

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

**Etec SYLVIO DE MATTOS CARVALHO
TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

CLEDIMAR ANTONIO DE OLIVEIRA

EVALDO GOMES DA SILVA

FABIANO MASSUIA

JOÃO MARCELO DA SILVA DOS SANTOS

JOÃO VICTOR DE MIRANDA

BANCADA DIDÁTICA ESTRELATRIÂNGULO

**Matão, SP
2023**

CLEDIMAR ANTONIO DE OLIVEIRA
EVALDO GOMES DA SILVA
FABIANO MASSUIA
JOÃO MARCELO DA SILVA DOS SANTOS
JOÃO VICTOR DE MIRANDA

BANCADA DIDÁTICA ESTRELA TRIAGULO

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso Técnico em ELETROTECNICA da Escola Técnica Estadual Sylvio de Mattos Carvalho, orientado pelo(a) Prof(a) Thiago Moraes Prado, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Técnico em Eletrotécnica.

Matão, SP
2023

RESUMO

Este estudo propôs a criação de uma bancada didática com um painel de partida estrela-triângulo, destinada ao ensino de comandos elétricos para novos alunos integrantes no curso técnico em eletrotécnica na ETEC SYLVIO DE MATTOS CARVALHO. A pesquisa envolveu um levantamento detalhado de materiais e uma análise aprofundada sobre comandos elétricos, explorando as partidas, e suas vantagens e desvantagens. O ponto chave foi a montagem da bancada, que se destaca por um painel acessível e desmontável, incentivando a participação ativa dos alunos e visando otimizar o tempo dedicado às aulas práticas.

A abordagem de ensino busca criar um ambiente propício aos novos alunos, visando a compreensão dos princípios das diferentes partidas elétricas, oferecendo uma experiência prática e interativa. Desde o levantamento de materiais até a elaboração do esquema elétrico, cada etapa do desenvolvimento da bancada foi direcionada para tornar a eletricidade mais atrativa para alunos iniciantes, mostrando um pouco do que se encontra na indústria.

Além disso, o estudo destaca a relevância dessa iniciativa para a formação de profissionais na área industrial, proporcionando uma base sólida para enfrentar os desafios práticos do setor elétrico. Este trabalho representa uma contribuição significativa para o ensino de comandos elétricos, oferecendo uma abordagem prática.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 Introdução | 9 |
| 1.1 Corrente de Partida | 9 |
| 1.2 Tipos de partidas | 10 |
| 1.3 Partida direta de motor elétrico trifásico | 10 |
| 1.4 Partida direta com reversão | 11 |
| 1.5 Partida estrela triângulo | 12 |
| 1.6 Partida estrela triângulo com reversão | 13 |
| 2 Metodologia | 15 |
| 3 Desenvolvimento | 15 |
| 3.1 Montagem do projeto | 25 |
| 4 Considerações finais | 29 |
| Referências | 30 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura1 –Partida direta..... | 10 |
| Figura 2 - Partida direta com reversão..... | 11 |
| Figura 3 - Partida estrela triângulo..... | 12 |
| Figura 4 - Diagrama de potência..... | 13 |
| Figura 5 - Diagrama de comando..... | 13 |
| Figura 6 - Diagrama de comando e potência..... | 16 |
| Figura 7 - Led tipo azul..... | 19 |
| Figura 8 - Botão de emergência metaltex 22mm..... | 19 |
| Figura 9 - Rele térmico de sobrecarga..... | 19 |
| Figura 10 - Disjuntor tripolar 3000 ^a | 20 |
| Figura 11 - Led tipo vermelho..... | 20 |
| Figura 12 – Temporizador..... | 21 |
| Figura 13 -Botões pulsadores para comando liga/desliga | 21 |
| Figura 14 - Contato 1nf p/botão m20/p20..... | 21 |
| Figura 15 - Relé falta de fase..... | 22 |
| Figura 16 - Botão de impulso | 22 |
| Figura 17 -Contato auxiliar | 23 |
| Figura 18 – Transformador..... | 23 |
| Figura 19 - Led tipo amarelo..... | 24 |
| Figura 20 -Relé de segurança..... | 24 |
| Figura 21 -Bloco de contato auxiliar frontal..... | 24 |
| Figura 22 - Base para os componentes | 24 |
| Figura 23 -.Montagem dos trilhos na base..... | 26 |
| Figura 24 - Montagem do projeto..... | 26 |
| Figura 25 – Teste..... | 28 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|---|----|
| ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas..... | 18 |
| ETEC – Escola Técnica..... | 25 |
| IN – Corrente Nominal..... | 10 |
| NBR – Norma Brasileira..... | 18 |
| VCC – Tensão em Corrente Contínua..... | 16 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Cronograma para metodologia DTCC..... | 14 |
| Tabela 2 – Lista de Materiais..... | 16 |
| Tabela 3 – Símbolos e componentes..... | 18 |
| Tabela 4 – Dimensionamento dos cabos..... | 27 |

1 INTRODUÇÃO

Segundo Pacheco.E (2005, pag 8) a partida estrela triângulo pode ser entendida como partida indireta, onde os sistemas de partida possibilitam a redução da corrente nominal do motor elétrico no momento da partida de motores, é sabido que um motor trifásico tem como característica o aumento de sua corrente nominal (I_n) no momento de sua partida.

Para Pacheco.E (2005, pag 8). A partida estrela-triângulo é um dispositivo crucial em sistemas de controle elétrico, é frequentemente utilizado para iniciar motores elétricos, também conhecida como Y- Δ (Y delta), é uma técnica de arranque de motores elétricos trifásicos que permite reduzir a corrente de pico durante a partida do motor. Diferentemente da partida direta, a partida estrela triângulo consiste em tornar a partida mais suave, elevando a tensão em duas etapas, diminuindo, assim, a corrente e o arranque, minimizando picos de corrente durante a partida. Essa configuração desempenha um papel essencial na preservação da integridade dos motores e na garantia de uma operação eficiente.

Este trabalho tem como objetivo a construção de um painel de partida estrela-triângulo com o propósito específico de facilitar aulas práticas e auxiliar aqueles que ainda não tiveram contato com painéis e contadores, tornando mais acessível e compreensível a operação desse dispositivo fundamental em sistemas elétricos industriais.

Nas seções seguintes, exploraremos os detalhes da construção do painel de partida estrela-triângulo, discutindo os materiais, esquemas elétricos e procedimentos envolvidos. Além disso, destacaremos a importância desse dispositivo nas aulas práticas, permitindo aos alunos experimentarem na prática os princípios da partida estrela-triângulo e compreenderem seu funcionamento de maneira concreta.

Este projeto visa criar uma ferramenta de ensino valiosa que proporcionará uma experiência prática e enriquecedora, tornando mais acessível o entendimento da partida estrela-triângulo e sua aplicação em ambientes industriais. O foco deste trabalho está na construção deste painel com o intuito de promover o aprendizado eficaz e a compreensão prática dos conceitos envolvidos nesse processo.

1.1 Corrente de Partida:

Cavalcanti P. (2012, pag9) enfatiza que os motores elétricos trifásicos por serem máquinas elétricas indutivas possuem um aumento abrupto da corrente elétrica no momento de sua partida. Este aumento pode chegar a ser até 8 vezes a corrente nominal [de 4 a 8 vezes]. Com o aumento da tecnologia na fabricação destas importantíssimas cargas elétricas conseguimos alcançar uma redução significativa neste problema e novos motores, normalmente, são apresentados com corrente partida (I_p) de 4 a 6 vezes a corrente nominal (I_n).

1.2 Tipos de Partida.

De acordo com Pacheco.E (2005, pag 11) todo o sistema de partida de motores será representada a partir de um diagrama elétrico multifilar e um diagrama elétrico funcional. Sendo que o diagrama elétrico funcional recebe o nome de diagrama de comando e é responsável pela lógica de acionamento dos e o diagrama multifilar também é conhecido como diagrama de potência ou diagrama de força, este receberá as cargas que serão acionadas pelo sistema trifásico, por exemplo, os motores elétricos trifásicos.

1.3 Partida direta de motor elétrico trifásico

Na partida direta de motor elétrico trifásico podemos identificar que o motor irá receber a alimentação diretamente da fonte geradora trifásica e sofre interferência somente dos dispositivos de seccionamento (contatores, disjuntores, relé térmico). Diagrama de Potência e Diagrama de Comando – conforme a figura abaixo.

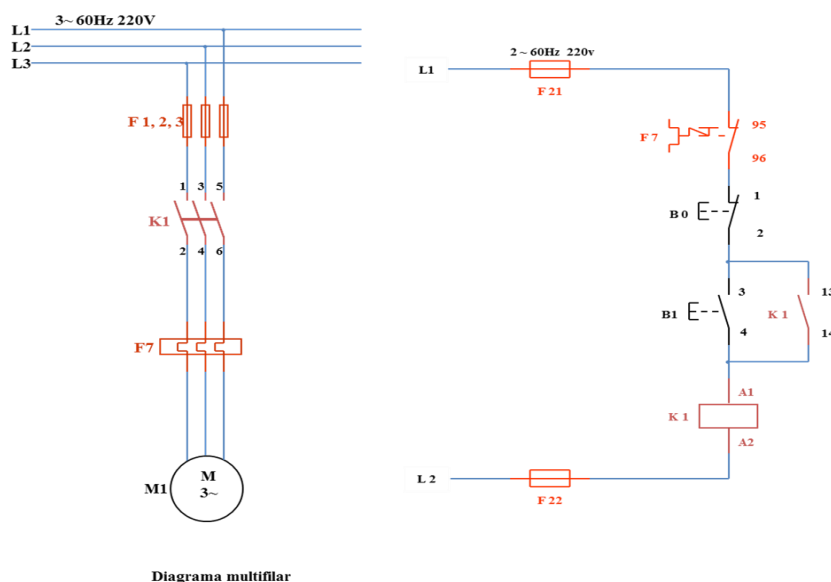


Figura 1 - Partida direta

1.4 Partida direta com reversão

Quando existe a necessidade de realizarmos a inversão de rotação de um motor elétrico trifásico devemos interagir diretamente em seu campo magnético girante e sabemos também que este campo magnético só existe em função da defasagem de 120° entre as fases. Sendo assim deveremos realizar a inverter duas das três fases de alimentação deste motor.

Observe que no diagrama de potência abaixo possuímos a alimentação do motor elétrico a partir da alimentação fornecida por L1, L2 e L3 e sendo disponibilizadas através dos contatores K1 e K2, obviamente, os dois dispositivos nunca poderão estar ligados simultaneamente, caso isto ocorra teremos um curto circuito gerado na saída dos contatores K1 e K2.

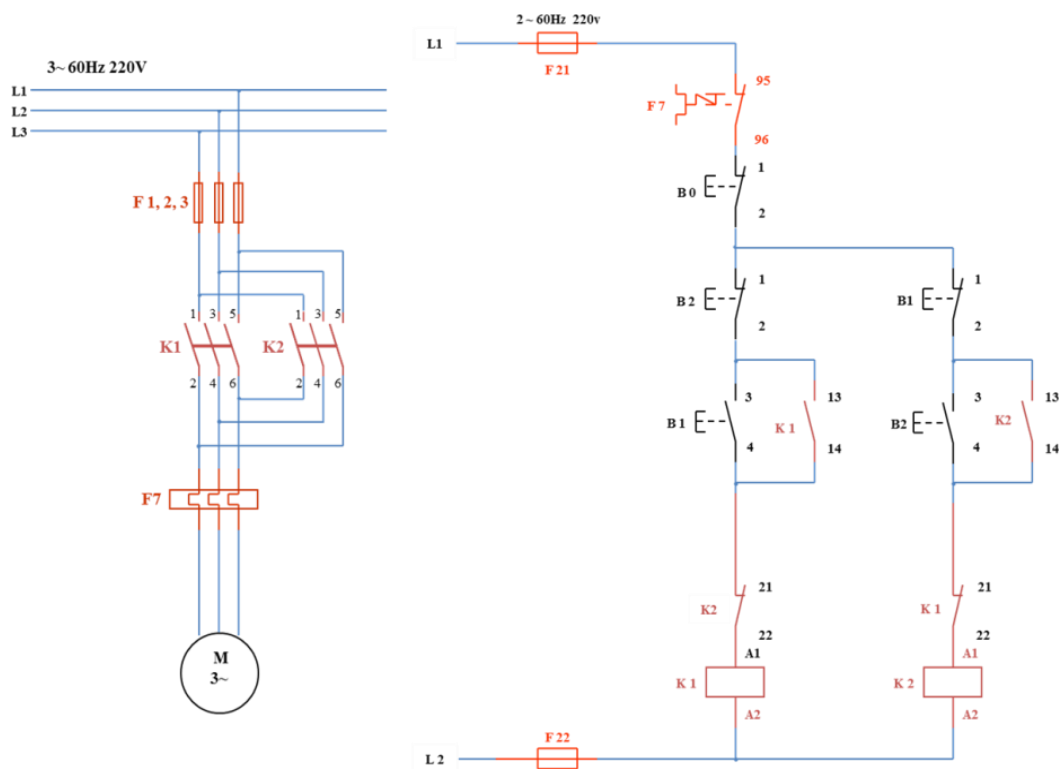


Figura 2 - Partida direta com reversão

1.5 Partida Estrela Triângulo

Pacheco.E (2005, pag10) Enfatiza que a grande vantagem na utilização deste sistema de partida é que neste caso o circuito empregado irá permitir a redução da corrente de partida do motor elétrico trifásico fazendo uso da redução da tensão de fase (A tensão em cada uma das bobinas que compõe o motor). Para realizar este feito contamos com no mínimo um motor de seis terminais e manipulamos o fechamento de suas bobinas de maneira que exista a redução de sua tensão de fase.

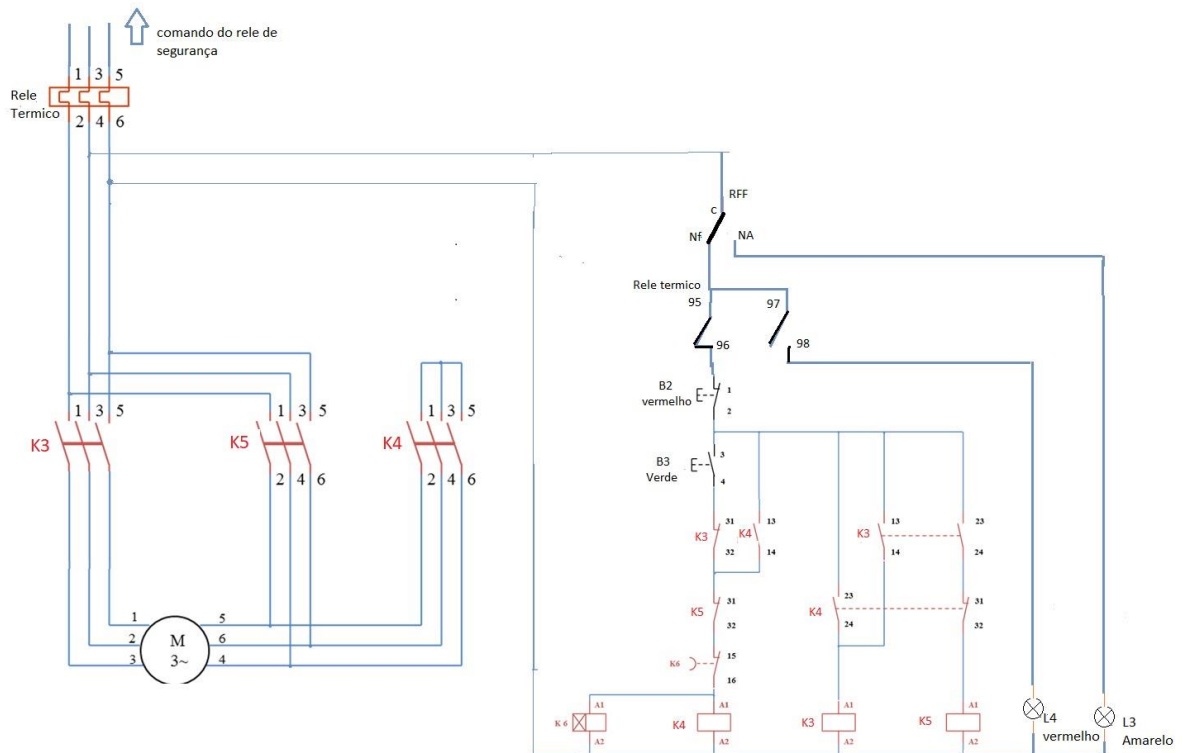


Figura 3- Partida estrela triângulo

1.6 Partida Estrela Triângulo com reversão

Mantém-se o conceito de inversão de fase para que seja possível a inversão da rotação do motor elétrico trifásico quando utilizado a partida estrela triângulo, observe que os contatores K1 e K2 serão os responsáveis por tal feito.

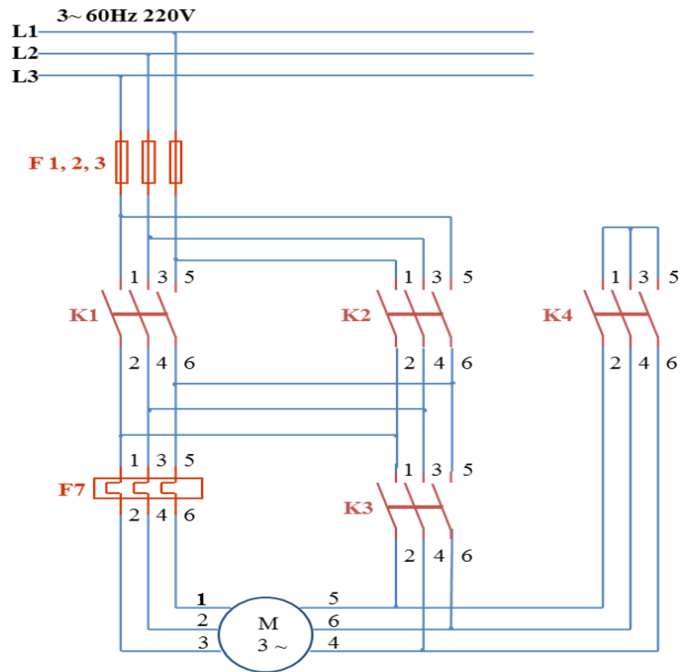


Figura 4 - Diagrama de potência

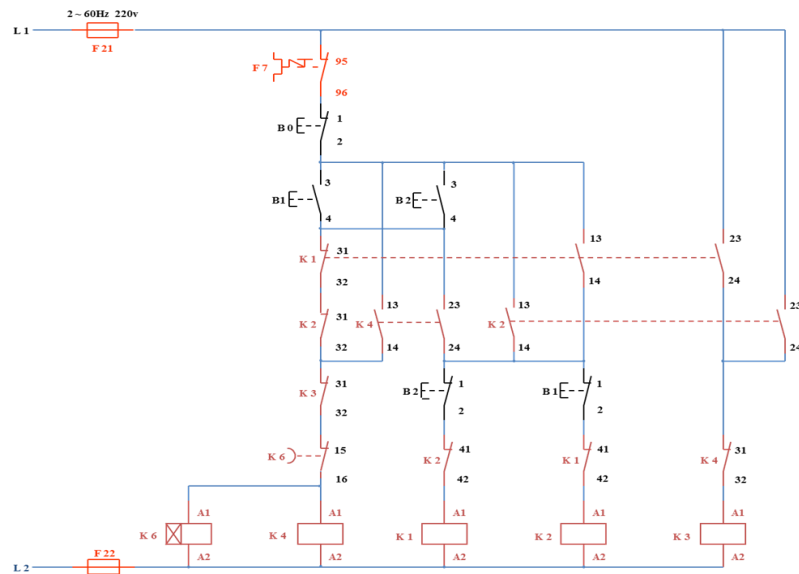


Figura 5 - Diagrama de comando

2 METODOLOGIA

Para a elaboração desse projeto foi utilizado pesquisa em meios bibliográficos, buscando informações em livros e artigos voltados ao estudo de partidas elétricas.

A montagem do painel didático de acordo com o diagrama elétrico fornecido pela ETEC SYLVIO DE MATTOS CARVALHO, com componentes visíveis para fácil entendimento e adaptação do painel com “bornes” para os motores do laboratório.

O desenvolvimento das atividades foi realizado conforme orientação do técnico de manutenção Reginaldo, visando evidenciar a importância de uma bancada didática na formação de futuros alunos.

De acordo com o cronograma do curso, utilizamos a metodologia abaixo para cumprir todas as tarefas conforme a tabela abaixo.

| Atividade | Agosto | | Setembro | | Outubro | | Novembro | | Dezembro | |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 1 ^a Quinzena | 2 ^a Quinzena | 1 ^a Quinzena | 2 ^a Quinzena | 1 ^a Quinzena | 2 ^a Quinzena | 1 ^a Quinzena | 2 ^a Quinzena | 1 ^a Quinzena | 2 ^a Quinzena |
| Desenvolvimento do Tema | x | | | | | | | | | |
| Elaboração da parte escrita | x | x | x | x | x | x | x | x | | |
| Diagrama elétrico | | x | | | | | | | | |
| Levantamento dos materiais | | | x | | | | | | | |
| Compra dos componentes | | | | x | | | | | | |
| Montagem dos componentes no painel | | | | | x | | | | | |
| Testes | | | | | | x | | | | |
| Conclusão | | | | | | | x | | | |
| Apresentação | | | | | | | | x | | |
| | | | | | | | | | | |

Tabela 01 – Cronograma para metodologia DTCC

3 DESENVOLVIMENTO

A definição do tema foi escolhida devido a necessidade de uma fácil compreensão sobre componentes elétricos e tipo de partida estrela-triângulo utilizadas nos motores elétricos trifásicos foi construído um painel "didático" com componentes a amostra para fácil entendimento.

Para a elaboração do esquema elétrico utilizamos o diagrama de comando e potência disponibilizado pela Etec Sylvio de Mattos Carvalho, onde usamos como referência para montagem de um painel didático, conforme mostra a figura abaixo.

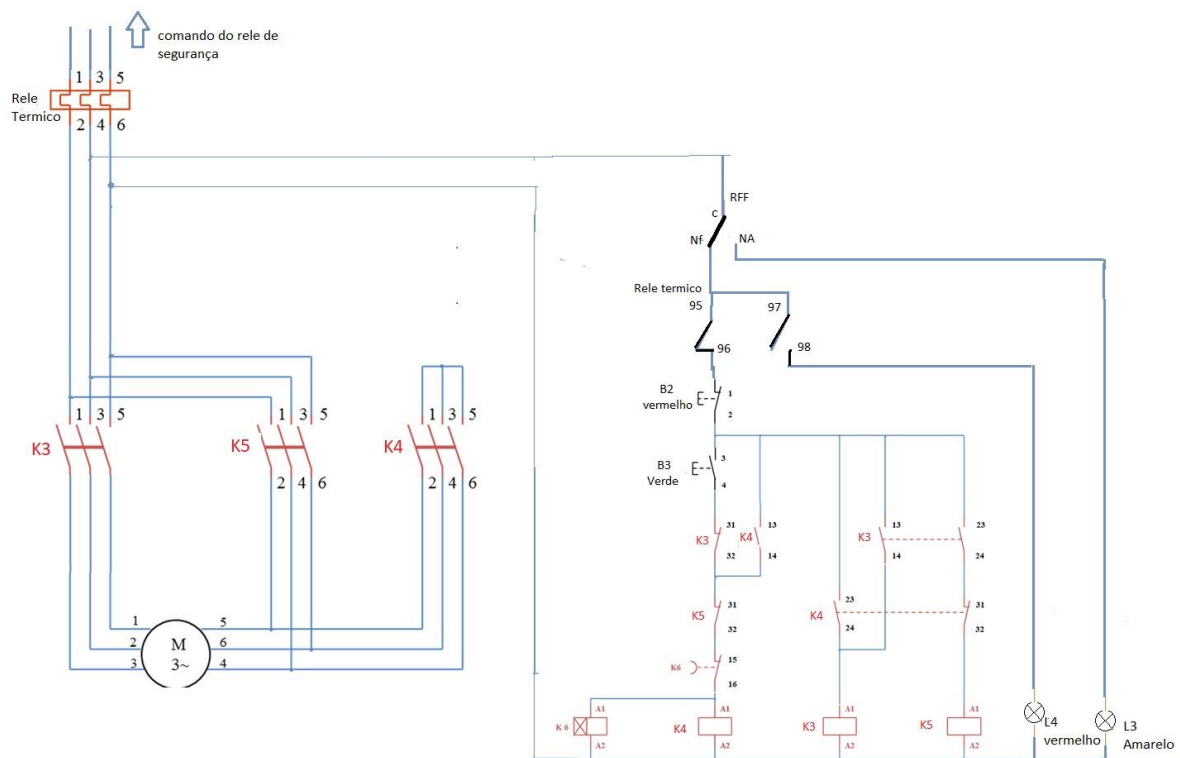


Figura 6 - Diagrama de comando e potência

Através do esquema elétrico verificamos quantidade de componentes: disjuntor, relé falta de fase, relé de segurança, relé térmico, borne contator, temporizador, botão de emergência, botoeira, trafo, fonte 24vcc

A Tabela abaixo nos mostra a lista de materiais:

| Material | Descrição /modelo | Detalhes |
|---|---|----------------------|
| Disjuntor trifásico | 20A | |
| Relé falta de fase | Marca cca | |
| Rele de segurança | Digimac DPX257 (mod t4) | |
| K1 Contator | Cjx2 jng 220v 10A | |
| K2 Contator | Cjx2 jng 220v 10A | |
| K3 Contator | Cjx2 jng 220v 10A | |
| K4 Contator | Cjx2 jng 220v 10A | |
| K5 Contator | Cjx2 jng 220v 10A | |
| Bloco contato auxiliar | Compatível com contator Jng | 2 aberto e 2 fechado |
| Bloco contato auxiliar | Compatível com contator Jng | 2 aberto e 2 fechado |
| Bloco contato auxiliar | Compatível com contator Jng | 2 aberto e 2 fechado |
| Bloco contato auxiliar | Compatível com contator Jng | 2 aberto e 2 fechado |
| Bloco contato auxiliar | Compatível com contator Jng | 2 aberto e 2 fechado |
| Rele térmico | Jng até 5A | |
| Fonte 220v 24v | 2A.para painel de comando | |
| Temporizador 220v | De 0 a 30 segundos (digimec) | |
| Botoeira de emergência | Tipo cogumelo 2 contatos fechado | |
| Botão De Comando Pulsador Verde 22mm | metaltex 1NA /1NF | |
| Botão De Comando Pulsador Vermelho 22mm | metaltex 1NA /1NF | |
| Sinaleiro Led Verde /220v p/ Quadro Comando Luminoso | 22mm | |
| Sinaleiro Led vermelho /220v p/ Quadro Comando Luminoso | 22mm | |
| Sinaleiro Led amarelo /220v p/ Quadro Comando Luminoso | 22mm | |
| botão comando impulso iluminado led 24vca | Botão que também e iluminado tipo um sinaleiro na cor azul Difuso Azul 24v Csw-sd4 Weg Ip66 | |
| 70cm de trilho din | | |
| Bornes femea 8mm para pino banana | Borne para Pino Banana 4mm B07 20A | |
| 50 terminal ilhós tubular | 2,5mm | |
| 50 terminal ilhós tubular | 1,5mm | |
| 30 terminal anel isolado | 8 mm interno do anel e fio 2,5mm | |
| 3 blocos de contato normal fechado para botoeira | | |

| | | |
|---|----------------|--|
| 3 blocos de contato normal aberto para botoeira | | |
| 2 metros de cabo | Branco 1,5mm | |
| 2 metros de cabo | Azul 1,5mm | |
| 2 metros de cabo | Preto 1,5mm | |
| 2 metros de cabo | Vermelho 1,5mm | |
| 2 metros de cabo | Verde 1,5mm | |
| 2 metros de cabo | Amarelo 1,5mm | |
| 2 metros de cabo | Cinza 1,5mm | |
| | | |
| | | |

Tabela 02 – Lista de Materiais

Recomenda-se que todos os elementos de um circuito elétrico sejam identificados a partir de letras predeterminadas. Como já comentado neste trabalho, a norma que tratava desta padronização e hoje encontra-se cancelada sem atualização é a NBR 5280 – Símbolos literais de identificação de elementos de circuito. Mesmo cancelada, muitos projetos ainda seguem suas recomendações. Veja a tabela abaixo:

| Símbolo | Componente | Exemplos |
|---------|---|--|
| A | Conjuntos e subconjuntos | Equipam. laser e maser. Combinações diversas |
| B | Transdutores | Sensores termoeletricos, células termoeletricas, células fotoeletricas, transdutores a cristal, microfones fonocaptadores, gravadores de disco |
| C | Capacitores | |
| D | Elementos binários, dispositivos de temporização, dispositivos de memória | Elementos combinados, mono e bi-estáveis, registradores, gravadores de fita ou de disco. |
| E | Componentes diversos | Dispositivos de iluminação, de aquecimento, etc |
| F | Dispositivos de proteção | Fusíveis, pára-raios, disparadores, relés |
| G | Geradores, fontes de alimentação | Geradores rotativos, alternadores, conversores de frequência, soft-starter, baterias, osciladores. |
| H | Dispositivos de sinalização | Indicadores acústicos e ópticos |
| K | Contatores | Contatores de potência e auxiliares. |
| L | Indutores | Bobinas de indução e de bloqueio |
| M | Motores | |
| N | Amplificadores, reguladores | Componentes analógicos, amplificadores de inversão, magnéticos, operacionais, por válvulas, transistores. |
| P | Instrumentos de medição e de ensaio | Instrumentos indicadores, registradores e integradores, geradores de sinal, relógios |
| Q | Dispositivos de manobra para circuitos de potência | Disjuntores, seccionadores, interruptores |
| R | Resistores | Reostatos, potenciômetros, termistores, resistores em derivação, derivadores |
| S | Dispositivos de manobra, seletores auxiliares | Dispositivos e botões de comando e de posição (fim-de-curso) e seletores |
| T | Transformadores | Transformadores de distribuição, de potência, de potencial, de corrente, autotransformadores. |
| U | Moduladores, conversores | Discriminadores, demoduladores, codificadores transmissores telegráficos |
| V | Válvulas eletrônicas, semicondutores | Válvulas, válvulas sob pressão, diodos, transistores, tiristores |
| W | Antenas, guias de transmissão e de onda | Jampers, cabos, barras coletoras, acopladores dipolos, antenas parabólicas. |
| X | Terminais, tomadas e plugues | Blocos de conectores e terminais, jaques, |
| Y | Dispositivos mecânicos operados mecanicamente | Freios, embreagens, válvulas pneumáticas |
| Z | Cargas corretivas, transformadores diferenciais, Equalizadores, limitadores | Rede de balanceamento de cabos, filtros a cristal |

Tabela – 03 Identificação de elementos de circuito

Embora exista tabela para dimensionamento dos cabos e dos componentes para ser utilizado na montagem do projeto, nesse caso não foi utilizado a tabela, pois o projeto foi realizado de acordo com as instruções do técnico da Etec, evidenciando que é uma bancada didática para futuros alunos.

A figura abaixo nos mostra uma tabela de dimensionamento de cabos elétricos.

| PVC/70°C - NBR- 6148 ABNT | | | |
|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| Série Métrica (mm²) | Ampères | Série Métrica (mm²) | Ampères |
| 1,5 | 15,5 | 70 | 171 |
| 2,5 | 21 | 95 | 207 |
| 4 | 28 | 120 | 239 |
| 6 | 36 | 150 | 272 |
| 10 | 50 | 185 | 310 |
| 16 | 66 | 240 | 364 |
| 25 | 89 | 300 | 419 |
| 35 | 111 | 400 | 502 |
| 50 | 134 | 500 | 578 |

Tabela 04- Tabela para dimensionamento de cabos

Para a compra do material utilizado na elaboração do projeto, foi realizado orçamentos em lojas físicas e virtuais, decidimos comprar pelo mercado livre onde encontramos melhor preços e qualidade dos componentes.

Abaixo evidenciado as figuras dos materiais comprados com as especificações técnicas para a elaboração do projeto.



Figura 7 – Led tipo Azul



Figura 8 - BOTÃO DE EMERGÊNCIA METALTEX 22MM.



Figura 9- Descrição Rele Térmico de Sobrecarga Weg RW27 de 4A a 6,3A para CWB



Figura 10 - Descrição DISJUNTOR TRIPOLAR 3000A CURVA C - RX3 PIAL LEGRAND



Figura 11 – Descrição Os sinaleiros L20-R possuem um alto grau de luminosidade, resistência e frontal com proteção IP65, cumprindo com os requisitos de desempenho, segurança, e qualidade certificados.



Figura 12- Descrição: Temporizador com a função "RETARDO NA ENERGIZAÇÃO"



Figura 13 – Descrição: Botões pulsadores para comando liga/desliga



Figura 14 – Descrição: CONTATO 1NF P/BOTÃO M20/P20



Figura 15 - Descrição: Relé Falta de Fase Trifásico RPS-FF 380V - Modelo Com ou Sem Neutro



Figura 16 – Descrição: Botão de Impulso Tramontina TRP2-EA21 1NA Preto com Base de Plástico



Figura 17– Descrição Modelo: CJX2-0901 Corrente Suportada: 09A Regime Continuo Contatos: 3 contatos + 1 Contatos Auxiliares: 1 Contato Normalmente Fechado Frequência: 60Hz Bobina: 24VAC



Figura 18– Descrição Transformador :12 + 12Vac 3ª CARACTERÍSTICAS: Para aplicações gerais que necessitem alimentação 12 + 12Vac até 3A .



Figura 19 – Descrição SINALEIROS LED 22MM Com circuito anti-interferencia



Figura 20 – Descrição: Modelo: CJX2-D0910 Corrente Suportada: 09A Regime Continuo Contatos Auxiliares: 1 Contato Normalmente Aberto Tensão: 24Vac

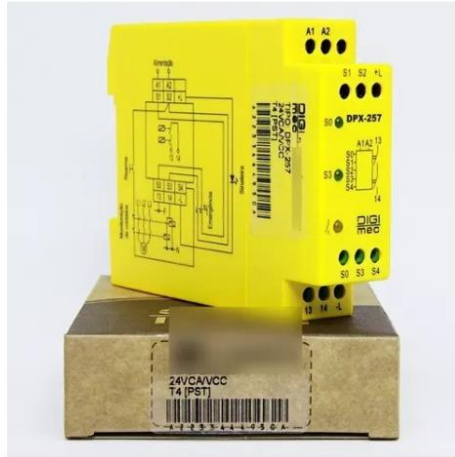


Figura 21 – Descrição Relé de segurança para parada de emergência

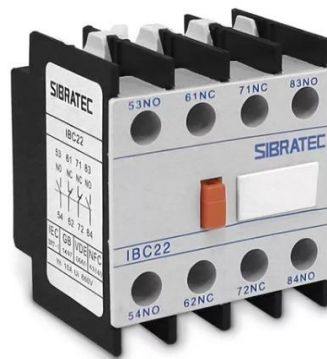


Figura 22–DescriçãoBloco de contato auxiliar FRONTAL com 2 contato NA + 2 contatos NF para contadores

3.1 Montagem do projeto

Para a montagem do projeto foram utilizados os laboratórios e oficina da Etec Sylvio de Mattos Carvalho, foi necessário a colaboração do Técnico Reginaldo no fornecimento de ferramentas e apoio na montagem do projeto.

Nas etapas de montagem, foi fixado o trilho na chapa e montados os componentes, conforme a figura abaixo.



Figura 23 - Base para os componentes



Figura 24 - Montagem dos trilhos na base



Figura 25- Montagem do projeto

Após a montagem dos componentes no painel, foi feita as ligações dos cabos e dos componentes, efetuadoo teste com o motor elétrico, conforme nos mostra a figura abaixo.



Figura 26 - Teste do Projeto

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto elétrico se aplica à máquina denominada Bancada Didática, utilizada para a execução das aulas de comandos elétricos em geral, que por sua vez, são utilizadas nas aulas práticas e laboratórios e similares. Tal projeto é de propriedade da ETEC SYLVIO DE MATTOS CARVALHO, que atua no seguimento de capacitação e aprendizagem de alunos e que gentilmente contribuiu com informações valiosas para a realização desta pesquisa.

Como investimento, estima-se que apenas no início (por volta do ano de 2024), haverá um ligeiro acréscimo nos custos – benefícios de capacitação de novos alunos, devido à inclusão de novas maneiras de capacitar o aluno. Porém, é válido ressaltar, que tais valores estará se tornando cada dia mais acessíveis por diversos fatores, dentre eles, pela expansão do aprendizado em comandos elétricos e acessibilidade na aquisição dos mesmos.

É válido ressaltar que o projeto contribuirá para o aprendizado nas aulas práticas e facilitará no aprendizado dos futuros alunos da ETEC, capacitando – os para o mercado de trabalho, fazendo com que se tenha uma noção de como funciona a partida estrela-triângulo de um motor na área industrial.

Contudo considera – se que o painel didático facilitará o conhecimento e aprendizado dos futuros alunos da ETEC na montagem de uma partida estrela-triângulo dentro das normas NR-10 e NR-12.

Destaca – se que as demais disciplinas durante a trajetória do curso foram de extrema importância para o desenvolvimento e a finalização do projeto.

REFERÊNCIAS

Cavalcanti, p.j. mendes, Fundamentos da Eletrotécnica. 2012. 22º edição-Rio de Janeiro.

NBR 5280, símbolos literais de identificação de elementos de circuito, acesso em 05/10/2023

NBR 6148 2023, fios e cabos com isolação, acesso em 05/10/2023.

PACHECO, José E. As 10 partidas de Motores que você precisa conhecer, Porto, n. 1, p. 227-273, out., 2005.

<https://www.projetandoeletrica.com.br/artida-epstrela-triangulo-entenda-como-ela-funciona-e-como-usa-la/> acesso em 05/10/2023.

https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/e/e5/Partida_Estrela_Tri%C3%A2ngulo_2.0.pdf:

<https://page.saladaeletrica.com.br/coel1/acesso> em 25/08/2023.

[https://express.nortel.com.br/xa2evb8lc%E2%88%92schneider/p?idsku-materiaiselétricos/acessoem](https://express.nortel.com.br/xa2evb8lc%E2%88%92schneider/p?idsku-materiaisel%C3%A9tricos/acessoem) 25/08/2023.