento do sistema.

Fonte: Autor

Capítulo 4

4. Resultados e Discussões

O sistema de proteção utiliza Radiofrequência para transferência de dados. Quando a criança está fora do perímetro pré-estabelecido o receptor não capta o dado enviado pelo transmissor. Quando isso acontece a lâmpada, que foi utilizada para visualização do funcionamento do relé, se mantém ligada, para mostrar que a corrente elétrica está chegando até a tomada. Essa descrição pode ser notada na figura 23.

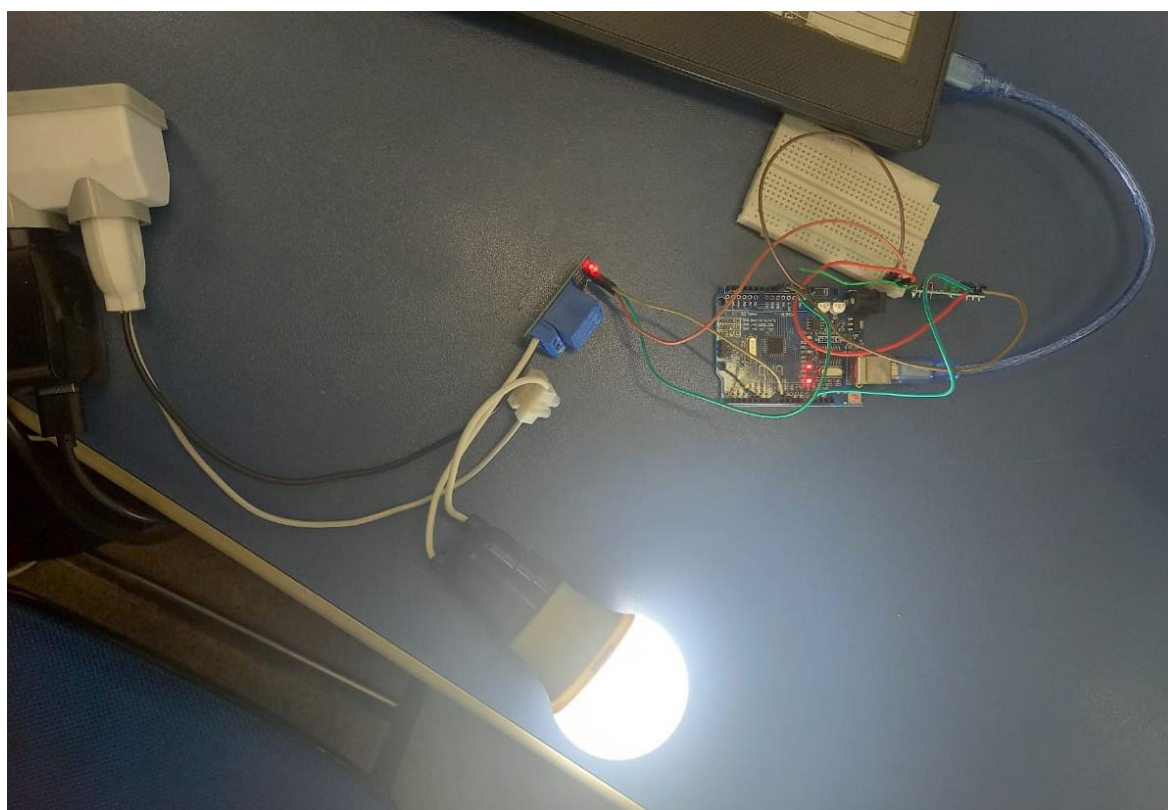


Figura 23. Funcionamento quando o Receptor não capta sinal do transmissor.
Fonte: Autor

Quando a criança entra no perímetro definido, ocorre a transferência do dado até o receptor, ocasionando acionando o relé, com isso pode-se notar que a lâmpada se apaga, simulando que a energia que chega até a tomada foi cortada para a proteção da criança. Conforme visto na figura 24.

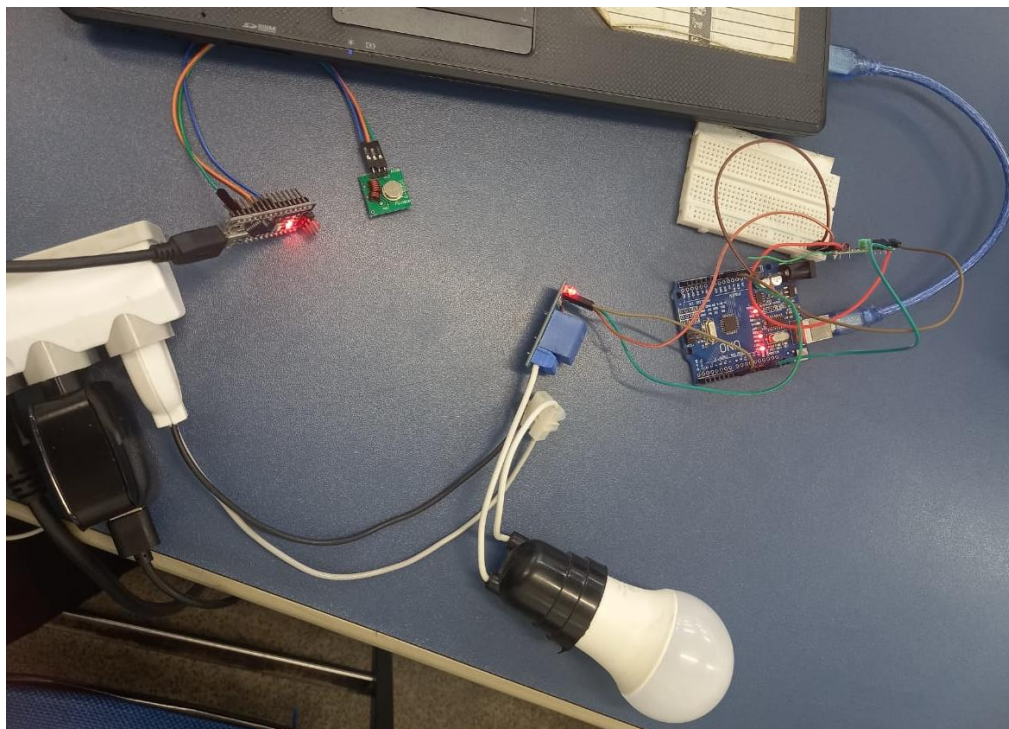


Figura 24. Funcionamento quando o Receptor capta sinal do transmissor.
Fonte: Autor

Quando não é recebido nenhum dado no receptor, o monitor serial mostra a mensagem “Sem Receber Mensagem”, conforme mostrado na figura 25.

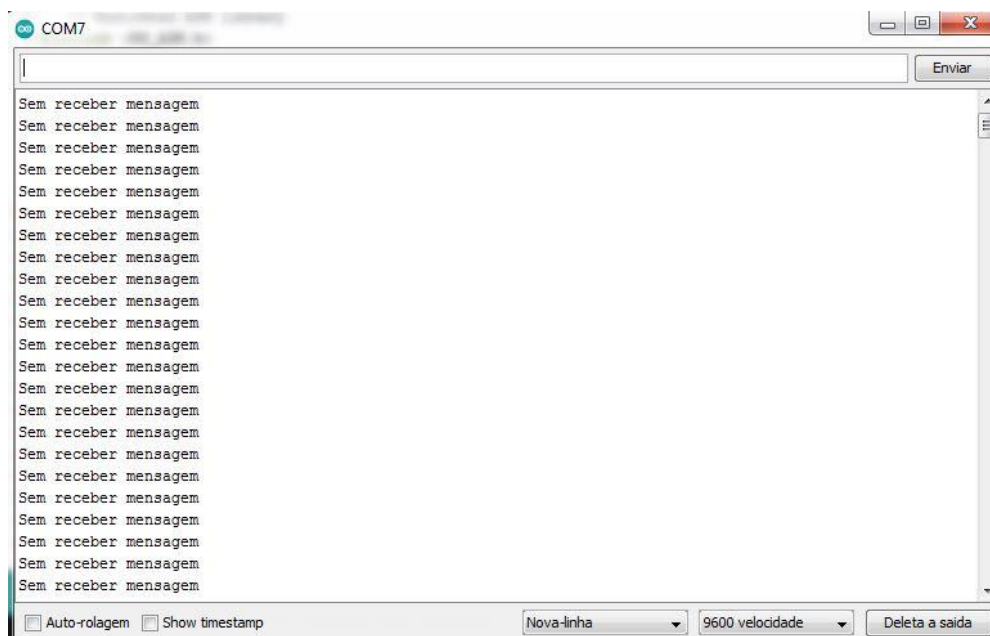


Figura 25. Monitor Serial quando o Receptor não capta sinal do transmissor.
Fonte: Autor

Quando o receptor recebe o dado do transmissor, o monitor serial mostra conforme a figura 26. Comprovando que o receptor está recebendo a mensagem vindo do transmissor.

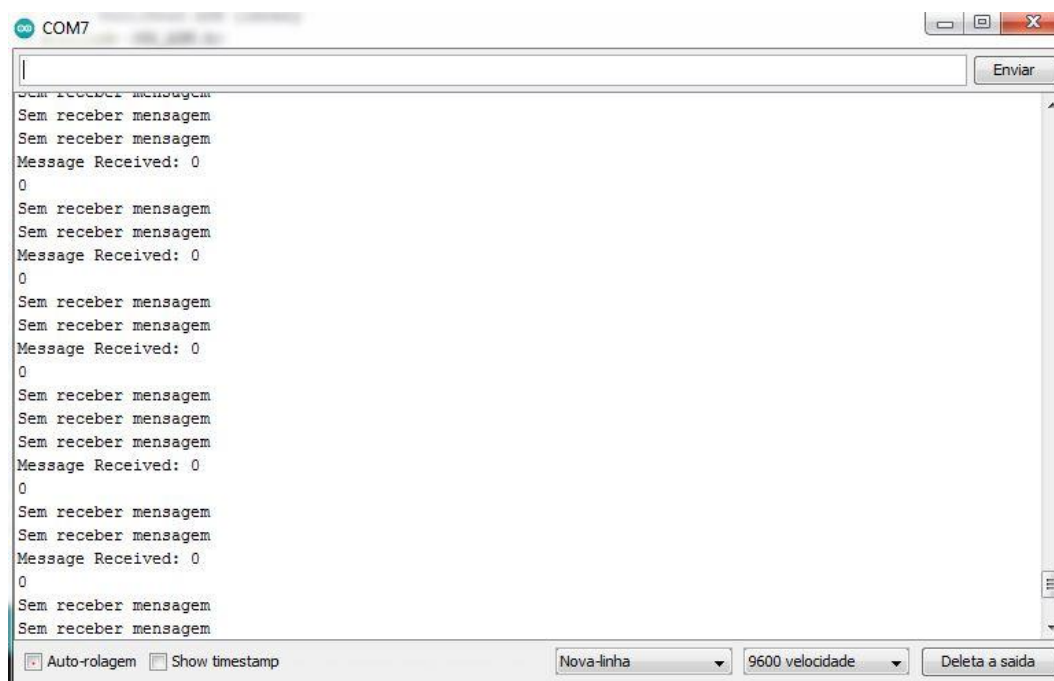


Figura 26. Monitor Serial quando o Receptor capta sinal do transmissor.

Fonte: Autor

O sistema respondeu ao que foi proposto, conforme foi visto nas figuras e , que comprovaram o funcionamento dele , visto que a energia elétrica da tomada foi cortada quando a criança se aproximou da mesma.

4.1. CUSTO DO PROJETO

Os custos de cada componente utilizado e o custo total do sistema, tanto do circuito transmissor quanto do receptor, são mostrados na tabela 4.

Tabela 4: Custo do sistema de proteção.

Materiais utilizados	Quantidade	Custo
ARDUINO UNO	1	250,00
ARDUINO NANO	1	230,00

MODULO RF 433 MHz (RECEPTOR + TRANSMISSOR)	1	17,00
MÓDULO RELÉ 1 CANAL	1	14,00
CAIXA DE PROTEÇÃO	1	30,00
BATERIA RECARREGÁVEL 9V	1	50,00
PLUG DE BATERIA	1	4,00
Total (R\$)		595,00

Fonte: Autor

Como, no mercado, não é possível encontrar um sistema de proteção automatizado, não há outro sistema ao qual é possível comparar. Avaliando o custo e benefício do sistema, o valor total gasto na implementação do projeto é viável em relação a importância da sua aplicação.

Capítulo 5

5. Conclusão

O presente trabalho validou a possibilidade de desenvolvimento de um sistema de prevenção infantil de acidentes elétricos em tomadas residenciais utilizando três componentes básicos: microcontrolador, módulo RF 433 MHz e um relé

O projeto apresentou uma solução diferentes das expostas pelo mercado, que até o momento apenas uma de forma automatizada, as demais apenas medidas de proteção contra choque por meio de protetor de tomada de material que não conduz eletricidade.

Sobre os testes realizados, foi possível obter as informações e verificar sua funcionalidade por meio da lâmpada, por onde foi possível notar o funcionamento do relé.

Evidentemente o protótipo não está pronto para o mercado. É necessário considerar aprimoramentos na aplicação das variáveis de hardware para se ter um cenário mais realista e seguro. Contudo, o desenvolvimento em um protótipo inicial proporcionou validar a funcionalidades de uso no dia a dia. Pode-se considerar que o dispositivo é adequado para um cenário residencial. O único custo que foi em hardware se mostrou irrisório quanto aos benefícios, podendo diminuir mais ainda ao ser produzido em larga escala, o que torna mais atrativo comercialmente. A facilidade e simplicidade deixou o sistema muito intuitivo e fácil de ser operado pelo usuário final.

5.1. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, poderá ser adicionado mais relés ao sistema com objetivo de aumentar as quantidades de tomadas que irão aderir ao sistema.

Para maior segurança, quanto ao vestuário busca-se futuramente estudos do impacto causado pelo contato prolongado com componentes eletrônicos utilizados,

afim de evitar riscos à saúde da criança, bem como buscar uma forma de vedar o circuito, com a finalidade de proteger o corpo da criança em caso de queda.

Outra parte a ser abordada é o aprimoramento quanto a alimentação do sistema do circuito transmissor, a fim de reduzir custos e proporcionar um maior tempo de funcionamento.

Por fim, o sistema em si tem como objetivo a proteção da criança sem a necessidade de um adulto por perto, mas seria interessante implementar uma forma de avisar ao responsável que a criança está exposta a esse perigo, mesmo que não tenha a necessidade dele em intervir.

REFERÊNCIAS

ABRACOPEL, **Com crianças a atenção deve ser redobrada**. Disponível em <<https://abracopel.org/blog/com-criancas-a-atencao-deve-ser-redobrada/>> Acesso em 25 Ago. 2023.

ALCANTARA, D.S. **Segurança em eletricidade**. 2005. Disponível em: <<https://pdfcoffee.com/riscos-da-eletricidadeeng-daniel-soares-de-alcantara-pdf-free.html>>. Acesso em: 20 Ago. 2023.

AMARAL, J.J.F.; PAIXÃO, A.C. **Prevenção de Acidentes na Criança e Adolescente**. Disponível em: <<https://aericeira.net/wp-content/uploads/2020/03/T5-PrevencaoAcidentesCrianca.pdf>>. Acesso em 20 Ago. 2023.

BESSA, G. **NR-10 Choque Estático e Choque Dinâmico**. 2017. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/nr10-choque-est%C3%A1tico-e-din%C3%A2mico-giovanni-bessa>>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

BORTOLUZZI, H. **Choque Elétrico - Barrashoppingsul**. 2009. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Engenharia Nuclear, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26753/000748254.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

BRASIL. Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos (MMFDH). **Prevenção aos acidentes domésticos & guia rápido de primeiros socorros**. [Brasília]: MMFDH, [2020]. Disponível em <https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2020-2/abril/ministerio-publica-guia-de-prevencao-a-acidentes-domesticos-e-primeiros-socorros/SNDCA_PREVENCAO_ACIDENTES_A402.pdf> Acesso em 25 Ago. 2023.

CARVALHO FILHO, A. M. **Segurança Em Eletricidade Na Atividade Técnica Do Corpo De Bombeiros Militar Do Estado De Santa Catarina**. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Diretoria de Ensino – de, Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <http://biblioteca.cbm.sc.gov.br/biblioteca/index.php/component/docman/doc_details/86-avelino-menezes-de-carvalho-filho->. Acesso em: 23 jun. 2023.

COTRIM, A. A. M. B. **Manual de Instalações Elétricas**. McGraw-Hill, 1985. 434 p.

COTRIM, A. A. M. B. **Instalações elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. LTC, 2007. 452 p

CRIANÇA SEGURA BRASIL. **Relatório Institucional 2020**. Disponível em <<https://criancasegura.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Relatorio-Crianca-Segura-2020.pdf>> Acesso em 25 Ago. 2023.

DUTRA. **Oficina da Robótica - O que é Arduino Uno?**, 24 abr. 2023. Disponível em <<https://oficinadarobotica.com.br/o-que-e-arduino-uno/>>. Acesso em: 10 ago. 2023.

GERBER, R. **Medicina Vibracional: Uma medicina para futuro**. Volume 1, ed. Cultrix, Câmara Brasileira do Livro – SP, 2007.

GIMENEZ, S. P. **Microcontroladores 8051**. 1.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002, 253p.

LIMA, V. **Prevenção e controle de riscos: Riscos de acidentes e prevenção com fontes de energia**. São Paulo: Senac, 2009. 11 p.

LOPES, A. C. **Diagnóstico e Tratamento**. Volume 3, ed. Manole Ltda, Barueri – SP, 2007. – SBCM Sociedade Brasileira de Clínica Medica.

MAITRA, A. **Early history of wireless communications**. 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283153440_EARLY_HISTORY_OF_WIRELESS_COMMUNICATIONS> Acesso em 25 Ago. 2023.

MARK, J. W.; ZHUANG, W. **Wireless communications and networking**. Prentice-Hall, 2003.

MATTOS, U. A. O.; MÁSCULO, F. S. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier/Brasil, 2011.

MOTA, Allan. **Módulo relé – Acionando cargas com Arduino**. 21 nov. 2017. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-rele-com-arduino/>. Acesso em: 01 set. 2019.

MOTTA, E. C. **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. CEFET-RS. Pelotas, 2008. 221 p.

OMEGA. **Diferentes tipos de relés (mecânicos, SSR, internos ou externos)**. 2015. Disponível em: <http://br.omega.com/artigos-tecnicos/diferentes-tipos-de-reles-mecanicos-ssr-internos-ou-externos.html>. Acesso em 25 Ago. 2023.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Choque Elétrico**. Genebra: OMS, 2008.

PORTUGAL, A. **O que é o Arduino UNO?**. 14 abr. 2017. Disponível em: <https://www.arduinoportugal.pt/o-que-e-o-arduino/>. Acesso em 25 Ago. 2023.

RAPPAPORT ,T. S., **Wireless Communications: Principles and Practice**. Prentice Hall, 2ª Ed., 2002.

SENAI. **Nr 10: Segurança Em Instalações E Serviço Em Eletricidade**. São Paulo: SENAI-SP, 2015. 136 p.

TELES, E. **Arduino: O que é? Para que serve? Quais as possibilidades?**. 22 set. 2016. Disponível em: <https://medium.com/nossa-coletividade/arduino-o-que-%C3%A9-para-que-serve-quais-as-possibilidades-efbd59d33491/>. Acesso em: 31/ ago. 2019.

TORRES, Carlos Magno. et.al. **Física: Ciência e Tecnologia - Volume 3**. 2 ed..São Paulo: Moderna, 2010.

VALLE, C.M., **Comunicação por radiofrequência para controladores lógicos programáveis (CLP)**. PUC RJ, 2013.

VIANA, M. J. **Proteção contra choques elétricos em canteiros de obras**. São Paulo: Fundacentro, 2018.

VIEIRA, S. I. **Manual de Saúde e Segurança do Trabalho: segurança, higiene e medicina do trabalho**. Vol. 3. São Paulo: LTr, 2005.

WANDERKOLK, A. **Curso Completo de Eletricidade Básica**. Volume 1, ed. Maxim Behar, Ministério da Marinha - RJ, 2002.

WEISMAN, C. J. **The essential guide to rf and wireless**. 2ª ed. 2003.