

CENTRO PAULA SOUZA
Etec PHILADELPHO GOUVÊA NETTO
Técnico em Eletrotécnica

Alex Maicon Silva Augusto
Bruno Rowdder
Juliano Alves Canola
Maria Eduarda Gomes de Castro
Welinton Gabriel Rodrigues

PARTIDA DE MOTOR POR CONTROLE

São José do rio Preto
2023

Alex Maicon Silva Augusto
Bruno Rowdder
Juliano Alves Canola
Maria Eduarda Gomes de Castro
Welinton Gabriel Rodrigues

PARTIDA DE MOTOR POR CONTROLE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico Eletrotécnica da Etec Philadelpho Gouvêa Netto, orientado pelo professor Mario Kenji Tamura, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Eletrotécnica.

São José do Rio Preto
2023

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Paula Souza e a instituição Etec Philadelpho Gouvêa Netto por nos proporcionar excelentes mentores durante esse um ano e meio de curso, em que sempre visam nos instruir da melhor maneira possível. Queremos também agradecer nossa família por nos apoiar e incentivar, para que assim pudéssemos concluir este projeto. Não podemos deixar de falar da importância e informações compartilhadas com os professores Marcos Pietro, Humberto Rodrigues e Fernando Brasilino.

“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim.”

Nikola Tesla

RESUMO

A escolha desse tema pelo grupo foi devido ao aprimoramento na questão de acionamento à distância. Pensando nisso, qualquer empresa pode investir nessa área devido à sua fácil instalação e sua viabilidade por ser um produto de baixo custo. Este trabalho tem como finalidade facilitar o acionamento de um motor por controle em uma distância de aproximadamente 100 metros (do controle até o transmissor). Sem perder o acionamento físico pelo painel, possibilitando também o acesso manual.

Na parte do comando possui três relés, na qual é um equipamento eletrônico que permite a abertura e fechamento de um circuito elétrico. Ele deverá ter corrente contínua (CC ou DC), que quando presente em um circuito não altera seu sentido de circulação. Este componente possui a função de ligar as contadoras, na qual não será necessário ter uma corrente muito alta, pois quem faz a parte de força são os relés auxiliares. Os contatos que permanecem ativados, são os da própria contadora, também conhecido como selo (que é o contato aberto NA em paralelo com que liga a contadora, no caso o botão pulsador). Fazendo com que o botão de trava não seja necessário para ligar o circuito.

Palavras-chave: Acionamento. Aprimoramento. Baixo custo. Fácil instalação.

ABSTRACT

The choice of this theme by the group was due to the improvement in the issue of remote activation. With that in mind, any company can invest in this area due to its easy installation and viability as a low-cost product. This work aims to facilitate the activation of a motor by control at a distance of approximately 100 meters (from the control to the transmitter). Without losing the physical drive through the panel, also allowing manual access.

In the command part, it has three relays, which is an electronic device that allows the opening and closing of an electrical circuit. It must have direct current (CC or DC), which when present in a circuit does not change its direction of circulation. This component has the function of turning on the contactors, in which it will not be necessary to have a very high current, since those who make the power part are the auxiliary relays. The contacts that remain activated are those of the contactor itself, also known as seal (which is the NO open contact in parallel with which the contactor is connected, in this case the pushbutton). Making the lock button not necessary to turn on the circuit.

Keywords: Drive. Enhancement. Low-cost. Easy installation.

LISTA DE FIGURAS

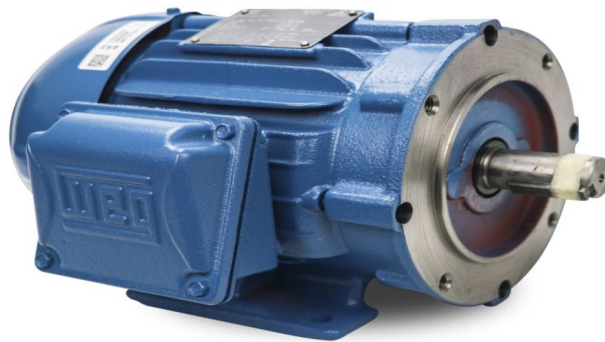
- Figura 1- Motor Elétrico Trifásico WEG, 1 CV, 220/380 V, 6P, blindado.
- Figura 2- Motor elétrico de corrente alternada: Monofásico.
- Figura 3- Motor elétrico de corrente alternada: Síncrono.
- Figura 4- Motor elétrico de corrente alternada: Assíncrono.
- Figura 5- Motor elétrico de corrente contínua (CC).
- Figura 6- Motor elétrico, principais tipos e como funciona.
- Figura 7- Esquema elétrico do transmissor (HT12E).
- Figura 8- Esquema elétrico do receptor (HT12D).
- Figura 9- Comando de força, partida direta com reversão de rotação.
- Figura 10 e 11 - Circuito do comando no FluidSIM (Parte 1 e 2).
- Figura 12- Sistema de acionamento dos contatores de força com os relés auxiliares.
- Figura 13, 14 e 15- Protótipo (Parte 1, 2 e 3).
- Figura 16- Fórmula do divisor de tensão.
- Figura 17- Cálculo do divisor de tensão.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	7
2. A Qualidade dos dispositivos de intertravamento para a segurança em máquinas.....	18
3. Objetivo Geral.....	19
4. Desenvolvimento.....	20
5. Lista dos Componentes.....	22
6. Diagrama do comando elétrico.....	28
7. Imagens do protótipo.....	32
8. Conclusão.....	38
9. Referências bibliográficas.....	39

INTRODUÇÃO

Figura 1: Motor Elétrico Trifásico WEG, 1 CV, 220/380 V, 6P, blindado.



Fonte: <https://www.viewtech.ind.br/motor-eletrico-trifasico-1cv-weg-220-380v-6p-blindado>.

O motor é um componente imprescindível para as máquinas, veículos e equipamentos, são os responsáveis por converter formas de energia em energia mecânica. Existem diferentes tipos e é um equipamento que evoluiu muito conforme o avanço da tecnologia.

Com a chegada definitiva dos motores nas indústrias, eles têm se tornado essenciais e cada vez mais importantes. A necessidade de utilizar um modelo de mobilidade de zero emissões, em que não prejudique o meio ambiente, fez com que os fabricantes recorrem à tecnologia dos motores elétricos. Para a sua criação foram necessários quase três séculos de aprimoramento, entre os primeiros estudos, pesquisas e invenções até seu surgimento em 1886, atribuído ao cientista alemão Werner.

Verifica-se que o assunto motor é bem amplo e permanece em constante evolução, com os motores elétricos cada vez mais utilizados devido ao seu baixo nível de danos à natureza, eles passaram a possuir grande influência nos mercados brasileiros e ganharam grande visibilidade e a atenção da população.

Existem diversos tipos de motores elétricos no mercado, no entanto, podemos classificá-los em três grupos principais: motor de corrente alternada (CA), motor de corrente contínua (CC) e motores universais (CA e CC)

Motor de corrente alternada

Um campo magnético é produzido por bobinas percorridas por correntes elétricas alternadas. Ou seja, há um rotor constituído por um ímã ou bobina que é alimentado pela corrente elétrica. Dessa forma, funciona a partir da variação cíclica da corrente elétrica em função da intensidade e direção. A corrente alternada (CA) ocorre por meio da condução de elétrons que oscilam em volta de um ponto fixo, a uma frequência de 60Hz.

Tipos de motores de corrente alternada: Monofásico

Os motores elétricos monofásicos são os de uso mais comuns em aplicações comerciais. Eles utilizam dois condutores de entrada de energia elétrica, que podem receber tensões de 127 a 220 volts. No entanto, esse modelo possui algumas particularidades.

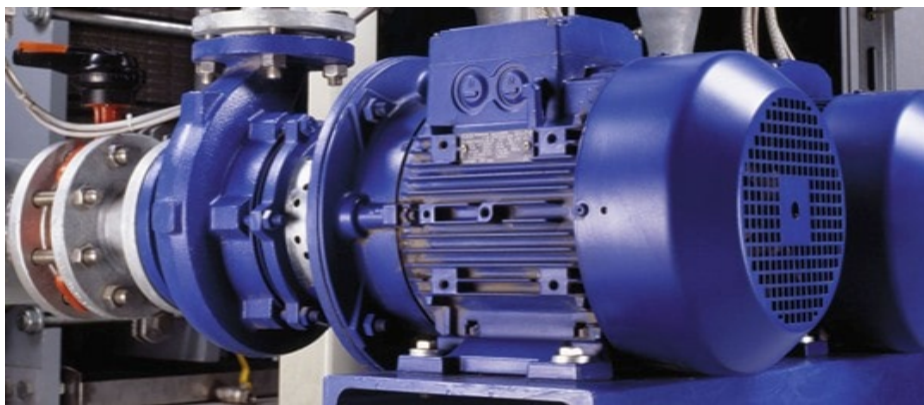
“Se um corpo, objeto, ou um rotor de motor, estiver parado, ele vai continuar parado até que uma força de resistência que o mantém parado, atue sobre ele e altere esse estado de inércia. Se um corpo, objeto, ou um rotor de motor, estiver em movimento, ele só vai parar quando uma força contrária, maior do que a força que mantém em movimento, frear esse deslocamento.”

O que de fato ocorre nos motores monofásicos, é que a força gerada que mantém o rotor em estado de inércia, é equivalente a força gerada pelo campo magnético nas bobinas do estator, que recebe a alimentação da rede de energia externa.

A característica principal desse motor é o baixo torque e alto RPM. Seu uso se dá principalmente para fins residenciais, como:

Ventiladores, liquidificadores, furadeiras, frigoríficos, etc.

Figura 2: Motor elétrico de corrente alternada: Monofásico.



Fonte: <https://www.abecom.com.br/tipos-de-motor-eletrico>

Trifásico

Os motores trifásicos têm aplicações industriais. Contém 4 condutores de entrada de energia, que recebem tensões entre 220/380 e 380/660 volts. Esse propulsor contém 3 conjuntos de bobinas. A força eletromagnética resultante é muito maior que o modelo citado acima, portanto seu estator consegue vencer o estado de inércia do rotor sem um auxílio extra.

A característica principal desse motor é um torque mais alto com RPM mais baixo. Sua aplicação é principalmente para fins industriais, como:
Bombas, elevadores, compressores, etc.

Síncrono

São utilizados para transformar energia elétrica em mecânica, e ao contrário também, energia mecânica em elétrica, por isso são motores de uso bastante comum em hidrelétricas e parques eólicos. O motor elétrico síncrono é aquele que tem a velocidade do campo girante do estator idêntica a velocidade de giro do rotor. Nesse caso, a energia elétrica está atuando nas duas partes do propulsor, em corrente alternada das bobinas estáticas e em corrente contínua no rotor, com o auxílio do enrolamento amortecedor (conhecido como gaiola de esquilo) que ajuda no movimento inicial do motor. Todo esse processo, em um dado momento, casa às frequências eletromagnéticas de ambos os componentes. Assim, cria a sincronia de movimento entre os dois campos girantes.

Figura 3: Motor elétrico de corrente alternada: Síncrono.



Fonte: <https://www.abecom.com.br/tipos-de-motor-eletrico>

Esse propulsor trabalha em uma velocidade constante e não possui tanto torque, ideal para:

Esteiras que não necessitam de força de tração, escadas rolantes, etc.

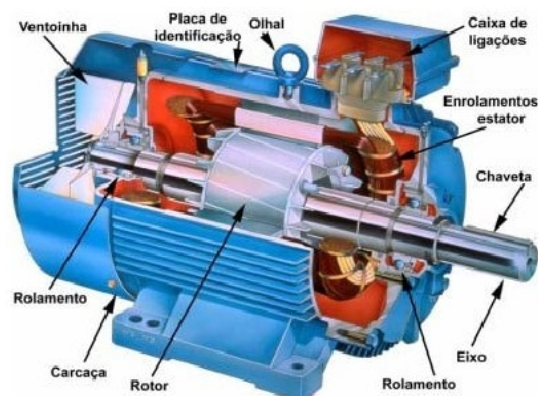
Motores síncronos de polo saliente

indicado para rotações muito lentas, com um número elevado de pólos, geralmente usados em geradores de energia.

Assíncrono

O movimento do rotor é dado a partir da indução eletromagnética. Há uma diferença de velocidade entre o campo girante do estator e o rotor. Os físicos chamam de escorregamento. O rotor gira em uma velocidade mais baixa que o campo girante do estator.

Figura 4: Motor elétrico de corrente alternada: Assíncrono.



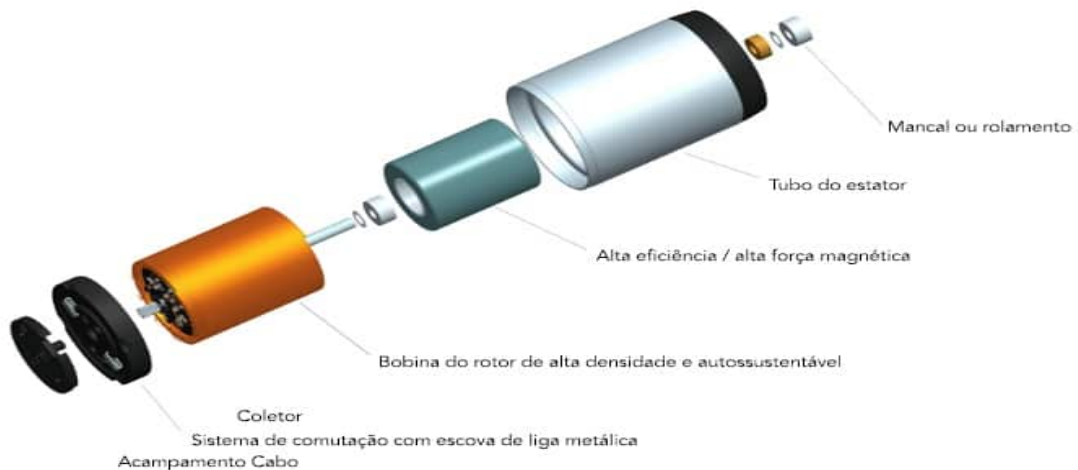
Fonte: <https://www.abecom.com.br/tipos-de-motor-eletrico/>

Para aplicações que exigem grande esforço inicial e a necessidade de regulação de velocidade, como:

Esteira de transporte de objetos pesados, guindastes, guinchos, etc.

Motor de corrente contínua (CC)

Figura 5: Motor elétrico de corrente contínua (CC).



Fonte: <https://www.abecom.com.br/tipos-de-motor-eletrico/>

A construção desses motores foi pensada para receber energia de uma fonte polarizada, ou seja, de um sistema onde a energia fornecida percorre um caminho entre entrada e saída. Essa corrente elétrica externa alimenta o rotor do motor pelo polo de entrada que conduz a eletricidade da fonte a um componente que chamamos de comutador, que por sua vez está conectado a uma armadura. A armadura é o componente do rotor que percorre a área do campo magnético gerado pelo estator e se conecta a outro comutador que está ligado ao polo de saída. Como sabemos, um condutor elétrico energizado gera um campo magnético. Esse campo vai interagir com o fluxo magnético criado pelo estator, criando o torque e movimentando o rotor a partir dessa interação entre as energias de atração e repulsão dos pólos magnéticos.

Série: ligação de rotor e estator em série.

Paralelo: rotor e estator ligados em paralelo.

Composto: misto, contendo ambas as características dos motores citados acima.

Excitação independente: alimentação do rotor e do estator por duas fontes externas distintas.

Esse modelo de motor é mais completo e consegue entregar diversas características de forma simultânea como bom torque tanto na saída quanto em movimento, aceleração, desaceleração e inversão de sentido.

De acordo com suas variações, pode ser aplicado em:

Trens elétricos, elevadores, prensas, bombas a pistão, etc.

Motor de passo

Esse modelo consiste em vários ímãs que tem como finalidade girar um rotor por etapas, passo a passo.

Um por exemplo seria em esteiras dos caixas de supermercado. É dado um comando, o motor movimenta e para, e assim sucessivamente conforme demanda.

Motores compound

É comum motores que trabalham com carga diminuírem sua velocidade quando adicionado peso a ele, ou disparar quando o peso for eliminado. O sistema compound evita que isso ocorra. Sendo assim, muito utilizado em indústrias ferroviárias.

Motor universal (CA e CC)

É possível combinar os diferentes tipos de características em um projeto para se ter diferentes finalidades no movimento mecânico:

- Mais torque e menos rotação;
- Mais rotação e menos torque;
- Controle de velocidade;

É importante ficar atento a quantidade de polos que o motor tem, pois isso influencia na quantidade de RPM. Logo, quanto maior o número de polos, menor serão as rotações por minuto, e ao contrário também é válido.

Por exemplo:

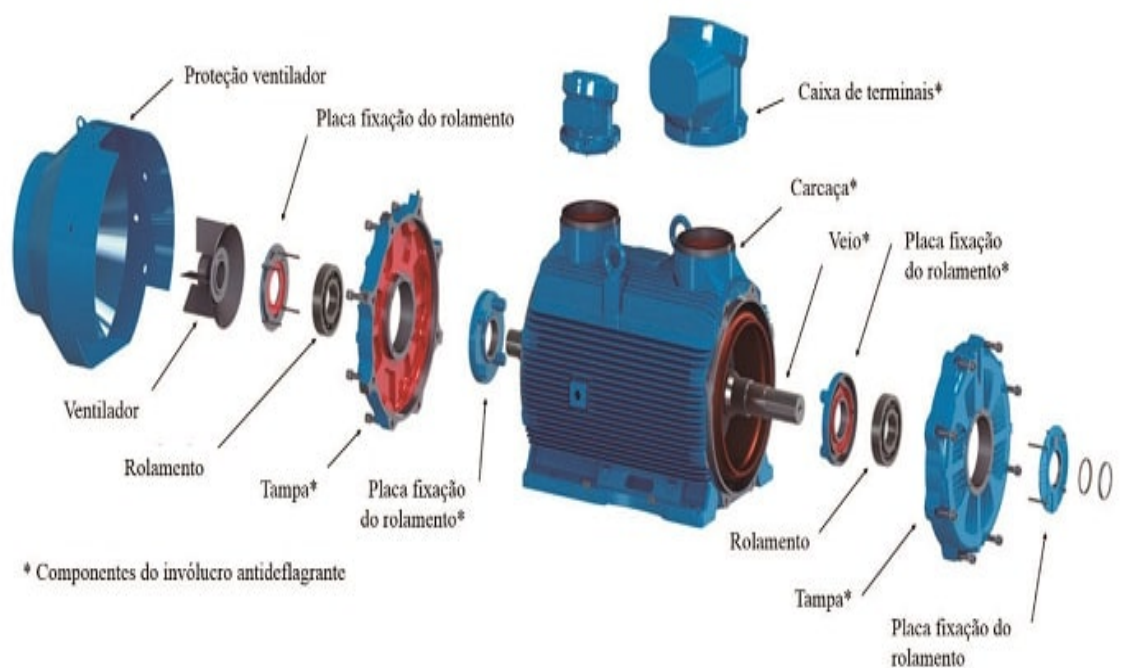
2 pólos = 3.600 rpm;

4 pólos = 1.800 rpm;

6 pólos = 1.200 rpm;

Principais componentes de um motor elétrico

Figura 6: Motor elétrico, principais tipos e como funciona.



Fonte: <https://www.abecom.com.br/tipos-de-motor-eletrico/>

O motor elétrico é dividido basicamente em três partes: a carcaça, o estator e o rotor.

Carcaça

A carcaça é a parte responsável por proteger as peças internas das ações do ambiente externo. Ela também faz a função de dissipar o calor que é gerado pelo trabalho do motor, direcionando por estrias na sua superfície o vento que é captado pela ventoinha.

Estator

O estator, como o próprio nome sugere, é a parte estática do motor. Ele tem a função de fornecer o fluxo magnético que vai interagir com as partes girantes do propulsor.

Esse fluxo magnético é proveniente de ímãs, ou induzido por bobinas de cobre acopladas ao estator, com malhas ferromagnéticas. (Ele é fixo na carcaça).

Rotor

Rotor é a parte que gira do motor. Sofre influência de todo processo eletromagnético e transforma em movimento mecânico.

Possui formas diferentes, de acordo com o tipo de propulsor no qual está instalado. Basicamente existem em dois modelos que tem por finalidades gerar mais ou menos velocidade e torque.

Conhecemos como rotor de polo saliente e rotor de polo liso ou bobinado. Geralmente o primeiro deles se aplica a motores onde é necessária uma velocidade mais baixa de rotação, onde o número de pólos é mais alto e a influência da força centrífuga é diminuída.

O rotor de polo liso ou bobinado cabe a aplicações onde o número de pólos é menor, resultando em uma velocidade mais alta de rotação.

Essa peça comumente tem um nível muito baixo de resistência o que se faz necessário o uso de gaiolas como nos motores de indução, apenas com efeito de diminuir os regimes desequilibrados ou transitórios.

Núcleo do Induzido

Essa é a parte do rotor onde sofre a maior influência do campo magnético gerado dentro do motor. Sua composição é feita com materiais que não sofrem tanto com o efeito de histerese e são altamente resistivos.

Enrolamento do induzido

Da mesma forma que no estator temos os enrolamentos de materiais condutores com intuito de geração magnética, temos isso acontecendo no induzido também. Ele será responsável pela interação entre a parte girante e estática.

As cavas por pólo e fase podem variar de quantidade de acordo com a finalidade que se deseja obter com o movimento do motor.

Rolamento do motor elétrico

Os rolamentos são parte primordial de um rotor. Essa peça garante uma rotação suave e silenciosa.

Os motores elétricos devem funcionar da maneira mais fluida possível, sem qualquer indício de fricção, raspagem ou desnível na parte girante.

Além de garantir um perfeito funcionamento dentro dos parâmetros citados acima, os rolamentos do motor também são a parte que sustenta o rotor à estrutura estática pelo mancal.

Existem diversos tipos de rolamentos, e conhecer o ambiente onde seu motor está inserido e qual tipo de trabalho ele desempenha é essencial para a escolha do rolamento certo.

Suas variações vão desde composição dos materiais que usam em sua fabricação, até espessura das bolas e seu posicionamento dentro do rolamento.

Anéis e escovas

Esses componentes fazem parte do sistema que liga as armaduras do rotor com a energia elétrica. Principais elementos de máquina que acoplam no eixo dos motores elétricos.

Difícilmente você verá um motor elétrico sem algum elemento de máquina acoplado nele, sobretudo em transmissões mecânicas.

O motor é a fonte que gera o torque e a rotação para um eixo. Entretanto, para transmitir o movimento ao sistema da máquina é necessário um elemento de conexão.

Dentre os principais elementos de máquina para transmissão mecânica do movimento do eixo do motor para o sistema, temos:

- Acoplamento;
- Engrenagem;
- Rodas dentadas;
- Buchas;
- Polia;
- Mancais;
- Redutores;

O índice de Proteção (IP)

Este índice possui uma variação de IP-00 até IP-68 que identifica o grau de proteção do equipamento em relação a água e grão, sendo que o índice “standart” é o IP-65.

A Norma Brasileira NBR 6146 define os graus de proteção através das letras IP seguida de dois numerais característicos, com os seguintes significados:

Primeiro Numeral Característico: indica o grau de proteção contra contatos acidentais de pessoas e a penetração prejudicial de corpos sólidos.

Segundo Numeral Característico: indica o grau de proteção contra a penetração prejudicial de água.

Fonte:

<https://www.condufibra.com.br/conheca-mais-sobre-os-indices-de-protecao-para-cftv/>

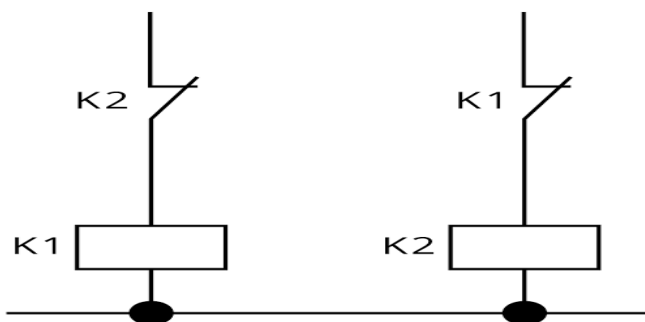
A Qualidade dos dispositivos de intertravamento para a segurança em máquinas

Um dispositivo de intertravamento pode ser dispositivo mecânico, elétrico ou de outro tipo, cujo propósito é prevenir a execução das funções perigosas da máquina sob condições específicas (geralmente enquanto uma proteção estiver aberta). Os intertravamentos mais usuais são os comandos elétricos ou interfaces de segurança, responsáveis por realizar o monitoramento, que verificam a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema e impedem a ocorrência de falha que provoque a perda da função de segurança, como relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e controlador lógico programável. A proteção com intertravamento é aquela associada a um dispositivo de intertravamento que, em conjunto com o sistema de comando da máquina, realiza as seguintes funções: impede a máquina de executar as suas funções perigosas cobertas pela proteção, até que a proteção esteja fechada; se a proteção for aberta, durante a operação das funções perigosas da máquina, executa o comando de parada; e quando a proteção for fechada, a execução das funções perigosas da máquina cobertas pela proteção podem ser executadas (o fechamento da proteção não inicia por si só a operação de tais funções).

O intertravamento tem o objetivo de impedir o funcionamento da máquina, sob condições específicas. Por exemplo, uma chave instalada no circuito elétrico com a

finalidade de cortar a alimentação e impedir que a ação de uma pessoa seja praticada. Dessa forma, as proteções fixas devem ser mantidas em sua posição de modo permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas (ex: proteção com grade fixada por parafusos), ao contrário das proteções móveis, que podem ser abertas sem o uso de ferramentas. É importante entender os princípios para o projeto e a seleção - independentemente da natureza da fonte de energia - de dispositivos de intertravamento associados às proteções.

<https://revistaadnormas.com.br/2021/04/13/a-qualidade-dos-dispositivos-de-intertravamento-para-a-seguranca-em-maquinas#:~:text=O%20intertravamento%20tem%20o%20objetivo,de%20uma%20pessoa%20seja%20praticada.>



<https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/1/58/6/7>

Objetivo Geral

O propósito deste projeto é contribuir para a instalação de um sistema de acionamento por controle voltado para motores, visando a melhoria e eficiência para aqueles que adquirirem o produto. Visamos que o cliente desfrute de um bom equipamento e tenha um bom sistema de acionamento para que não haja erros em sua utilização.

Sendo previsto neste circuito duas fontes distintas para o sistema, uma com 12V para os componentes eletrônicos, como o circuito de transmissor, receptor e relés auxiliar. E a outra fonte será de 5V para os módulos RF 433 MHz. Em caso que o cliente possua apenas uma fonte de 12V é necessário utilizar um divisor de tensão. A rede local está sendo prevista 220V ou 127V. Que essa faixa é para o comum dos relés e das bobinas dos contatores. (Lembrando que deve-se alterar os componentes para bobina correspondente).

DESENVOLVIMENTO

É de conhecimento geral que o motor elétrico é um dispositivo usado para converter a energia da rede elétrica em energia mecânica. Ele opera por meio dos princípios fundamentais do eletromagnetismo, que determina que os campos magnéticos são criados por cargas elétricas em movimento e os campos magnéticos com polaridades iguais se repelem. O surgimento do motor elétrico deu-se em 1886 pelo cientista Werner Siemens, no entanto, existiram muitos fatores que influenciaram sua criação, tais como a obra do cientista William Gilbert que

descrevia a força da atração magnética publicada em 1600. A construção da primeira máquina eletrostática construída em 1663 por Otto Guericke e aperfeiçoada por Martin Planta no ano de 1774. O professor Aloiso Galvani criou o termo “eletricidade animal” em 1786. Alessandro Volta descobriu que entre dois metais diferentes, quando imersos em um líquido condutor, surgia uma tensão elétrica. Em 1799 ele desenvolveu uma fonte de energia que chamou de “coluna de Volta”. Que fornecia corrente elétrica.

O físico dinamarquês Hans Christian Oersted, em 1820, notou que a agulha magnética de uma bússola era desviada de sua posição norte-sul quando passava perto de um condutor na qual circulava corrente elétrica, sendo um dos passos

fundamentais para o desenvolvimento do motor elétrico. André-Marie Ampère, construiu o primeiro eletroímã, dispositivo essencial para a invenção de certos aparelhos. Depois, o inglês Michael Faraday descobriu, em 1831, a indução eletromagnética.

Em 1832 o cientista S. Dal Negro construiu a primeira máquina de corrente alternada. No ano seguinte, o inglês W. Ritchie inventou o comutador, construindo um pequeno motor elétrico em que o núcleo de ferro enrolado girava em torno de um ímã permanente. Para dar uma rotação completa, a polaridade do eletroímã era alternada a cada meia volta, através do comutador. O professor alemão Moritz Hermann von Jacobi, em 1838, desenvolveu um motor elétrico e aplicou-o a uma lancha. Em 1856 o eletrotécnico Werner Siemens relatou o sucesso obtido na construção de um gerador de corrente magnética, com induzido T duplo, no entanto, esse aparelho não podia gerar energia suficiente para alimentar indústrias e equipamentos domésticos, os ímãs permanentes eram de ação restrita. Somente dez anos depois Siemens construiu um gerador sem ímã permanente.

Com a evolução do motor elétrico muitos avanços foram realizados, tais como a sua implementação em indústrias e em dispositivos presentes em nossa rotina, por exemplo, em geladeiras, máquinas de lavar roupa, secadoras, entre outros.

Em indústrias, é possível notar sua presença em equipamentos como compressores, elevadores, misturadores, transportadores, bombas, e todo tipo de maquinário.

Até mesmo no transporte nota-se os motores elétricos em bicicletas elétricas, veículos automotivos, barcos, entre outros.

Lista de componentes:

1) Materiais do Transmissor:

1-Circuito Integrado HT12E

1- Módulo Tx

1- Resistor de 1M Ohms

4- Resistor de 10 K Ohms

4 - Botões de Pressão (pulsador)

1 - Fonte ou bateria de 12V

1 - Capacitor de 100nF (104)

Valor: R\$40,00

2) Materiais do Receptor:

1- Circuito Integrado HT12D

1- Módulo RX

1- Resistor de 51K Ohms

4- Leds

4 - Resistores 220 Ohms

1 - Fonte ou bateria de 12V

1- Capacitor de 100nF (104)

3- Relés

3- transistors NPN (BC546)

Valor: 113,00

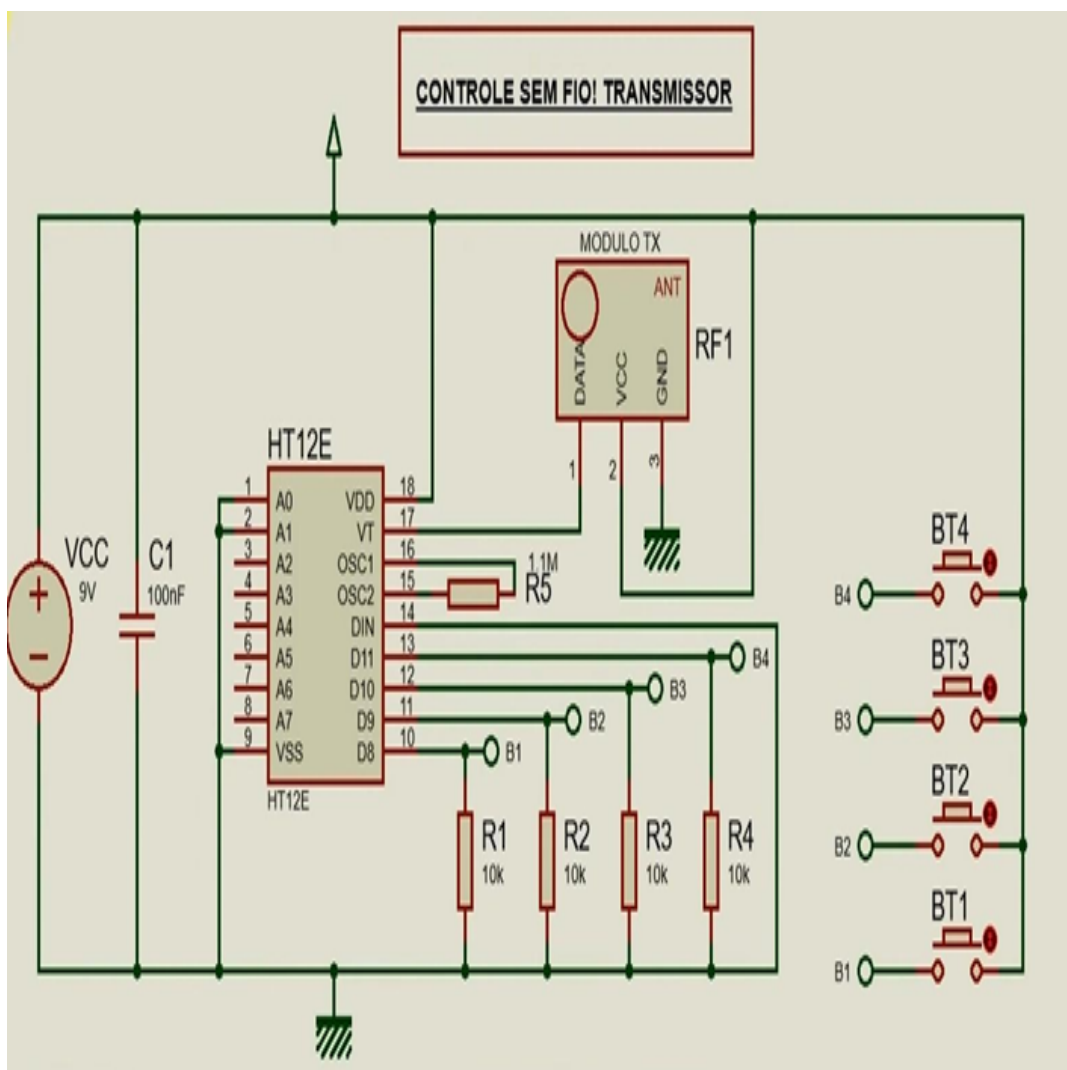
3) Materiais do comando de Força

- 1- Disjuntor motor
- 1- Relé Térmico
- 2- Contator de força
- 3- Contator Auxiliar
- 3- Leds
- 1- Motor

Valor: 1330,00

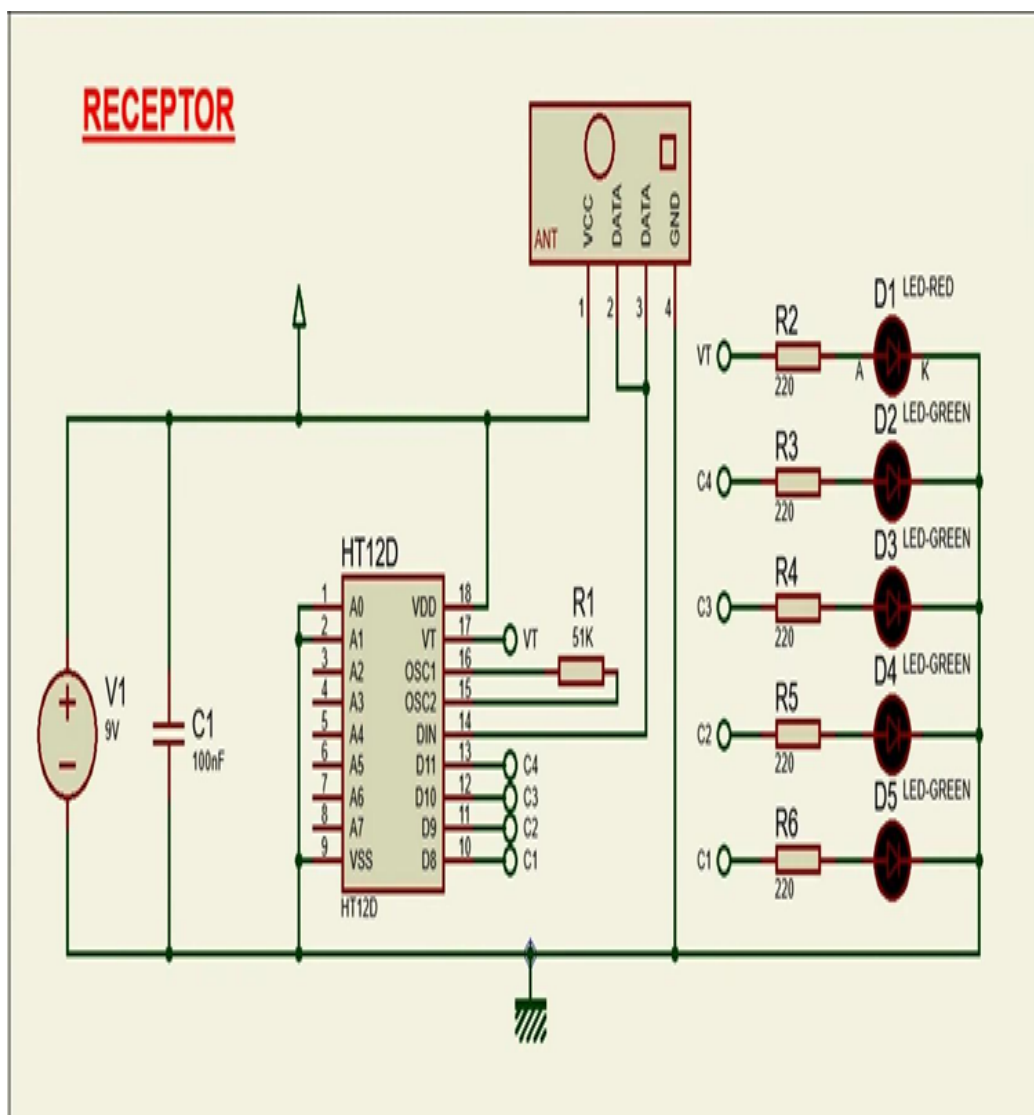
Totalizando um investimento de R\$1483,00 sem contar a mão de obra. Valores sujeitos a modificação pela data de instalação e a inflação do mercado. Caso o cliente já possua o comando de força, será necessário apenas o transmissor e receptor. Que dessa forma fica com um valor mais aceitável.

Figura 7: Esquema elétrico do transmissor (HT12E).



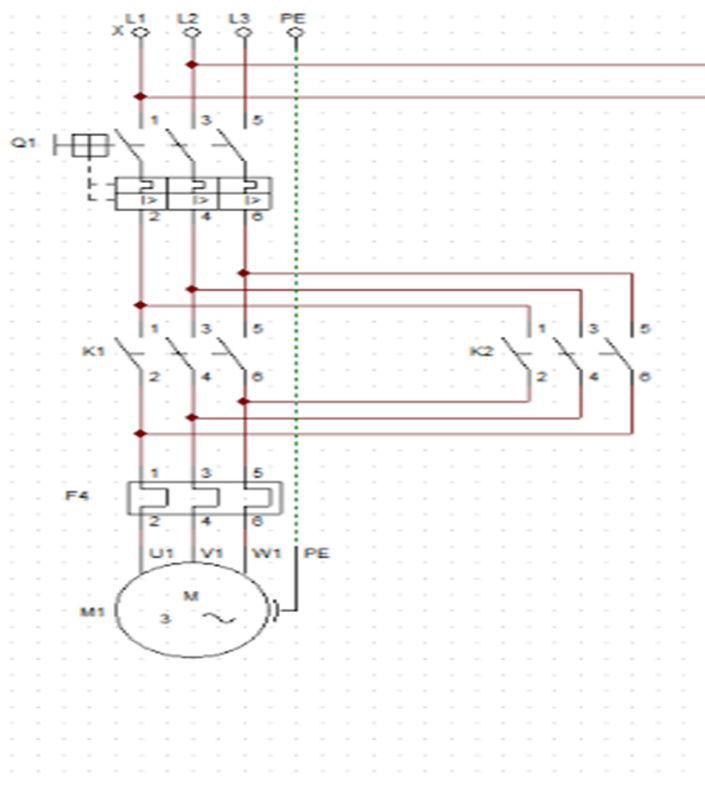
Fonte: Próprio autor.

Figura 8: Esquema elétrico do receptor (HT12D).



Fonte: Próprio autor.

Figura 9: Comando de força, partida direta com reversão de rotação.



Fonte: Próprio autor.

No diagrama de força da primeira partida, as três fases R, S e T estão ligadas aos contadores K1 e K2, onde é realizada a inversão de posição de duas fases no contador K2. Em seguida saem os cabos que são interligados ao motor.

Na imagem abaixo é possível observar o diagrama de partida direta com reversão.

Para atender a essa condição, utilizaremos apenas três botoeiras: para desligar usaremos uma B0, e para ligar usaremos uma B1 no sentido horário além de uma

B2 no anti-horário. Também são usados contatos de intertravamento na linha de comando de cada contator, de maneira a impedir a energização.

Vantagens

Os benefícios da partida de motor com reversão são muitos, dentre eles podemos citar:

- Facilidade de comando e execução do motor
- Componentes de acionamento de baixo custo
- Partida no motor com carga, desde que seja respeitado o seu torque e fator de serviço
- Simples funcionamento e baixa manutenção
- Alto torque na ponta do eixo, ou seja, potência máxima
- Possibilidade de executar a inversão de rotação do motor quando necessário de forma rápida e segura

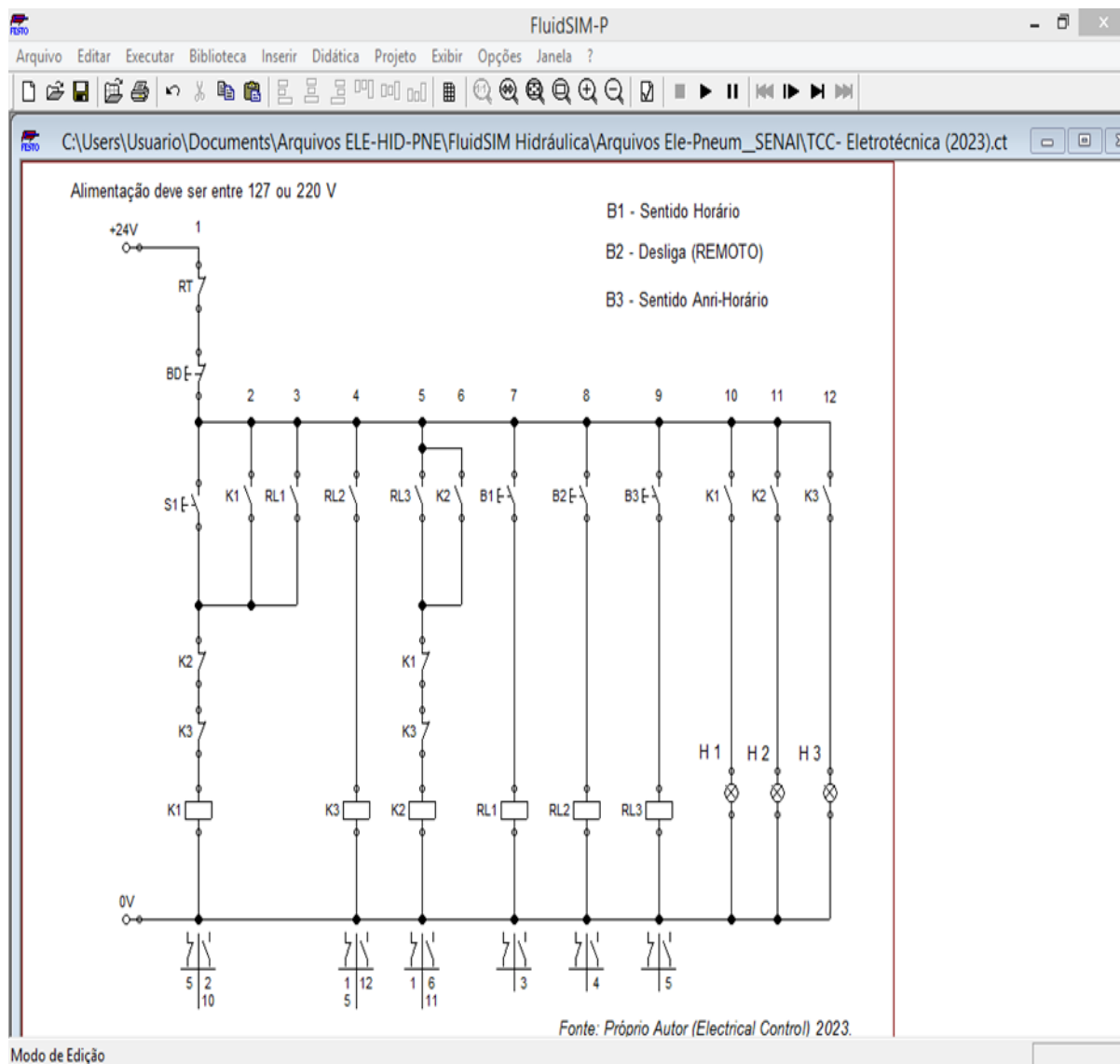
Desvantagens

Apesar de possuir muitas vantagens, a partida direta com reversão possui alguns malefícios, como:

- Alta corrente de partida no momento do acionamento podendo ser de 5 a 9 vezes da corrente nominal
- Existem limitações quanto à potência dos motores nos quais serão realizadas às partidas diretas
- Dispositivos de acionamento mais robustos
- Em motores com alta carga e alta potência, é orientado que a reversão de um sentido para o outro tenha um intervalo, visando diminuir o “coice” da inversão do motor

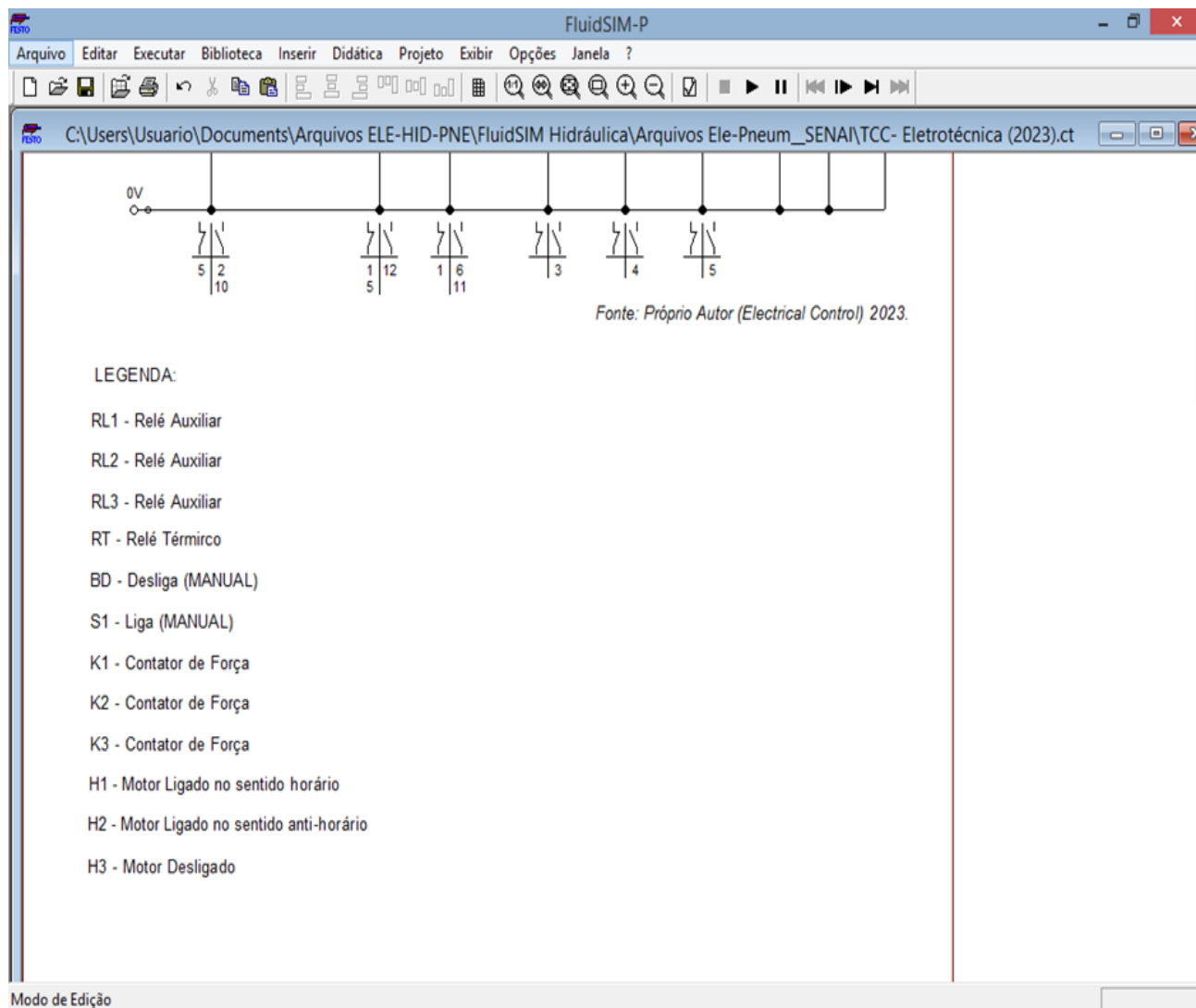
<https://www.mundodaeletrica.com.br/partida-direta-com-reversao-diagramas-aplicacoes/>

Figura 10: Circuito do comando no FluidSIM (Parte 1).



Fonte: Próprio autor.

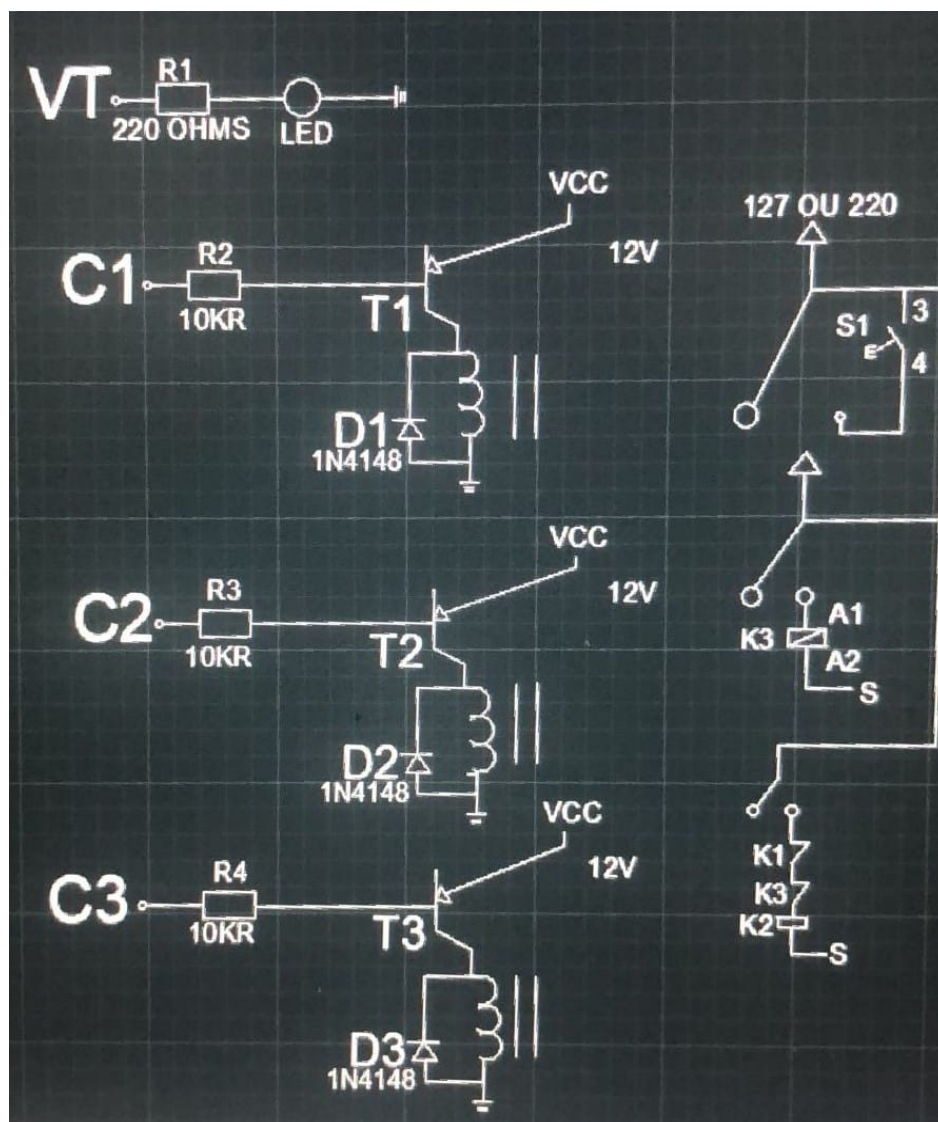
Figura 11: Circuito do comando no FluidSIM (Parte 2).



Fonte: Próprio autor.

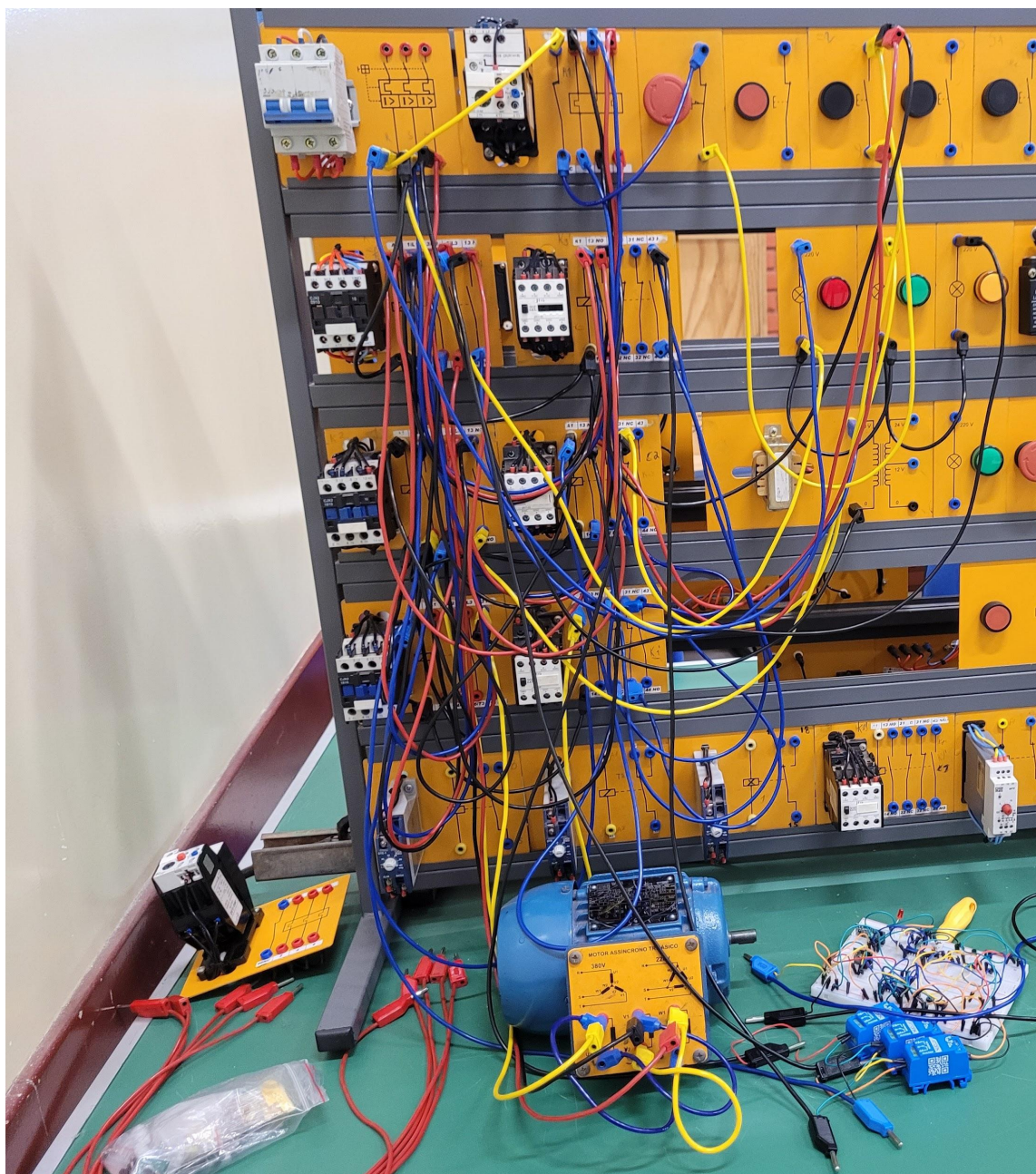
Para o funcionamento do protótipo tem que energizar o circuito do transmissor e receptor em 12 V, e o módulo RX e TX deve ser 5 V, para seu funcionamento adequado. Após ligar, os botões do transmissor (HT12E) têm a função de enviar sinal para o receptor (HT12D), que decodifica e manda para a base do transistor. Quando energizado, alimenta o relé auxiliar que faz o selo apenas para ligar o contator. Lembre-se, porém quem faz o chaveamento são os contadores de força e não os relés auxiliares. A função do primeiro contator de força e o segundo é chavear o motor no sentido horário de rotação, e anti-horário, respectivamente. E por fim o último contator é um auxiliar que faz o desligamento remoto acontecer. Devido às imagens acima no FluidSIM é fácil o entendimento, por causa da legenda com as simbologias de cada componente.

Figura 12: Sistema de acionamento das contadores de força com os relés auxiliares.



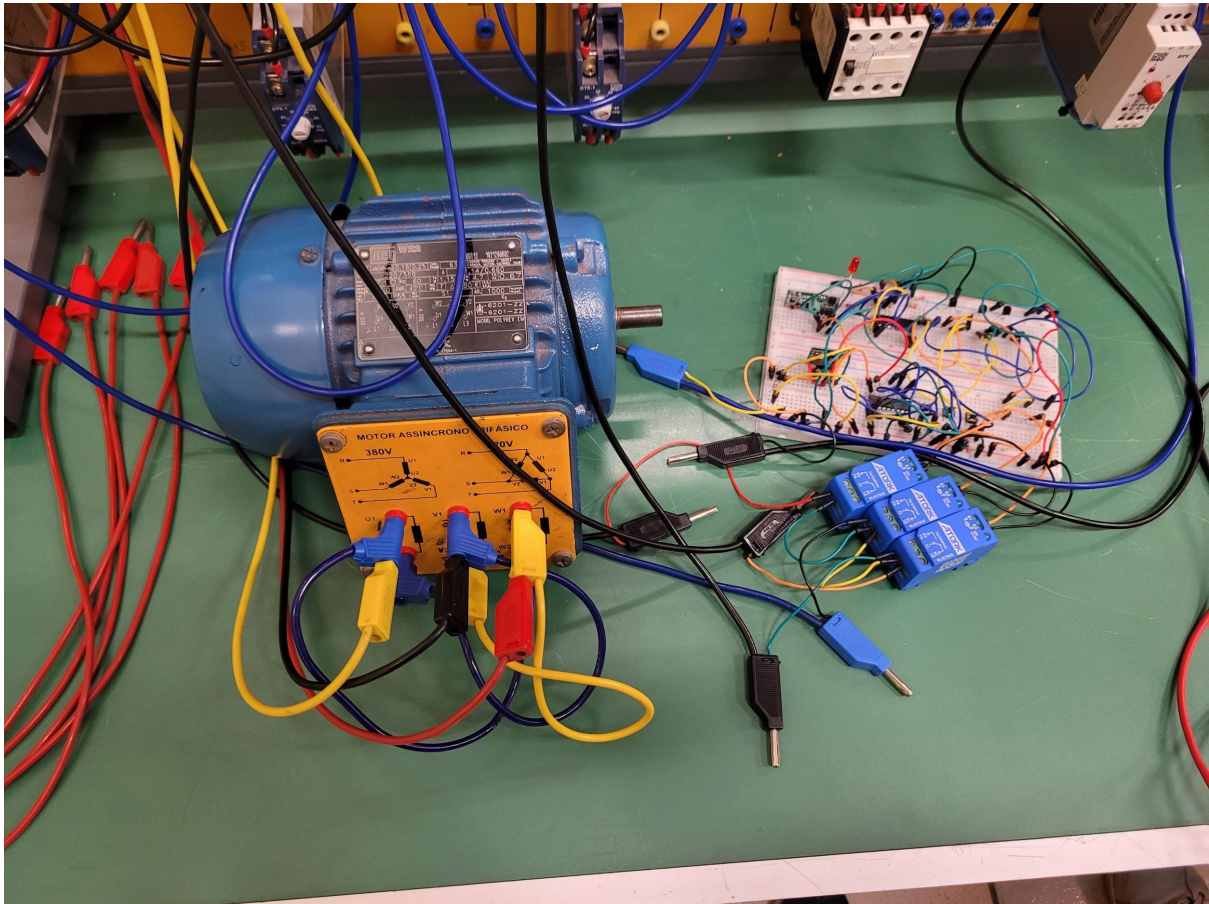
Fonte: Próprio autor.

Figura 13: Protótipo (Parte 1)



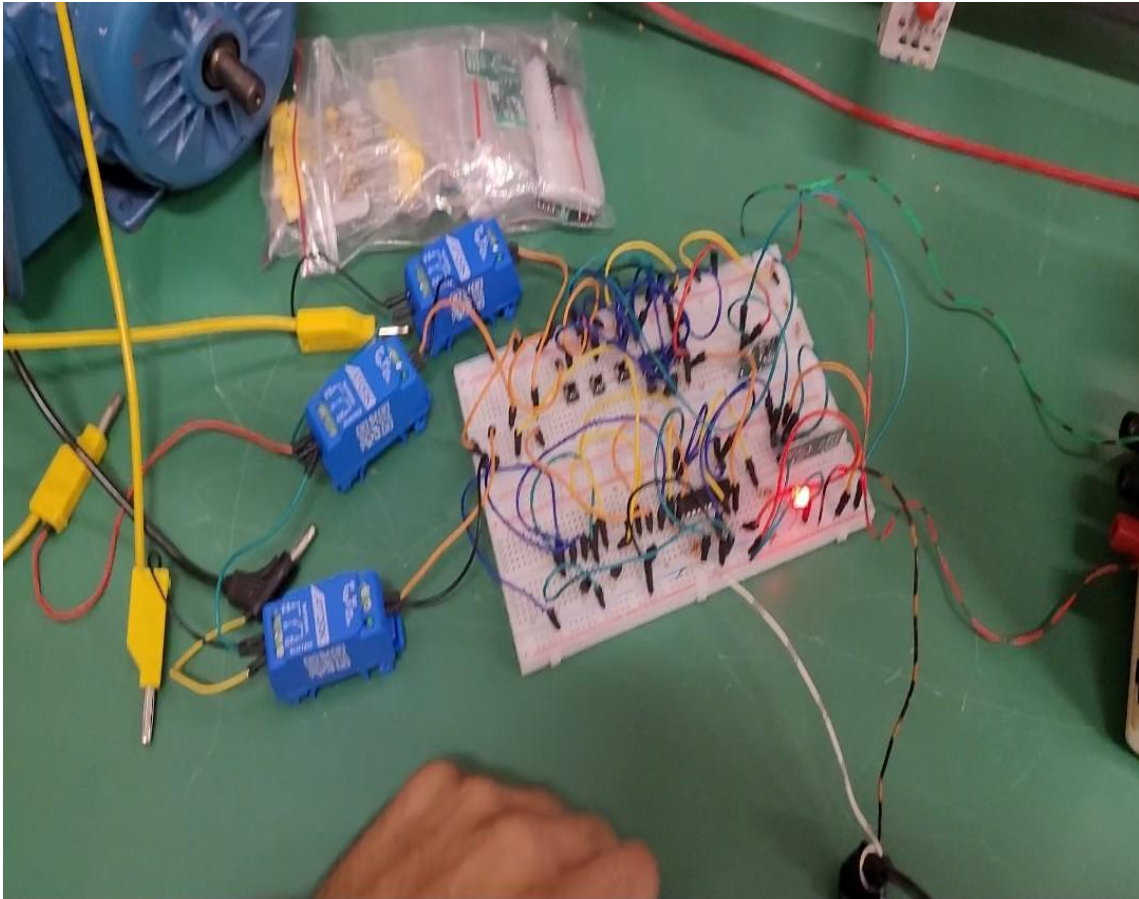
Fonte: Próprio autor.

Figura 14: Protótipo (Parte 2)



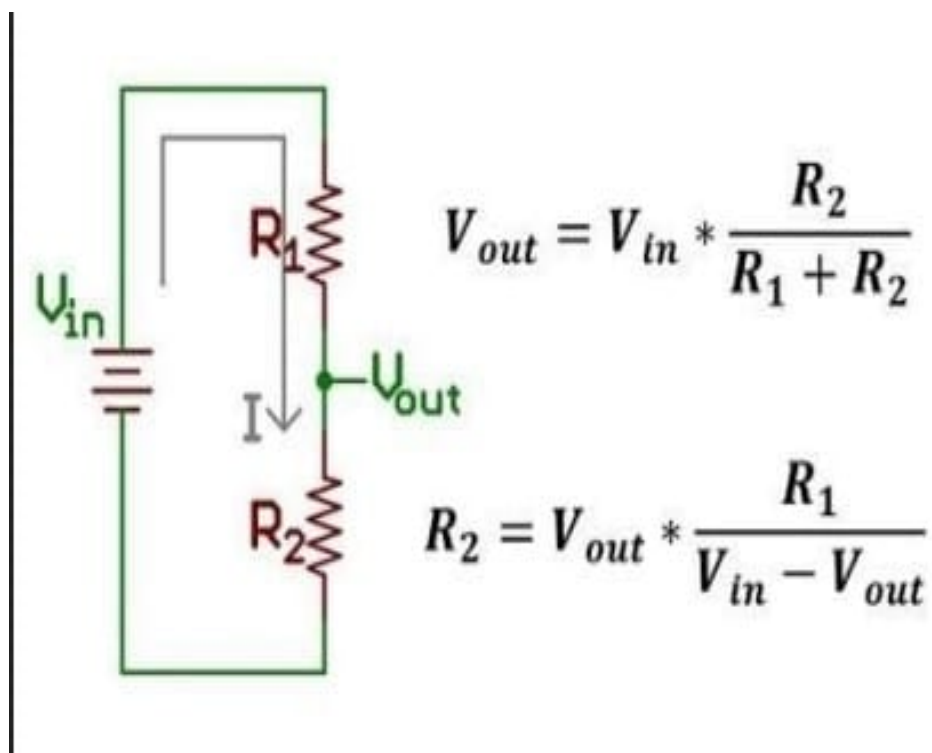
Fonte: Próprio autor.

Figura 15: Protótipo (Parte 3)



Fonte: Próprio autor.

Figura 16: Fórmula do divisor de tensão.



Fonte: <https://youtu.be/d178Sz8W0Ak?si=Ei57WleEzLbJlen>

O que é o divisor de tensão?

Resistores em série possuem a mesma corrente I fluindo por eles. Uma vez que seja respeitada a lei de Kirchhoff para tensões, ou seja:

"A soma das tensões que passam nos resistores, de um circuito em série, deverá ser igual à tensão aplicada ao circuito".

Gustav Robert Kirchhoff

Temos que a tensão de entrada é dividida entre cada um dos elementos resistivos de acordo com a sua resistência. O valor da tensão sobre os resistores será dado pelos divisores de tensão.

“A regra do divisor de tensão possibilita determinar a tensão através de um resistor em série sem precisar saber o valor da corrente do circuito”.

Gustav Robert Kirchhoff

Lei de Kirchhoff para Corrente (LKC) ou Lei dos Nós

A primeira lei de Kirchhoff define que:

"A soma algébrica das correntes que entram e saem de uma região, chamada nó, é igual a zero".

Também é comum ver a seguinte definição:

"A soma das correntes que entram em um nó deve ser igual à soma das correntes que saem do nó".

Gustav Robert Kirchhoff

É válido enfatizar que o nó é a junção de dois ou mais caminhos pelo qual a corrente percorre o circuito elétrico.

<https://embarcados.com.br/divisor-de-tensao/>

Figura 17- Cálculo do divisor de tensão.

Divisor de Tensão

$$R_2 = V_{out} \times \frac{R_1}{V_{in} - V_{out}}$$
$$R_2 = 5 \times \left(\frac{6800}{12-5} \right)$$
$$R_2 = 5 \times 971,4285 \Rightarrow 4.857,142 \Omega$$

Valor comercial: 4.7 K Ω

Dados:
 $V_{in} = 12 \text{ V}$
 $V_{out} = 5 \text{ V}$
 $R_1 = 6.800 \Omega$

Fonte: Próprio Autor (Electrical Control) 2023.

Fonte: Próprio autor.

CONCLUSÃO

Podemos encerrar esse projeto com uma sugestão aos próximos grupos de Eletrotécnica que possam aperfeiçoar em escolher usar caixa no receptor e transmissor, para aumentar o isolamento e o IP (grau de proteção). Lembrando que o protótipo foi utilizado como fonte de bancada para sua simulação e desenvolvimento, conforme em grande escala tem grande importância a utilização de baterias ou pilhas para possuir o funcionamento remoto numa distância maior e sem fio, o que acaba atrapalhando as manobras. Outra dica é fazer as ligações por solda em uma placa de circuito impresso evitando usar protoboard, evitando possíveis falhas no contato e nas transmissões de dados.

Neste projeto utilizamos fonte de bancada para facilitar o desenvolvimento, mas recomendamos que para as operações diárias apliquem ou opte por baterias e pilhas para a alimentação da placa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://www.viewtech.ind.br/motor-eletrico-trifasico-1cv-weg-220-380v-6p-blindado>

<https://www.abecom.com.br/tipos-de-motor-eletrico>

<https://youtu.be/d178Sz8W0Ak?si=Ei57WleEzLbJlen>

<https://marlonnardi.com/2020/12/15/control-re-remo-433mhz-para-projetos-com-modulos-tx-rx-e-ht12e-d/>

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/64409/HOLTEK/HT12E.html>

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/64409/HOLTEK/HT12D.html>

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/596620/FAIRCHILD/BC546.html>

<https://www.condufibra.com.br/conheca-mais-sobre-os-indices-de-protecao-para-cftv/>

<https://revistaadnormas.com.br/2021/04/13/a-qualidade-dos-dispositivos-de-intertravamento-para-a-seguranca-em-maquinas#:~:text=O%20intertravamento%20tem%20o%20objetivo,de%20uma%20pessoa%20seja%20praticada.>

<https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/1/58/6/7>

<https://www.google.com/amp/s/tecnoblog.net/responde/guia-normas-abnt-trabalho-academico-tcc/amp/>

<https://embarcados.com.br/divisor-de-tensao/>