

**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO NORTE**

**GUIA DE PRÁTICAS DE ACIONAMENTOS E COMANDOS
ELÉTRICOS**

**JULIA MEDEIROS GOMES DE OLIVEIRA
PEDRO ANTÔNIO COSTA DE SOUZA
RUBEN MIQUEIAS COSTA**

**SANTA CRUZ/RN
2025**

GUIA DE PRÁTICAS DE ACIONAMENTOS E COMANDOS ELÉTRICOS

JULIA MEDEIROS GOMES DE OLIVEIRA
PEDRO ANTÔNIO COSTA DE SOUZA
RUBEN MIQUEIAS COSTA

Material didático elaborado em cumprimento às exigências curriculares como Projeto de Ensino do Técnico de Nível Médio Integrado em Informática, ao Instituto de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientador(a): Itaiara Félix Carvalho, Prof.
Dr.

SANTA CRUZ/RN
2025

SUMÁRIO

Segurança em Instalações Elétricas9

1.1 Fundamentação Normativa10

 1.1.1 NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade10

 1.1.2 NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão11

 1.1.3 NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos 12

Componentes e Simbologias de Comandos Elétricos14

2.1 Simbologia Literal 15

2.2 Simbologia de Contato e Componentes Essenciais16

2.2.1 Disjuntores (Tripolares e Monopolares) 16

 2.2.1.1 Simbologia de Contado dos Disjuntores 17

2.2.2 Fusíveis 17

 2.2.2.1 Simbologia de Contado do Fusível 18

2.2.3 Contatores 18

 2.2.3.1 Simbologia de Contado do Contator 19

2.2.4 Relé de Sobrecarga 20

 2.2.4.1 Simbologia de Contado do Relé de Sobrecarga20

2.2.5 Relé Temporizador 21

 2.2.5.1 Simbologia de Contado do Relé Temporizador21

2.2.6 Botões de Comando (Botoeiras) e Sinaleiros 21

 2.2.6.1 Simbologia de Contado das Botoeiras e Sinaleiros22

2.3 Fundamentação dos Comandos Elétricos23

2.3.1 Composição do Circuito de Acionamento Elétrico 23

 2.3.1.1 Circuito de Força (ou Potência)23

 2.3.1.2 Circuito de Comando (ou Controle)23

Bancada Didática, Introdução a Acionamento e Motores Elétricos 25

3.1 Bancada Didática Edutec26

3.2 Painel de Alimentação da Bancada Didática27

3.3 Acionamento de Sinaleiros28

 3.3.1 Sinaleiro Sempre Aceso 28

 3.3.2 Sinaleiro Aceso Somente Enquanto a Botoeira é Pressionada 28

 3.3.3 Sinaleiro aceso até que a botoeira seja pressionada 29

3.4 Motores Elétricos29

3.4.1 Motores Trifásicos30

 3.4.1.1 Motor de Indução Trifásico Weg W22 Plus30

 3.4.1.2 Motor de Indução Trifásico Weg Alto Rendimento31

 3.4.1.3 Esquema de Ligação em Delta31

 3.4.1.4 Esquema de Ligação em Estrela32

Contato de Selo, Intertravamento e Partidas Diretas 33

 4.1 Contato de Selo34

 4.2 Intertravamento35

 4.3 Partida Direta Sem Selo35

 4.4 Partida Direta Com Selo37

 4.5 Partida Direta Com Reversão39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Disjuntor Tripolar	17
Figura 2 – Disjuntor Monopolar	17
Figura 3 – Simbologia de Contato Tripolar	17
Figura 4 – Simbologia de Contato Monopolar	17
Figura 5 – Fusível	18
Figura 6 – Simbologia de Contato do Fusível	18
Figura 7 – Contator	19
Figura 8 – Simbologia do Contator com Contatos NA	19
Figura 9 – Relé de Sobrecarga	20
Figura 10 – Simbologia do Relé de Sobrecarga	20
Figura 11 – Relé Temporizador	21
Figura 12 – Simbologia de Contato do Relé Temporizador	21
Figura 13 – Botões de Comando (Botoeiras)	22
Figura 14 – Sinaleiros	22
Figura 15 – Simbologia da Botoeira NA	22
Figura 16 – Simbologia da Botoeira NF	22
Figura 17 – Simbologia do Sinaleiro	23
Figura 18 – Circuito de Força (a) e Comando (b)	24
Figura 19 – Bancada Didática Edutec	26
Figura 20 – Painel Frontal de Alimentação da Bancada	27
Figura 21 – Circuito com Sinaleiro Sempre Aceso	28
Figura 22 – Circuito com Sinaleiro acionado por Botoeira NA	29
Figura 23 – Circuito com Sinaleiro acionado por Botoeira NF	29
Figura 24 – Motor WEG de indução trifásico	30
Figura 25 – Placa de Identificação do Motor	30
Figura 26 – Motor WEG de Alto Rendimento	31
Figura 27 – Placa de Identificação do Motor	31
Figura 28 – Ligação em Delta	32
Figura 29 – Ligação em Estrela	32
Figura 30 – Circuito de Comando com Contato de Selo	30
Figura 31 – Circuito do Intertravamento	31
Figura 32 – Esquema de Partida Direta Sem Selo	37

Figura 33 – Esquema de Partida Direta Com Selo	38
Figura 34 – Diagrama Partida Direta com Reversão	40

Este Guia de Práticas Experimentais foi elaborado como um recurso didático fundamental para apoiar estudantes e instrutores na disciplina de Acionamentos e Comandos Elétricos. Seu objetivo central é facilitar a transposição do conhecimento teórico adquirido em sala para a aplicação prática em um ambiente de laboratório seguro, controlado e alinhado às exigências normativas vigentes.

A área de Comandos Elétricos, conforme discutido por Moreira, Silva e Fonseca (2024), constitui a base lógica e física dos sistemas automatizados, atuando como elo entre os sinais de controle e o acionamento dos equipamentos de potência. O domínio dessa disciplina envolve não apenas compreender diagramas, simbologias e componentes, como contadores, relés, chaves, temporizadores e dispositivos de proteção, mas também desenvolver a capacidade de montar, testar, analisar e diagnosticar circuitos reais com precisão técnica e segurança.

Reconhecendo a complexidade dessa transição da teoria para a prática e a carência de materiais didáticos que integrem esses dois domínios de forma clara e progressiva, este guia organiza todo o conteúdo de maneira pedagógica e sequencial. Inicialmente, apresenta os fundamentos dos comandos elétricos e os princípios que regem os circuitos de acionamento. Em seguida, descreve detalhadamente a Bancada Didática utilizada nas práticas, seus dispositivos, características construtivas e recursos disponíveis para medições e ensaios.

Os capítulos práticos abordam, de forma estruturada, desde montagens básicas, como selos de contato, comandos simples e sinalizações, até circuitos industriais mais complexos envolvendo reversões, temporizações, intertravamentos, partidas de motores e análise de falhas. Cada prática inclui objetivos, lista de materiais, diagramas, roteiros passo a passo e espaços destinados ao registro de observações e resultados, incentivando a aprendizagem ativa e o desenvolvimento da autonomia técnica.

Todo o material foi elaborado em conformidade com a NBR 5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão, 2004) e, principalmente, com a NR 10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, 2004), garantindo que as atividades propostas promovam boas práticas de segurança, respeito aos limites operacionais e preservação da integridade física dos estudantes e dos equipamentos.

Ao finalizar as atividades propostas neste guia, espera-se que o estudante seja capaz de interpretar diagramas elétricos, realizar montagens de circuitos de comando, utilizar corretamente instrumentos e dispositivos da bancada, identificar e corrigir falhas, além de compreender profundamente a lógica de funcionamento dos sistemas de acionamento

industrial. Assim, o guia contribui para a formação sólida, segura e tecnicamente qualificada dos futuros profissionais da área eletroeletrônica.

GUIA DE PRÁTICAS DE ACIONAMENTOS E COMANDOS ELÉTRICOS

CAPÍTULO 1

Segurança em Instalações Elétricas

SANTA CRUZ/RN

2025

Este capítulo aborda os principais conceitos e procedimentos de segurança aplicáveis ao trabalho com instalações e sistemas elétricos em laboratório. Serão apresentadas as normas e práticas que garantem a proteção do aluno e a integridade dos equipamentos, com ênfase nas Norma Regulamentadora nº 10 (NR 10) e Norma Brasileira Regulamentadora nº 5410 (NBR 5410), além das diretrizes da Norma Regulamentadora nº 12 (NR 12).

O conteúdo inclui orientações sobre uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), desenergização, verificação de circuitos e procedimentos de emergência, preparando o estudante para atuar com segurança em todas as etapas das práticas de Comandos Elétricos (NR-12, 2022).

Ao final deste capítulo, o aluno estará apto a identificar riscos elétricos, aplicar medidas preventivas e executar procedimentos seguros, promovendo um ambiente de laboratório organizado, protegido e eficiente.

1.1 FUNDAMENTAÇÃO NORMATIVA

A execução de qualquer prática em Comandos Elétricos, seja em laboratório didático ou em ambiente industrial, exige o estrito cumprimento de normas técnicas e de segurança. Este guia adota como referência primária as normas brasileiras que garantem a integridade das instalações e a segurança dos operadores. Antes de qualquer prática, o aluno deve observar as regras de conduta e segurança, conforme orientações da **Norma Regulamentadora nº 10 (NR 10)** e das normas complementares da **ABNT**. A segurança é um valor inegociável em ambientes elétricos.

1.1.1 NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

A Norma Regulamentadora nº 10, emitida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, é a base legal e obrigatória que rege as condições mínimas para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interagem, direta ou indiretamente, com instalações e serviços em eletricidade (BRASIL, 2019).

No contexto prático do laboratório, a NR 10 exige:

- **Conduta e Vestuário:** O uso de EPIs é obrigatório. Só é permitida a entrada no laboratório com calçado adequado, como tênis ou bota de segurança. Evite roupas largas, adornos metálicos e mantenha a bancada limpa e organizada. É proibida a ingestão de alimentos e bebidas no laboratório.

- **Procedimentos de Desenergização:** Antes de qualquer montagem ou manutenção, o circuito deve estar **totalmente desligado**. Certifique-se de que todos os disjuntores estejam desligados e as fontes de energia devidamente desconectadas
- **Verificação e Emergência:** A montagem deve ser inspecionada pelo instrutor ou docente responsável antes da energização. Todos devem saber onde ficam o botão de emergência e a chave geral.
- **Capacitação:** A NR 10 pressupõe que os operadores (e, por extensão, os estudantes) estejam capacitados e cientes dos riscos elétricos, como choque e arco elétrico.

Objetivo no Guia: Todas as práticas deste material incluirão um item específico de Orientações de Segurança para reforçar as diretrizes da NR 10, garantindo que os procedimentos elétricos e comportamentais estejam alinhados com as normas vigentes.

1.1.2 NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

A Norma Brasileira Regulamentadora 5410, da ABNT, estabelece as condições que as instalações elétricas de baixa tensão (até 1.000 V em corrente alternada e 1.500 V em corrente contínua) devem satisfazer para garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

Embora o foco da NBR 5410 seja em instalações prediais e industriais completas, ela é essencial para Comandos Elétricos porque rege:

- **Proteção contra choques elétricos:** Define as medidas de proteção essenciais, incluindo o uso de Dispositivos de Proteção a Corrente Diferencial-Residual (DR) e o aterramento adequado.
- **Dispositivos de Proteção (Sobrecarga e Curto-Círcuito):** Estabelece os critérios para a correta aplicação e dimensionamento de disjuntores, fusíveis e relés térmicos, garantindo a proteção dos cabos e dos equipamentos (motores, contatores).
- **Identificação e Cor das Cores:** A norma padroniza a identificação dos condutores. Por exemplo:

- **Condutor Neutro:** Azul-claro.
- **Condutor de Proteção (Terra - PE):** Verde ou verde-amarelo.
- **Condutores de Fase:** Qualquer cor, exceto as reservadas ao neutro e ao terra.

Objetivo no Guia: A NBR 5410 servirá como referência para a simbologia, dimensionamento básico de componentes de proteção (disjuntores e relés) e, principalmente, para a padronização das cores dos condutores nos diagramas de montagem, garantindo que o aluno desenvolva desde o início o senso prático e o hábito de seguir normas técnicas.

1.1.3 NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

A **NR 12** complementa as exigências da **NR 10** ao tratar especificamente da segurança em sistemas de comando e operação de máquinas e equipamentos, abrangendo desde o projeto até a utilização e manutenção. Ela estabelece requisitos técnicos para garantir que os sistemas de comando de segurança sejam projetados e implementados de forma a evitar falhas que possam gerar riscos ao trabalhador (BRASIL, 2022).

Um dos principais pontos da norma ABNT é a introdução do conceito de escalas e categorias de segurança (CAT), que define o nível de confiabilidade exigido para os sistemas de comando de segurança de acordo com o risco envolvido em cada operação. Essas categorias são baseadas na norma **ABNT NBR ISO 13849-1:2019**, que classifica os sistemas em diferentes níveis, de B, 1, 2, 3 e 4, conforme o grau de redundância, monitoramento e tolerância a falhas.

Dessa forma, quanto maior o risco de acidente em uma determinada máquina, maior deve ser a categoria de segurança aplicada, exigindo sistemas mais robustos e com maior capacidade de detectar e reagir a falhas. Essa classificação assegura que as medidas de proteção sejam proporcionais ao nível de perigo existente, promovendo a integridade física dos operadores e a confiabilidade operacional do equipamento (ABNT, 2019).

Objetivo no Guia: A NR 12 servirá como referência para a identificação de dispositivos de segurança em máquinas e equipamentos, incluindo proteções, sinalizações e mecanismos de bloqueio. O objetivo é que o aluno compreenda os riscos associados às operações, desenvolvendo hábitos de segurança e o uso correto de dispositivos para prevenir acidentes.

GUIA DE PRÁTICAS DE ACIONAMENTOS E COMANDOS ELÉTRICOS

CAPÍTULO 2

Componentes e Simbologias de Comandos Elétricos

SANTA CRUZ/RN

2025

Neste capítulo são apresentados os principais componentes de comando utilizados em sistemas elétricos e de automação, detalhando suas funções, características construtivas e aplicações práticas. São abordados dispositivos como contatores, relés, disjuntores, fusíveis, botões de comando, chaves de partida e sinaleiros, além dos elementos auxiliares que asseguram a operação segura e eficiente dos circuitos.

O conteúdo contempla ainda a simbologia literal e de contato, conforme as normas ABNT NBR 5280 e ABNT NBR IEC 60497:2013, padronizando a representação gráfica e textual dos dispositivos em diagramas elétricos. Essa padronização é fundamental para a interpretação correta, montagem e manutenção de sistemas de comando e potência.

Além da identificação e representação dos componentes, este capítulo aborda a estrutura dos circuitos de força e de comando, explicando suas funções e interligações na lógica de acionamento elétrico. O estudo desses conceitos fornece ao aluno a base teórica e prática necessária para projetar, montar e operar sistemas de comando elétrico em laboratório, reforçando a importância da segurança, da organização e das boas práticas técnicas, conforme as normas NBR 5410, NR 10 e NR 12.

2.1 SIMBOLOGIA LITERAL

A ABNT NBR 5280 estabelece simbologias literais padronizadas para identificação dos componentes em diagramas elétricos de comando e potência. Essas letras, denominadas designações literais, são atribuídas a dispositivos, equipamentos e elementos funcionais com o objetivo de padronizar a documentação técnica, facilitar a interpretação dos esquemas e reduzir ambiguidades durante a montagem, operação e manutenção dos circuitos.

Entre as designações mais comuns, destacam-se:

- **F** – Dispositivos de proteção, como fusíveis, para-raios, disparadores e relés de proteção;
- **H** – Dispositivos de sinalização acústica ou óptica, como alarmes, sirenes e sinalizadores luminosos;
- **K** – Contatores de potência e contatores auxiliares utilizados no chaveamento de cargas;
- **M** – Motores elétricos de acionamento, associados à conversão eletromecânica de energia;
- **Q** – Dispositivos de manobra para circuitos de potência, incluindo disjuntores, seccionadores e interruptores;

- **S** – Dispositivos de manobra e seletores auxiliares, como botões de comando, fim-de-curso e chaves seletoras;
- **T** – Transformadores de distribuição, potência, potencial, corrente e autotransformadores.

O uso correto das simbologias literais permite uma leitura rápida e padronizada dos circuitos, garantindo conformidade normativa, clareza na documentação e maior segurança na operação dos sistemas elétricos.

2.2 SIMBOLOGIA DE CONTATO E COMPONENTES ESSENCIAIS

A numeração dos contatos segue o padrão estabelecido pela **ABNT NBR IEC 60497:2013**, que define uma convenção internacional para identificar os terminais de contato em dispositivos elétricos. Essa padronização garante clareza nos esquemas elétricos, além de facilitar a manutenção e a operação segura dos sistemas. Cada terminal possui uma numeração específica conforme sua função no circuito: nos contatos normalmente abertos (NA) possuem numerações terminadas em algarismos 3 e 4, nos normalmente fechados (NF) numerações terminadas em algarismos 1 e 2, e nas bobinas de comando, A1 e A2.

A simbologia de contato está diretamente relacionada à representação dos componentes essenciais utilizados em circuitos elétricos de comando e potência. A correta identificação e interpretação desses símbolos são fundamentais para o entendimento do funcionamento dos dispositivos e para o desenvolvimento de esquemas elétricos precisos. Assim, este tópico tem como objetivo descrever, de forma técnica e funcional, os principais componentes essenciais, destacando suas funções na proteção, controle e acionamento de cargas nos sistemas elétricos.

Serão apresentados os seguintes dispositivos e suas simbologias de contato:

2.2.1 Disjuntores (Tripolar e Monopolar): Protegem circuitos contra sobrecarga e curto-circuito; tripolar para sistemas trifásicos), monopolar para sistemas monofásicos.

Figura 1: Disjuntor Tripolar



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 2: Disjuntor Monopolar

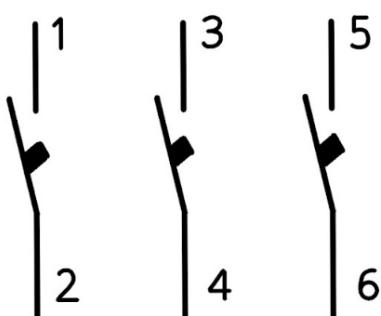


Fonte: Autoria própria (2025)

2.2.1.1 Simbologia de Contato dos Disjuntores

A simbologia de contato representa a abertura e fechamento dos circuitos, indicando polos e funções de proteção. Para disjuntores monopolares, mostra um único caminho de corrente; para tripolares, três caminhos independentes, todos seguindo a padronização da ABNT NBR IEC 60947-2:2013.

Figura 3: Simbologia de Contato Tripolar



Fonte: Autoria Própria (2025)

Figura 4: Simbologia de Contato Monopolar



Fonte: Autoria Própria (2025)

2.2.2 Fusíveis: Dispositivos de proteção que atuam contra sobrecorrente e curto-circuito, interrompendo rapidamente o fluxo elétrico através da fusão de seu elemento interno, preservando componentes e condutores do circuito.

Figura 5: Fusível

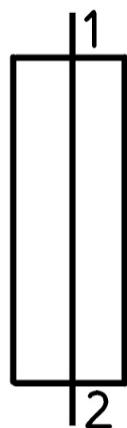


Fonte: Autoria Própria (2025)

2.2.2.1 Simbologia de Contato do Fusível

A simbologia do fusível indica um elemento de proteção elétrica que interrompe o circuito em caso de sobrecorrente. Representa-se por um traço contínuo com um pequeno retângulo ou elipse no meio, correspondendo ao elemento fusível, que se rompe quando a corrente excede o limite nominal, garantindo a segurança do circuito e dos equipamentos conectados.

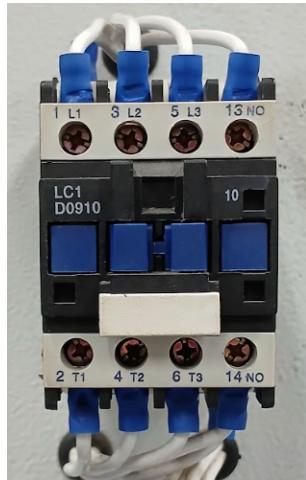
Figura 6: Simbologia de Contato do Fusível



Fonte: Autoria Própria (2025).

2.2.3 Contatores: Chaves eletromecânicas que possibilitam o comando de cargas de alta potência, como motores, a partir de circuitos de controle de baixa potência.

Figura 7: Contator



Fonte: Autoria própria (2025).

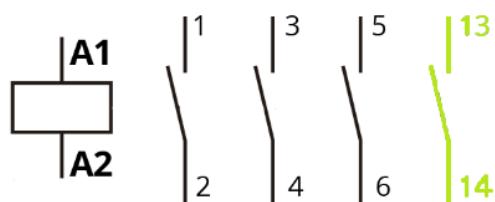
2.2.3.1 Simbologia de Contado do Contator

A simbologia do contator representa um dispositivo de comando elétrico responsável por estabelecer ou interromper o fluxo de corrente em um circuito de potência. Ele é composto principalmente pela bobina de comando, identificada pelos terminais A1 e A2, e pelos contatos principais (geralmente 1-2, 3-4 e 5-6) e contatos auxiliares (como 13-14 ou 21-22).

Os contatos podem ser de dois tipos: normalmente abertos (NA), que se fecham quando a bobina é energizada, permitindo a passagem da corrente, e normalmente fechados (NF), que se abrem quando a bobina é energizada, interrompendo o circuito (ABNT, 2018). Essa variação depende da aplicação e do tipo de contator utilizado.

Como exemplo, na Figura 7, o contator ilustrado possui contatos principais e um contato auxiliar do tipo NA, que se fecham quando a bobina é energizada, permitindo o acionamento do circuito de potência ou de sinalização.

Figura 8: Simbologia do Contator com Contatos NA



Fonte: Adaptado de INSTITUTO MÉTROPOLE DIGITAL.

2.2.4 Relé de Sobrecarga: Dispositivo de proteção térmica projetado especificamente para desligar motores em condições de sobrecorrente sustentada, prevenindo danos térmicos permanentes.

Figura 9: Relé de Sobrecarga

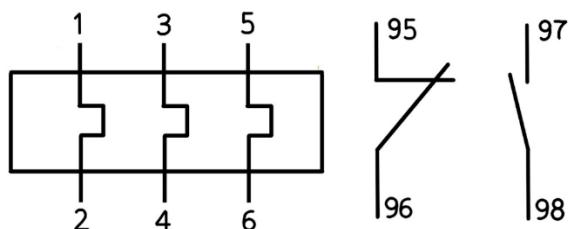


Fonte: Autoria Própria (2025).

2.2.4.1 Simbologia de contato do Relé de Sobrecarga

Um relé de sobrecarga possui três contatos principais, numerados comumente como 1-2, 3-4 e 5-6, que conduzem a corrente do motor. Além disso, apresenta dois contatos auxiliares, sendo 95-96 normalmente fechado (NF) e 97-98 normalmente aberto (NA). Esses números podem variar dependendo do fabricante e do modelo do relé. Os contatos auxiliares permitem sinalizar ou interromper circuitos de controle quando ocorre uma sobrecarga, garantindo a proteção do motor. A numeração segue geralmente as recomendações da norma IEC 60947-4-1.

Figura 10: Simbologia do Relé de Sobrecarga



Fonte: Autoria Própria (2025).

2.2.5 Relé Temporizador: Componente fundamental para a lógica de automação, permitindo o acionamento ou desacionamento de circuitos após um intervalo de tempo predefinido (delay), crucial para partidas sequenciais e intertravamentos.

Figura 11: Relé Temporizador

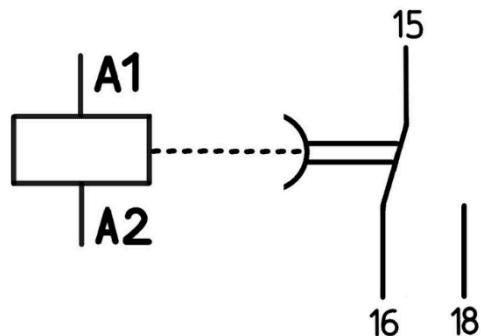


Fonte: Autoria Própria (2025)

2.2.5.1 Símbologia de contato do Relé Temporizador

A símbologia deste relé indica a presença de uma bobina de comando, identificada por terminais específicos (geralmente A1 e A2), responsável por ativar o temporizador, e contatos que se alternam conforme o tempo programado. Os contatos podem ser normalmente abertos (NA) ou normalmente fechados (NF), fechando ou abrindo o circuito apenas após decorrido o intervalo definido, garantindo o controle temporizado de cargas elétricas.

Figura 12: Símbologia de Contato do Relé Temporizador



Fonte: Autoria Própria (2025).

2.2.6 Botões de Comando (Botoeiras) e Sinais de Entrada/Saída (Sinaloários): Elementos de interface homem-máquina (HMI) que viabilizam a interação manual do operador com o

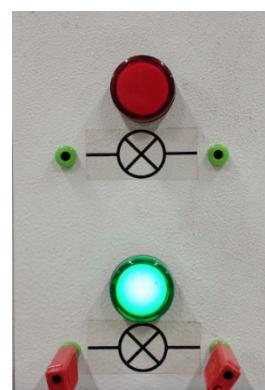
sistema (ligar/desligar) e fornecem *feedback* visual imediato sobre o status operacional e de falha do circuito.

Figura 13: Botões de Comando (Botoeiras)



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 14: Sinaleiros

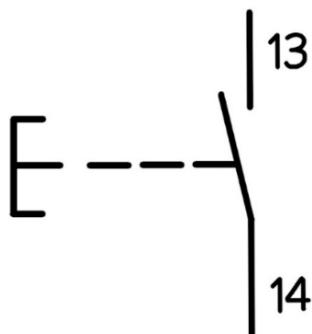


Fonte: Autoria própria (2025)

2.2.6.1 Simbologia de contato das Botoeiras e Sinaleiros

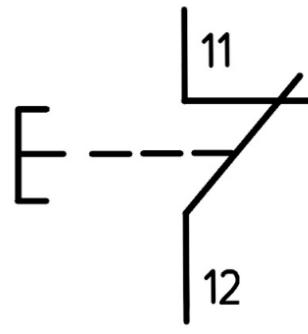
A simbologia das botoeiras e sinaleiros representa seus elementos de comando e sinalização nos circuitos elétricos. As botoeiras são indicadas por contatos normalmente abertos (NA) ou normalmente fechados (NF), responsáveis por iniciar ou interromper o fluxo de corrente conforme a ação do operador. Já os sinaleiros são representados por símbolos de lâmpadas ou indicadores luminosos, utilizados para mostrar o estado de funcionamento do circuito, como ligações, falhas ou acionamentos (ABNT, 2013).

Figura 15: Simbologia da Botoeira NA



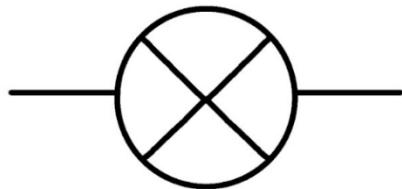
Fonte: Autoria Própria (2025)

Figura 16: Simbologia da Botoeira NF



Fonte: Autoria Própria (2025)

Figura 17: Simbologia do Sinal de Bloqueio



Fonte: Autoria Própria (2025)

2.3 FUNDAMENTAÇÃO DOS COMANDOS ELÉTRICOS

Antes de iniciar os experimentos práticos, é essencial revisar a simbologia e a função dos principais componentes eletromecânicos que formam a lógica de controle. A montagem correta de um comando elétrico é dividida em duas partes interligadas: o **Circuito de Força** e o **Circuito de Comando** (SOUSA, 2019).

2.3.1 Composição do Circuito de Acionamento Elétrico

Os circuitos elétricos de acionamento são divididos em dois subsistemas: o circuito de força, encarregado de conduzir a energia até a carga, e o circuito de comando, que realiza o controle e a lógica de operação do sistema. Essa separação assegura proteção, controle e confiabilidade no acionamento dos motores.

2.3.1.1 Circuito de Força (ou Potência)

É a parte do circuito que lida com a energia de maior corrente e tensão, responsável por fornecer eletricidade diretamente ao motor ou à carga.

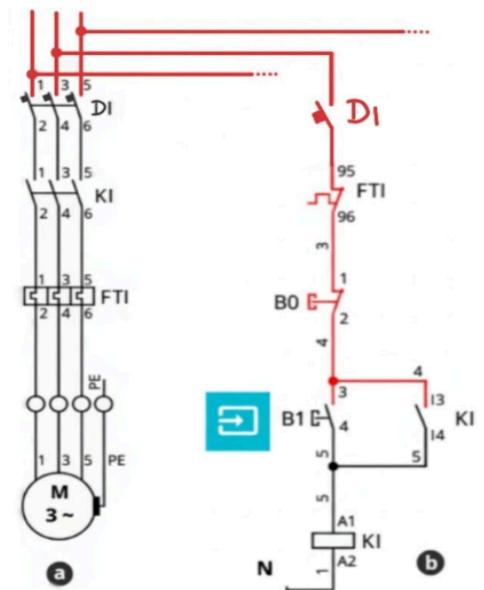
- **Componentes típicos:** Disjuntores, Contatores e Relés de Sobrecarga.
- **Função:** Suportar e chavear a corrente nominal da carga.

2.3.1.2 Circuito de Comando (ou Controle)

É a parte do circuito que lida com a lógica de controle, geralmente em baixa tensão ou corrente, para acionar as bobinas dos contatores do circuito de força.

- **Componentes Típicos:** Botões, Chaves Seletoras, Relés Auxiliares, temporizadores e as Bobinas dos Contatores.
- **Função:** Definir a lógica de acionamento.

Figura 18: Circuito de Força (a) e Comando (b)



Fonte: Adaptado de Stephan (2013)

GUIA DE PRÁTICAS DE ACIONAMENTOS E COMANDOS ELÉTRICOS

CAPÍTULO 3

Bancada Didática, Introdução a Acionamento e Motores Elétricos

SANTA CRUZ/RN

2025

Este capítulo tem como objetivo apresentar os principais equipamentos e dispositivos que serão utilizados nas atividades práticas da disciplina de Acionamentos e Comandos Elétricos.

Inicialmente, será detalhada a Bancada Didática Edutec e seu Painel de Alimentação, abordando suas características construtivas, o sistema de alimentação trifásico e os dispositivos de segurança (como a chave seccionadora e o botão de emergência).

Em seguida, o foco será nos Elementos de Sinalização, mostrando como os sinaleiros se comportam em diferentes configurações de circuito. Por fim, o capítulo introduzirá os Motores Elétricos Trifásicos (modelos WEG W22 Plus e de Alto Rendimento), explicando seus princípios de funcionamento, a leitura de suas placas de identificação e, crucialmente, os esquemas de Ligação Delta (Δ) e Estrela (Y), que são a base para diversas práticas de partida e controle de motores.

3.1 BANCADA DIDÁTICA EDUTEC

A bancada didática Edutec é um equipamento pedagógico projetado para auxiliar no aprendizado prático de conceitos de eletricidade e eletrônica, permitindo a realização de experimentos controlados com grandezas elétricas, como tensão, corrente e resistência, e promovendo a compreensão teórica aliada à prática. O equipamento apresenta características construtivas de alta qualidade e acabamento resistente, possibilitando a execução de diversos ensaios elétricos em dois postos de trabalho simultaneamente, e conta com um rack vertical em alumínio para acomodação dos módulos e componentes, garantindo organização, praticidade e segurança durante as atividades de laboratório (ASTRAL CIENTÍFICA, [s.d.]).

Figura 19: Bancada Didática Edutec



Fonte: Autoria Própria (2025)

3.2 PAINEL DE ALIMENTAÇÃO DA BANCADA DIDÁTICA

A bancada didática utilizada nas práticas de Acionamentos Elétricos é alimentada por um sistema trifásico de 220 V entre fases e 127 V entre fase e neutro, com condutor de proteção (PE). Essa configuração permite realizar ensaios tanto em circuitos monofásicos quanto trifásicos, possibilitando diferentes tipos de ligações de motores e dispositivos de comando (WEG, [s.d.]).

Figura 20: Painel Frontal de Alimentação da Bancada



Fonte: Autoria Própria (2025)

No painel frontal, observam-se os seguintes elementos principais:

- Terminais de Saída (**PE, N, T, S, R**): correspondem respectivamente ao condutor de proteção (terra), neutro e às três fases do sistema elétrico. Esses terminais fornecem a tensão de saída utilizada nos experimentos.
- Chave Liga/Desliga (seccionadora): controla o fornecimento de energia para os módulos da bancada, permitindo ligar ou interromper a alimentação geral do sistema de forma segura.
- Botão Status: geralmente utilizado como indicador de funcionamento, podendo acender ou sinalizar quando a bancada está energizada.
- Botão de Parada de Emergência: dispositivo de segurança que, ao ser pressionado, interrompe imediatamente a alimentação elétrica, garantindo proteção ao operador e aos equipamentos durante as práticas.

Essa disposição de componentes segue padrões de segurança em laboratórios didáticos, permitindo o controle e isolamento rápido da energia durante os testes e medições.

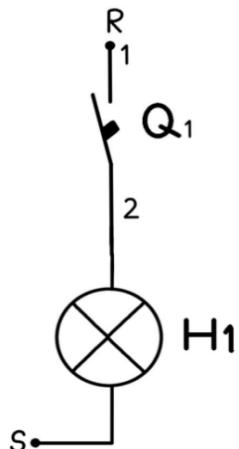
3.3 ACIONAMENTO DE SINALEIROS

Após compreender a disposição dos componentes no painel de alimentação, é possível observar o funcionamento dos sinaleiros, dispositivos utilizados para indicar visualmente o estado do circuito. Eles permitem ao operador identificar condições de energização, acionamento ou desligamento de componentes elétricos.

O comportamento dos sinaleiros depende da forma de ligação e do tipo de contato associado, podendo ocorrer nas seguintes situações:

3.3.1 Sinaleiro Sempre Aceso: quando o sinaleiro é conectado diretamente à alimentação, permanecendo aceso enquanto o circuito estiver energizado.

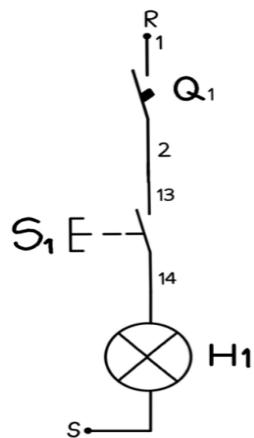
Figura 21: Circuito com Sinaleiro Sempre Aceso



Fonte: Autoria Própria (2025)

3.3.2 Sinaleiro Aceso Somente Enquanto a Botoeira é Pressionada: ocorre quando o sinaleiro é ligado em série com uma botoeira normalmente aberta (NA). Ao pressionar a botoeira, o circuito se fecha e o sinaleiro acende; ao soltar, o circuito se abre e a luz apaga.

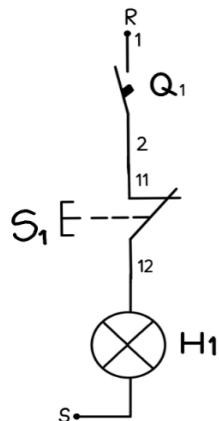
Figura 22: Circuito com Sinaleiro acionado por Botoeira NA



Fonte: Autoria Própria (2025)

3.3.3 Sinaleiro aceso até que a botoeira seja pressionada: ocorre quando o sinaleiro está em série com uma botoeira normalmente fechada (NF). Nesse caso, o sinaleiro permanece aceso até que a botoeira seja pressionada, momento em que o contato se abre e a luz apaga.

Figura 23: Circuito com Sinaleiro acionado por Botoeira NF



Fonte: Autoria Própria (2025)

3.4 MOTORES ELÉTRICOS

Os motores elétricos são dispositivos responsáveis por converter energia elétrica em energia mecânica, desempenhando papel essencial em sistemas de automação e acionamento industrial. Eles são amplamente utilizados em máquinas, equipamentos e processos, devido à sua eficiência, confiabilidade e facilidade de controle. No laboratório, o estudo dos motores permite compreender seus princípios de funcionamento, tipos de ligações e métodos de partida e proteção (VEDAN, 2025).

3.4.1 MOTORES TRIFÁSICOS

Nos experimentos de acionamentos elétricos são utilizados motores de indução trifásicos, conhecidos pela robustez e ampla aplicação industrial. Entre eles destaca-se o motor de indução trifásico tipo gaiola de esquilo, que apresenta construção simples, baixo custo de manutenção e boa eficiência (CASTRO, 2024). Também é empregado o motor de indução trifásico tipo gaiola de esquilo da linha Alto Rendimento, desenvolvido para oferecer maior eficiência energética e menor perda elétrica, atendendo às normas de desempenho estabelecidas por órgãos reguladores, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE/Inmetro).

3.4.1.1 MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO WEG W22 PLUS

Esse tipo de motor funciona com base no princípio da indução eletromagnética: ao alimentar o estator com corrente alternada trifásica, gera-se um campo magnético girante que, por sua vez, induz correntes no rotor. A interação entre o campo do estator e o campo induzido no rotor produz o torque que faz o eixo girar (KARRY, 2024).

Figura 24: Motor WEG de indução trifásico

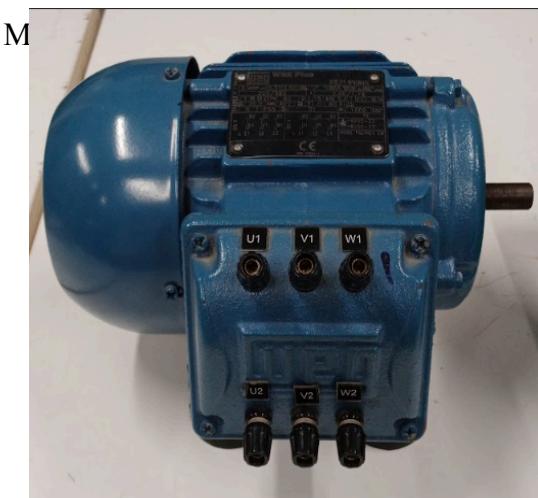
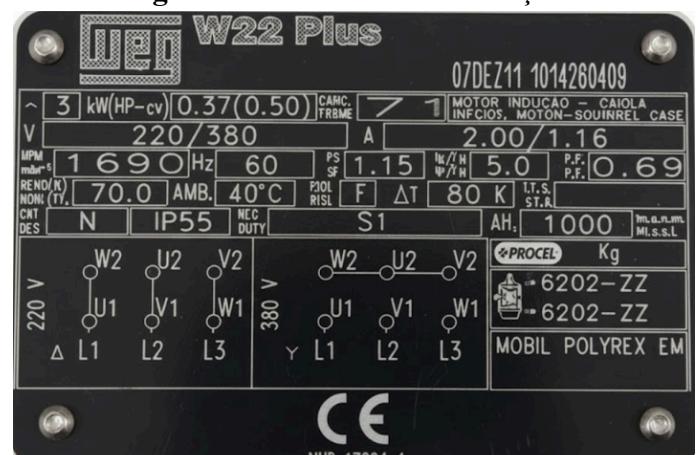


Figura 25: Placa de Identificação do



Fonte: Autoria Própria (2025)

Fonte: Autoria Própria (2025)

3.4.1.2 MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO WEG ALTO RENDIMENTO

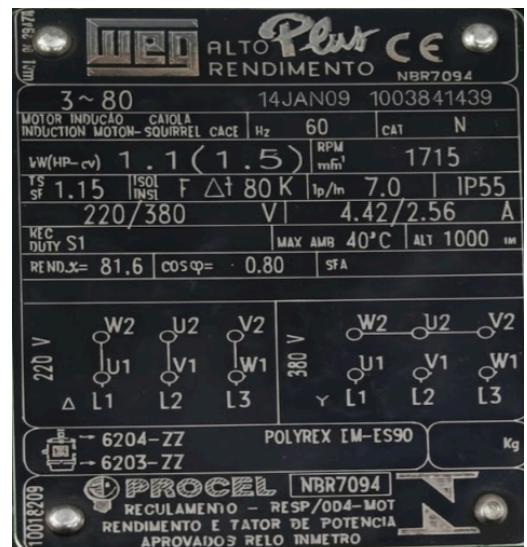
O motor de indução trifásico WEG Plus Alto Rendimento é utilizado em aplicações industriais por sua robustez e confiabilidade. Com rotor gaiola de esquilo, opera por indução eletromagnética, gerando torque a partir do campo magnético girante formado no estator. Possui velocidade nominal de 1715 rpm, baixo escorregamento, grau de proteção IP55 e eficiência de 81,6%, garantindo bom desempenho e menor aquecimento. Sua placa indica tensões de 220/380 V, permitindo ligação em delta (Δ) para menor tensão e estrela (Y) para maior tensão, conforme a instalação (WEG, 2009).

Figura 26: Motor WEG de Alto Rendimento



Fonte: Autoria Própria (2025)

Figura 27: Placa de Identificação do

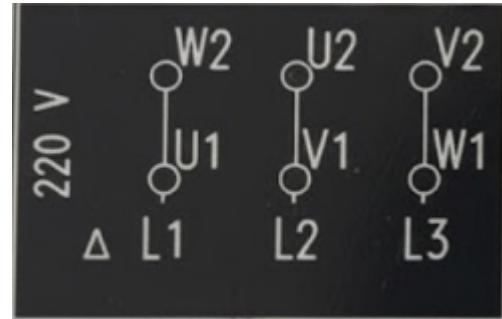


Fonte: Autoria Própria (2025)

3.4.1.3 ESQUEMA DE LIGAÇÃO DELTA

A ligação em delta (Δ) é utilizada quando o motor é alimentado pela menor tensão nominal indicada na placa de identificação (FRANCHI, 2013). Nesse esquema, os três enrolamentos do estator são conectados em forma de triângulo, de modo que cada extremidade de um enrolamento é ligada ao início do outro. Assim, a tensão de linha é igual à tensão de fase, e o motor pode desenvolver maior torque de partida, embora com corrente mais elevada. Nos motores WEG W22 Plus, essa ligação é realizada interligando os terminais U2–V1, V2–W1 e W2–U1, com as fases da rede ligadas em U1, V1 e W1.

Figura 28: Ligação em Delta

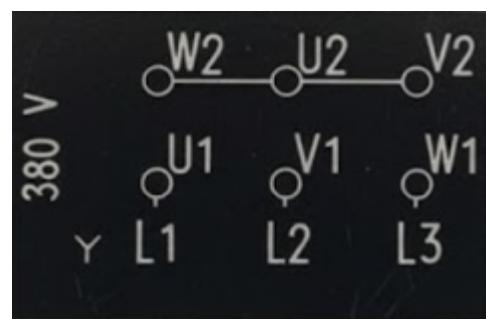


Fonte: Autoria Própria (2025)

3.4.1.4 ESQUEMA DE LIGAÇÃO ESTRELA

A ligação em estrela (Y) é utilizada quando o motor é alimentado pela maior tensão nominal indicada na placa de identificação (FRANCHI, 2013). Nesse esquema, os três enrolamentos do estator têm um de seus terminais unidos em um ponto comum, formando o chamado neutro, enquanto as outras três extremidades são conectadas às fases da rede (R, S e T). Dessa forma, a tensão de fase é igual à tensão de linha dividida por $\sqrt{3}$, resultando em menor corrente de partida e maior proteção térmica para o motor. Nos motores WEG W22 Plus, essa ligação é feita unindo os terminais U2, V2 e W2, enquanto os terminais U1, V1 e W1 recebem as fases da alimentação.

Figura 29: Ligação em Estrela



Fonte: Autoria Própria (2025)

GUIA DE PRÁTICAS DE ACIONAMENTOS E COMANDOS ELÉTRICOS

CAPÍTULO 4

Contato de Selo, Intertravamento e Partidas Diretas

SANTA CRUZ/RN

2025

Neste capítulo, serão apresentados os principais elementos que compõem os circuitos de comando utilizados em partidas de motores elétricos. Inicialmente, aborda-se o contato de selo, utilizado para manter o motor em funcionamento após o acionamento. Em seguida, são introduzidos os sistemas de intertravamento, essenciais para evitar acionamentos simultâneos e garantir a segurança do circuito.

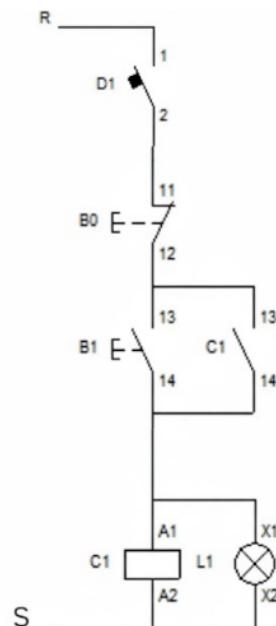
Posteriormente, são apresentadas as formas de partida direta, tanto na configuração sem selo quanto com selo, destacando suas diferenças e aplicações. Por fim, o capítulo traz uma visão geral da partida direta com reversão, que permite a mudança do sentido de rotação do motor por meio da inversão das fases.

4.1 CONTATO DE SELO

O Contato de Selo é um circuito auxiliar em sistemas de comandos elétricos, responsável por manter o contator energizado mesmo após o operador liberar o botão de partida. Esse circuito garante a autoalimentação da bobina do contator, permitindo que o motor permaneça em funcionamento contínuo até que o botão de parada seja acionado (NEEMIAS, 2008).

O selo é formado por um contato auxiliar normalmente aberto (NA) do próprio contator, ligado em paralelo com o botão de partida. Assim, quando o contator é acionado, o contato auxiliar fecha, mantendo a corrente fluindo para a bobina sem a necessidade de o operador permanecer pressionando o botão.

Figura 30: Circuito de Comando com Contato de Selo



Fonte: Adaptado de CARVALHO (2025)

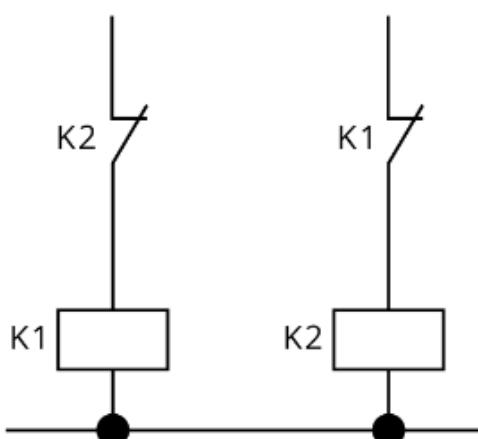
4.2 INTERTRAVAMENTO

Os sistemas de intertravamento são fundamentais para garantir segurança e eficiência em aplicações industriais, como transporte, manufatura e automação. O intertravamento elétrico tem como função impedir o acionamento simultâneo de dispositivos, como contadores, evitando curtos-circuitos, falhas operacionais e acidentes (DRUMOND, 2024).

Esse recurso pode ser implementado de forma elétrica, utilizando contatores e relés, ou de forma programável, por meio de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). No intertravamento elétrico tradicional, a lógica é baseada no uso de contatos normalmente fechados (NF) de um contator em série com a bobina do outro. Assim, quando um dispositivo é acionado, o contato NF correspondente se abre, interrompendo automaticamente a alimentação do segundo dispositivo.

Em um sistema composto por dois contatores, K1 e K2, o funcionamento ocorre da seguinte maneira: ao energizar K1, seu contato auxiliar NF abre, impedindo o acionamento de K2. Da mesma forma, ao acionar K2, o contato NF associado abre o circuito de K1. Esse mecanismo garante que ambos nunca operem ao mesmo tempo, assegurando a proteção do sistema e da carga conectada.

Figura 31: Circuito do Intertravamento



Fonte: Adaptado de WEG S. A. (2016)

4.3 PARTIDA DIRETA SEM SELO

A partida direta constitui o método mais simples e amplamente empregado para o acionamento de motores elétricos trifásicos. Nesse sistema, as três fases da rede são conectadas diretamente aos terminais do motor, resultando na circulação imediata da corrente

nominal e no início automático da rotação (MATTEDE, 2023). Entretanto, quando o circuito de comando é montado sem a utilização do selo de contato, sua operação torna-se estritamente dependente da ação manual do operador.

Nesse tipo de acionamento, o motor permanece energizado somente enquanto a botoeira de partida (B1) estiver pressionada. Assim que a botoeira é liberada, o circuito se abre, desenergizando a bobina do contator e interrompendo o funcionamento do motor. Isso ocorre porque não há contato auxiliar garantindo a continuidade da alimentação da bobina após o momento do acionamento inicial. Portanto, a ausência do selo impede que o motor permaneça ligado automaticamente, fazendo com que o operador precise manter o comando pressionado durante todo o período de funcionamento (MATTEDE, 2023).

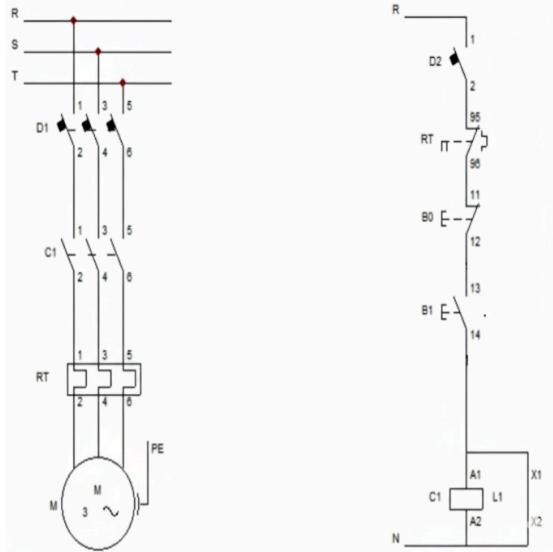
Para a implementação da partida direta sem selo, o sistema também é constituído por dois circuitos: o circuito de força e o circuito de comando. No circuito de força, o contator é responsável por estabelecer a ligação direta entre a rede elétrica e o motor, e para isso são utilizados os seguintes dispositivos: disjuntor de proteção, contatos principais do contator e o motor trifásico. O disjuntor é ligado em série com o contator, interrompendo o fornecimento de energia em caso de sobrecorrente, enquanto os contatos principais garantem a condução da potência até o motor.

No circuito de comando estão os elementos que permitem o acionamento e desligamento do motor. Nele, são instaladas a botoeira de partida (B1), a botoeira de parada (B0), a bobina do contator e, quando aplicável, o relé de sobrecarga. A botoeira de partida, sendo do tipo normalmente aberta (NA), fecha o circuito apenas enquanto pressionada, permitindo a passagem de corrente até a bobina do contator. A botoeira de parada, por sua vez, é utilizada como elemento de segurança e é instalada em série com o circuito de comando para garantir que qualquer atuação abra o circuito e provoque a interrupção imediata do funcionamento.

A montagem exige atenção à disposição correta das conexões. No circuito de força, conectam-se os terminais de entrada do contator à rede elétrica e sua saída ao motor, assegurando que a alimentação chegue aos terminais do motor somente quando o contator estiver acionado. No circuito de comando, a botoeira de parada deve ser posicionada antes da botoeira de partida e da bobina do contator, para que o desligamento seja garantido em qualquer condição. Além disso, como não há selo, o contato auxiliar do contator não é empregado para manter a bobina energizada, eliminando a função de automanutenção.

Em síntese, a partida direta sem selo apresenta uma montagem simples e direta, utilizando apenas um contator para comandar o motor e botoeiras de acionamento e parada para o controle manual. Sua simplicidade de montagem e a lógica de funcionamento dependente do operador fazem com que seja adequada para testes, acionamentos temporários ou situações em que o funcionamento contínuo não é necessário.

Figura 32: Esquema de Partida Direta Sem Selo



Fonte: Adaptado de CARVALHO (2025)

4.3 PARTIDA DIRETA COM SELO

A partida direta com selo de contato é um método empregado na indústria para o acionamento automático e contínuo de motores elétricos, mantendo a simplicidade do acionamento direto, porém acrescentando o recurso de automanutenção do comando. Nesse sistema, o motor é conectado diretamente à rede elétrica através de um contator, resultando em elevada corrente de partida, mas permitindo que o operador acione o equipamento sem necessidade de manter pressão contínua sobre a botoeira de comando. Essa característica torna esse tipo de partida ideal para máquinas que necessitam operar por períodos prolongados ou repetidas vezes durante o processo industrial.

Para a implementação da partida com selo, o circuito é dividido em duas partes: **circuito de força** e **circuito de comando**. O circuito de força é responsável por conduzir a energia que alimenta diretamente o motor, sendo composto, normalmente, por: disjuntor de proteção, relé de sobrecarga, contatos principais do contator e o motor trifásico ou

monofásico. Uma vez acionado o contator, seus contatos principais fecham e estabelecem a alimentação entre a rede e o motor.

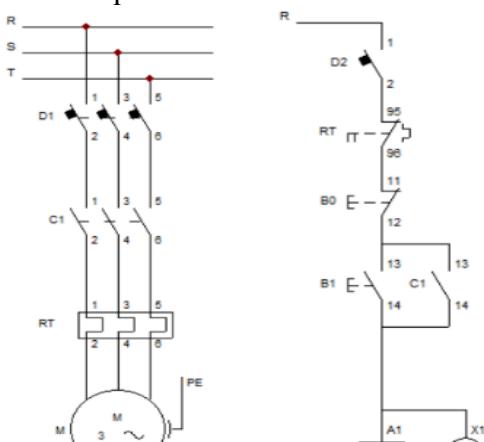
Já o circuito de comando é responsável por controlar a energização do contator, e é nele que o selo de contato é implementado. O circuito é composto pela botoeira de partida (NA), botoeira de parada (NF), bobina do contator e o contato auxiliar NA pertencente ao próprio contator. Ao pressionar a botoeira de partida, a corrente energiza a bobina do contator, fechando seus contatos principais e também seu contato auxiliar NA, o qual passa a manter a energização da bobina mesmo após a botoeira ser liberada. Esse contato auxiliar recebe o nome de **selo de contato** porque mantém o circuito fechado enquanto o motor estiver em funcionamento.

A botoeira de parada é instalada em série com a bobina do contator, atuando como elemento de segurança. Quando acionada, abre o circuito e interrompe a energia na bobina, desarmando o contator e desligando o motor. Esse formato garante que, em qualquer condição de emergência ou necessidade operacional, o desligamento seja imediato e confiável.

Durante a montagem do sistema, é fundamental realizar a correta disposição dos contatos: a botoeira de parada deve sempre vir antes do selo e da bobina, assegurando que qualquer falha ou atuação do operador interrompa o funcionamento. O contato auxiliar NA do contador precisa ser conectado em paralelo com a botoeira de partida para formar o circuito de automanutenção do comando. No circuito de força, os terminais de entrada e saída do contador devem ser devidamente conectados ao motor e às fases da rede, garantindo a alimentação direta e contínua enquanto o contador estiver ativado.

Em síntese, a partida direta com selo é um sistema simples e prático, composto por um contador, botoeiras de acionamento e parada, relé de sobrecarga e um contato auxiliar que assegura o funcionamento contínuo do motor após o acionamento inicial. Além de sua simplicidade, apresenta baixo custo, alta confiabilidade e facilidade de implementação, sendo uma solução amplamente utilizada para motores de pequeno e médio porte em aplicações industriais e comerciais onde não há exigência de controle de velocidade ou reversão.

Figura 33: Esquema de Partida Direta Com Selo



Fonte: Adaptado de CARVALHO (2025)

4.4 PARTIDA DIRETA COM REVERSÃO

A partida direta com reversão constitui um sistema empregado na indústria para possibilitar que motores trifásicos operem tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário. Assim como na partida direta convencional, o motor é ligado diretamente à rede elétrica, resultando em elevada corrente de partida. Entretanto, nesse método, agrega-se a possibilidade de inverter o sentido de rotação por meio da troca da ordem de duas fases, mantendo-se um acionamento simples e economicamente viável, especialmente para motores de pequeno e médio porte (DRUMOND, 2024).

Para implementar a reversão, o circuito é estruturado em duas partes: o circuito de força e o circuito de comando. O circuito de força é responsável por conduzir a potência elétrica até o motor e, para isso, é composto pelos seguintes dispositivos: disjuntor de proteção, relé de sobrecarga, dois contatores, um para o sentido horário (K1) e outro para o sentido anti-horário (K2), e o motor trifásico. Os contatores são interligados de forma que um deles aplique as fases ao motor na ordem direta (R–S–T), enquanto o outro realiza a inversão de duas fases (por exemplo, R–T–S), permitindo a reversão do movimento.

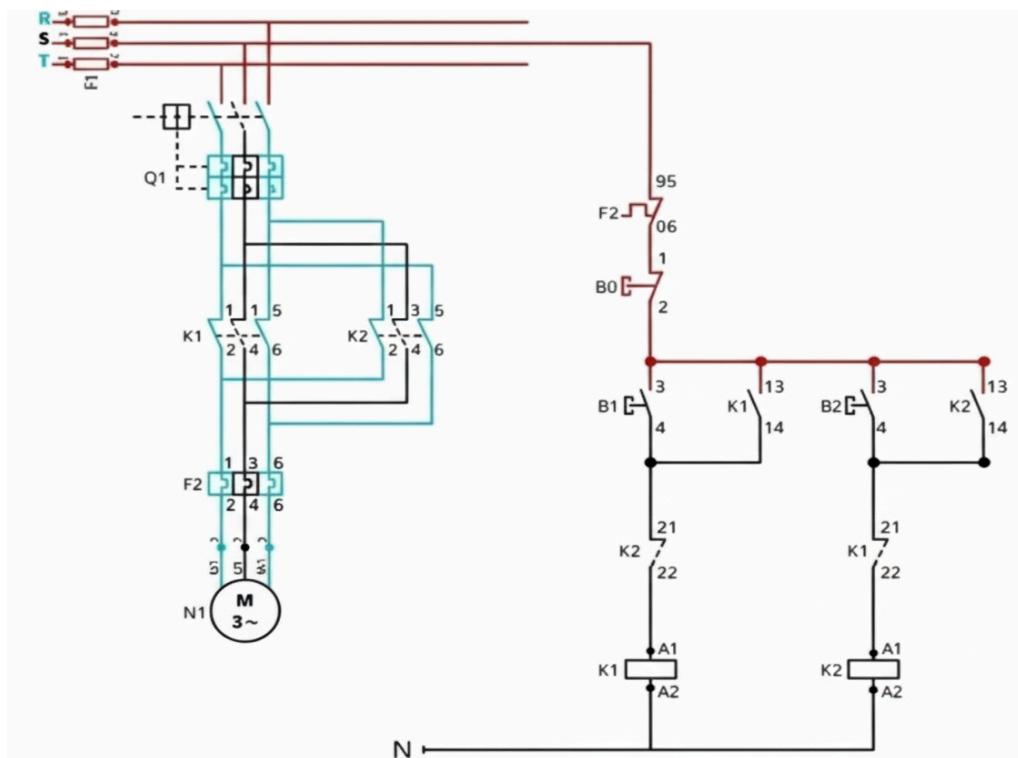
O **circuito de comando** é responsável pelo controle do acionamento e pela implementação do intertravamento, garantindo que os dois contatores não possam ser energizados simultaneamente, o que causaria curto-círcuito imediato entre fases. Esse circuito é constituído por batoeira de partida para o sentido horário, batoeira para o sentido anti-horário, batoeira de parada, bobinas dos contatores K1 e K2 e contatos auxiliares associados. Os contatos normalmente abertos (NA) são utilizados para manter o motor ligado por meio do selo de contato, enquanto os contatos normalmente fechados (NF) promovem o intertravamento elétrico entre os contatores. Dessa forma, quando K1 é acionado, seu contato NF abre o circuito de K2, impedindo sua energização; de modo análogo, quando K2 está ativo, seu contato NF bloqueia o acionamento de K1.

A realização das conexões exige atenção à correta disposição dos cabos no circuito de força, assegurando que o contator K1 estabeleça a alimentação trifásica direta ao motor,

enquanto o contator K2 inverte duas das fases antes de chegar aos terminais. Além disso, no circuito de comando, a botoeira de parada deve ser colocada em série com ambas as bobinas, garantindo que qualquer condição de desligamento seja capaz de interromper o funcionamento em ambos os sentidos.

Em síntese, a montagem da partida direta com reversão utiliza **dois contatores**, devidamente intertravados, um circuito de força dimensionado para suportar a corrente de partida do motor e um circuito de comando que assegura a operação segura, contínua e coerente com a lógica de reversão exigida pelo processo. A clareza na identificação dos dispositivos e a precisão das interligações constituem elementos essenciais para a correta implementação e compreensão desse sistema.

Figura 34: Diagrama Partida Direta com Reversão



Fonte: Autoria Própria (2025)

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR IEC 60947-2: Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão, Parte 2: Disjuntores. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. Válida a partir de 21 maio 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5280: símbolos literais de identificação de elementos de circuito, Simbologia. Rio de Janeiro, ABR. 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. 209 p. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.1/installacoes-eletricas/nbr-5410>. Acesso em: 15 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 60617: Símbolos gráficos para diagramas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 60947-4-1:2018, Dispositivo de Manobra e Comando de Baixa Tensão, Parte 4-1: Contatores e chaves de partidas de motores, Contatores e chaves de partidas de motores eletromecânicos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 13849-1: Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança – Parte 1: Princípios gerais de projeto. Primeira edição. Rio de Janeiro, 26 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 13849-2:2019 – Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança – Parte 2: Validação. Rio de Janeiro, 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Manual de aplicação da NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Brasília, 28 dez. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/manuais-e-publicacoes/manual-de-aplicacao-da-nr-12.pdf>. Acesso em: 22 out. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12, Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos: norma regulamentadora. Versão atualizada 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-reguladoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Economia. Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019. Altera a Norma Regulamentadora n.º 10 (NR-10) - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p. 77, 31 jul. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-reguladoras/nr-10.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.

CARVALHO, Itaiara Felix. Dispositivos de comando e sinalização: aula 05. Santa Cruz: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Santa Cruz, out. 2025. Material não publicado.

CASTRO, Ricardo. Motor de Indução Trifásico: Tudo Que Você Precisa Saber. 24 dez. 2024. Disponível em: <https://www.casadomotoreletrico.com.br/blog/categorias/artigos/motor-de-indu-ccedil-atilde-o-trif-aacute-sico-tudo-que-voc-ecirc-precisa-saber>. Acesso em: 24 out. 2025.

DRUMOND, Bruno. *Dispositivo de intertravamento: o que é, exemplos, como funciona.* Engenharia Adequada, 03 jan. 2024. Disponível em: <https://adequada.eng.br/dispositivo-intertravamento/>. Acesso em: 6 nov. 2025.

Franchi, C. M. Acionamentos Elétricos. 4. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda., 2008.

INSTITUTO MÉTROPOLE DIGITAL. Numeração dos contatos. Disponível em: <https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/1/58/5/11>. Acesso em: 22 out. 2025.

KARRY. Como funciona um motor de indução CA? Compreendendo o princípio de funcionamento. Dadao Electric Co., Ltd., 22 fev. 2025. Disponível em: <https://dadaoenergy.com/pt/blog/electromagnetic-induction-motor>. Acesso em: 24 out. 2025.

PINHEIRO, Hélio Henrique. Conceitos de comandos elétricos: simbologia, associação de contatos e conceitos básicos. Mossoró: IFRN – Campus Mossoró, [s.d.]. Disponível em: <https://docentes.ifrn.edu.br/heliopinheiro/Disciplinas/maquinas-e-acionamentos-eletricos-ii/conceitos-de-comandos-eletricos>. Acesso em: 22 out. 2025.

MANUAL DE INSTRUÇÕES DA BANCADA DIDÁTICA DE MEDIDAS ELÉTRICAS EDUTEC EE0001A. Curitiba: Astral Científica Comércio de Produtos e Equipamentos Ltda., [s.d.]. Disponível em: https://concursos-publicacoes.s3.amazonaws.com/723/publico>ListadeMateriaiseEquipamentos_InstrumentaAAoEletroeletrAnica_64edf77001ffa.pdf. Acesso em: 23 out. 2025.

MATTEDES, Henrique. O que é um relé térmico? Mundo da Elétrica, 2025. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-rele-termico/>. Acesso em: 22 out. 2025.

MATTEDE, Henrique. *Partida direta para motores! O que é e qual sua aplicação?* Mundo da Elétrica, 2023. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/partida-direta-para-motores-o-que-e-e-qual-sua-aplicacao/>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MOREIRA, Alexandre Moises Silva; SILVA, Isabela Nogueira da; FONSECA, Juraci Emidio. Comandos elétricos e aplicação do CADe SIMU, 2024. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Eletrotécnica) - ETEC Professor Armando José Farinazzo, Fernandópolis, 2024.

NEEMIAS, S. Apostila de acionamentos elétricos. Rio Grande do Norte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2009. Disponível em: [https://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/APOSTILA_ACIONAMENTOS_%20ELETRICOS_2008_Neemias\(2\).pdf](https://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/APOSTILA_ACIONAMENTOS_%20ELETRICOS_2008_Neemias(2).pdf). Acesso em: 05 nov. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE AUTOMÁTICA. Motores de indução trifásicos: características e aplicações. SBA: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2023. Disponível em: <http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002795.pdf>. Acesso em: 24 out. 2025.

SOUSA, Túlio Roberto Nascimento de. Ambiente virtual para ensino e aprendizagem de acionamento de motores elétricos. 2019. 41f. (Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia), Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba - Brasil, 2019. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/19098>

STEPHAN, Richard M. Acionamento, comando e controle de máquinas elétricas. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2013.

VEDAN, Alex. Como funcionam os motores elétricos? Tractian, 18 jul. 2025. Disponível em: <https://tractian.com/blog/motores-eletricos-entenda-a-funcionalidade-desse-ativo>. Acesso em: 24 out. 2025.

WEG Equipamentos Elétricos S.A. Manual da Bancada Principal. Jaraguá do Sul, SC: Centro de Treinamento de Clientes – CTC, [s.d.]. Disponível em: https://www.eletrica.ufpr.br/james/Laboratorio%20V/arquivos/1a%20Bancada_Principal.pdf. Acesso em: 24 out. 2025.