

Dispositivos

3.1. Dispositivos de Entrada

Os dispositivos de entrada são os componentes que, instalados no campo (equipamentos ou planta industrial), coletam os dados funcionais do equipamento e enviam a informação para que o CLP avalie e execute a tarefa que lhe foi programada. Esses dispositivos se interagem com o CLP ligando ou desligando a corrente elétrica por meios físicos, como contatos de uma chave, por exemplo.

3.1.1 Botões de Comando

Dentre os dispositivos de entrada, podemos destacar como mais comum os botões, ou botoeiras de comando, muito utilizados em indústrias para acionamento de motores ou dispositivos elétricos. Funciona basicamente como um interruptor doméstico, podemos encontrar botões do Tipo NA ou NF, que significam o seu estado original, NA normalmente aberto, NF normalmente fechado, isto quer dizer que em sua situação natural (sem a ação de pressionar) o dispositivo é uma chave fechada ou chave aberta, acompanhe na figura 10, a simbologia utilizada para este dispositivo

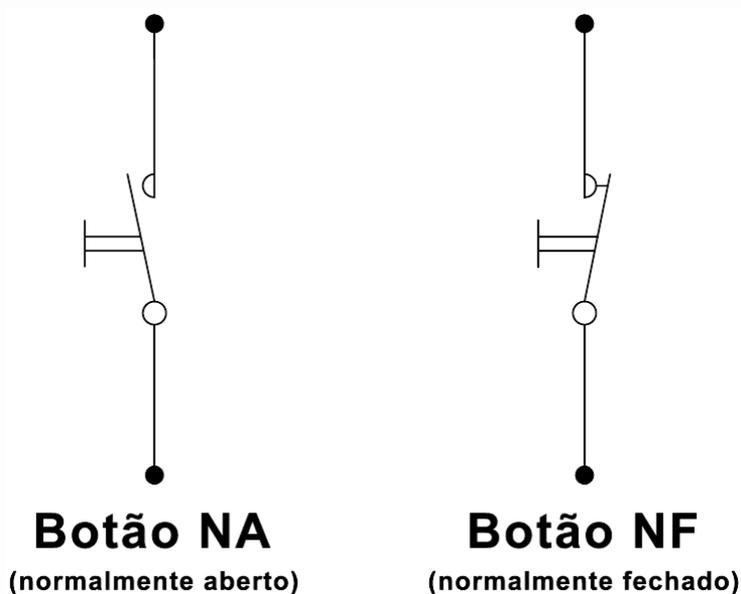


Figura 3.1

Esses dispositivos são chamados comumente pelos eletricitistas em campo como “Botoeiras”, podem existir botoeiras de tamanhos e cores variadas, porém as mais utilizadas são as de 16 mm, 22 mm e 30 mm, ou seja,



os valores se referem ao diâmetro do corpo do dispositivo, também é o diâmetro da furação que deve ser feita nas tampas de painéis ou caixas onde serão instaladas. Já em relação às cores, podemos encontrar padrões que vão desde o verde, vermelho, amarelo, preto etc. Quando o profissional for utilizar esses dispositivos, deve atentar aos padrões de cores para aplicação, abaixo um descritivo destes padrões:

- **Verde:** Utilizado como padrão para **Ligar** o equipamento, ou seja, liga o motor ou o sistema.
- **Vermelho:** Utilizado como padrão para **Desligar** o equipamento ou em dispositivos de Alarme ou Emergência, ou seja, pára o motor ou o sistema.
- **Amarelo:** Utilizado para ações gerais, ou funções específicas definidas pelo projetista.
- **Preto:** Utilizado para ações gerais, ou funções específicas definidas pelo projetista.

3

3.1.2 Chaves Seletoras

Outro dispositivo bastante utilizado e muito semelhante às botoeiras consiste nas “*Chaves Seletoras*”, ou “*Manoplas*” como conhecidas pelos eletricitistas. Esses dispositivos têm as mesmas características elétricas das botoeiras, porém com um único diferencial, são construídas para acionamento por meio de uma alavanca, ou seja, seu acionamento não é feito por meio de pressão em um botão, mas sim com o giro de uma alavanca montada no dispositivo.

As chaves seletoras vêm configuradas de duas formas, com retenção ou com retorno por mola, isto é, as chaves com retenção permanecem na posição selecionada após o comando, já as chaves seletoras com retorno por mola voltam à posição original após o comando do operador. Existem ainda chaves seletoras com duas, três, ou mais posições, dependendo do modelo e configuração.

São dimensionadas conforme o diâmetro do dispositivo, 16 mm, 22 mm e 30 mm, semelhantes às botoeiras. Também possuem uma grande variedade de cores, porém a cor preta é a mais utilizada. Na figura 3.2 podemos conhecer a simbologia utilizada para demonstrar esses dispositivos.





Manopla NA
(normalmente aberta)



Manopla NF
(normalmente fechada)

Figura 3.2

3.1.3 Chaves Fim de Curso

Os dispositivos vistos anteriormente, as botoeiras e manoplas, são dispositivos de acionamento pela ação humana. Quando necessitamos dessas características elétricas em um sistema que não seja acionado por meio das ações humanas, utilizamos as chaves do tipo “*Fins de Curso*”, esses dispositivos são utilizados para detecção de posição de objetos e materiais, em mecanismos móveis e máquinas e equipamentos industriais como esteiras transportadoras, elevadores, portas e portões automáticos etc.

Possuem as mesmas características elétricas dos botões e chaves seletoras, utiliza dispositivos mecânicos para estabelecer ou interromper a passagem da corrente elétrica em seus terminais. Possuem a característica de suportar correntes elétricas elevadas, podendo assim ligar e desligar cargas maiores como pequenos motores e dispositivos.

Encontramos no mercado inúmeros modelos dessas chaves fins de curso, sendo as mais usuais e comuns às chaves que possuem acionamento por alavanca, haste giratória, rolo impulsor, alavanca forquilha, e bastão oscilante. Na figura 3.3 visualizamos a simbologia elétrica para esse dispositivo.



Chaves Fim de Curso

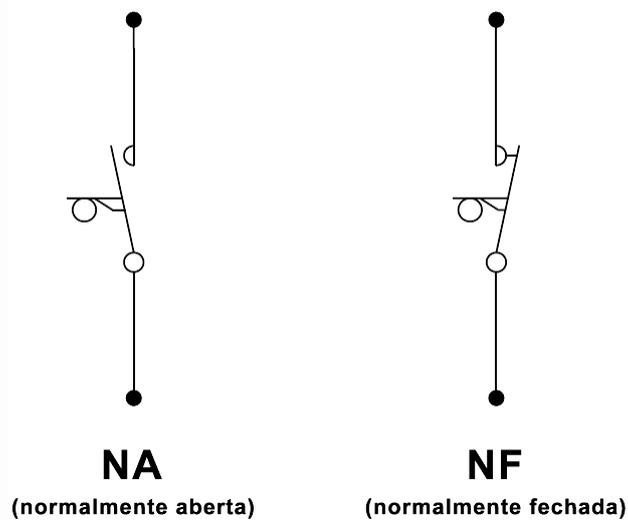


Figura 3.3

3.1.4 Botão de Emergência

Quando projetamos ou montamos sistemas elétricos, é imprescindível que o projetista ou eletricitista defina um circuito em seu sistema que, quando acionado, deverá bloquear todas as partes móveis e energizadas do equipamento. Tal fato se deve ao fator segurança, e está previsto em normas regulamentadoras em todos os continentes. Esse dispositivo é acionado quando existe uma falha grave no equipamento ou um acidente com pessoas ou dispositivos, deve estar instalado e identificado em locais de fácil acesso para que possa ser acionado em qualquer momento pelos operadores, suas características elétricas são idênticas às vistas nos dispositivos anteriores, possuem configurações do tipo NA e NF, com uma única diferença, possuem uma capa saliente na cor vermelha. Podemos encontrar esses dispositivos com acionamento e retenção e acionamento e retorno por mola.

Algumas normas prevêm que esse circuito deverá ser projetado com dispositivos do tipo Normalmente Fechado, isso traz a vantagem de, na ocorrência de uma falha no circuito ou na fiação, ele ser acionado, ou seja, para que o circuito funcione, a corrente elétrica tem que percorrer todos os dispositivos, se um dispositivo falha o sistema bloqueia o equipamento, forçando assim uma manutenção corretiva rápida e que garanta sempre o funcionamento correto do sistema. Também é muito comum monitorar esses sistemas com acionamento conjunto de um alarme acústico ou luminoso. Na figura 3.4 visualizamos a simbologia elétrica para esse dispositivo.



Botão de Emergência

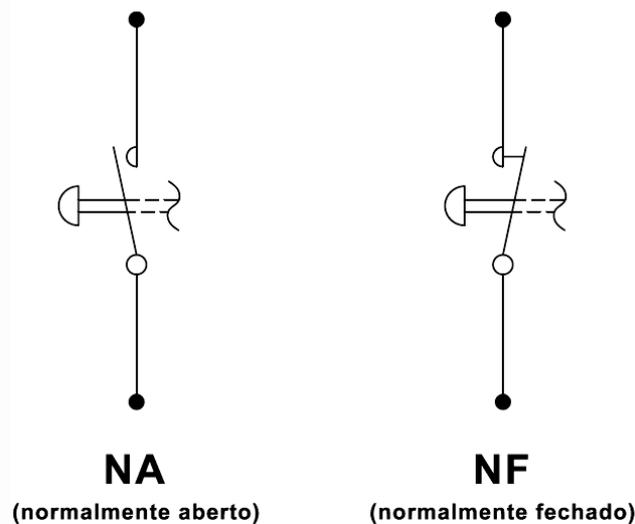


Figura 3.4

3.1.5 Sensores de Proximidade

O sensor de proximidade é considerado uma evolução das chaves do tipo fim de curso. Ele possui um circuito eletrônico montado junto ao dispositivo e detecta objetos dispostos em sua região frontal, com a grande vantagem de não ser necessário o toque físico para acionamento como nas chaves fim de curso. Outra enorme vantagem é a possibilidade de se detectar objetos a distâncias que variam desde 1 milímetro até 5 metros (dependendo do dispositivo).

Existem dois tipos básicos, o *Sensor de Proximidade do tipo Indutivo* e o *Sensor de Proximidade do Tipo Capacitivo*. O tipo Indutivo funciona somente para objetos que causem interferência em um campo magnético gerado na face sensora do dispositivo, ou seja, detecta materiais ferrosos, baseia-se nas mudanças de indutância dentro de uma pequena bobina instalada no interior do dispositivo quando um objeto metálico entra no raio de detecção do sensor. Já os sensores do tipo Capacitivo podem detectar quaisquer tipo de material, seja ferroso ou não, baseiam-se no princípio do potencial elétrico, ou seja, detectam mudanças na potência de um campo elétrico gerado na face do dispositivo quando os objetos se aproximam ou se afastam da face sensora.

A maneira mais usual de se encontrar esses dispositivos é na forma cilíndrica, com diâmetro do corpo que varia de 6mm (M6) até 30 mm (M30), porém existem modelos com formas geométricas que se adaptam a qualquer tipo de aplicação (quadrados, retangulares, em “L”, em “U” etc).



Sua interface elétrica é bastante simples, podem ser ligados a 2 fios, 3 fios ou ainda 4 fios. Essas configurações se referem à lógica de saída do dispositivo. Sua interface de potência é do tipo estado sólido (transistorizada). Devido às pequenas dimensões do dispositivo, fica inviável a instalação de um relé para acionamento, as saídas podem ser do tipo NPN ou PNP, também encontrado com lógicas NA e NF, abaixo na figura 3.5 podemos verificar a simbologia e exemplos de ligação dos dispositivos de 2, 3 e 4 fios.

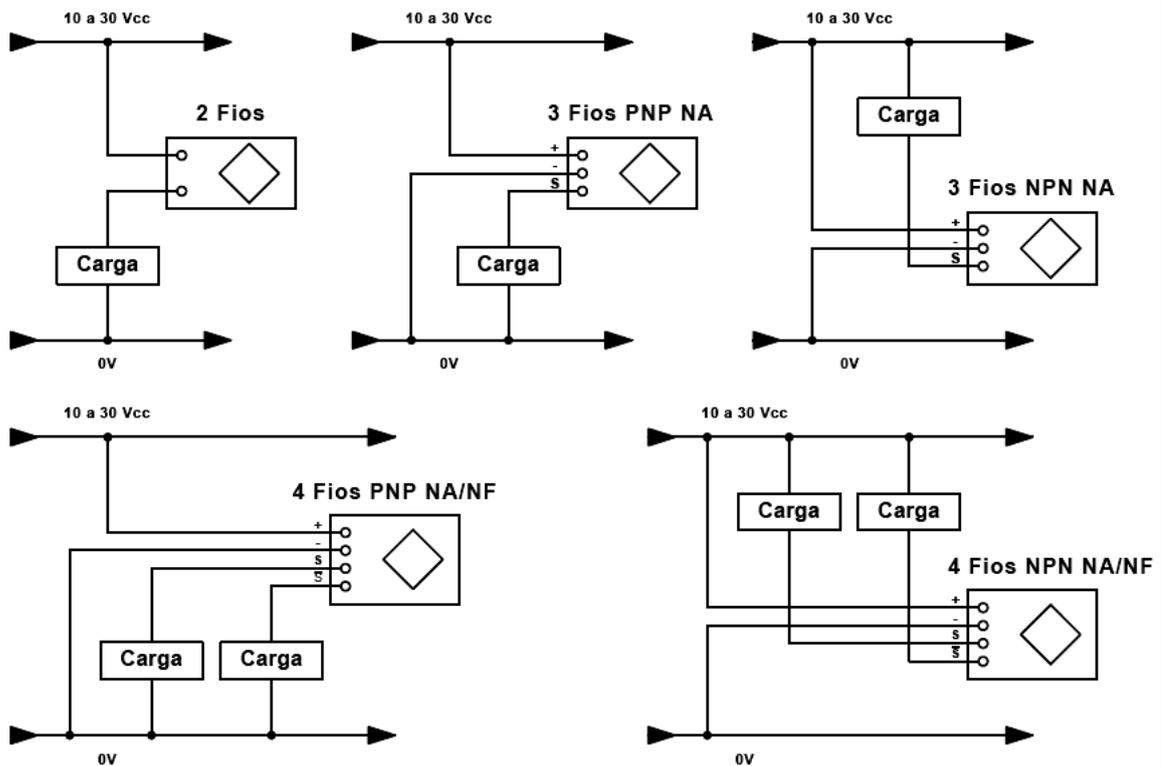


Figura 3.5

Nota 1: Esses dispositivos também podem ser encontrados em tensões CA nas faixas de 127/220 Vca, sendo os mais comuns os do tipo Capacitivo ligação a 2 fios.

Nota 2: Essas ligações, embora representem a grande maioria desses dispositivos, devem ser confirmadas antes da ligação no datasheet correspondente que acompanha o produto.

3.1.6 Sensores Ópticos

Os sensores do tipo Óptico possuem as mesmas características elétricas dos sensores Indutivos e Capacitivos, com uma única diferença: o método de detecção baseia-se em um feixe de luz que é emitido pelo dispositivo e, quando encontra o objeto a ser detectado, reflete de volta para o dispositivo causando assim a detecção.



Existem três tipos de sensores ópticos: *Reflexão Difusa*, *Retroreflexivo* e *Feixe Transmitido*.

O sensor do tipo Reflexão Difusa funciona baseado no princípio de reflexão da luz no próprio objeto, ou seja, o dispositivo emite um feixe de luz que, ao atingir o objeto a ser detectado, reflete parte dessa luz retorna ao sensor onde ele detecta a luz e aciona as saídas PNP ou NPN, dependendo do tipo do sensor. Esses sensores são utilizados para detectar qualquer tipo de material, sua distância sensora está na faixa de 100 a 300 mm, sensores de boa qualidade não sofrem interferência da luz externa ou luz ambiente.

Os sensores do tipo retrorefletivo utilizam o princípio de reflexão com emissor e receptor, ou seja, eletronicamente falando existem dispositivos dispostos um ao lado do outro que são responsáveis pela emissão do feixe luminoso e outro responsável pela leitura deste feixe luminoso. Quando o feixe emitido atinge o objeto a ser detectado, a luz reflete e parte retorna ao sensor sendo detectada pelo dispositivo correspondente. A vantagem desse tipo de sensor em relação ao sensor difuso é que o feixe emitido pode ser de maior potência, permitindo assim a leitura de objetos a maiores distâncias, cerca de até 1500 milímetros.

O modelo feixe transmitido é similar ao sensor retrorefletivo, com a diferença de que os dispositivos emissor e receptor são peças distintas, ou seja, existe um sensor emissor e outro sensor receptor, que devem ser montados um em frente ao outro com perfeito alinhamento mecânico, pois o emissor deve estar direcionando o feixe de luz ao receptor, e quando o objeto a ser detectado passa entre os dois, o receptor aciona as saídas correspondentes. Esse tipo é indicado para sensoriar grandes distâncias, até 10 metros ou mais dependendo do modelo utilizado.

A interface elétrica desses dispositivos segue o mesmo padrão dos sensores vistos anteriormente na figura 3.5, não é comum encontrar esses dispositivos alimentados em Corrente Alternada (CA), somente em Corrente Contínua (CC) na faixas de 10 a 30 Vcc.



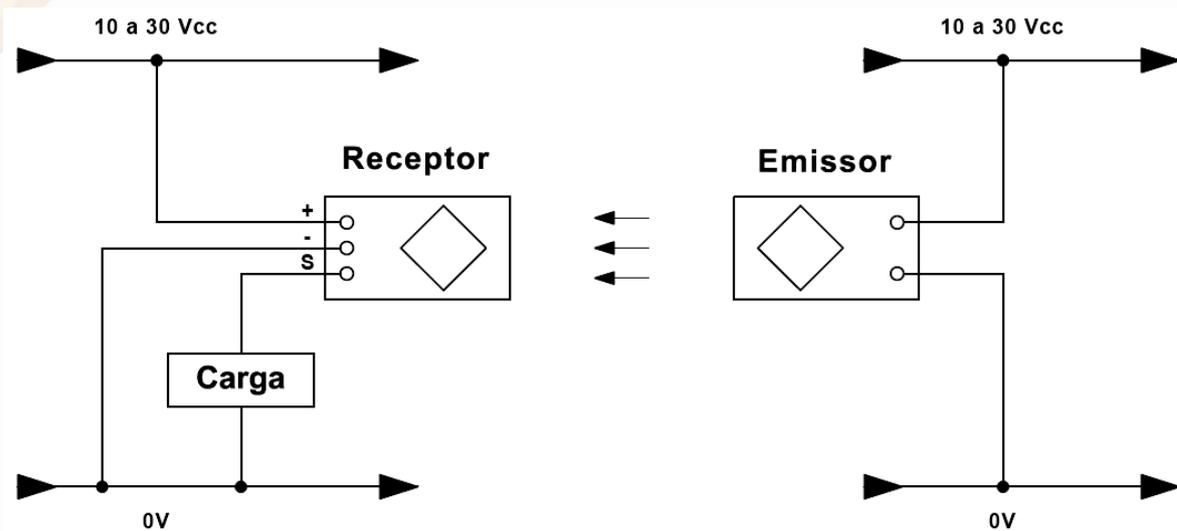


Figura 3.6

No mercado existem inúmeros fabricantes desses dispositivos, podem ser encontrados com algumas particularidades ou acessórios, como, por exemplo, espelhos refletivos, conjuntos com fibra óptica, lentes especiais etc, porém o princípio básico de funcionamento continua sendo os mesmos mencionados anteriormente. Na figura 3.6 podemos identificar a simbologia utilizada para representar estes dispositivos, sua interface elétrica segue o mesmo padrão utilizado na figura 3.5.

3.1.7 Dispositivos Eletrônicos

Quando falamos dos dispositivos de entrada em um CLP, não podemos deixar de comentar a respeito dos inúmeros dispositivos elétricos e eletrônicos que são utilizados em processos de automação e podem ter sua interface conectada ao sistema, são exemplos desses sistemas os Controladores Universais, Controladores de Temperatura, Controladores de Nível, Disjuntores, e Contactores, todos esses dispositivos podem enviar um sinal de tensão discreto ao CLP para que ele possa processar a informação e utilizá-la conforme o seu programa de execução, por exemplo, um disjuntor de proteção de motor pode enviar um sinal de tensão a uma entrada do CLP caso tenha sido acionado, assim o sistema pode detectar um disjuntor desarmado e soar um alarme ou imprimir uma mensagem de falha na tela de uma IHM, ou contato de um controlador de Nível pode enviar a informação de Nível de controle atingido e assim o CLP pode desligar uma bomba, abrir uma válvula ou avisar o operador de que o processo está pronto etc. Estes são bons exemplos de interface de operação por meio de dispositivos externos, acompanhe na figura 3.7 exemplos de ligação destes dispositivos.



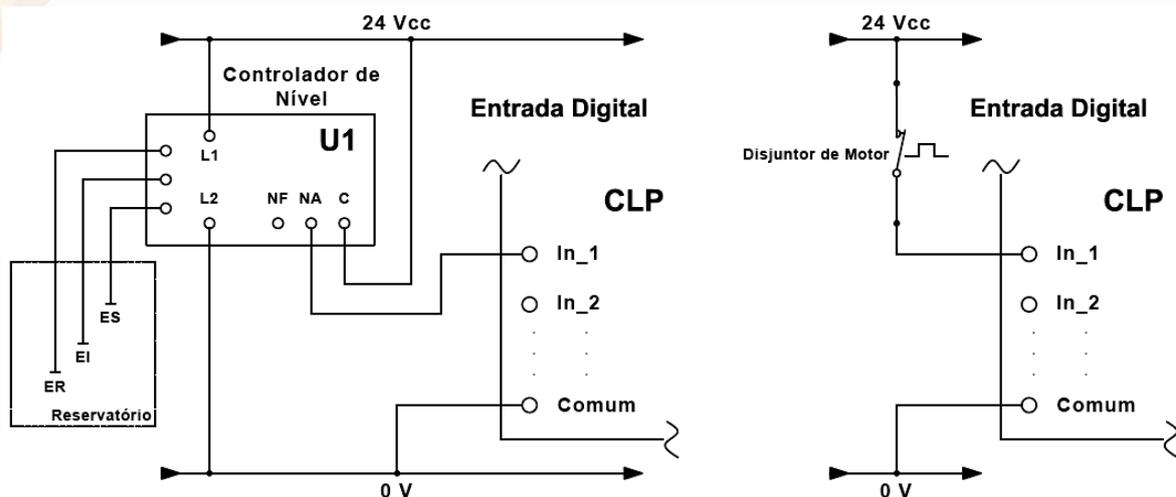


Figura 3.7

3.2. Dispositivos de Saída

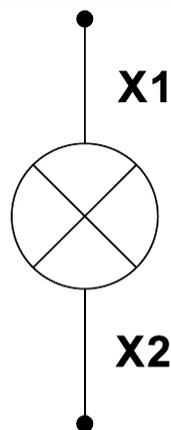
Os dispositivos de saída são os dispositivos que fazem a interface de força com o CLP, ou seja, são todos os dispositivos que são comandados pelas saídas digitais do equipamento, são eles: lâmpadas, contactores, alarmes, válvulas etc, vale lembrar que um ponto de saída de um CLP não possui potência suficiente para acionamento de cargas com correntes elétricas elevadas, nesse caso o recomendado é que o projetista, ao desenvolver uma aplicação, utilize fusíveis de proteção e relés auxiliares, assim o CLP, ao invés de acionar diretamente essas cargas, aciona um relé auxiliar de baixa potência e o relé fica responsável pelo acionamento da carga elevada, com isso o sistema fica resguardado de qualquer falha ou sobrecarga proveniente do campo, pois é muito mais econômico trocar um dos relés auxiliares do que proceder a troca ou reparo de um módulo de saídas digitais de um CLP, porém nada impede que se utilizem diretamente as saídas para acionamento das cargas típicas como lâmpadas de sinalização ou pequenas cargas indutivas como bobinas de contactores e válvulas solenóides. Esta é só uma dica para que o usuário possa ter um sistema mais seguro e com menor índice de manutenção.

3.2.1 Lâmpadas

As lâmpadas são os olhos do operador, são utilizadas para transmitir uma informação visual do estado do equipamento, seja um estado de falha, advertência, ou indicar que o equipamento esteja trabalhando normalmente, essas lâmpadas utilizadas em montagens elétricas são chamadas de sinaleiras ou sinalizadores luminosos. Como as botoeiras, esses dispositivos podem ser dimensionados de acordo com o seu tamanho e diâmetro de furação no painel, 16 mm, 22 mm ou 30 mm, e também podem ser encontradas em diversas



cores , sendo as mais usuais as cores vermelha, verde, amarela e branca. As sinaleiras vermelhas são utilizadas geralmente para indicação de alarme ou falha ocorrida com o sistema - “Disjuntor Desarmado”, “Nível Baixo” - as verdes são utilizadas para indicação de equipamento funcionando - “Motor Ligado”, “Nível Alto” - já as sinaleiras amarelas e brancas indicam um estado de advertência do equipamento ou processo - “Painel Energizado“ , “Porta de Proteção Aberta“, “Completar nível de Óleo”. Na figura 3.8 podemos visualizar a simbologia utilizada para representar esse dispositivo em diagramas elétricos.



Sinaleira ou Sinalizador Luminoso

Figura 3.8

Os dizeres X1 e X2 identificam os bornes de energização do dispositivo. Estes dispositivos podem ser encontrados nas faixas de tensão entre 12Vcc/Vca, 24Vcc/Vca, 127Vca e 220Vca. Os elementos luminosos podem ser lâmpadas a filamento (incandescentes), lâmpadas sem filamento (néon) ou até mesmo as mais recentes do tipo LED (diodo emissor de luz) que são mais eficientes e consomem menos energia.

3.2.2 Relés Auxiliares

Os relés auxiliares são dispositivos eletromecânicos utilizados para ligar ou desligar cargas de baixa ou média potência. Geralmente na ordem de no máximo 15 amperes em cargas resistivas, sua principal vantagem é proporcionar um baixo consumo de energia para seu acionamento, portanto são um grande recurso para chaveamento de cargas mais altas do que o controle original, assim são muito utilizados em conjunto com CLPs, controladores eletrônicos para interfaceamento de cargas maiores como

3



contactores de potência, válvulas, ou cargas indutivas / resistivas de grande potência .

Podem ser encontrados nas faixas de tensão que variam de 12Vcc/Vca , 24 Vcc/Vca 127/220Vca a 380Vca, que são tensões usuais em sistemas de comando elétrico.

Esses relés auxiliares possuem um conjunto de contatos do tipo NA (normalmente aberto) e NF (normalmente fechado) para fazer as funções típicas de comando elétrico, chaveamento, intertravamento, bloqueio etc, podem ser encontrados em combinações com somente um tipo de contato ou mistos , dependendo do modelo selecionado.

A identificação desses contatos segue normalização internacional e são utilizados algarismos numéricos para representação. Contatos do tipo NF recebem numeração 1 e 2, enquanto os contatos do tipo NA recebem numeração 3 e 4. Se em um mesmo dispositivo existir mais de um contato NF ou NA, acrescenta-se antes do algarismo indicador um algarismo de seqüência, por exemplo:

Se tivermos um relé auxiliar com 3 contatos NF e 2 contatos NA, a seqüência de representação no diagrama elétrico ficará:

1º Contato NF	11 / 12
2º Contato NF	21 / 22
3º Contato NF	31 / 32
1º Contato NA	13 / 14
2º Contato NA	23 / 24

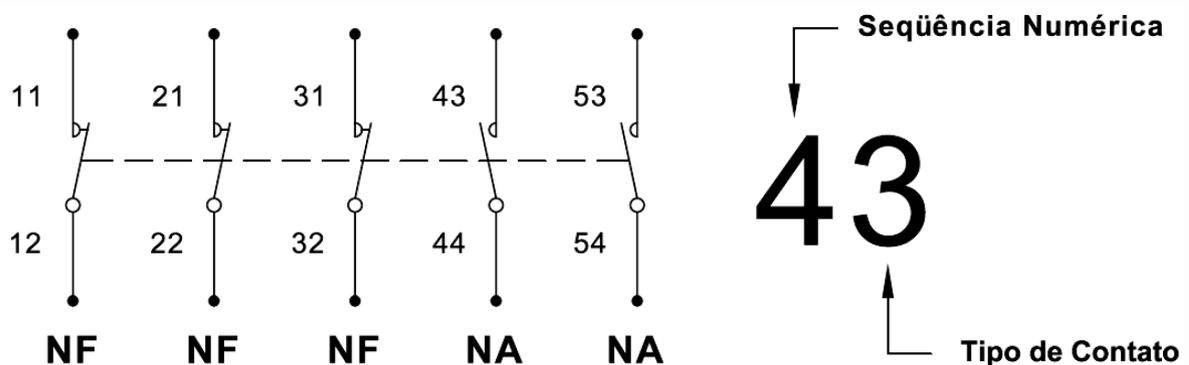


Figura 3.9

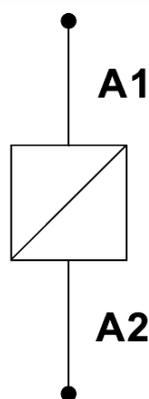


Na figura 3.9 podemos verificar a seqüência de identificação utilizada no exemplo acima , e também visualizar a simbologia para representação em diagramas elétricos.

* Nota 1: a seqüência utilizada é aplicada somente ao dispositivo. Se houver mais dispositivos em um mesmo sistema, a seqüência inicia sempre com o algarismo 1, portanto podemos ter o contato 11 e 12 do relé 1 e também o contato 11 e 12 do relé 2, e assim sucessivamente, diferenciado apenas pelo número ou código do relé.

* Nota 2: esse mesmo princípio de identificação também pode ser aplicado em contatos de botões, chaves seletoras, chaves fim de curso e botões de emergência, como vistos anteriormente nos itens 3.1.1 , 3.1.2 , 3.1.3 , 3.1.4.

Como podemos notar na figura 3.9, os relés auxiliares são especificados conforme o número de contatos dispostos para utilização no comando elétrico. Além da simbologia dos contatos, devemos utilizar também na confecção do diagrama um símbolo específico para a bobina de acionamento. Essa bobina é responsável pelo atracamento do sistema mecânico do relé, fazendo assim o chaveamento elétrico propriamente dito dos contatos. Na figura 3.10 podemos visualizar a simbologia correspondente a uma bobina de um relé auxiliar.



Bobina de Relé ou Contactor

Figura 3.10

Note que os terminais da bobina são representados pelas sigas A1 e A2, que representam os pólos de energização do dispositivo.

Essa simbologia também é aplicada às bobinas de contactores de potência, que nada mais são do que relés eletromecânicos que suportam maior quantidade de corrente elétrica em seus terminais e se caracterizam por

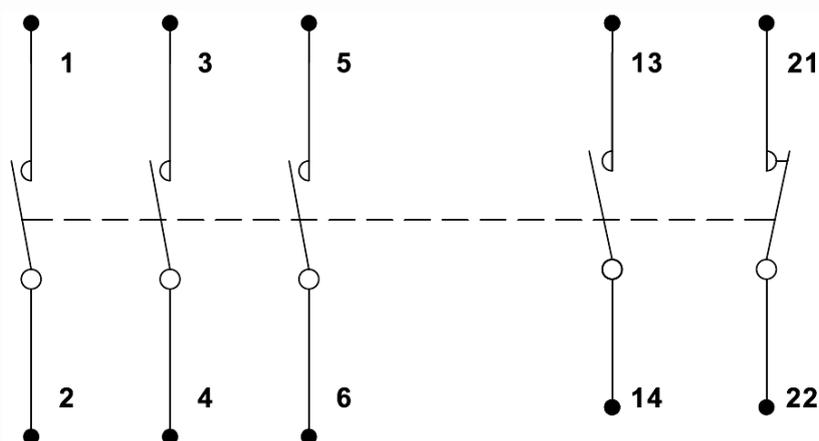


possuírem 3 contatos NA de potência, são utilizados para acionamento de cargas como motores elétricos, resistências e outras cargas que exigem uma alta carga de acionamento.

3.2.3 Contactores de Potência

Os contactores são relés que possuem a característica de chavear cargas com altas potências, geralmente cargas maiores do que 10A, sua bobina tem um consumo maior quando comparada ao consumo de um relé auxiliar. Assim, na maioria dos casos em que utilizamos controladores como CLPs ou dispositivos eletrônicos para acionar um contactor, devemos fazer com o auxílio de um contato de um relé auxiliar. Sua principal característica é o chaveamento de cargas tripolares, assim os contactores de potência possuem de modo geral três canais de chaveamento do tipo NA, e em muitas vezes um ou dois contatos auxiliares do tipo NA ou NF, porém estes contatos auxiliares não devem ser utilizados para chaveamento de potência, mas sim no comando elétrico de controle do dispositivo.

A simbologia utilizada para representação desse dispositivo está exemplificada na figura 3.11, porém a representação de sua bobina de acionamento segue o mesmo padrão da bobina de um relé auxiliar como visto na figura 3.10.



Contactor Tripolar

Figura 3.11



Note que os contatos de chaveamento de potência são indicados pelos algarismos de 1 - 2, 3 - 4 e 5 - 6, já os contatos auxiliares seguem a mesma metodologia indicada na figura 3.9. Esses dispositivos podem ser encontrados em todos os níveis de tensão utilizados para comando elétrico, desde 12 Vcc/Vca, 24 Vcc/Vca, 127Vca e 220Vca.

3.2.4 Relés de Estado Sólido

Além dos dispositivos eletromecânicos, também são utilizados e classificados como um dispositivo auxiliar os relés de estado sólido. Esses dispositivos possuem as mesmas funções elétricas dos relés auxiliares convencionais porém com uma diferença significativa: o elemento que estabelece o contato elétrico é um dispositivo eletrônico, geralmente TRIACs. O triac, como visto anteriormente no item 2.1.2, pode chavear correntes alternadas de alta potência e em velocidades superiores aos relés convencionais. Para esse tipo de aplicação o elemento de chaveamento (o triac) vem encapsulado de forma prática, ou seja, vem montado em um dissipador de calor, com um drive eletrônico de chaveamento que permite sua ligação nos mesmos níveis de tensão utilizados nos relés convencionais. Além de ter sua fixação mecânica idêntica ao dos relés auxiliares convencionais, isto facilita em muito as manutenções e substituições dos dispositivos em campo.

Na figura 3.12 podemos visualizar a simbologia utilizada para representação das bobinas e contatos dos dispositivos.

Relé de Estado Sólido

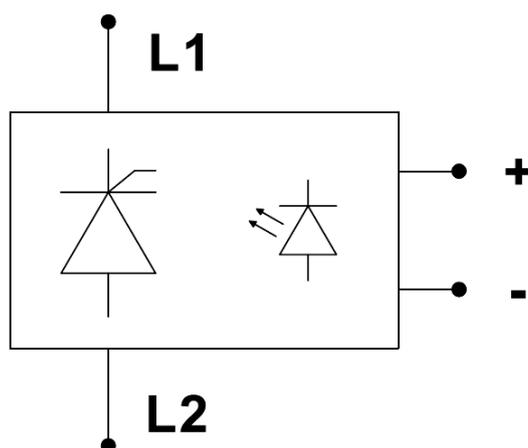


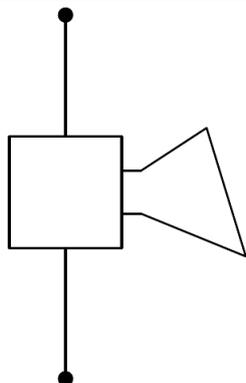
Figura 3.12

Uma desvantagem quando comparamos esse dispositivo com os relés auxiliares é que de uma forma geral ele é encontrado com somente um único canal de chaveamento, enquanto os relés auxiliares possuem combinações de três ou mais canais de contato em várias combinações (NA e NF). O relé de



estado sólido só é encontrado com configuração NA e somente um canal para chaveamento.

3.2.5 Sinalizadores Acústicos



Os sinalizadores acústicos ou alarmes sonoros são dispositivos que emitem sinais sonoros para identificar possíveis condições de operação, falhas ou avarias nos sistemas. São utilizados em sistemas ou ambientes onde o operador não permaneça o tempo todo ao redor do equipamento, ou em casos de emergência em que várias pessoas devem ser informadas da condição do sistema.

Sinalizador Acústico

Esses dispositivos são classificados conforme sua potência sonora que é medida em dB e são encontrados em vários modelos, desde os pequenos de forma circular para montagem em, painel idêntico

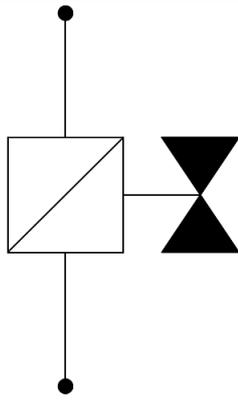
Figura 3.13

aos botões e lâmpadas, porém com menor potência audível, e os maiores para instalação no corpo ou chassi do equipamento com potências maiores para grandes áreas e ambientes maiores. Esses sinalizadores também possuem um símbolo característico para discriminação em diagrama elétrico, veja a simbologia na figura 3.13.

3.2.6 Válvulas Solenóides

As válvulas solenóides são dispositivos que convertem campo eletromagnético em movimento mecânico, uma bobina de fio esmaltado enrolado em forma de espiral em torno de uma camisa metálica, quando energizada atrai, um pistão ou outro mecanismo mecânico a uma posição pré determinada. Quando o campo magnético é interrompido, esse pistão ou dispositivo retorna à sua posição original por meio da ação de molas posicionadas no mecanismo. Esses dispositivos são muito utilizados em sistemas pneumáticos e hidráulicos para comandar válvulas utilizando as pressões presentes no sistema. Em algumas aplicações em automação em que são necessários movimentos lineares em espaços reduzidos, é bastante comum à utilização desses dispositivos para acionamento de cilindros de ar comprimido ou dispositivos hidráulicos, isso torna a aplicação mais simples e evita os complexos mecanismos mecânicos envolvidos na transformação ou transmissão desses tipos de movimento.





Válvula Solenóide

que tais circuitos não estão previstos na eletrônica interna desses dispositivos.

As válvulas solenóides trazem as características elétricas de um indutor, podem ser encontradas em tensões que variam de 24 Vcc/Vca a 220Vca. Por se tratar de cargas indutivas e possuírem uma certa potência, o projetista deve prever no sistema de acionamento circuitos de proteção para os transientes causados por cargas deste tipo. A instalação de supressores capacitivos e resistivos é um boa dica para evitar problemas com os drives de acionamento dos controladores ou módulos de saída de CLPs, já

Figura 3.14

3 Para discriminação dos dispositivos, contamos com uma simbologia própria. Abaixo na figura 3.14 podemos visualizar o símbolo gráfico correspondente.

