







CERPRO

| |
|---|
| <p>Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO</p> |
| <p>Tipo: NTC-D-10 Norma Técnica e Padronização</p> |

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

LIGAÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS DE INDUÇÃO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA CERPRO



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 2 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Partida com chave compensadora..... | 55 |
| Figura 2 - Partida com chave série-paralela..... | 55 |
| Figura 3 - Motor de rotor gaiola partida a plena tensão..... | 56 |
| Figura 4 - Partida com tensão reduzida - Motores trifásicos - Partida com chave compensadora | 56 |
| Figura 5 - Partida com tensão reduzida - Motores trifásicos - Partida estrela-triângulo..... | 57 |
| Figura 6 - Partida com tensão reduzida - Motores trifásicos - Partida série-paralela..... | 57 |
| Figura 7 - Partida com tensão reduzida - Motores trifásicos - Partida com resistência no estator | 58 |
| Figura 8 - Curvas conjugado x velocidade típicas para motores de indução..... | 59 |
| Figura 9 - Limites admissíveis de flutuação de tensão..... | 60 |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 3 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Códigos de partida de motores – kVA/cv..... | 41 |
| Tabela 2 - Temperatura máxima permitida para classes de isolamento..... | 41 |
| Tabela 3 - Impedância de transformadores de distribuição..... | 41 |
| Tabela 4 - Características típicas – motores de indução trifásicos rotor gaiola..... | 42 |
| Tabela 5 - Características típicas – motores de indução trifásicos rotor gaiola..... | 43 |
| Tabela 6 - Características típicas – motores de indução trifásicos rotor gaiola..... | 44 |
| Tabela 7 - Características típicas – motores de indução trifásicos rotor gaiola..... | 45 |
| Tabela 8 - Características típicas - motores de indução monofásicos..... | 46 |
| Tabela 9 - Dispositivos para redução da corrente de partida de motores trifásicos..... | 47 |
| Tabela 10 - Valor do fator de atenuação (k) das chaves de partida..... | 47 |
| Tabela 11 - Aplicação e características das chaves de partida..... | 48 |
| Tabela 12 - Coeficiente de queda de tensão rede secundária – Cabo de alumínio CA..... | 49 |
| Tabela 13 - Coeficiente de queda de tensão rede secundária – Cabo de cobre (mm ²)..... | 50 |
| Tabela 14 - Coeficiente de queda de tensão rede secundária – Cabo de cobre (AWG-MCM) | 51 |
| Tabela 15 - Coeficiente de queda de tensão rede secundária – Cabo multiplexado 0,6/1kV. | 51 |
| Tabela 16 - Rede primária - Características dos condutores para cruzeta de 2,00m..... | 52 |
| Tabela 17 - Rede primária - Características dos condutores para cruzeta de 2,40m..... | 53 |
| Tabela 18 - Rede protegida compacta – Características dos cabos cobertos classe 15kV e 35kV | 53 |
| Tabela 19 - Limites aceitáveis de flutuação de tensão..... | 54 |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 4 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | <i>Tipo: Norma Técnica e Padronização</i> | NTC-D-10 |
| | <i>Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária</i> | Versão: 02/23 |
| | <i>Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO</i> |  |



SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 APRESENTAÇÃO..... | 7 |
| 2 CAMPO DE APLICAÇÃO..... | 8 |
| 3 OBJETIVO..... | 9 |
| 4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS..... | 10 |
| 5 RIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS..... | 11 |
| 6 TERMOS E DEFINIÇÕES..... | 12 |
| 6.1 Barra..... | 12 |
| 6.2 Barramento infinito..... | 12 |
| 6.3 Tensão de alimentação..... | 12 |
| 6.4 Potência Nominal Pn..... | 12 |
| 6.5 Queda de tensão..... | 12 |
| 6.6 Flutuação de tensão..... | 12 |
| 6.7 Flicker..... | 12 |
| 6.8 Tensão nominal (Vn)..... | 13 |
| 6.9 Velocidade nominal (Nn)..... | 13 |
| 6.10 Conjugado mecânico..... | 13 |
| 6.11 Conjugado nominal (Cn)..... | 13 |
| 6.12 conjugado de partida (Cp)..... | 13 |
| 6.13 conjugado básico (CB)..... | 13 |
| 6.14 conjugado máximo (Cmáx)..... | 13 |
| 6.15 Conjugado mínimo (Cmín)..... | 14 |
| 6.16 Conjugado de aceleração (CA)..... | 14 |
| 6.17 Velocidade síncrona (Ns)..... | 14 |
| 6.18 Escorregamento (S)..... | 14 |
| 6.19 Carga..... | 14 |
| 6.20 Funcionamento em vazio..... | 14 |
| 6.21 Partida..... | 14 |
| 6.22 Arranque..... | 15 |
| 6.23 Aceleração..... | 15 |
| 7 CONDIÇÕES GERAIS..... | 16 |
| 7.1 Considerações iniciais..... | 16 |
| 7.2 Flutuações rápidas de tensão..... | 17 |
| 8 MOTORES ELÉTRICOS..... | 18 |
| 8.1 Motor monofásico..... | 18 |
| 8.2 Motor trifásico..... | 19 |
| 8.3 Características de partida..... | 20 |
| 8.3.1 Partida de motor monofásico..... | 20 |
| 8.3.1.1 Chave compensadora de partida:..... | 20 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 5 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | <i>Tipo: Norma Técnica e Padronização</i> | NTC-D-10 |
| | <i>Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária</i> | Versão: 02/23 |
| | <i>Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO</i> |  |

| | |
|---|----|
| 8.3.1.2 Chave série - paralela:..... | 20 |
| 8.3.2 Partida de motores trifásicos..... | 20 |
| 8.3.2.1 Chave estrela-triângulo..... | 21 |
| 8.3.2.2 Chave compensadora..... | 22 |
| 8.3.2.3 Chave série - paralela..... | 23 |
| 8.3.2.4 Partida com resistência - Reator..... | 23 |
| 9 CONDIÇÕES E ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS..... | 24 |
| 9.1 Limitações de atendimento..... | 24 |
| 9.2 Limites de flutuações de tensão..... | 24 |
| 9.2.1 Impedâncias dos elementos da rede..... | 25 |
| 9.2.2 Transformador de distribuição..... | 25 |
| 9.2.3 Redes primárias e secundárias..... | 25 |
| 9.2.4 Fator de potência..... | 25 |
| 10 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DA PARTIDA DO MOTOR..... | 26 |
| 10.1 Levantamento de dados..... | 26 |
| 10.1.1 Dados do motor..... | 26 |
| 10.1.2 Dados da rede primária..... | 27 |
| 10.2 Metodologia para análise de partida..... | 28 |
| 10.3 Rede Primária..... | 31 |
| 10.4 Atendimento a mais de um motor..... | 38 |
| 10.5 Medidas preventivas e/ou corretivas..... | 39 |
| TABELAS..... | 41 |
| ANEXOS..... | 55 |

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

1 APRESENTAÇÃO

A Federação das Cooperativas de Eletrificação Rural do Estado de São Paulo e Rio de Janeiro – FECOERESP, em sua área de atuação, tem como objetivo propiciar condições técnicas e econômicas para que a energia elétrica seja elemento impulsionador do desenvolvimento social dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

As normas técnicas e procedimentos de segurança tem por objetivo apresentar os princípios básicos que norteiam os trabalhos em eletricidade executados pela CERPRO, buscando padronizar os serviços prestados. Aprimoramentos e adequações à realidade dos trabalhos poderão ocorrer em versões futuras, buscando assim, refletir o mais verdadeiramente possível, a realização de trabalho seguro no dia-a-dia da distribuidora.

As exigências aqui apresentadas estão em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, recomendações do Comitê de Distribuição - CODI, Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE e Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Esta Norma poderá sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão consultar periodicamente a FECOERESP quanto a eventuais alterações.



A presente Norma não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Norma Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Norma serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DO ESTADO DE SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO – FECOERESP:

Departamento Técnico FECOERESP
 Grupo Revisor: Edição Março/2023
 Endereço: Rua Major Arthur Esteves, 276 – CENTRO
 Cidade: Cerqueira Cesar
 Estado: São Paulo
 CEP: 18.760-000
 Fone Fax: (14) 3714-2326
 Contato e-mail: fecoeresp@gmail.com



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 7 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta norma aplica-se aos estudos e análises técnicas de viabilidade de ligação de motores elétricos de indução nas redes de distribuição urbanas e rurais, nas tensões secundárias padronizadas pela CERPRO e também no atendimento em tensão primária com uso de transformadores.



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 8 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

3 OBJETIVO

A presente Norma Técnica tem como finalidade estabelecer os requisitos mínimos necessários para elaboração do estudo de viabilidade de ligação de motores elétricos de indução, nas redes de distribuição da CERPRO, bem como as medidas preventivas e corretivas que podem ser implementadas, a fim de minimizar as perturbações e preservar a qualidade do funcionamento de energia elétrica aos demais consumidores em baixa tensão (BT) e em média tensão (MT).

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 9 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|--------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Este documento está embasado nos seguintes ordenamentos legais e normas concernentes:

1. ABNT NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
2. ABNT NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV à 36,2 kV;
3. ABNT NBR 5457 - Terminologia para máquinas elétricas girantes;
4. ABNT NBR 7094 - Máquinas elétricas girantes - motores de indução – Especificação;
5. ABNT NBR 9884 - Máquinas elétricas girantes – graus de proteção proporcionados pelos invólucros;
6. NTC-D-01 - Rede de Distribuição de energia elétrica aérea com condutores nus - Estruturas (Convencional);
7. NTC-D-03 - Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição;
8. NTC-D-04 - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária;
9. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST 8 – Qualidade de Energia Elétrica – ANEEL.

Esta Norma será regida e interpretada, em todos os seus aspectos, de acordo com as Resoluções da ANEEL, com as leis brasileiras, e estará sujeita a toda legislação superveniente que afetar o objeto da mesma.



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 10 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

5 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete aos órgãos de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, manutenção e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 11 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | <i>Tipo: Norma Técnica e Padronização</i> | NTC-D-10 |
| | <i>Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária</i> | Versão: 02/23 |
| | <i>Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO</i> |  |

6 TERMOS E DEFINIÇÕES

6.1 Barra

Qualquer ponto significativo do sistema em que se queira destacar qualquer grandeza elétrica.

6.2 Barramento infinito

É uma barra do sistema que possui potência de curto-circuito infinita, na qual não existem variações de tensão ou de frequência.

6.3 Tensão de alimentação

É a tensão efetivamente recebida pelo consumidor, no ponto de entrega de energia, em condições normais de operação do sistema.

6.4 Potência nominal P_n

É a potência que o motor pode fornecer, dentro de suas características nominais, em regime contínuo.

6.5 Queda de tensão

Qualquer redução verificada no nível de tensão produzida pela ligação de cargas no sistema.

6.6 Flutuação de tensão



É uma variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz da tensão.

6.7 Flicker

É a impressão visual de uma variação na luminosidade, regular ou não, podendo, dependendo do grau, causar irritações à visão do ser humano.

6.8 Tensão nominal (V_n)

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 12 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | <i>Tipo: Norma Técnica e Padronização</i> | NTC-D-10 |
| | <i>Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária</i> | Versão: 02/23 |
| | <i>Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO</i> |  |

É a tensão da rede para qual o motor foi projetado. Por norma o motor deve ser capaz de funcionar satisfatoriamente quando alimentado com tensões de 10% acima ou abaixo de sua tensão nominal, desde que sua frequência seja a nominal.

6.9 Velocidade nominal (Nn)

É a velocidade que o motor atinge em regime permanente à potência nominal, sob tensão e frequência nominais.

6.10 Conjugado mecânico

Conhecido também como torque, esta grandeza traduz o esforço que o motor deve ter para movimentar seu eixo, e varia com a velocidade, contendo instantes distintos desde a partida até o regime.

6.11 Conjugado nominal (Cn)

É aquele que o motor desenvolve, à potência nominal, quando submetido à tensão e frequência nominais.

6.12 Conjugado de partida (Cp)

Conhecido também como conjugado de arranque ou de rotor bloqueado é aquele desenvolvido pelo motor durante a partida, sob condições nominais de tensão e frequência.

6.13 Conjugado básico (CB)



É aquele conjugado quando a máquina aciona carga nominal a velocidade nominal (Nn).

6.14 Conjugado máximo (Cmáx)

É o conjugado de maior valor produzido pelo motor, nas condições nominais de tensão e frequência, sem variações bruscas de velocidade e deve ter um valor elevado, capaz de assimilar satisfatoriamente os eventuais picos de carga, e também, manter a velocidade angular num valor razoável, quando da ocorrência de quedas de tensão no sistema de suprimento.

6.15 Conjugado mínimo (Cmín)

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 13 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | <i>Tipo: Norma Técnica e Padronização</i> | NTC-D-10 |
| | <i>Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária</i> | Versão: 02/23 |
| | <i>Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO</i> |  |

É o menor valor de conjugado desenvolvido pelo motor, desde a velocidade zero até a velocidade correspondente ao conjugado máximo sendo que na partida, este valor não pode ser muito pequeno, senão a mesma será mais demorada, sobreaquecendo o motor, especialmente nos casos de alta inércia, ou partida com tensão reduzida.

6.16 Conjugado de aceleração (CA)

É aquele que o motor desenvolve desde a velocidade zero, até a velocidade em regime.

6.17 Velocidade síncrona (Ns)

É a velocidade de rotação do campo magnético girante.

6.18 Escorregamento (S)

É a diferença entre a velocidade síncrona (Ns) e a velocidade real do motor, expressa em porcentagem da velocidade síncrona.

6.19 Carga

Conjunto dos valores das grandezas elétricas e mecânicas que caracterizam as solicitações impostas a uma máquina, em dado instante, por um circuito elétrico ou um dispositivo mecânico.

6.20 Funcionamento em vazio

Estado de funcionamento de uma máquina girando à velocidade nominal e sob condições nominais, mas sem fornecer potência.



6.21 Partida

Passagem de uma máquina do estado de repouso à velocidade de regime, incluindo energização, arranque, aceleração e, se necessário, a sincronização com a fonte de alimentação.

6.22 Arranque

Estado de funcionamento de uma máquina, no instante em que ela passa do estado de repouso ao de movimento.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 14 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



6.23 Aceleração

Estado de funcionamento de uma máquina compreendido entre o arranque e a velocidade de regime.

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Considerações iniciais

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 15 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO | |
| | |  |

Tendo em vista a análise do atendimento ao uso de motores elétricos na rede de distribuição, deve ser avaliado qual o efeito deste tipo de carga adicional em relação à disponibilidade da rede primária ou secundária, ao transformador de distribuição e aos níveis de tensão envolvidos.

Os motores elétricos podem ser utilizados para diversos fins, sendo que quanto maior a potência, mais elevadas serão as correntes de partida, que atingem em muitos casos, valores bem superiores a corrente de carga das linhas de distribuição onde estão instalados.

Cumpre-se ressaltar que mesmo com a aplicação de dispositivos redutores da corrente de partida, em muitos casos ainda há necessidade de serem realizadas obras de adequação da rede para esse tipo de carga.

Como a ligação de motores podem envolver a realização de serviços na rede, com a participação do consumidor, torna-se necessária, a fim de conciliar os interesses mútuos, delinear as responsabilidades das partes envolvidas.

Ao consumidor interessado na ligação de um motor elétrico compete:



- Dimensionar a sua rede interna de distribuição em conformidade com as Normas Técnicas Brasileiras (ABNT) e da CERPRO relacionadas no capítulo 4 desta norma, a fim de que as instalações projetadas tenham capacidade adequada e atendam aos parâmetros de segurança requeridos;
- Dotar o motor elétrico de proteções previstas nas Normas Brasileiras da ABNT;
- Dimensionar a potência do motor e definir o dispositivo de partida requerido pelo equipamento;
- Fornecer todas as informações necessárias para que a CERPRO possa efetuar a análise técnica do fornecimento (o regime de funcionamento do motor, catálogo, etc.);
- Respeitar os critérios e exigências técnicas constantes das Normas da CERPRO, para o atendimento;
- Apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica - ART do CREA do(s) Engenheiro ou Empresa responsável pelo projeto elétrico do padrão de entrada, de acordo com os requisitos da NTC-D-04 e NTC-D-03 da CERPRO se o consumidor for atendido em tensão secundário ou primária respectivamente;

Além dos aspectos anteriormente relacionados é sempre recomendável, sob o aspecto técnico que o consumidor observe os requisitos expostos a seguir:

- evitar partidas simultâneas dos motores, se houver;
- a partida do motor seja efetuada, sempre que possível, a vazio;
- realizar consulta prévia à CERPRO sempre que houver motor com potência maior que os limites definidos na NTC-D-04.

7.2 Flutuações rápidas de tensão

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 16 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



Durante a partida de motores elétricos, a corrente do mesmo pode atingir valores que variam de cinco a oito vezes a corrente nominal do motor. Isso pode provocar perturbações em equipamentos instalados ao longo da rede de distribuição. Estas correntes de partida podem provocar flutuações de tensão durante o seu acionamento ou mesmo durante seu regime normal de operação. Esta flutuação da tensão pode provocar flicker nas cargas de iluminação, desligamento de lâmpadas de vapor de mercúrio, desligamento ou não acionamento dos contadores de partida do próprio motor, entre outras falhas no sistema elétrico.

As flutuações de tensão, dependendo de sua intensidade, podem ocasionar perturbações às instalações elétricas dos consumidores ligados na mesma rede de distribuição, afetando o funcionamento de equipamentos eletrônicos, iluminação etc.

8 MOTORES ELÉTRICOS

Motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. O motor de indução é o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da utilização de energia elétrica - baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 17 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

simplicidade de comando - com sua construção simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos.

O motor de indução funciona normalmente com uma velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Atualmente é possível controlarmos a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência.

Temos hoje disponíveis motores de indução monofásicos e trifásicos, sendo que se dividem em:

8.1 Motor monofásico

Os tipos mais comuns de motores monofásicos são:

a) Motor de fase dividida - Partida a resistência

Esse motor apresenta baixo conjugado de partida e corrente de partida elevada, que cai rapidamente com a aceleração do motor. São fabricados normalmente para potências inferiores a 1cv.

b) Motor de fase dividida - Partida com capacitor

Esse motor apresenta um conjugado de partida elevado com corrente de partida atenuada, decorrente da instalação do capacitor no enrolamento auxiliar. Sua potência é de até 10cv, normalmente.

c) Motor de polo sombreado ou fendido

São fabricados para potências inferiores a 1cv e possui rendimentos muito baixos.



d) Motor universal

A velocidade é regulada através de um reostato em série ao enrolamento do estator. São fabricados normalmente para potências de até 3/4cv. Muito utilizados em eletrodomésticos.

Motores monofásicos universais caracterizam-se por apresentar conjugados elevados de partida e corrente de partida normal. A inclusão de um reostato em série ao enrolamento do estator, além de possibilitar o controle da velocidade e partidas suaves, atenua a corrente de partida.

Motores monofásicos com rotor gaiola solicitam na partida uma corrente da ordem de 6 a 8 vezes a nominal do mesmo. Apesar de solicitar uma corrente de tal intensidade na partida, os motores monofásicos de fase dividida (partida com resistência) e os de polo

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 18 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

sombreado ou fendido, por serem de baixas potências, normalmente não ocasionam flutuações de tensão fora dos valores permissíveis.

Os motores monofásicos de fase dividida (partida com capacitor), com potências de até 10cv, são os que requerem maiores cuidados na partida. Portanto, em função das suas características de operação e a fim de evitar flutuações excessivas de tensão, a sua ligação diretamente às redes secundárias de distribuição, estão limitadas as seguintes potências:

- fase – neutro: até 1cv;
- fase – fase: até 3cv.

Considerando que os motores monofásicos com partida com capacitor geralmente são fabricados com duas tensões, 110/220 V para potências de até 3cv e para potências maiores nas tensões de 220/440 V ou 254/508 V, para minimizar os efeitos da partida é sempre recomendável que os motores de potência a partir de 1cv, inclusive, sejam ligados à rede entre fases (220 V).

Para os motores de potências superiores, para reduzir a elevada corrente inicial e a perturbação na rede elétrica, devem ser aplicados dispositivos de partida.

Os dispositivos para limitar a corrente de partida, nos motores monofásicos são:

- chave série-paralela;
- chave compensadora de partida.

8.2 Motor trifásico



O tipo de motor mais utilizado para o acionamento de cargas em geral é o de indução assíncrono trifásico com rotor gaiola. Este motor solicita na partida uma corrente da ordem de 5 a 8 vezes a nominal do mesmo, que podem ocasionar flutuações de tensão indesejáveis na rede.

Para motores de indução trifásicos com rotor em gaiola de potência de até 5cv, a partida direta a plena tensão pode ser utilizada, desde que seja feita uma análise técnica da rede, a fim de verificar se as flutuações de tensão não superam os valores admissíveis.

Para minimizar este problema, geralmente o acionamento desse tipo de motor deve ser realizado por meio de um dos dispositivos abaixo relacionados, que limitam a corrente de partida do mesmo;

- chave estrela-triângulo;
- chave compensadora;
- chave série-paralela;
- Soft Start e Inversores de Frequência.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 19 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

As características de cada um dos dispositivos utilizados para a redução da corrente e partida, desse tipo de motor, são apresentadas a seguir.

8.3 Características de partida

8.3.1 Partida de motor monofásico

Nos motores monofásicos, os dispositivos usuais para a redução da corrente de partida são:

8.3.1.1 Chave compensadora de partida:

A redução da corrente de partida, afeta também os conjugados, que são proporcionais ao quadrado da relação de transformação do autotransformador.

No Anexo A apresentamos o esquema de ligação da chave compensadora de partida, aplicada aos motores monofásicos.

8.3.1.2 Chave série - paralela:

Esse dispositivo só deve ser aplicado se a tensão da rede for igual à metade das tensões do motor e a partida for efetuada praticamente em vazio, em virtude dos conjugados e a corrente ficarem reduzidos a 1/4 do seu valor. O esquema de ligação deste dispositivo de partida é apresentado no Anexo A.

Observamos que os motores monofásicos de potências superiores a 1cv, quando comparados com os trifásicos de igual potência apresentam desempenho técnico inferior e custos iniciais e operacionais superiores. Conseqüentemente, o consumidor na escolha do tipo de motor deve avaliar os aspectos técnico-econômicos.



8.3.2 Partida de motores trifásicos

Para motores de indução trifásicos com rotor em gaiola de potência maiores que 5cv, a partida direta a plena tensão deve ser evitada a fim de minimizar as flutuações de tensão da rede. É necessária uma análise técnica da rede, a fim de verificar se as flutuações de tensão não superam os valores admissíveis.

Para diminuir esta corrente, normalmente utiliza-se dispositivo para reduzir a tensão nos enrolamentos do motor no instante de partida.

Para o funcionamento adequado dos dispositivos de partida dos motores, deve-se atentar para os seguintes aspectos:

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 20 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

- Quando houver conjugado resistente de carga durante a partida, o mesmo deve ser menor que o conjugado de partida do motor de forma que a aceleração, até a uma rotação próxima a nominal, ocorra em tempo suficiente para não prejudicar a vida útil do motor;
- O tempo de comutação da chave de partida, da tensão reduzida para tensão de rede, deve ser dimensionado para permitir a aceleração do motor até a aproximadamente 90% da rotação nominal;
- O tempo de comutação deve ser de até 10 s.

Ressaltamos que não podemos diminuir muito a tensão de partida, uma vez que o conjugado de partida do motor é proporcional ao quadrado da tensão aplicada.

$$C_p = k \cdot V^2$$

Sendo:

C_p conjugado de partida;

k constante;

V tensão aplicada ao motor.

Os equipamentos para partida de motores utilizados com maior frequência, para esta finalidade são:


- chave estrela-triângulo;
- chave compensadora de partida;
- chave série-paralela;
- partida com resistência.
- Partidas com Soft-start e Inversores de frequência

8.3.2.1 Chave estrela-triângulo

Para utilização da partida com chave estrela-triângulo é necessário que o motor tenha possibilidade de ligação em dupla tensão, ou seja, 220/380 V, 380/660 V ou 440/760 V, e ter no mínimo seis bornes de ligações acessíveis. As tensões indicadas na placa do motor devem ter uma relação de , onde o menor valor deve coincidir com a tensão da rede, e com a tensão em triângulo do motor.

Na ligação estrela, a corrente da linha fica reduzida a 1/3 em relação à ligação triângulo, ou seja, aproximadamente 33%. A curva do conjugado do motor também é reduzida na mesma proporção, portanto a partida estrela-triângulo pode ser usada quando a curva de conjugado é suficientemente elevada para garantir a aceleração do motor, portanto com o conjugado resistente da carga menor que o conjugado de partida do motor.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 21 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|----------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO | |

A chave estrela-triângulo, em geral, só pode ser empregada em partidas com a máquina em vazio. Somente após ter atingido a rotação nominal, a carga pode ser aplicada. Se o motor não atingir pelo menos 90% de sua velocidade nominal, o pico de corrente na comutação de estrela para triângulo é quase como se fosse uma partida direta, o que danifica os contadores e causa perturbação na rede elétrica.

No Anexo B é apresentado o diagrama de ligações de um motor com partida através de uma chave estrela-triângulo. Na Tabela 9 são indicados até que potências de motor, esse dispositivo de partida é recomendado, quando o atendimento é efetuado em tensão secundária, bem como as suas características técnicas. Observamos que a utilização de chaves estrela-triângulo não se limita às potências constantes da Tabela 9, podendo, de acordo com o fabricante, acionar motores de até 500cv ou superiores, desde que especificadas corretamente.

Na Tabela 11 estão apresentadas as principais características e aplicações dos dispositivos para partida de motores com tensão reduzida usual.

8.3.2.2 Chave compensadora

As chaves compensadoras são geralmente utilizadas em partidas de motores com cargas de conjugado resistente até 50% do conjugado em regime normal. Os tap's mais comuns são os de 65% e 80% da tensão nominal, possibilitando a partida do motor satisfatoriamente com a redução de 42% e 64% da corrente e do conjugado de partida, respectivamente.

Nas chaves compensadoras automáticas o segundo pico é bem reduzido visto que o autotransformador se torna uma reatância em série por um curto tempo, durante a comutação de tap, acrescentando-se ainda que neste intervalo o motor não é desligado da rede.

No Anexo B é apresentado o diagrama de ligações de um motor trifásico com partida por chave compensadora. Na Tabela 9 são indicadas até que potência do motor trifásico esse dispositivo de partida é recomendado, bem como as suas características técnicas.



Observamos que a utilização de chaves compensadoras de partida não se limita às potências constantes da Tabela 9, podendo, de acordo com catálogos de fabricantes, acionarem motores de até 500cv ou superiores, desde que especificadas corretamente.

Na Tabela 11 estão apresentadas as principais características e aplicações dos dispositivos para partida de motores com tensão reduzida usuais.

Nas chaves compensadoras manuais, normalmente na comutação da tensão reduzida para a tensão de rede, o motor é desligado por curto espaço de tempo, proporcional a habilidade do operador.

8.3.2.3 Chave série - paralela

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 22 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

Para utilização das chaves série - paralela é imprescindível que os motores tenham a possibilidade de ligação nas quatro tensões, normalmente em 220/380/440/760 V, portanto com 12 terminais acessíveis e as suas tensões em regime normal de serviço devem ser iguais às tensões de rede.

Na partida, a corrente e o conjugado ficam reduzidos à aproximadamente 25% dos valores atingidos em partida direta, portanto devem ser acoplados às máquinas que partem praticamente a vazio.

No Anexo B é apresentado os diagramas de ligações de um motor trifásico com partida através de uma chave série-paralela. Na Tabela 9 são indicados até que potência de motor esse dispositivo de partida é recomendado quando o atendimento é efetuado em tensão secundária, bem como as suas características técnicas.

Ressaltamos que a utilização de chaves série-paralela não se limita as potências constantes da Tabela 9, podendo, de acordo com catálogos de fabricantes acionarem motores de até 500cv, desde que especificadas corretamente.

Na Tabela 11 estão apresentadas as principais características e aplicações dos dispositivos para partida de motores com tensão reduzida usuais.

8.3.2.4 Partida com resistência - Reator

Esse dispositivo de partida é indicado para cargas de elevada inércia e que necessitam de uma aceleração suave.

Ligado em série com o motor (estator) uma resistência ou reator de forma a obter uma queda de tensão pela redução da tensão nos terminais da máquina. Normalmente a queda de tensão na resistência varia entre 15 e 30% da tensão nominal.

A corrente de partida é reduzida para 70% a 85% da que circularia se o motor fosse ligado diretamente à rede e o conjugado conseqüentemente reduz-se para 49% a 72%.

Para grandes motores devem ser utilizados reatores, que reduz as perdas e elevação de temperatura durante a partida.

No Anexo B é apresentado o diagrama de ligações de um motor, cujo dispositivo de partida são resistência-reator, e na Tabela 9 são indicadas até que potência de motor esse dispositivo é recomendado quando o atendimento é efetuado em tensão secundária, bem como as suas características técnicas.


Na Tabela 11 estão apresentadas as principais características e aplicações dos dispositivos para partida de motores com tensão reduzida usuais.

9 CONDIÇÕES E ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS

9.1 Limitações de atendimento

Em relação aos motores de indução trifásicos com rotor gaiola, as limitações são função da tensão de alimentação dos mesmos, que devem ser definidas em conformidade

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 23 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|----------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO | |

com as tensões padronizadas conforme as Normas NTC-D-01 e NTC-D-04 da CERPRO, que definem as tensões secundárias padronizadas para uso do consumidor.

Em relação aos motores monofásicos, face às características de partida dos mesmos, que podem ocasionar perturbações de tensão, a sua ligação diretamente à rede de distribuição, estão limitadas as seguintes potências:

- 1cv entre fase - neutro (127 V);
- 3cv entre fases (220 V).

Conforme exposto em 8.1 é sempre recomendável que os motores monofásicos de potências a partir de 1cv inclusive, sejam ligados na rede entre fases (220 V).

9.2 Limites de flutuações de tensão

Tendo em vista a dificuldade em definirmos um único valor de flutuação de tensão, uma vez que em cada linha o número de motores é variável, apresentamos a seguir os valores de flutuação percentual em função das frequências de partidas em um intervalo de tempo:

- Para 24 partidas/dia 7,42%
- Para 12 partidas/dia 9%
- Para 6 partidas/dia 12%

Os valores acima devem ser considerados como orientativos e foram obtidos através da extrapolação de valores do gráfico do Anexo D.

Caso o consumidor não informe o número de partidas devem ser utilizados os seguintes limites de flutuações de tensão:



- Para os motores trifásicos e monofásicos com potências superiores 5cv e 3cv respectivamente, deve ser aplicada a frequência média de 1 partida por hora que equivale a um limite de flutuação de tensão de 7,42% (Tabela 19);
- Para os motores trifásicos com potências até 5cv inclusive e os monofásicos até 3cv (fase - neutro e fase - fase) é utilizado o limite de flutuação de tensão de 10%.

Estes valores estão sendo adotados em função do menor porte dos motores e das considerações constantes em 7.2.

9.2.1 Impedâncias dos elementos da rede

Na avaliação da viabilidade de ligação dos motores, os parâmetros normalmente considerados são os transformadores de distribuição e as redes primárias e secundárias, que são representados através de suas respectivas impedâncias.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 24 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

9.2.2 Transformador de distribuição

A impedância do transformador de distribuição, identificada pela letra “Z” e expressa em porcentagem (%), é obtida dos dados de placa.

Como referência, apresentamos na Tabela 3 os valores normalizados das impedâncias dos transformadores de distribuição das classes 15 kV e 36,2 kV.

9.2.3 Redes primárias e secundárias

Para análise da viabilidade de ligação de motores, deve ser verificada a queda de tensão nos circuitos primários e secundários da rede de distribuição.

Para o cálculo da queda de tensão na rede primária devem ser utilizados os valores das resistências e reatâncias dos condutores, em Ω/km , apresentados nas Tabelas 16 a 19, que levam em consideração a configuração e a modalidade da rede.

Já para o cálculo da queda de tensão nas redes secundárias, leva-se em consideração a bitola dos cabos, número de fases e fator de potência, representado pelo coeficiente de queda de tensão (%/kVA x 100m), apresentado nas tabelas 12 a 15.

9.2.4 Fator de potência

Os motores de indução com o rotor gaiola, em função de suas características construtivas, apresentam na partida valores muito baixos de fator de potência.

À medida que é adicionada carga ao motor, o valor do fator de potência vai se elevando até atingir o seu valor máximo, ou seja, quando este atinge as suas condições nominais.

Nos estudos de viabilidade de ligação de motores, devem ser utilizados nos cálculos, os seguintes valores de fator de potência:


- na partida: 0,20 a 0,30 indutivo;
- em regime: os valores práticos constantes são encontrados na Tabela 4 a Tabela 8, para as condições nominais dos motores trifásicos e monofásicos, respectivamente.

10 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DA PARTIDA DO MOTOR

10.1 Levantamento de dados

10.1.1 Dados do motor

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 25 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|----------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO | |

As principais informações sobre o motor que devem ser levadas para análise da CERPRO, com o intuito de obter as condições de partida, são as seguintes:

- fabricante;
- número de fases;
- frequência nominal;
- potência nominal;
- tensão nominal;
- tipo motor (rotor em gaiola, rotor bobinado, corrente contínua, síncrono, etc.);
- velocidade síncrona ou número de polos;
- regime tipo;
- classe de temperatura da isolação do motor;
- rotação nominal (rpm);
- corrente nominal (A);
- corrente de partida (A) ou relação I_p/I_n ;
- código de partida
- categoria
- corrente com rotor bloqueado;
- fator de potência em regime;
- rendimento nominal (%);
- fator de potência na partida;
- número de partidas por unidade de tempo (dia, hora ou minuto);
- dispositivo de redução da corrente de partida – fabricante, identificar tipo e ajuste (se aplicável).

Caso o consumidor seja atendido em tensão primária de distribuição, deve informar ainda:

- potência do transformador do consumidor (kVA);
- impedância do transformador do consumidor ($Z(\%)$).


Sempre que possível, anexar catálogo do fabricante do equipamento.

No caso de mais de um motor, o consumidor deve informar os dados solicitados para cada uma das unidades separadamente.

Junto com as informações do motor, devem ser fornecidos os dados de localização do consumidor e do responsável pelo levantamento.

Observamos que o número de partidas do motor é uma informação muito importante, uma vez que está diretamente ligada ao limite da flutuação de tensão permissível. Esta informação é função direta do regime de operação do motor que somente o consumidor tem condições de prestar.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 26 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|----------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO | |

10.1.2 Dados da rede secundária

Para a análise da viabilidade do atendimento a um consumidor com motor(es), pela rede secundária, devem ser obtidos os seguintes dados:

- Planta da rede secundária, atualizada contendo:
 - Configuração do setor de transformador;
 - Bitola dos condutores da rede secundária existente;
 - Localização do consumidor com os equipamentos de motores;
 - Ponto de abertura do circuito.

- Transformador de distribuição:
 - potência nominal, em kVA;
 - impedância em porcentagem (Z%) extraída dos dados de placa do equipamento.

- Localização da rede primária mais próxima do consumidor com o motor.

10.1.3 Dados da rede primária

Para a análise das condições de partida do motor são necessários os seguintes dados da rede primária:


Plantas atualizadas da rede, contendo:

- Bitola dos condutores e respectivas extensões da rede;
- Configuração do alimentador, identificando os pontos de manobra com outros circuitos;
- Localização do consumidor que deseja atendimento com motor(es) e principais consumidores ligados na rede;
- Equipamentos de regulação de tensão e proteção existentes;
- Pontos de saídas dos principais ramais rurais.

Dados do consumidor:

- Localização;
- Cronograma de demandas;
- Transformador particular para o qual deve ser informada a potência nominal, tensões primária e secundária, Impedância porcentual (Z%), tap de ligações, tipo de ligação e chave de proteção.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 27 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|----------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO | |

Dados da subestação que supre a rede a qual será ligado o motor:

- Potência de curto-circuito na barra de 13,8 kV ou 34,5 kV.

Se ao invés da potência de curto-circuito na barra de distribuição for fornecida a potência de curto-circuito da barra de transmissão (69 kV, 88 kV ou 138 kV), devem ser obtidos os seguintes dados adicionais:

- Potência nominal do(s) transformador(es) de força, em MVA;
- Impedância porcentual (Z(%)) dos transformadores de força;
- Tipo de ligação.

10.2 Metodologia para análise de partida

Na análise do atendimento aos consumidores com motor com rotor gaiola, é desprezada a impedância do sistema até o transformador de distribuição, em virtude de seu valor ser muito pequeno, quando comparado aos valores das impedâncias dos transformadores de distribuição e da rede secundária.

Basicamente, a análise do atendimento consistirá em uma avaliação da flutuação total de tensão provocada por esse tipo de equipamento, que deve levar em conta a queda de tensão da rede secundária e a queda de tensão interna do transformador de distribuição.

As etapas a serem observadas na análise do atendimento são as seguintes:

- a) Determinação da potência de partida do motor com rotor gaiola absorvida da rede.

A potência absorvida pelo motor da rede, na partida, pode ser obtida por uma das seguintes expressões:

Sendo:

Smp – potência de partida do motor, em kVA;



Pn – potência nominal do motor, em kW. A conversão da potência do motor de cv (cavalo-vapor) para kW (quilowatt) pode ser obtido aplicando o fator 0,736 ou diretamente;

Fp – fator de potência nominal do motor, cujo valor pode ser obtido na Tabela 4 a Tabela 8 para condição de 100%;

– Relação entre a corrente de partida e a nominal do motor obtida na Tabela 4 a Tabela 4;

K – Fator devido ao tipo de dispositivo de partida aplicado ao motor que pode assumir os seguintes valores:

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 28 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

- Partida a plena tensão - $k = 1$;
- Chave estrela triângulo - $k = 0,333$
- Chave compensadora de partida;
- 50% - $k = 0,250$;
- 65% - $k = 0,423$;
- 80% - $k = 0,640$;
- Chave série-paralela - $k = 0,25$;
- Partida com resistência-reator - $k = 0,70$ a $0,85$.

A potência de partida pode ser calculada também pela seguinte expressão:

Sendo:

P_n – Potência nominal do motor, em cv (cavalo vapor);

– É o fator relacionado ao código de partida, cuja indicação padronizada é através de uma letra informada nos dados da placa do motor. Os valores do código de partida são apresentados na Tabela 1.

S_{mp} – Potência de partida do motor com rotor gaiola, em kVA;

É importante utilizar, sempre que possível os dados reais, constantes de catálogos e manuais fornecidos pelos fabricantes, a fim de que a potência de partida calculada para o motor seja um valor representativo.

b) Cálculo da queda de tensão interna no transformador

A queda de tensão interna porcentual nos transformadores de distribuição trifásico, provocado(s) pela partida do motor com rotor gaiola, pode ser calculada por:

para equipamentos trifásicos

para equipamentos bifásicos (fase-fase)

para equipamentos monofásicos (fase-neutro)

Sendo:


$Q_{T_{trafo}}(\%)$ - a queda de tensão no transformador devido a partida do motor com rotor gaiola;

$Z(\%)$ - impedância porcentual do transformador de distribuição, que pode ser obtido dos dados de placa do equipamento;

S_{mp} - potência absorvida da rede na partida no motor, em kVA;

S_{trafo} - potência nominal do transformador de distribuição, em kVA;

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 29 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|----------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO | |

d) Cálculo da queda de tensão na rede secundária

A queda de tensão causada na rede secundária pela ligação do motor com rotor gaiola deve ser calculada pela seguinte expressão:

Sendo:

K - coeficiente de queda de tensão (%/kVA × 100 m) apresentado respectivamente na Tabela 12 a Tabela 15. No cálculo da queda de tensão deve ser utilizado o fator de potência e os coeficientes compatíveis com o número de fases do motor com rotor gaiola;

L - distância, em metros, do transformador de distribuição ao ponto da rede onde está localizado o motor;

S_{mp} - potência de partida do motor absorvida efetivamente da rede, em kVA.

Ressaltamos que na avaliação da flutuação de tensão da rede, não devem ser consideradas as demais cargas ligadas na rede secundária, apenas a do motor com rotor gaiola que no cálculo é representada pela potência de partida que absorve da rede (S_{mp}).

e) Comparação da queda de tensão na rede secundária e no transformador de distribuição com o valor máximo de flutuação permissível:

$$- \text{ se } QT_{\text{trafo}}(\%) + QT_{\text{rede}}(\%) \leq QT_{\text{flutuação}}(\%)$$

O motor com rotor pode ser liberado sem a necessidade de implementar medidas corretivas e/ou preventivas na rede de distribuição.



$$- \text{ se } QT_{\text{trafo}}(\%) + QT_{\text{rede}}(\%) > QT_{\text{flutuação}}(\%)$$

Analisar e simular as alternativas visando minimizar as perturbações na rede.

f) Avaliar sob o aspecto técnico-econômico as alternativas de medidas corretivas, viáveis de serem implementadas à rede, (ver 10.5), para adequar a queda de tensão secundária (rede + transformador de distribuição) em relação à máxima flutuação permissível. Deve ser adotada a alternativa que atende aos aspectos técnicos e de menor custo de implantação.

g) Deve ser verificado também, se em condições normais de operação da rede, o aumento de carga decorrente da ligação do consumidor com o motor com rotor gaiola, não

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 30 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

implicará em obras de melhoria, em função da necessidade de adequação da queda de tensão e/ou carregamento do transformador de distribuição.

h) Observamos que nos cálculos para a avaliação das condições da rede, em regime normal, deve ser utilizada a potência que o motor efetivamente absorve da rede, que adicionada às demais cargas existentes no consumidor (iluminação, etc.) subsidiarão a determinação da demanda do mesmo.

10.3 Rede Primária

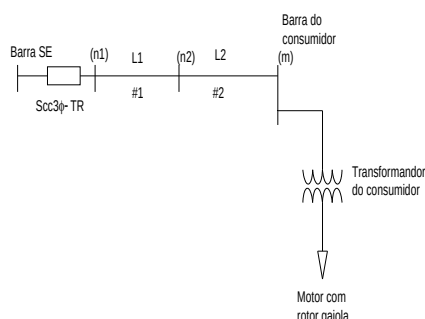
Na presente norma não é apresentado um método para calcular diretamente as perturbações provocadas pelo motor com rotor gaiola (flicker) e sim um que calcule a variação de tensão decorrente da ligação desse tipo de equipamento.

Para verificar se o motor com rotor gaiola causará ou não flutuação de tensão indesejável, compara-se o valor de queda de tensão instantânea com o valor admissível.

Observamos que o método é aproximado, e no cálculo da queda de tensão instantânea, são desprezadas as cargas existentes ao longo do alimentador e as do próprio consumidor onde está instalado esse tipo de equipamento.

As etapas a serem observadas na análise do atendimento são as seguintes:

a) Elaboração do diagrama unifilar do alimentador mostrando a localização da subestação, rede primária, barra da rede onde vai ser ligado o motor com rotor gaiola, outras barras notáveis da rede com consumidores susceptíveis ao flicker; distâncias e bitolas dos condutores entre barras, potência de curto-circuito na barra de distribuição do sistema e dados do transformador do consumidor (tensões, potência nominal e impedância porcentual (Z(%) e tipo de ligação);





Sendo:

n1, n2 ... barras sensíveis ao flicker;

m barra onde está ligado o transformador do consumidor com motor rotor gaiola;

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 31 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

#1, #2... bitolas dos cabos entre barras;

L1, L2... distância entre barras, em quilômetros (km);

Scc3Ø - TR potência de curto-circuito do sistema na barra de 13,8 kV ou 34,5 kV, em MVA.

b) Definição dos valores de base

Como os cálculos serão realizados em pu (por unidade) há necessidade de definirmos os valores de base, ou seja:

Vbase – Tensão de base, que deve ser expressa pela tensão primária do transformador do consumidor, em kV;

Sbase – Potência de base, que deve ser expressa pela potência de partida do motor com rotor gaiola, em MVA, e cujo valor deve estar compatível com a existência ou não de dispositivo de partida;

Zbase – Impedância de base, em ohms (Ω), que pode ser obtida através da expressão:

$$(\Omega)$$

Ibase – Corrente de base, em ampères (A), que pode ser obtida da expressão:

$$(A)$$

c) Cálculo da impedância do sistema xs, em pu, que pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$(pu)$$

Observamos que em função da componente resistiva da impedância do sistema ser muito menor que a reativa, será desprezada nos cálculos de flutuação de tensão.

d) Cálculo da impedância do alimentador



z1, z2 ... impedância do alimentador, em pu;

$$(pu)$$

$$(pu)$$

Sendo:

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 32 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

R1, R2... resistência do cabo do alimentador, cujos valores são apresentadas na Tabela 16 a Tabela 18, em Ω/km .

X1, X2... reatância do cabo do alimentador, cujos valores são apresentadas na Tabela 16 a Tabela 18, em Ω/km .

L1, L2 ... extensão dos trechos entre barras, em km.

e) Cálculo da impedância do transformador do consumidor

X_{trafo} = impedância do transformador, em pu, que é representada pela reatância da mesma pode ser calculada através da seguinte equação:

$$(\text{pu})$$

Sendo:

Z% - Impedância porcentual do transformador do consumidor;

Strafo - potência nominal do transformador do consumidor, em MVA.

f) Cálculo da impedância da carga

$$(\text{pu})$$

Sendo:

V_{carga} - Tensão aplicada ao motor com rotor gaiola, que é igual ao próprio V_{base} , logo $v_{\text{carga}} = 1,0$ pu.

I_{carga} - Corrente absorvida da rede pelo motor na partida, em pu, cujo módulo é igual a corrente de base, e vale portanto 1,0 pu.

No caso da corrente, temos que considerar o fator de potência do equipamento que provoca uma defasagem angular em relação à tensão ($\cos\varphi$)

Assim:



$$(\text{pu})$$

Sendo:

$\cos\varphi$ - fator de potência de partida do motor, cujo valor a ser utilizado deve ser o informado pelo consumidor ou o constante em 8.4;

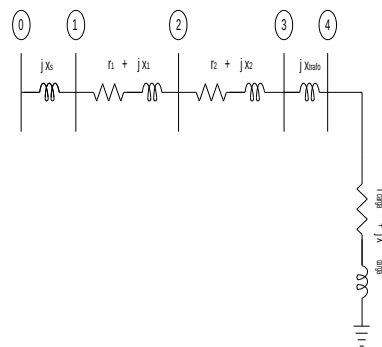
$\sen\varphi$ - pode ser obtido através da seguinte expressão trigonométrica:

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 33 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

g) Diagrama de impedância

Para a avaliação da variação de tensão na rede primária, há necessidade de ser elaborado um diagrama, no qual são lançadas desde a impedância do sistema, até a impedância do motor.



h) Cálculo da flutuação de tensão



A flutuação de tensão decorrente da partida do motor com rotor de gaiola, referenciada à rede primária, pode ser calculada através da aplicação da técnica do divisor de tensão no diagrama de impedâncias constante no item g.

h1) Cálculo da flutuação na carga, ou seja, na barra 4:

- Módulo de tensão da barra 4;
- Módulo da impedância da carga obtida pela expressão

Sendo:

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 34 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

(em graus)

(em graus)

h2) Cálculo da flutuação na barra 3:

- Módulo de tensão da barra 3;
- Módulo da impedância da carga obtida pela expressão

Sendo:

(em graus)



h3) Cálculo da flutuação na barra 2:

- Módulo de tensão da barra 2;
- Módulo da impedância da carga obtida pela expressão

Sendo:

(em graus)

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 35 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

h4) Cálculo da flutuação na barra 1:

- Módulo de tensão da barra 2;
- Módulo da impedância da carga obtida pela expressão

Sendo:

(em graus)

i) Ajuste na tensão calculada no secundário do transformador:

Tendo em vista que a tensão de fornecimento nem sempre é igual ao valor da tensão nominal do motor, faremos um ajuste na tensão calculada no secundário do trato do consumidor considerando a tensão no primário do transformador antes da partida e o tap ligado, da seguinte forma:

Sendo:

$V'4$ – Tensão no secundário do transformador no instante da partida, com valor ajustado, em V;

$\Delta V'4$ – Queda de tensão percentual em relação à nominal no secundário do transformador, após o ajuste;



V_{IRP} – Tensão no primário do transformador, antes da partida do motor, em kV;

V_{TAP} – Tap primário do transformador do consumidor, em kV;

V_m – Tensão nominal do motor, em V;

v_4 – Tensão no secundário do transformador, em pu, calculado no item i1).

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 36 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

j) Análise dos resultados

Os valores de quedas de tensão obtidos em cada barra devem ser comparados com os limites permissíveis, definidos em 9.2.

Além disso, deve ser comparado a queda de tensão obtida no primário do transformador do consumidor (barra 3) com os limites de flutuações de tensão constantes também em 9.2, que é função do número de motores existentes na rede de distribuição.

Se os valores calculados forem inferiores aos permissíveis, a ligação do motor com rotor gaiola pode ser liberada, sendo necessário apenas o estudo do atendimento.

Caso os valores calculados sejam superiores aos limites permissíveis, principalmente nas barras da rede, devem ser tomadas as seguintes providências:

- se o acionamento previsto para o motor for a plena tensão, efetuar nova simulação considerada a instalação de uma chave que reduz a corrente de partida do mesmo e comparar os resultados com os limites admissíveis;

- se a partida do motor for realizada com dispositivo redutor da corrente, analisar as alternativas técnicas passíveis de serem implementadas na rede primária para minimizar as perturbações.

l) Alternativas

Analisar e simular todas as alternativas viáveis com base no exposto em 10.5, devendo ser adotada a que melhor atenda aos aspectos técnico-econômicos.

10.4 Atendimento a mais de um motor


A ligação de um ou mais motores, de indução com rotor gaiola requer uma análise de atendimento que avalie duas situações de funcionamento:

- no instante da partida;
- em regime normal de funcionamento

a) Na partida

Para a análise da rede de distribuição no instante da partida, não consideramos a existência de simultaneidade de dois ou mais motores, pelo fato de ser pequena a probabilidade de coincidência em função do intervalo de tempo de duração da partida (máximo 10 a 15 segundos).

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 37 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|----------------------|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO | |

Assim, para o cálculo da flutuação deve-se considerar somente a potência de partida do maior motor.

Havendo dois ou mais motores que obrigatoriamente partam simultaneamente, mesmo sendo os maiores, deve-se somar as suas potências e considerá-las como um único motor.

Com relação à flutuação de tensão, deve-se considerar sempre o limite admissível para o motor de maior potência.

b) Em regime normal de funcionamento

Devem ser aplicados os seguintes fatores de demanda sobre as potências dos motores:

- 1,00 para o maior motor;
- 0,50 para os demais.

Se houver dois ou mais motores de igual potência, considerar apenas um deles como o de maior e o(s) outro(s) como os de menor potência.

10.5 Medidas preventivas e/ou corretivas

Para viabilizar a ligação de consumidores, com motor(es) de indução com rotor gaiola, devem ser minimizadas as perturbações ocasionadas por este tipo de equipamento de partida.

Apesar das redes primárias serem menos susceptíveis às perturbações devido à partida do motor, para viabilizar o atendimento, pode ser necessária a implementação de uma ou mais das medidas relacionadas a seguir, que visam basicamente reduzir a impedância do sistema, ou seja:



- Aumentar a capacidade nominal do transformador de distribuição;

Geralmente, a impedância interna dos transformadores de distribuição é inversamente proporcional à sua potência nominal. Portanto, quanto maior a potência nominal do transformador, menor a queda de tensão interna apresenta.

- Aumentar a bitola dos condutores da rede secundária;

Esta alternativa apresenta bons resultados apenas nos casos onde a distância entre o transformador e os motores não seja superior a 60 m, mesmo para as maiores bitolas padronizadas para as redes secundárias.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 38 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

- Reduzir o comprimento da rede secundária de alimentação;

O deslocamento do transformador de distribuição para as proximidades do ponto de instalação do(s) motor(es) oferece bons resultados, mas esse deslocamento pode tirar o transformador do centro de carga ou do planejamento, criando transtornos futuros.

Ainda para reduzir o comprimento da rede secundária, pode-se optar pelo desmembramento do setor, locando o novo transformador, de preferência, seguindo o planejamento proposto para a área, mais próximo do(s) motor(es). Neste caso, haverá necessidade de recalcular o carregamento dos transformadores envolvidos e, se for o caso, substituir o existente.

- Isolar o consumidor;

Se as flutuações de tensão e as interferências causadas forem de difícil solução, como é o caso das provocadas pelo(s) motor(es) com conversor de frequência, a única alternativa é atender o consumidor com transformador exclusivo da empresa.



- Atender o consumidor em tensão primária de distribuição;

Ainda de acordo com o item anterior, dependendo das condições, pode ser solicitado ao consumidor providenciar seu próprio transformador.

Cumpra-se ressaltar que a implementação de uma ou mais das medidas acima, não exime o consumidor de instalar a chave para a redução da corrente de partida do motor.

Além disso, devem ser avaliadas as diversas alternativas de medidas corretivas e/ou preventivas viáveis e adotadas a que melhor atender aos aspectos técnico-econômicos.

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 39 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

TABELAS

Tabela 1 - Códigos de partida de motores - kVA/cv

| Código | kVA/cv | Código | kVA/cv |
|--------|-------------|--------|---------------|
| A | 0,00 a 3,14 | L | 9,00 A 9,99 |
| B | 3,15 a 3,54 | M | 10,00 A 11,19 |
| C | 3,55 a 3,99 | N | 11,20 a 12,49 |
| D | 4,00 a 4,49 | P | 12,50 a 13,99 |
| E | 4,50 a 4,99 | R | 14,00 a 15,99 |
| F | 5,00 a 5,59 | S | 16,00 a 17,99 |
| G | 6,60 a 6,29 | T | 18,00 a 19,99 |
| H | 6,30 a 7,09 | U | 20,00 a 22,39 |
| J | 7,10 a 7,99 | V | 22,40 ou mais |
| K | 8,00 a 8,99 | | |



Tabela 2 - Temperatura máxima permitida para classes de isolamento

| Classe de Isolação térmica | Temperatura máxima °C |
|----------------------------|-----------------------|
| A | 105 |
| E | 120 |
| B | 130 |
| F | 155 |
| H | 180 |

Tabela 3 - Impedância de transformadores de distribuição

| Tipo | Potência | Impedância Z % | |
|-----------|----------|----------------|---------|
| | | 13,8 kV | 34,5 kV |
| Trifásico | ≤150 | 3,5 | 4,0 |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 40 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

| | | | |
|-------------------|-----------|-----|-----|
| | 150 a 300 | 4,5 | 5,0 |
| | > 300 | 4,5 | 5,0 |
| Monofásico | Até 37,5 | 2,5 | 3,0 |







| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

Tabela 4 - Características típicas - motores de indução trifásicos rotor gaiola

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 43 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 44 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|



Tipo: Norma Técnica e Padronização
Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária
Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO

NTC-D-10
Versão: 02/23

Tabela

| 1800 rpm - 60 Hz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------|------|------------------------|------|------|-----------------------|---|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Potência | | Carga ABNT | Rotação rpm | Corrente nominal em 220 V | I _p /I _n | Conjugado nominal (C _n) kgfm | C _p /C _n | C _{máx} /C _n | Rendimento n (%) | | | Fator de potência (fp) | | | Fator de serviço (FS) | Momento de inércia (J) kgm ² | Tempo com rotor bloq. a quente s | Nível médio de proteção sonora dB | Peso aprox. kg |
| CV | Kw | | | | | | | | % da potência nominal | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 50 | 75 | 100 | 50 | 75 | 100 | | | | | |
| 0,16 | 0,12 | 63 | 1730 | 0,90 | 4,80 | 0,06 | 3,2 | 3,5 | 40,0 | 47,5 | 53,6 | 0,50 | 0,58 | 0,64 | 1,35 | 0,00050 | 9 | 49 | 7,0 |
| 0,25 | 0,18 | 63 | 1725 | 1,26 | 4,50 | 0,10 | 2,8 | 3,0 | 40,0 | 50,5 | 58,0 | 0,47 | 0,57 | 0,65 | 1,35 | 0,00050 | 9 | 49 | 7,5 |
| 0,33 | 0,25 | 63 | 1720 | 1,56 | 5,20 | 0,13 | 3,0 | 2,9 | 47,0 | 56,1 | 61,9 | 0,48 | 0,57 | 0,66 | 1,35 | 0,00060 | 8 | 49 | 8,0 |
| 0,5 | 0,37 | 63 | 1730 | 2,25 | 5,00 | 0,20 | 2,7 | 3,0 | 50,0 | 60,0 | 66,0 | 0,47 | 0,56 | 0,65 | 1,25 | 0,00060 | 12 | 46 | 10,0 |
| 0,75 | 0,55 | 71 | 1715 | 3,00 | 5,50 | 0,31 | 3,0 | 3,2 | 55,3 | 65,5 | 69,0 | 0,47 | 0,60 | 0,70 | 1,25 | 0,00090 | 6 | 46 | 11,0 |
| 1 | 0,75 | 71 | 1730 | 3,60 | 6,10 | 0,41 | 2,4 | 2,9 | 56,1 | 65,7 | 70,6 | 0,51 | 0,66 | 0,76 | 1,15 | 0,00230 | 8 | 47 | 15,0 |
| 1,5 | 1,10 | 80 | 1700 | 4,80 | 5,40 | 0,63 | 2,4 | 2,6 | 69,0 | 72,0 | 72,7 | 0,63 | 0,76 | 0,83 | 1,15 | 0,00270 | 6 | 47 | 16,0 |
| 2 | 1,50 | 80 | 1715 | 6,00 | 6,50 | 0,83 | 3,2 | 3,2 | 75,0 | 77,5 | 77,6 | 0,65 | 0,77 | 0,83 | 1,15 | 0,00450 | 6 | 52 | 19,0 |
| 3 | 2,20 | 90 S | 1710 | 8,59 | 6,80 | 1,26 | 3,3 | 3,0 | 78,0 | 79,0 | 79,3 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 1,15 | 0,00580 | 6 | 52 | 23,0 |
| 4 | 3,00 | 90 L | 1730 | 11,40 | 7,40 | 1,66 | 2,8 | 3,5 | 76,8 | 80,0 | 80,7 | 0,64 | 0,77 | 0,84 | 1,15 | 0,00850 | 6 | 54 | 31,0 |
| 5 | 3,70 | 100L | 1730 | 13,60 | 7,50 | 2,07 | 3,1 | 3,0 | 80,5 | 82,3 | 83,5 | 0,68 | 0,79 | 0,85 | 1,15 | 0,00910 | 6 | 54 | 33,0 |
| 6 | 4,50 | 112M | 1730 | 16,00 | 7,40 | 2,48 | 2,3 | 2,7 | 83,2 | 84,0 | 83,3 | 0,72 | 0,81 | 0,86 | 1,15 | 0,01460 | 6 | 56 | 41,0 |
| 7,5 | 5,50 | 112M | 1730 | 20,00 | 7,50 | 3,10 | 3,0 | 3,2 | 85,0 | 86,2 | 86,2 | 0,72 | 0,80 | 0,84 | 1,15 | 0,01730 | 6 | 56 | 46,0 |
| 10 | 7,50 | 132S | 1760 | 27,00 | 8,00 | 4,07 | 2,3 | 3,0 | 83,3 | 85,0 | 85,2 | 0,70 | 0,80 | 0,84 | 1,15 | 0,01770 | 6 | 61 | 58,0 |
| 12,5 | 9,20 | 132M | 1755 | 32,00 | 8,30 | 5,10 | 2,5 | 2,9 | 85,8 | 87,5 | 87,7 | 0,73 | 0,81 | 0,86 | 1,15 | 0,04070 | 6 | 61 | 66,0 |
| 15 | 11,00 | 132M | 1755 | 38,00 | 8,30 | 6,12 | 2,3 | 2,8 | 86,8 | 88,2 | 88,3 | 0,70 | 0,81 | 0,88 | 1,15 | 0,04650 | 5 | 61 | 70,0 |
| 20 | 15,00 | 160M | 1760 | 50,00 | 8,30 | 8,13 | 2,2 | 2,7 | 88,0 | 89,3 | 89,8 | 0,76 | 0,84 | 0,86 | 1,15 | 0,05220 | 6 | 66 | 111,0 |
| 25 | 18,50 | 160M | 1760 | 63,00 | 8,60 | 10,20 | 2,5 | 3,2 | 88,2 | 89,7 | 90,1 | 0,74 | 0,82 | 0,85 | 1,15 | 0,07220 | 6 | 66 | 121 |
| 30 | 22,00 | 160L | 1765 | 74,00 | 7,60 | 12,20 | 3,0 | 2,6 | 89,0 | 90,4 | 91,0 | 0,75 | 0,83 | 0,86 | 1,15 | 0,08320 | 6 | 71 | 150 |
| 40 | 30,00 | 200M | 1775 | 100,00 | 7,60 | 16,10 | 2,3 | 2,5 | 89,0 | 90,2 | 90,2 | 0,74 | 0,82 | 0,85 | 1,15 | 0,17730 | 8 | 74 | 211 |
| 50 | 37,00 | 200L | 1775 | 123,00 | 7,60 | 20,20 | 2,4 | 2,4 | 90,0 | 91,8 | 92,3 | 0,76 | 0,83 | 0,85 | 1,15 | 0,25320 | 8 | 74 | 244 |
| 60 | 45,00 | 200L | 1775 | 145,00 | 7,80 | 24,20 | 2,3 | 2,5 | 89,0 | 90,3 | 90,8 | 0,79 | 0,85 | 0,88 | 1,00 | 0,29360 | 8 | 74 | 270 |
| 60 | 45,00 | 225S/M | 1775 | 140,00 | 8,00 | 24,20 | 2,9 | 3,0 | 88,5 | 90,7 | 91,6 | 0,83 | 0,87 | 0,90 | 1,00 | 0,34500 | 8 | 81 | 345 |
| 75 | 55,00 | 225S/M | 1770 | 175,00 | 7,40 | 30,30 | 2,7 | 2,7 | 90,3 | 91,7 | 91,9 | 0,84 | 0,88 | 0,90 | 1,00 | 0,67590 | 8 | 81 | 379 |
| 100 | 75,00 | 250S/M | 1775 | 240,00 | 8,80 | 40,30 | 3,2 | 3,2 | 90,0 | 92,0 | 92,5 | 0,76 | 0,84 | 0,87 | 1,00 | 0,78660 | 6 | 81 | 442 |
| 125 | 90,00 | 280S/M | 1780 | 302,00 | 7,30 | 50,30 | 2,2 | 2,5 | 89,3 | 91,0 | 91,8 | 0,80 | 0,85 | 0,87 | 1,00 | 0,98430 | 12 | 81 | 638 |
| 150 | 110,00 | 280S/M | 1785 | 354,00 | 8,00 | 60,20 | 2,7 | 2,8 | 89,0 | 91,3 | 92,0 | 0,82 | 0,87 | 0,89 | 1,00 | 1,84950 | 11 | 85 | 725 |
| 175 | 130,00 | 315S/M | 1780 | 424,00 | 8,00 | 70,40 | 2,5 | 2,5 | 90,4 | 92,0 | 92,7 | 0,80 | 0,83 | 0,85 | 1,00 | 2,23060 | 11 | 85 | 841 |
| 200 | 150,00 | 315S/M | 1785 | 470,00 | 7,50 | 80,20 | 2,6 | 2,6 | 90,5 | 92,5 | 93,4 | 0,81 | 0,85 | 0,88 | 1,00 | 2,40970 | 15 | 85 | 868 |
| 250 | 185,00 | 315S/M | 1785 | 580,00 | 8,00 | 100,00 | 3,0 | 2,8 | 90,8 | 93,0 | 93,5 | 0,80 | 0,85 | 0,89 | 1,00 | 3,35360 | 13 | 85 | 1005 |



5 -

Elaborado por:
FECORESP

Aprovado por:
Grupo Técnico de Padronização

Data de vigência:
01/03/2023

Página:
45 de 60

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

Características típicas - motores de indução trifásicos rotor gaiola

| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 46 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|







| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



Tabela 6 - Características típicas - motores de indução trifásicos rotor gaiola

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 48 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 49 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 50 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 51 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 52 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 53 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 54 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 55 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 56 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 57 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 58 de 60 |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 59 de 60 |
|-----------------------------|--|---------------------------------|---------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 60 de 60 |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |



| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 61 de 60 |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 62 de 60 |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 63 de 60 |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|

| | | |
|--|---|---|
|  | Tipo: Norma Técnica e Padronização | NTC-D-10 |
| | Área de Aplicação: Distribuição Primária e Secundária | Versão: 02/23 |
| | Título do Documento: Ligação de Motores Elétricos de Indução na Rede de Distribuição da CERPRO |  |

| | | | |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|
| Elaborado por: FECOERESP | Aprovado por: Grupo Técnico de Padronização | Data de vigência: 01/03/2023 | Página: 64 de 60 |
|------------------------------------|---|--|----------------------------|