

Confiança e economia
na qualidade da energia.

Equipamentos Elétricos e Eletrônicos de Potência Ltda.

Recomendações para a aplicação de capacitores em sistemas de potência

Antes de iniciar a instalação, verificar se o nível de tensão dos capacitores é compatível com a tensão do sistema.

- **Manobra de capacitores:**

Os capacitores são componentes que possuem uma corrente de ligação (In-rush) extremamente elevada, visto que o mesmo é um “curto-circuito” para a rede quando é energizado. Esta corrente de energização é limitada pelas impedâncias dos circuitos, transformadores e concessionária, podendo atingir até 100 vezes a corrente nominal dos capacitores. Os equipamentos de manobra deverão ser dimensionados considerando não só a corrente nominal dos capacitores, mas também esta corrente de energização. Chaves seccionadoras, comutadoras e disjuntores não foram dimensionados para manobra de capacitores, sendo recomendado que para tal acionamento sejam utilizados contadores adequadamente projetados. Estes contadores poderão ou não ser providos de impedâncias em série (como indutores de in-rush), resistores de pré-carga, ou outro meio de limitação de corrente, levando-se em consideração a dissipação térmica e capacidade dinâmica do componente.

- **Condutores:**

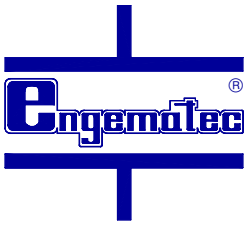
Os condutores de alimentação dos capacitores devem ser dimensionados levando-se em consideração as condições ambientais como temperatura, umidade e altitude, utilizando para tanto as tabelas de correção fornecidas pelos fabricantes. A corrente de um capacitor pode, em função de suas características construtivas, atingir 131% de sua corrente nominal. Conforme normas, os condutores devem ser dimensionados para um regime permanente de 135% da corrente nominal dos capacitores. No dimensionamento, a bitola dos condutores deve ser corrigida em função do tipo de instalação (leitos, calhas, eletrodutos, etc), agrupamento e número de circuitos, como também às demais correções definidas pelas normas e fabricantes.

- **Conexões:**

As conexões dos condutores nos capacitores e no ponto de alimentação devem preferencialmente ser executadas com terminais de compressão adequados, de característica compatível com a bitola dos condutores utilizados. Eventualmente podem ser utilizados terminais de pressão (com aperto via porcas), porém tais terminais apresentam uma dilatação térmica superior aos terminais de compressão, podendo causar aquecimento na conexão, queima do isolamento dos condutores provocando curto circuito entre as fases. Terminais de outros materiais como alumínio não são recomendados; o alumínio quando exposto ao ar se oxida, e no local da oxidação há a transformação para óxido de alumínio. Este óxido é extremamente isolante, causando má condução de corrente e provável dano aos condutores e capacitores.

- **Proteções:**

Todos os capacitores devem ter proteções adequadas, independente da proteção existente no quadro geral ou ponto onde o capacitor for conectado, mesmo para as instalações solidárias a motores. As proteções dos capacitores podem ser compostas por fusíveis (preferencialmente NH gl/gG) com capacidade de 165% da corrente nominal do capacitor ou por disjuntores termomagnéticos de caixa moldada com um fator de correção de 150%.



Equipamentos Elétricos e Eletrônicos de Potência Ltda.

*Confiança e economia
na qualidade da energia.*

A utilização de disjuntores para a proteção de capacitores pode não ser a solução adequada; a corrente de magnetização (In-rush) pode atingir valores de até 100 vezes a corrente nominal do capacitor, passando sob a região de proteção magnética do disjuntor, causando seu imediato desligamento.

- **Condições ambientais e localização:**

Os capacitores devem ser instalados em local ventilado, com temperatura entre +5 e +45 °C e umidade relativa inferior a 85% (sem condensação). Instalar os capacitores de maneira a permitir um espaçamento entre unidades ou entre unidade e outros equipamentos de no mínimo 50 mm, visando um arrefecimento natural.

- **Capacitores instalados junto a motores:**

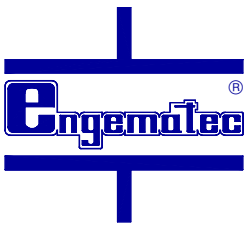
Motores com partida direta: Instalar o capacitor preferencialmente entre o contator principal e o relé térmico. Para instalação após o relé térmico, o ajuste da proteção deverá ser reduzida, podendo ser utilizados os valores de Δi (%) constantes na tabela para compensação de motores.

Motores com partida por chave estrela –triângulo: Os capacitores devem ser obrigatoriamente instalados após o contator principal do motor, não necessitando neste caso, de contator tripolar independente para manobra. Recomenda-se instalar o capacitor antes do relé de proteção térmica, caso contrário, deverá ser feita nova calibração da corrente de atuação.

O capacitor não deve ser instalado após o contator de fechamento estrela (geralmente K2). O sistema estrela – triângulo aciona primeiramente os contatores K3 e K2, este último da estrela; após temporização, o contator K2 é desligado e logo em seguida o contator K1 é energizado. Para a instalação do capacitor após K2, durante a transferência da estrela para triângulo, o capacitor se carregará através das bobinas do motor (que servirão como um indutor série para este capacitor). A corrente absorvida poderá ultrapassar a corrente máxima do motor (de rotor bloqueado) podendo danificá-lo.

Motores com partida por chave compensadora: Os capacitores deverão ser obrigatoriamente acionados por contatores tripolares independentes dos existentes na chave compensadora. Estes contatores devem ser dimensionados para a corrente capacitiva em regime AC3, utilizando os fatores de correção adequados. O contator de acionamento do capacitor deverá ser acionado juntamente com o contator principal, com derivação elétrica entre este contator e o relé térmico. O capacitor não deve ser ligado na saída do contator de partida compensada (geralmente K2).

Os capacitores não podem ser instalados nesse tipo de partida sem contatores independentes. No sistema de comando da chave compensadora, quando há a passagem do regime compensado para o regime permanente (conectado diretamente à rede) há um espaço de tempo em que nenhum contator da chave compensadora permanece ligado. Neste período de tempo o capacitor estará em regime de descarga (por até um minuto); porém, quando a chave compensadora energizar o motor com a tensão da rede, haverá um “curto-circuito” instantâneo, entre a tensão armazenada no capacitor e a tensão da rede. Este curto-circuito será ocasionado pela diferença de tensão (capacitor-rede), podendo provocar a queima dos fusíveis de proteção, o capacitor e danos ao isolamento do motor por sobre-tensão.



Equipamentos Elétricos e Eletrônicos de Potência Ltda.

*Confiança e economia
na qualidade da energia.*

Motores com partida por Soft-Start: O soft-start é um equipamento eletrônico que modula a tensão eficaz sob o motor (durante a partida ou parada), através da condução controlada de thistores (geralmente 6 para ponte totalmente controlada). Este tipo de controle é um dos mais poluentes ao sistema de energia elétrica. A corrente absorvida durante a partida (soft-start) e parada (soft-stop), possui um conteúdo extremamente carregado de harmônicas, principalmente 5ª e 7ª, como também do restante do espectro, com menor intensidade. Capacitores instalados próximos a estas fontes, podem interagir com a instalação e o sistema entrar em ressonância. Os motores com este sistema de partida só podem ter sua correção localizada se o sistema possuir um contator de by-pass.

Este contator desliga o soft-start quando o motor atingir regime de funcionamento; neste instante, o capacitor pode ser conectado no barramento do motor (porém antes dos fusíveis de proteção), utilizando-se contadores adequadamente dimensionados. Para motores com soft-stop, o processo deve ser o inverso, com o capacitor sendo desligado antes do processo de parada.

Motores com controle de velocidade por inversores de frequência: Não é recomendada a instalação de capacitores junto a estes tipos de motores, sem um estudo detalhado de ressonância e distorção harmônica. A maioria dos inversores de frequência (principalmente os de seis pulsos), são uma fonte de diversas correntes harmônicas, que poderão ser drenadas pelo banco de capacitores, provocando ressonância paralela. Tal ressonância geralmente vem acompanhada de sobretensões perigosas, que danificariam os capacitores, equipamentos elétricos do sistema como também o próprio inversor de frequência.

- **Capacitores instalados junto a centros de carga:**

Os alimentadores do centro de carga (cabos), chaves e barramentos, devem ter capacidade de condução de corrente para alimentar tanto as cargas conectadas quanto os capacitores. Na utilização de seccionadoras ou comutadoras previamente instaladas no centro de cargas, estas devem ter capacidade de conduzir em regime contínuo (AC3) 165% da corrente nominal dos capacitores. As proteções também devem ser dimensionados com o coeficiente adequado (165% para fusíveis e 150% para disjuntores—ver **Proteções**).

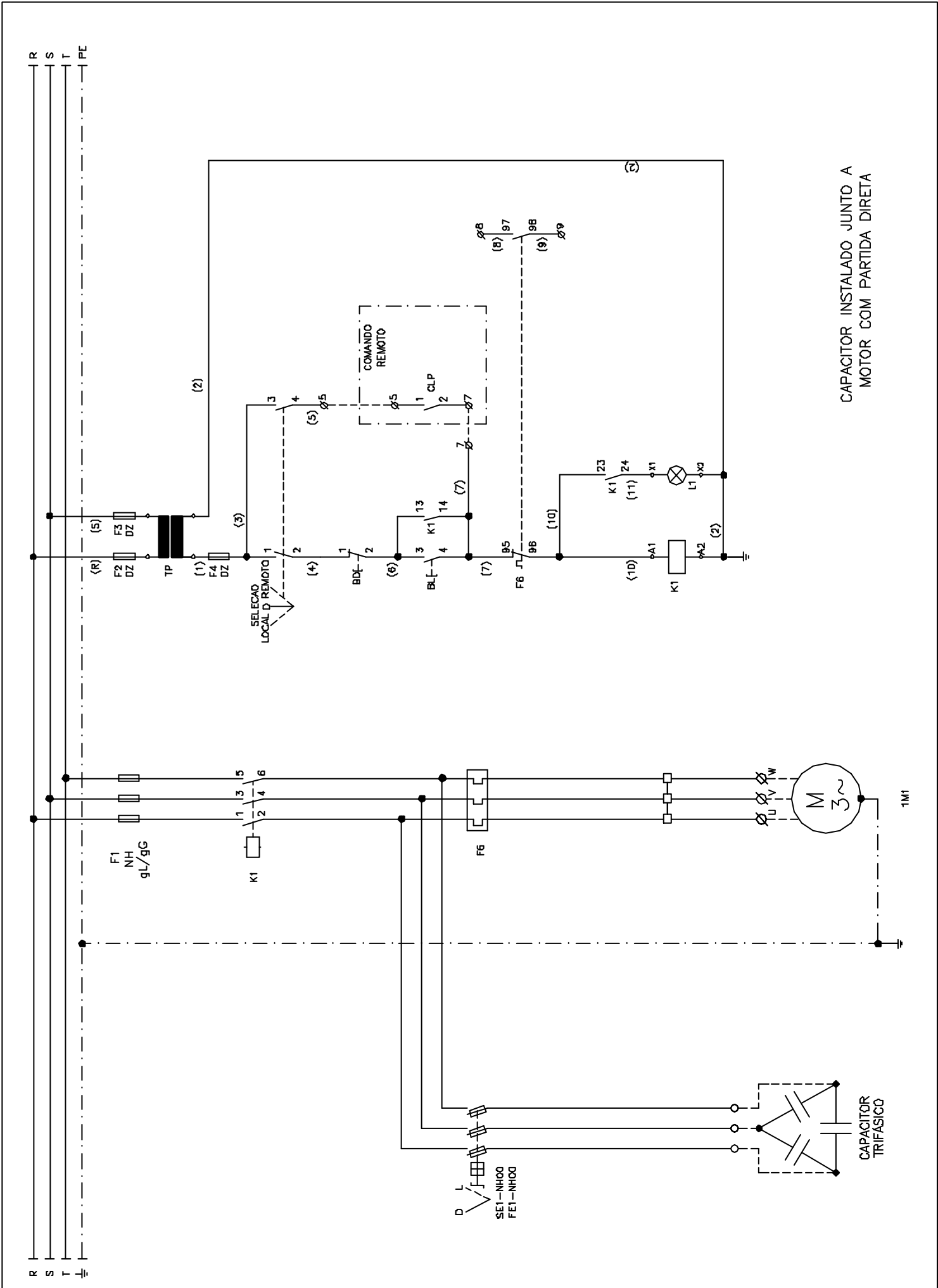
- **Capacitores instalados junto a cargas sensíveis:**

Bancos de capacitores instalados junto a centros de carga ou máquinas com cargas sensíveis como CLP, controle numérico, sistemas de telecomunicações, devem ser motivo de projeto especial. A corrente de In-rush dos capacitores, além de ser de um valor extremamente elevado, possui uma componente transitória (geralmente) de média frequência. Este chaveamento pode gerar ruídos elétricos no sistema e que poderão, causar má operação dos equipamentos eletrônicos sensíveis.

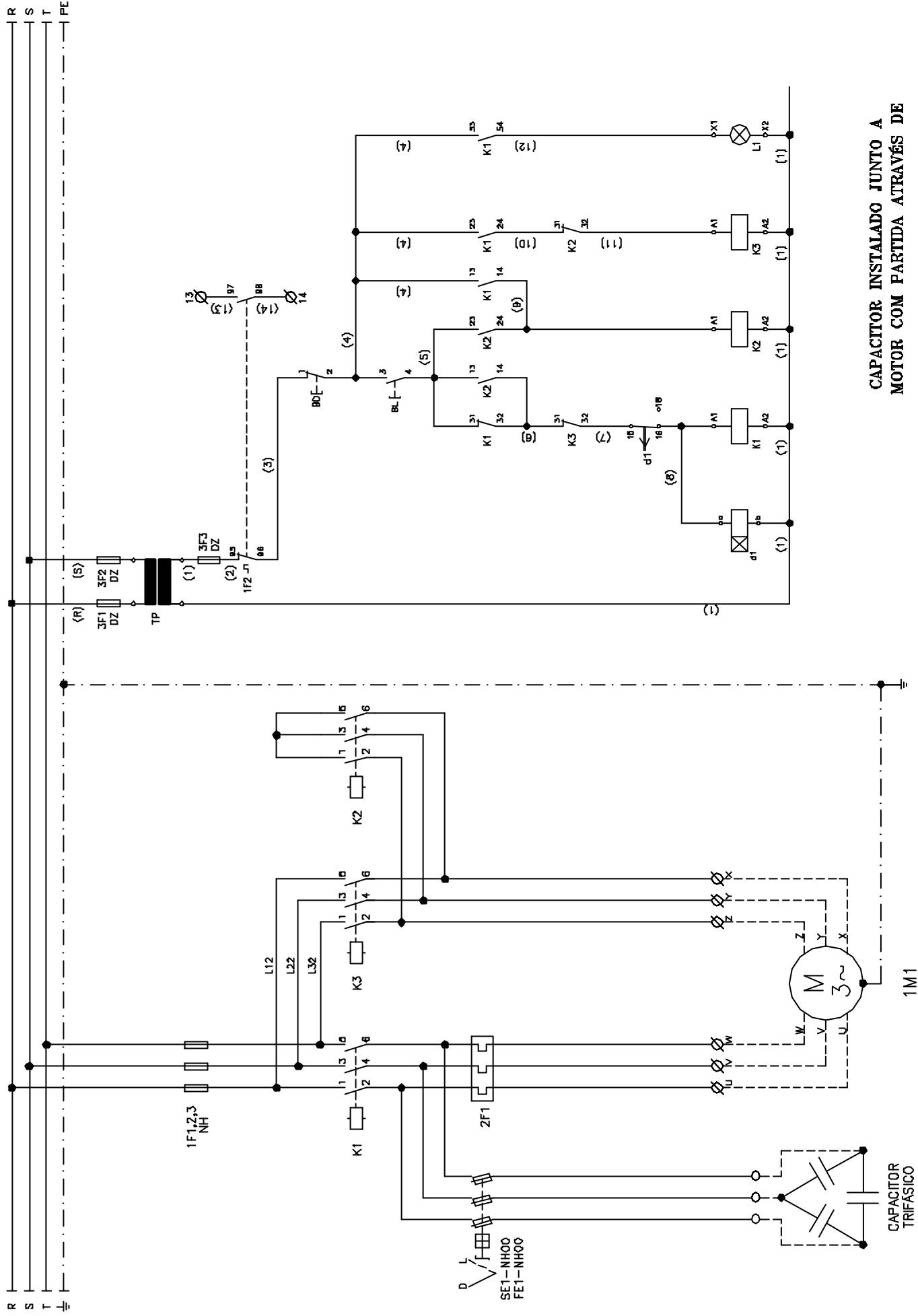
- **Capacitores instalados em Bancos Automáticos de Capacitores:**

Os bancos automáticos de capacitores devem ser dimensionados de maneira que a energização consecutiva de um mesmo capacitor só ocorra após uma temporização de no mínimo 1 minuto, visando a atuação do elemento de descarga interno do capacitor. Para bancos automáticos com opção de acionamento (comando) manual, deve-se também aguardar o mesmo tempo para re-energizar os estágios.

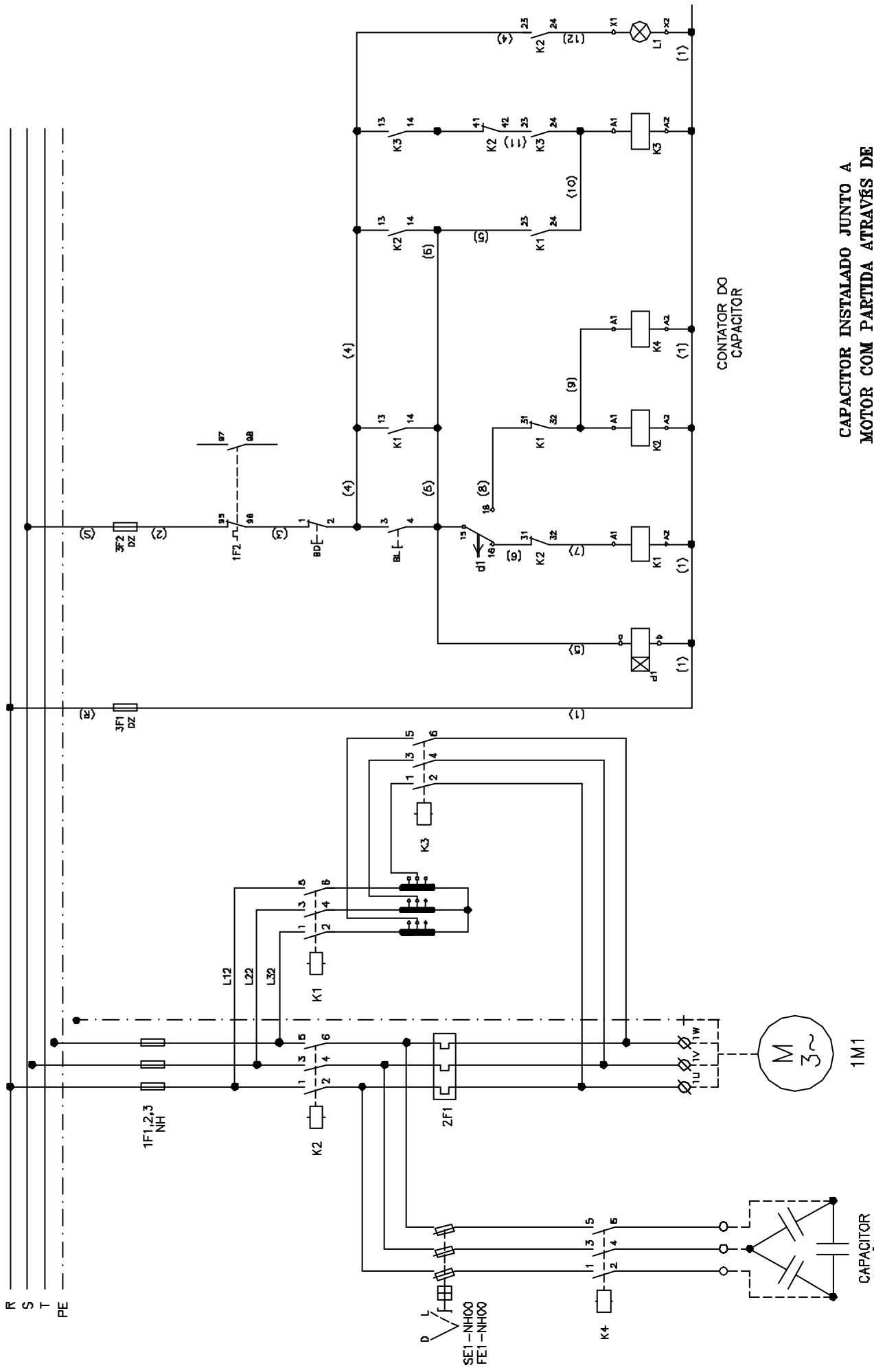
Para maiores informações e aplicações de capacitores em sistemas de potência, consulte o Departamento de Engenharia de Aplicações da Engematec®.



CAPACITOR INSTALADO JUNTO A MOTOR COM PARTIDA DIRETA

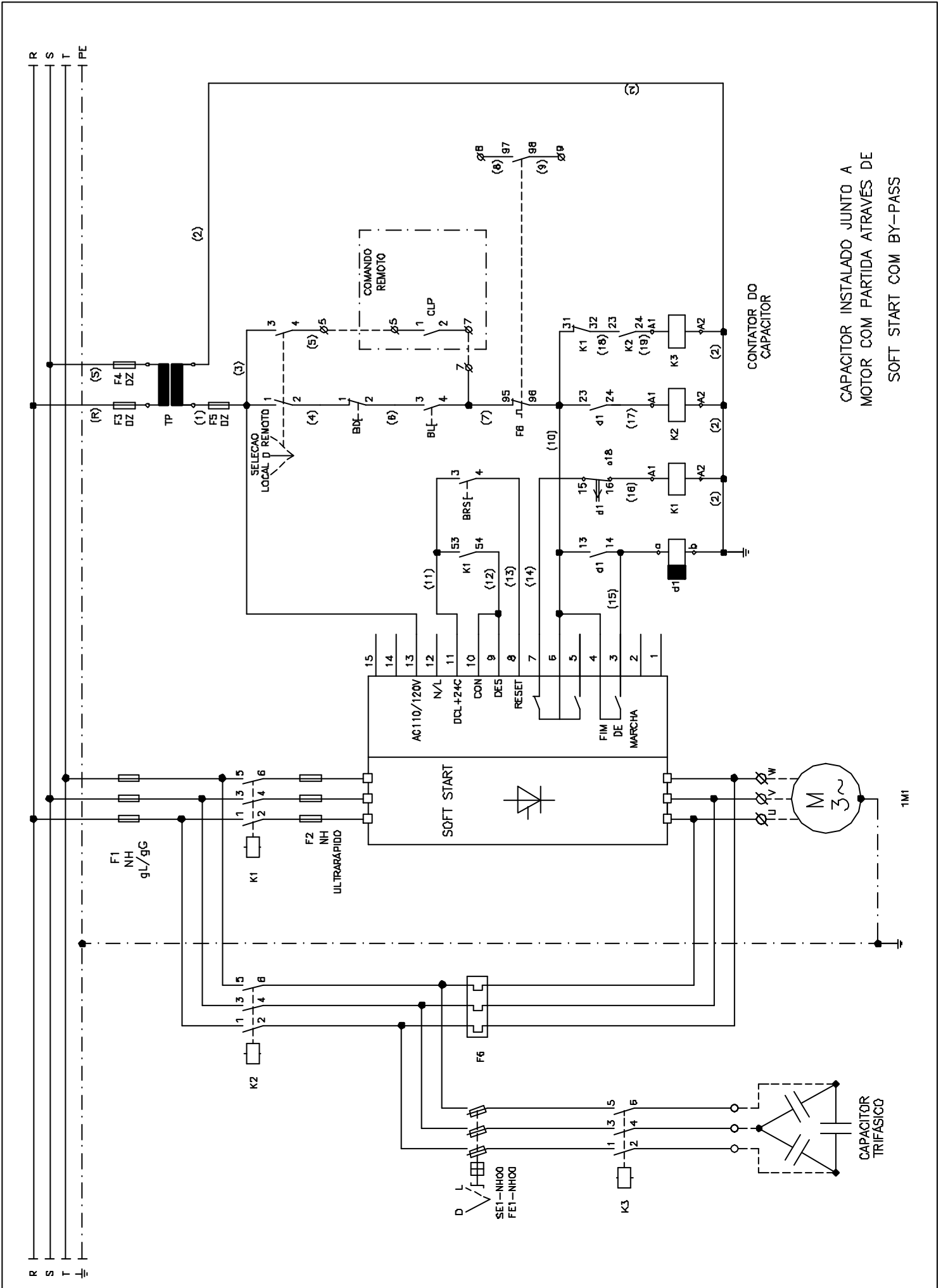


CAPACITOR INSTALADO JUNTO A MOTOR COM PARTIDA ATRAVÉS DE CHAVE ESTRELA / TRIÂNGULO

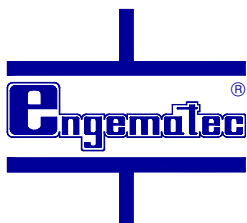


CAPACITOR INSTALADO JUNTO A MOTOR COM PARTIDA ATRAVÉS DE CHAVE COMPENSADORA AUTOMÁTICA

CONTATOR DO CAPACITOR



CAPACITOR INSTALADO JUNTO A MOTOR COM PARTIDA ATRAVES DE SOFT START COM BY-PASS



Equipamentos Elétricos e Eletrônicos de Potência Ltda.

Rua João D'Agostino, 123
Parque Via Norte - CEP 13065-610 - CAMPINAS/SP
Fone/Fax: (0 XX 19) 3242-9176
email: suporte@engematec.com.br
email: engematec@engematec.com.br
site: www.engematec.com.br