



Celesc

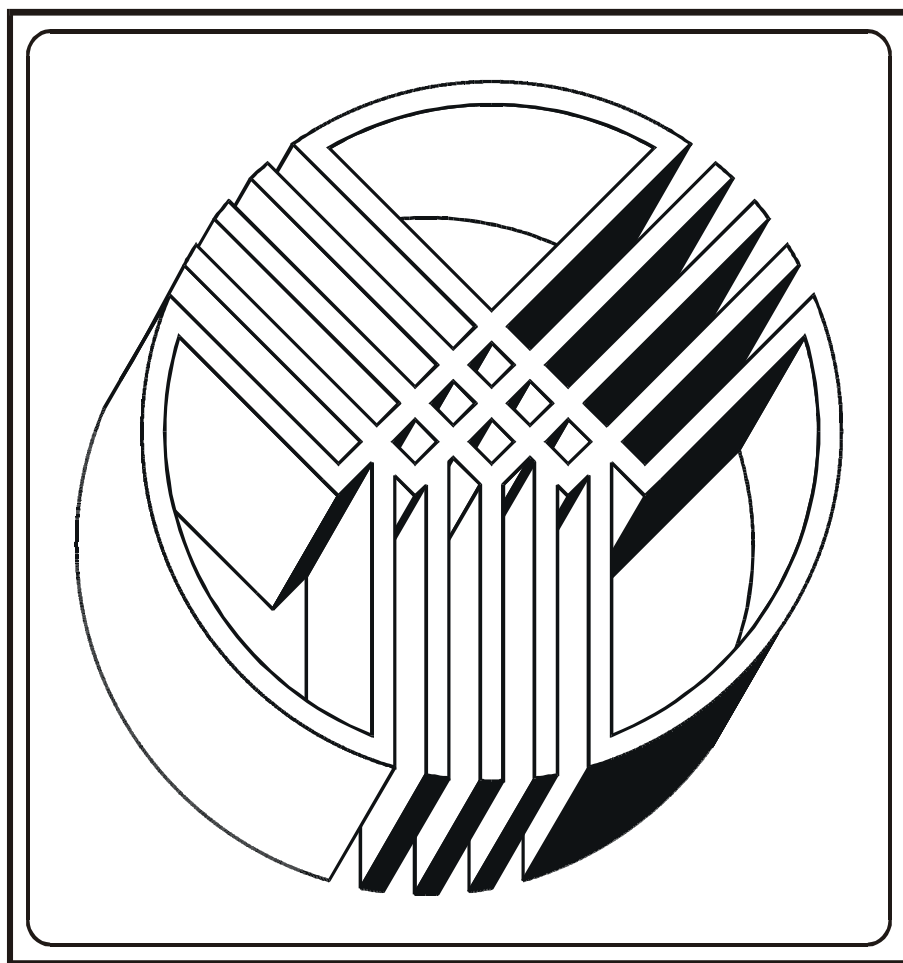
Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.

Diretoria de Distribuição

Departamento de Serviços e Consumidores

Divisão de Medição

DPSC / NT - 02



NORMA PARA INSTALAÇÃO DE CAPACITORES

DIRETORIA DE DISTRIBUIÇÃO

Revisão
janeiro/2002

DEPARTAMENTO DE SERVIÇOS E CONSUMIDORES**DIVISÃO DE MEDIÇÃO**

Diretor de Distribuição
Engº Paulo César da Silveira

Chefe do Departamento de Serviços e Consumidores
Engº Leonardo C.S.S. Garofallis

ELABORAÇÃO/REVISÃO

Engº Asteróide Bardini
Engº Delfin Roque Girardi
Engº João Airto de Bettio
Engº Nicanor Gabriel Alegri
Engº Vilson Roberto Chaves

INFORMÇÕES, CONSULTAS E SUGESTÕES:**DIVISÃO DE MEDIÇÃO**

Av. Governador Ivo Silveira, 2.389 - Capoeiras
Fone (0xx48) 281-1200 - Fax (0xx48) 281-1211
CEP 88.085-001 - Florianópolis - SC
E-mail: dvmd@celesc.com.br

Consulte esta norma no site da Celesc: www.celesc.com.br

Nas Agências regionais:
Supervisão de Utilização de Energia (SPUE)

APRESENTAÇÃO DA NORMA REVISADA

Com o objetivo de normatizar e disciplinar a instalação e o regime de funcionamento dos capacitores, a CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S/A, desenvolveu a “Norma para Instalação de Capacitores”.

Em sua primeira edição, esta Norma procurou orientar a todos quantos quisessem corrigir o baixo Fator de Potência de suas instalações, sejam consumidores atendidos em Tensão Primária de Distribuição (TPD) ou Tensão Secundária de Distribuição (TSD).

Com esta revisão, mantivemos o mesmo propósito, adequando-a às orientações da NBR 5060 e demais normativas, bem como sugestões de outros Departamentos deste concessionário, Agências Regionais e Instaladoras que prestam serviços aos nossos consumidores. A CELESC recomenda através desta Norma, condições mínimas a serem cumpridas, visando evitar novas distorções nas instalações de capacitores, sendo que não se responsabiliza pelos riscos e nem o mal dimensionamento das instalações.

ÍNDICE

Apresentação

1.	Considerações Iniciais	5
1.1.	Definições	5
1.1.1.	Capacitor	5
1.1.2.	Unidade Capacitiva	5
1.1.3.	Banco de Capacitores	5
1.1.4.	Potência Ativa	5
1.1.5.	Potência Reativa	5
1.1.6.	Potência Aparente	5
1.1.7.	Energia	6
1.1.8.	Potência Nominal de um Capacitor	6
1.1.9.	Perdas do Capacitor	6
1.1.10.	Fator de Potência	6
1.1.11.	Harmônicas	6
1.1.12.	Energia Elétrica Ativa	7
1.1.13.	Energia Elétrica Reativa	7
1.1.14.	Fator de Potência de Referência	7
1.1.15.	Fator de Potência para Faturamento	7
1.2.	Tipos de Medição	8
1.2.1.	Medição Direta	8
1.2.2.	Medição Indireta	8
1.3.	Tipos de Fornecimento de Energia	9
1.3.1.	Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição (TSD)	9
1.3.2.	Fornecimento em Tensão Primária de Distribuição (TPD)	9
1.3.2.1.	Medição indireta em baixa Tensão (BT)	9
1.3.2.2.	Medição indireta em Alta Tensão (AT)	9
2.	Requisitos Mínimos para Análise de Pedidos de Ligação de Capacitores	10
2.1.	Formulário “Pedido de Ligação de Capacitores com Atendimento em TSD”	10
2.1.1.	Características da Instalação	10
2.1.2.	Localização de Capacitores	11
2.1.2.1.	Junto a Motores	11
2.1.2.1.1.	Dados da Máquina	11
2.1.2.1.2.	Dados do Capacitor	11
2.1.2.2.	Junto ao Barramento	12
2.1.2.2.1.	Dados do Capacitor a ser Instalado	12
2.1.3.	Regime de Funcionamento dos Capacitores	12
2.1.4.	Diagrama Unifilar	12
2.1.5.	Memorial Descritivo	13

2.1.5.1.	Curvas de Carga de Instalação	13
2.1.5.2.	Recomendações Básicas para o Cálculo e Operação	13
2.2.	Formulário “Pedido de Ligação de Capacitores com Atendimento em TPD e Correção em BT”	14
2.2.1.	Características da Instalação	14
2.2.2.	Critérios Justificativos	14
2.2.3.	Localização dos Capacitores Instalados e a se Instalar	14
2.2.3.1.	Junto a Motores ou Alimentadores Desenergizáveis	14
2.2.3.1.1.	Dados dos Motores	14
2.2.3.1.2.	Dados do Alimentador Desenergizável	15
2.2.3.1.3.	Dados dos Capacitores	15
2.2.4.	Em barramentos ou Alimentadores	15
2.2.4.1.	Dados do Barramento	15
2.2.4.2.	Dados dos Capacitores	16
2.3.	Memorial Descritivo	16
2.3.1.	Curva(s) de Carga do(s) Barramento(s)	17
2.3.2.	Recomendações Básicas para o Cálculo dos Capacitores	17
2.3.3.	Outras Informações	17
2.4.	Diagrama Unifilar	18
2.5.	Consumidores Atendidos em Tensão Primária de Distribuição (TPD) com Correção em AT	18
2.5.1.	Identificação	18
2.5.2.	Características da Instalação	19
2.5.3.	Diagrama Unifilar	19
2.5.4.	Curvas de Carga da Instalação	19
2.5.5.	Recomendações Básicas para o Cálculo dos Capacitores	19
2.5.6.	Memorial Descritivo	19
3.	Procedimentos Básicos Quanto ao Dimensionamento, quanto a Localização das Correções e quanto a Instalação e Funcionamento dos Capacitores	20
3.1.	Quanto ao Dimensionamento da Instalação	20
3.2.	Quanto a Localização da Instalação	20
3.3.	Quanto a Instalação e o Funcionamento dos Capacitores	21
4.	Tramitação do Pedido de Ligação de Capacitores	23
5.	Bibliografia	23
6.	Anexos	

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. DEFINIÇÕES

1.1.1. Capacitor

É um dispositivo cujo objetivo primário é introduzir capacitância num circuito elétrico.

1.1.2. Unidade Capacitiva

É cada montagem de capacitor, com dielétrico e eletrodos, numa caixa, com terminais levados ao exterior da caixa.

1.1.3. Banco de Capacitores

É um conjunto de unidades e seu respectivo equipamento de montagem, manobra, proteção e controle, em um mesmo todo.

1.1.4. Potência Ativa

É a capacidade real das máquinas de produzirem trabalho útil e sua unidade é o quilowatt (kW).

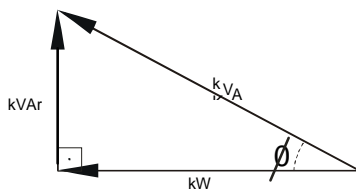
1.1.5. Potência Reativa

É a potência utilizada para produzir o fluxo magnético necessário ao funcionamento das cargas indutivas (motores, transformadores, reatores, etc) e sua unidade é o quilovolt-ampère reativo (kVAr).

1.1.6. Potência Aparente

É a potência total absorvida por uma instalação elétrica, usualmente expressa em quilovolt-ampère (kVA).

É obtida pela soma geométrica da Potência Ativa (kW) com a Potência Reativa (kVAr).



O triângulo formado pelas potência ativa, reativa e aparente é chamado de “Triângulo das Potências”.

1.1.7. Energia

É a utilização da potência no tempo. Desta forma teremos as energias ativa (kWh) e reativa (kVArh).

1.1.8. Potência Nominal de um Capacitor

É a potência reativa, sob tensão e frequência nominais, para a qual foi projetado o capacitor.

1.1.9. Perdas do Capacitor

É a potência ativa consumida pelo capacitor quando operando em suas condições nominais.

1.1.10. Fator de Potência

É o quociente da potência ativa (kW) pela potência aparente (kVA).

$$\text{Fator de Potência (FP)} = \frac{\text{Potência Ativa (kW)}}{\text{Potência Aparente (kVA)}}$$

No “Triângulo das Potências” citado anteriormente, o Fator de Potência corresponde ao “cosseno” do ângulo \emptyset , logo:

$$\cos \emptyset = \frac{\text{pot. Ativa}}{\text{pot. Aparente}}$$

1.1.11. Harmônicas

A tensão em uma rede varia senoidalmente com o tempo, com frequência de 60Hz. Às ondas com frequência múltiplas da fundamental e com amplitudes diferentes denominamos harmônicas, que podem ser aplicadas tanto à tensão quanto a corrente. As principais causas podem ser por equipamentos e máquinas com núcleos de material ferromagnético, como transformadores,

motores ou por dispositivos e equipamentos controlados ou acionados via elementos semi-condutores, como: conversores, inversores de frequência e controladores.

1.1.12. Energia Elétrica Ativa

Energia elétrica que pode ser convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts-hora (kWh).

1.1.13. Energia Elétrica Reativa

Energia elétrica que circula continuamente entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt-ampère-reativo-hora (kVArh).

1.1.14. Fator de Potência Referência

O fator de potência de referência “fr”, indutivo ou capacitivo, tem como limite mínimo permitido, para as instalações elétricas das unidades consumidoras, o valor de $fr=0,92$.

1.1.15. Fator de Potência para Faturamento

O cálculo do fator de potência é efetuado com base nos valores de consumo de energia ativa (kWh) e energia reativa (kVArh) (em alguns consumidores através do Qh), medidos durante o período de faturamento.

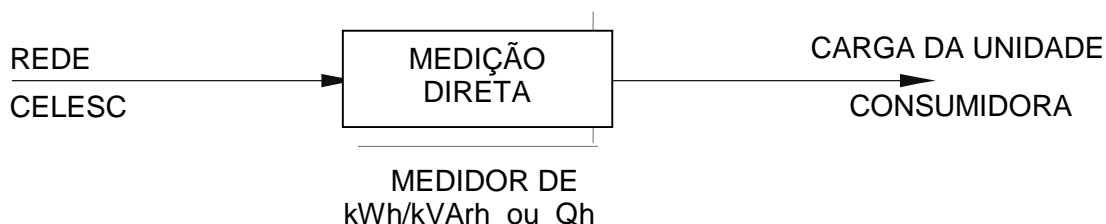
O fator de potência das instalações da unidade consumidora, para efeito de faturamento, é verificado pela concessionária por meio de medição apropriada, sendo para o Grupo A, obrigatório e de forma permanente e para o Grupo B, facultado de forma permanente ou transitória por um período de 07 (sete) dias consecutivos.

Para os consumidores com tarifação horo-sazonal a medição é efetuada de forma horária e por posto tarifário, e para os consumidores com tarifação convencional a medição é efetuada pela média mensal.

1.2. TIPOS DE MEDIÇÃO

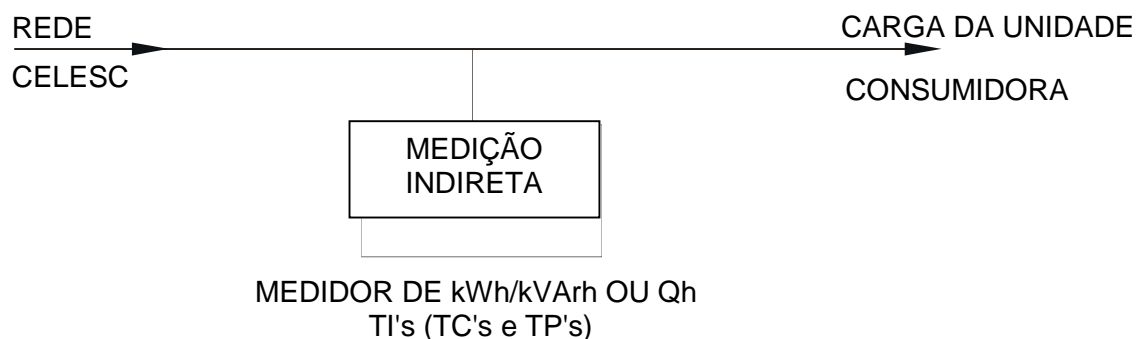
1.2.1. Medição Direta

É aquela na qual a energia consumida pela instalação passa integralmente através do medidor, conforme o diagrama que segue:



1.2.2. Medição Indireta

É aquela em que apenas uma parcela da energia consumida passa através dos equipamentos de medição. Neste caso, a energia total consumida pela instalação é obtida multiplicando-se a energia registrada pelos medidores de kWh-kW/kVAr/Qh pela constante da medição que depende dos equipamentos auxiliares utilizados.



1.3. TIPOS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA

1.3.1. Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição (TSD)

Este tipo de fornecimento abrange os consumidores atendidos em Tensão Secundária de Distribuição (tensão inferior a 2300V) cuja carga instalada por unidade consumidora não ultrapasse a 75 kW.

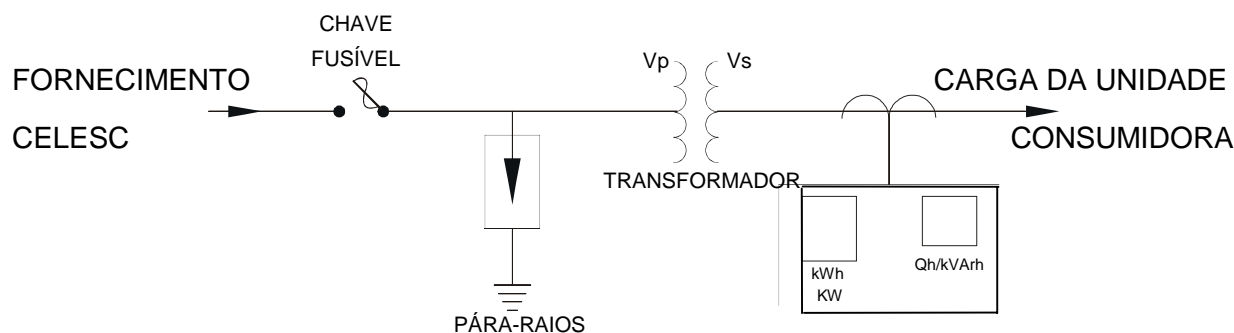
Consumidor atendido nesta tensão apresenta, normalmente, uma medição direta e é faturado através de um medidor de energia ativa, podendo também ter medição de energia reativa (kVArh ou Qh)

1.3.2. Fornecimento em Tensão Primária de Distribuição (TPD)

Este tipo de fornecimento abrange os consumidores atendidos em Tensão Primária de Distribuição (tensão igual ou superior a 2.300V), cuja carga instalada por unidade consumidora ultrapasse a 75 kW.

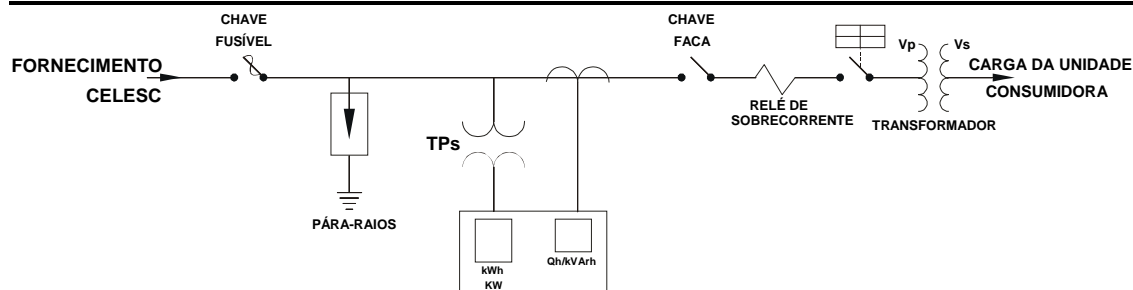
1.3.2.1. Medição Indireta em Baixa Tensão (BT)

Este tipo de medição é usado nos fornecimentos em TPD, quando a potência de transformação for igual ou inferior a 300 kVA nos sistemas de 220V ou 500 kVA nos sistemas 380/220V. A medição indireta é representada conforme figura abaixo:



1.3.2.2. Medição Indireta em Alta Tensão (AT)

Este tipo de medição é usado nos fornecimentos em TPD, quando a potência instalada ultrapassar os limites estabelecidos no item 1.3.2.1. acima. A medição indireta é representada conforme figura a seguir:



2. REQUISITOS MÍNIMOS PARA ANÁLISE DE PEDIDOS DE LIGAÇÃO DE CAPACITORES

Todo consumidor que desejar instalar capacitores a fim de melhorar o Fator de Potência de suas instalações elétricas, deverá apresentar à Celesc para análise os seguintes documentos:

- Formulário (Pedido de Ligação de Capacitores), devidamente preenchido
- Diagrama unifilar
- Memorial descritivo
- ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

2.1. Formulário “Pedido de Ligação de Capacitores com Atendimento em Atendimento em TSD” (Anexo 5)

Ao preencher este formulário deverão ser prestadas as seguintes informações:

- Nome da agência
- Nome do consumidor
- Endereço
- Código de atividade
- Código de serviço
- Nº de conta/DV (cadastro na Celesc)
- Matéria prima utilizada
- Principais Produtos

2.1.1. Características da Instalação

- Carga instalada (kW)
- Características da ligação (380/220V, 220V, 440/220V rural)
- Período de funcionamento (hora/semana)
- Regime de funcionamento diário (diurno, noturno, ininterrupto)
- Regime de funcionamento anual (sazonal, contínuo)
- Equipamentos que provoquem flutuações de tensão
- Fator de Potência medido
- Fator de Potência pretendido
- Proteção Geral
- Necessidade de memorial (sim ou não conforme observação feita no final do item 2.1.2.2.1)

2.1.2. Localização de capacitores:

2.1.2.1 Junto a Motores

2.1.2.1.1. Dados da Máquina:

- Quantidade
- Potência (HP, CV ou kW)
- Tipo de partida
- Rotação dos motores (rpm)
- Potência total (kW)
- Tensão (V)

2.1.2.1.2. Dados do Capacitor:

- Potência em kVAr
- N° de fases
- Tensão
- Fusível ou disjuntor (A)
- Condutor de ligação (mm²)
- Chave mínima (A)

OBSERVAÇÕES:

Vide: Anexo 2 - “Potência Reativa Capacitiva Máxima a ser instalada junto aos motores”.

Anexo 4 - “Capacidade de Chaves, fusíveis, seção dos condutores para instalação de capacitores trifásicos de Baixa Tensão”.

Anexo 8 - “Esquema de Ligação de Capacitores junto aos motores”.

2.1.2.2 Junto ao Barramento

2.1.2.2.1. Dados do Capacitor (Instalado e a Instalar)

- Quantidade
- Potência em kVAr
- N° de fases
- Tensão (V)
- Potência total em kVAr
- Fusível ou disjuntor
- Condutor de ligação (mm²)
- Chave mínima
- Indicativo se instalado ou não

OBSERVAÇÕES:

“Os consumidores com atendimento em TSD poderão instalar no barramento capacitores com potência máxima conforme especificada na Tabela I, anexo 1, desde que exista uma carga com funcionamento contínuo que justifique aquele valor especificado na tabela. Os demais capacitores que forem instalados no barramento deverão possuir um comando automático ou um comando atrelado ao funcionamento de uma carga. Nestes casos deverá ser apresentado junto ao pedido de ligação de Capacitores, um memorial descritivo”.

2.1.3. Regime de Funcionamento dos Capacitores

Deverá ser especificado no memorial descritivo o regime de funcionamento de cada capacitor a ser instalado.

2.1.4. Diagrama Unifilar

O diagrama unifilar deverá conter:

- Características dos condutores (tipo, seção, forma de instalação , etc.)
- Os quadros de distribuição;

- Detalhamento das cargas
- Capacitores existentes e a serem instalados
- O condutor de aterramento
- Dispositivos de manobra e proteção dos capacitores

2.1.5. Memorial Descritivo

O memorial descritivo quando necessário deverá apresentar os seguintes requisitos mínimos:

2.1.5.1. Curvas de Carga da Instalação

Deverão ser apresentadas as curvas de carga das potências ativa (kW) e reativa (kVAr). Estas deverão obedecer ao funcionamento de um dia típico ou normal de trabalho e um dia atípico de funcionamento. Os valores levantados para a determinação das curvas deverão ter, no máximo, um intervalo de uma hora durante o período de funcionamento, podendo ser mais espaçada fora do mesmo, no entanto recomenda-se o menor intervalo possível para se obter dados mais precisos.

2.1.5.2. Recomendações Básicas para o Cálculo e Operação

- A determinação do valor a ser corrigido, deverá estar dentro de uma faixa que nunca torne a instalação capacitiva.
- O cálculo deverá estar vinculado à(s) curvas(s) de carga da instalação
- O cálculo deverá apresentar:
- Os kVArh e kWh mensais conforme os períodos mensais de funcionamento.
- A seqüência utilizada para a determinação do valor de potência capacitiva a ser instalada (memória de cálculo).
- Quando se tratar de consumidor novo, deverá ser anexado o levantamento da carga instalada, bem como seu regime de funcionamento previsto, baseado inclusive em fatores típicos de carga e demanda.
- Dispositivos de manobra, proteção e controle dos capacitores.

- Funcionamento do banco com as respectivas características (anexar esquema de funcionamento).
- Indicar, junto com as curvas de carga das potências ativa e reativa, curva de carga diária da potência reativa capacitiva a ser instalada.
- Medidas de segurança quanto a operação dos(s) banco(s) de capacitores
- Aterramento do(s) banco(s) de capacitores.
- Especificar o processo adotado para a obtenção das curvas de carga.

2.2. Formulário “Pedido de Ligação de Capacitores com Atendimento em TPD e Correção em BT” (Anexo 6)

Ao preencher este formulário deverão ser prestadas seguintes informações:

- Nome da agência
- Nome do consumidor
- Endereço
- Código da atividade
- Código de serviço
- Matéria(s) prima(s) utilizada(s)
- Principais produtos
- Número da conta/DV (cadastro na Celesc)

2.2.1 Características da Instalação

- Potência Instalada (kVA)
- Carga Instalada (kW)
- Tensão de Fornecimento (kV)
- Regime de Funcionamento (diurno, noturno, ininterrupto, sazonal, contínuo).

2.2.2. Critérios Justificativos:

- Causas prováveis do baixo Fator de Potência
- Justificativa(s) da(s) alternativa(s) escolhida(s)
- Localização e tipo de capacitores
- Características das principais cargas
- Outras informações

2.2.3. Localização dos Capacitores (Instalados e a Instalar)

2.2.3.1. Junto a motores ou alimentadores desenergizáveis:

2.2.3.1.1. Dados de Motores

- Denominação
- Quantidade
- Potência (HP, CV ou kW)
- Tipo de Partida
- Tensão (V)
- Rotação dos Motores (rpm)
- Potência Total (kW)

2.2.3.1.2. Dados do Alimentador Desenergizável

- Especificação do alimentador (de acordo com o diagrama unifilar)
- Carga mínima e máxima de funcionamento
- Quantidade de motores ligados no alimentador
- Potência total dos motores que não possuem correção individual
- Tipo de partida dos motores
- Tensão (V)
- Rotação (rpm) do motor

2.2.3.1.3. Dados dos Capacitores

- Potência em kvar
- Tensão (v)
- N° de Fases
- Fusível ou disjuntor (A)
- Chave Mínima
- Seção dos condutores (mm²)

OBSERVAÇÕES:

Vide Anexo 2 - “Potência Reativa Capacitiva Máxima a ser instalada junto aos motores”.

Anexo 4 - “Capacidade de Chaves, fusíveis, seção do condutor para instalação de capacitores trifásicos de Baixa Tensão”.

Anexo 7 - “Esquema de Ligação de Capacitores Junto aos motores”.

2.2.4. Junto a Barramentos ou Alimentadores

2.2.4.1. Dados de Barramento

- Código ou número do Barramento
- Quantidade de transformadores
- Potência Unitária (kVA)
- Potência Total instalada (kVA)
- Tensão secundária (V)

2.2.4.2. Dados dos Capacitores

- Instalados

- Quantidade
- Potência Unitária (kVAr)
- Potência Total Instalada - T1 (kVAr),

- A instalar

- Quantidade
- Potência Unitária (kVAr)
- Potência Total Instalada - T2 (kVAr)
- Tensão
- Fusível ou disjuntor (A)
- Chave Mínima
- Seção do Condutor
- Potência Total Final Instalada (T) = (T1 + T2) em kVAr
- Necessidade de memorial descritivo

OBSERVAÇÕES:

Caso ao preencher o pedido de ligação, não sejam obedecidos os valores fixados na tabela III, ver anexo 3, a qual especifica a máxima potência reativa a ser instalada por transformador, não computando a correção feita junto às cargas ou alimentadores desenergizáveis, deverá o consumidor apresentar junto com o pedido de ligação, o memorial descritivo previsto no item 2.3.

Caso o alimentador permaneça energizado, mesmo que as cargas não estejam em funcionamento, a instalação dos capacitores e elementos auxiliares deverá ser considerada como sendo feita no barramento secundário.

2.3. Memorial Descritivo

Todo consumidor atendido em TPD e com correção do Baixo Fator de Potência em BT, que apresentar em, pelo menos um dos barramentos, uma potência reativa capacitiva superior aos valores fixados na tabela do item anterior, deverá apresentar, junto com o Pedido de Ligação, o memorial descritivo, com os seguintes requisitos mínimos

2.3.1. Curva(s) de Carga do(s) Barramento(s)

Para cada barramento em que for instalada uma potência capacitiva superior aos limites fixados na Tabela 1 deverão ser apresentadas as curvas de carga das potências ativa (kW) e reativa (kVAr). Estas curvas deverão obedecer ao funcionamento de um dia típico ou normal de trabalho e um dia atípico de funcionamento. Os valores levantados para a determinação das curvas deverão ter, no máximo, um intervalo de uma hora, no período de funcionamento, podendo ser mais espaçados fora do mesmo, no entanto recomenda-se o menor intervalo possível para se obter dados mais precisos.

2.3.2. Recomendações Básicas para o Cálculo dos Capacitores

A determinação do valor a ser corrigido, deverá estar dentro de uma faixa de maneira que nunca, o barramento em questão, se torne capacitivo;

Os cálculos deverão ser vinculados às Curvas de Carga de cada barramento;

Os cálculos deverão apresentar:

- Os kVArh e kWh mensais conforme os períodos de funcionamento

A seqüência utilizada para a determinação do valor de potência capacitiva a ser instalada (memória de cálculo);

- Deverá ser especificada a carga instalada, bem como seu regime de funcionamento;
- A correção deverá ser preferencialmente junto às maiores cargas.

2.3.3. Outras Informações Sobre

- Dispositivos de manobra, proteção e controle dos capacitores;
- Funcionamento do banco com as respectivas características (anexar esquema de funcionamento);

- Indicar, junto com as curvas de carga diárias das potências ativa e reativa, a curva diária da potência reativa capacitiva a ser instalada;
- Medidas de segurança quanto à operação dos capacitores;
- Aterramento dos capacitores;
- Especificar o processo adotado para a obtenção das curvas de carga.

2.4. DIAGRAMA UNIFILAR

- Características dos condutores (seção, forma de instalação, etc);
- Detalhamento das cargas (potência, proteção, etc);
- Quadros de distribuição;
- Transformadores (potência, tensão, etc);
- Tensão nos barramentos;
- Denominação dos barramentos (nome, nº, etc);
- Capacitores existentes e a instalar (tipo, localização, potência, características de proteção e manobra).

2.5. CONSUMIDORES ATENDIDOS EM TENSÃO PRIMÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO (TPD) COM CORREÇÃO EM AT

A correção em AT, para os consumidores atendidos na tensão de Distribuição não será permitida, em função de problemas que poderão ocorrer, tais como: - transitórios de corrente e de tensão nos horários de pouca carga; desequilíbrio entre fases quando da queima de uma unidade capacitiva; e a descoordenação dos equipamentos de regulação de tensão, trazendo, assim, conseqüências prejudiciais ao sistema elétrico da Celesc e a outros consumidores.

Somente Cooperativas de Eletrificação Rural, e as Carboníferas (unidade extrativa), devido a impossibilidade de efetuarem a correção em BT, poderão fazê-la em AT, mediante apresentação de Consulta Prévia à Agência Regional da CELESC, para verificar da possibilidade de Instalação de Capacitores de acordo com as condições técnicas dos respectivos alimentadores.

Em caso afirmativo, o consumidor deverá apresentar obrigatoriamente um projeto de instalação de capacitores com os seguintes requisitos mínimos:

2.5.1. Identificação

- Nome da agência
- Nome do consumidor
- Endereço
- Código da atividade
- Código de serviço

- Matéria(s) prima(s) utilizada(s)
- Principais Produtos
- Número da conta/DV (Cadastro na Celesc)

2.5.2. Características da Instalação

- Potência instalada (kVA)
- Carga instalada (kW)
- Ramal de ligação (aéreo ou subterrâneo)
- Tensão de fornecimento
- Regime de funcionamento

2.5.3. Diagrama Unifilar

- Características dos condutores (tipo, seção e forma de instalação, etc)
- Transformadores (potência, tensão, etc)
- Tensão de distribuição
- Denominação dos barramentos (nome, nº, etc)
- Capacitores existentes e a instalar (tipos, localização, potência, características de proteção e manobra)
- Detalhamento das cargas (potência, proteção, etc)

2.5.4. Curvas de Carga da Instalação

Deverão ser apresentadas as curvas de carga das potências ativa (kW) e reativa (kVAr), de um dia típico de funcionamento ou normal de trabalho e um dia atípico. Os valores levantados para a determinação das curvas deverão ter, no máximo, um intervalo de 15 minutos.

2.5.5. Recomendações Básicas para o Cálculo dos Capacitores

- A determinação do valor a ser corrigido, deverá estar dentro de uma faixa que nunca torne a instalação capacitiva;
- O cálculo deverá estar vinculado à (s) curva (s) de carga da instalação;
- O cálculo deverá apresentar:
 - Os kVArh e kWh mensais conforme os períodos de funcionamento;
 - A sequência utilizada para a determinação do valor de potência capacitiva a ser instalada (memória de cálculo).

2.5.6. Memorial Descritivo

Deverá apresentar informações sobre:

- Dispositivos de manobra, proteção e controle dos capacitores
- Funcionamento do banco com as respectivas características (anexar esquema de funcionamento)
- Indicar, junto com as curvas de carga das potências ativa e reativa, a curva de carga diária da potência reativa capacitiva a ser instalada
- Medida de segurança quanto à operação dos bancos de capacitores
- Aterramento do(s) banco(s) de capacitores
- Especificar o processo adotado para a obtenção das curvas de carga (equipamento utilizado)
- Indicar no diagrama unifilar a localização dos capacitores
- Desenhar na escala 1:25 o compartimento proposto para instalações dos capacitores

3. PROCEDIMENTOS BÁSICOS QUANTO AO DIMENSIONAMENTO, QUANTO A LOCALIZAÇÃO DAS CORREÇÕES E QUANTO A INSTALAÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS CAPACITORES

3.1. QUANTO AO DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

3.1.1. Antes de definir a correção deverão ser analisadas as prováveis causas do baixo fator de potência, bem como verificar a tensão da instalação;

3.1.2. Analisar a existência de harmônicas, pois sobrecarregam os capacitores em termos de tensão e corrente e podem ser amplificadas pela existência de banco de capacitores. Assim podem ocorrer fenômenos de ressonância, com conseqüências desastrosas para instalação, principalmente quando o nível da distorção harmônica total da tensão ultrapassar a 8% e, nestes casos, recomenda-se a instalação de reatores em série com os capacitores, ou de filtros, quando não for possível eliminar as causas destas harmônicas.

3.1.3. Deve ser dimensionado um sistema de aterramento de todas as unidades capacitivas interligado com o sistema de aterramento já existente.

3.2. QUANTO A LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÃO DE CAPACITORES

- 3.2.1.** Os capacitores deverão ser instalados preferencialmente junto ao equipamento que solicita energia reativa. Quando a correção for junto a motores deverão ser observadas as potências máximas (kVAr) especificados na tabela II, anexo 2.
- 3.2.2.** A correção poderá ser feita em alimentadores e em painéis, considerando o conjunto de motores (pequenos) que estão ligados no mesmo circuito e proteção. Neste caso o valor do capacitor deve ser correspondente ao valor médio da potência dos motores que estão em funcionamento. A operação do capacitor deverá estar vinculado ao motor que permanecer mais tempo ligado.
- 3.2.3.** Quando a correção for junto ao barramento, o valor da potência deverá seguir a tabela I, do anexo 1, se for em atendimento em TSD - Tensão Secundária de Distribuição; se o atendimento for em TPD - Atendimento Primário de Distribuição, deverá seguir a tabela III do anexo 3. Quando o valor capacitivo instalado for maior, deverá ser apresentado um memorial descritivo, justificando o valor e o funcionamento. Neste caso poderá ter o funcionamento vinculado a uma carga principal ou através de banco automático. Quanto à capacidade dos bancos, recomenda-se que sejam instalados no máximo 50% (cinquenta por cento) da potência capacitiva (kVAr) total necessária à unidade consumidora.
- 3.2.4.** Quando na constituição de um banco de capacitores as unidades devem ser escolhidas convenientemente, de modo que as diferenças da capacitância entre as unidades não causem sobretensões inadmissíveis em algumas unidades. Recomenda-se a instalação de unidades de valor de potência (kVAr) pequenas ou médias e verificar que a diferença de capacitância entre as unidades igualmente especificadas sejam de no máximo 15%.

3.3. QUANTO A INSTALAÇÃO E O FUNCIONAMENTO DOS CAPACITORES

- 3.3.1.** Os capacitores deverão possuir proteção individual, com fusíveis de característica “retardada”, que devem ser dimensionados para permitir em regime contínuo, até 144% da corrente nominal do capacitor. Se for utilizado disjuntor ou relé, dimensionar para 130% da corrente nominal do capacitor.

- 3.3.2.** Os condutores de alimentação do capacitor deverão ser dimensionados para no mínimo 144% da corrente nominal dos capacitor, e não poderá ser inferior a 1/3 do limite de condução da corrente dos condutores do ramal do motor, quando da instalação do capacitor junto ao motor.
- 3.3.3.** Para equipamentos de manobra, controle e proteção as ligações devem ser projetadas para suportar permanentemente uma corrente igual a 1,44 a corrente nominal do capacitor. Recomenda-se, também, escolher dispositivos de manobra que operem sem causar excessiva sobretensão devido as reignições, e que não deixe ocorrer uma reignição durante uma operação de abertura.
- 3.3.4.** Para manobra de capacitores só será permitido o uso de contactores, disjuntores ou chaves blindadas providas de mecanismo de fechamento rápido.
- 3.3.5.** Para ligação de motores.
- 3.3.5.1.** Para motores com potência inferior a 5 CV, ligados a rede por chave simples e proteção, o capacitor deve ser ligado aos terminais de saída da chave e com proteção.
- 3.3.5.2.** Para motores com potência igual ou superior a 5 CV, partindo com chave Estrela - Triângulo, o capacitor deverá ser conectado aos terminais do motor que desde a partida ficam ligados a rede;
- 3.3.5.3.** Para motores com potência acima de 5CV, partindo com chave Estrela - Triângulo, do tipo que na passagem do primeiro para o segundo estágio, abre momentaneamente a conexão com a rede, deve-se usar três capacitores monofásicos, cada um em paralelo com o enrolamento do motor;
- 3.3.5.4.** Para motores que partam com chave compensadora, o capacitor deve ser ligado aos terminais de saída de chave;
- 3.3.6.** Na instalação de capacitores devem ser levadas em consideração as distâncias mínimas entre as unidades e seu afastamento das paredes, que são respectivamente, de 10 cm e 5 cm. Devem ser dispostos de modo a permitir a dissipação, por radiação e convecção do calor produzido pelo capacitor e devem ser instalados em locais onde não haja poeira ou umidade excessiva;
- 3.3.7.** Após o desligamento de um capacitor, deverá ser aguardado um tempo mínimo de 5 minutos, ligar os terminais do capacitor entre si e a terra, antes de qualquer contato ou religação. No caso de capacitores sem dispositivos de descarga;

- 3.3.8.** Deverá ser feita inspeção em intervalos regulares de todos os contatos do capacitor, porque qualquer mal contato dos circuitos no banco de capacitores pode provocar pequenas descargas, que causam oscilações de alta frequência suscetíveis de aquecer e sobrecarregar os capacitores;
- 3.3.9.** O programa de inspeções regulares de instalação de capacitores deve incluir verificação de ventilação, fusíveis, temperatura, tensões corrente, e aspectos físicos do capacitor (como por exemplo, analisar se as paredes do capacitor não estão estufadas).

4. TRAMITAÇÃO DO PEDIDO DE LIGAÇÃO DE CAPACITORES

Os documentos que compõem a correção da unidade consumidora deverão ser entregues em duas vias na Agência Regional para análise;
Somente após o parecer da Celesc poderá ser executada a instalação dos capacitores.
E, após o término solicitar vistoria.

5. BIBLIOGRAFIA

NBR 5060 e 5282 da ABNT
Manual da Inducon Capacitores
Manual da Itel Capacitores
Apostila do Relatório SCSC 05.02 da CODI

Anexo 1

Tabela I - Potência máxima capacitiva a ser instalada nas ligações em TSD.

Categoria	Disjuntor	Potência max. do Capacitor kVAr
1	30, 40	2,5
2	50, 60, 70	5,0
3	90	7,5
4	100, 125	10,0
5	150, 175	12,5
6	200	15,0

Obs.: O valor acima especificado poderá ser instalado no barramento, com funcionamento contínuo desde que haja uma carga com igual funcionamento que justifique o respectivo valor.

Anexo 2

Tabela II – Potência Relativa Capacitiva a ser Instalada Junto a Motores

Potência do Motor CV/HP	Velocidade, Síncrona do Motor, em Rotações por Minutos					
	3600 (2)	1800 (4)	1200 (6)	900 (8)	720 (10)	600 (12)
	kVAr	KVAr	KVAr	kVAr	kVAr	kVAr
1,0 a 1,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	1,2
1,6 a 2,4	0,75	0,75	0,75	1,2	1,2	1,2
2,5 a 3,4	1,2	1,2	1,2	1,5	1,75	2,5
3,5 a 4,4	1,5	1,5	1,5	1,75	2,5	3
5	2	2	2	3	4	4,5
7,5	2,5	2,5	3	4	5,5	6
10	3	3	3,5	5	6,5	7,5
15	4	4	5	6,5	8	9,5
20	5	5	6,5	7,5	9	12
25	6	6	7,5	9	11	14
30	7	7	9	10	12	16
40	9	9	11	12	15	20
50	12	12	13	15	19	24
60	14	14	15	18	22	27
75	17	17	18	21	26	32,5
100	22	22	25	27	32,5	40
125	27	30	30	32,5	40	47,5
150	32,5	35	35	37,5	47,5	52,5
200	40	40	42,5	47,5	60	65
250	50	50	52,5	57,5	70	77,5
300	57,5	57,5	60	65	80	87,5
350	65	65	67,5	75	87,5	95
400	70	70	75	85	95	105
450	75	75	80	92,5	100	110
500	77,5	75	82,5	97,5	107,5	115

Notas:

1. Potência capacitiva máxima para obter um fator de potência, em plena carga, compreendido entre 95 e 98%
2. Para motores de 50Hz, multiplicar os valores da tabela 1.2
3. Para motores de anéis, multiplicar os valores da tabela por 1.1 (utilizar o valor comercial imediatamente inferior)
4. Para motores de corrente de partida elevada, multiplicar os valores da tabela por 1.3
5. Esta tabela deve ser usada quando não se dispõe da corrente reativa a vazio do motor a ser corrigido.

Anexo 3

Tabela III - Potência capacitiva máxima a ser instalada no barramento do transformador.

Potência do Transformador Trifásico (kVA)	Máxima Carga Reativa a Vazio (kVA)	Potência Máxima a Instalar (kVAr)
15	1,	1,5
30	2,0	2,5
45	3,0	2,5
75	4,0	5,0
112,5	5,0	5,0
150	6,0	7,5
225	7,5	7,5
300	8,0	10,0
500	12,5	12,5
750	17,0	17,5
1000	19,5	20,0

Anexo 4
Tabela IV - Tabela de Capacitores Trifásicos de Baixa Tensão
- 60 Hz -

Tensão de Linha (V)	Potência kVAr	Capacitância Nominal μF	Corrente de linha (A)	Fusível (A)	Condutor de Ligação (mm)2	Condutor de Aterramento (mm)2	Chave com Base Fusível NH (A)
220	0,5	27	1,32	3	1,5	1,5	30
	1	54	2,64	6	1,5	1,5	30
	1,5	82	3,94	10	1,5	1,5	30
	2	110	5,28	10	1,5	1,5	30
	2,5	137	6,6	15	1,5	1,5	100
	5	274	13,1	25	2,5	2,5	100
	7,5	411	19,7	35	4	4	100
	10	548	26,2	45	6	6	100
	12,5	685	32,8	60	10	10	100
	15	822	39,4	70	16	16	100
	17,5	959	45,9	80	16	16	100
	20	1096	52,5	90	25	16	150
	22,5	1233	59	90	25	16	150
25	1370	65,6	90	25	16	150	
380	0,5	9	0,76	3	1,5	1,5	30
	1	18	1,52	3	1,5	1,5	30
	1,5	27	2,28	6	1,5	1,5	30
	2	36	3	6	1,5	1,5	30
	2,5	45	3,8	10	1,5	1,5	100
	5	92	7,6	15	1,5	1,5	100
	7,5	138	11,4	20	1,5	1,5	100
	10	184	15,2	25	2,5	2,5	100
	12,5	230	19	35	4	4	100
	15	275	22,8	40	6	6	100
	17,5	321	26,6	45	6	6	100
	20	367	30,4	50	10	10	100
	22,5	413	34,2	60	10	10	100
	25	459	38	70	16	16	100
	30	551	45,6	80	16	16	100
	35	643	53,2	90	25	16	100
40	735	60,8	100	25	16	100	
45	827	68,4	125	35	16	160	
50	918	76	125	35	16	160	
440	2,5	34	3,3	6	1,5	1,5	30
	5	68	6,6	15	1,5	1,5	30
	7,5	103	9,8	15	1,5	1,5	30
	10	137	13,1	25	2,5	2,5	30
	12,5	171	16,4	30	4	4	60
	15	206	19,7	35	4	4	60
	17,5	240	23	40	6	6	60
	20	274	26,2	45	6	6	60
	22,5	308	29,2	50	10	10	100
	25	342	32,8	60	10	10	100
	30	411	39,4	70	16	16	100
	35	479	45,9	80	16	16	150
	40	548	52,5	80	25	16	150
	45	617	59	100	25	16	150
50	685	65,6	125	25	16	150	

NOTA:

Os condutores de aterramento deverão seguir as seguintes especificações; para condutores com seção até 16mm² usar a mesma seção para o condutor de aterramento; para condutores com seção maior que 16mm² e até igual a 35mm² usar o condutor de aterramento igual a 16mm², e para condutores com seção maior de 35mm² usar o condutor de aterramento com no mínimo metade da seção dos condutores.

Anexo 07

“ESQUEMA DE LIGAÇÃO DE CAPACITORES JUNTO AOS MOTORES”

FIGURA 1

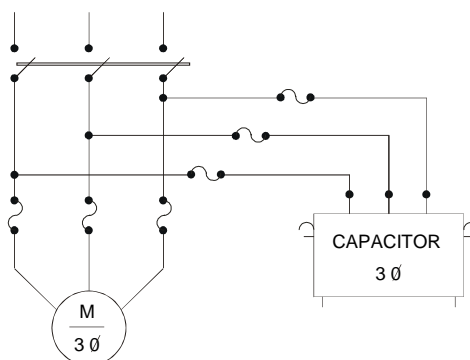


FIGURA 2

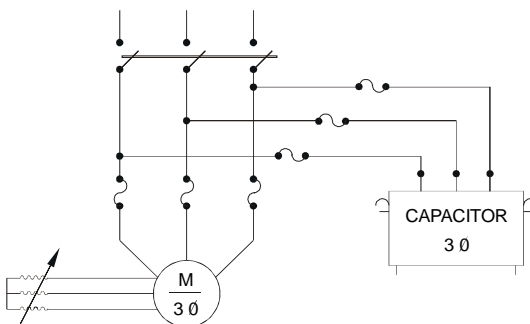
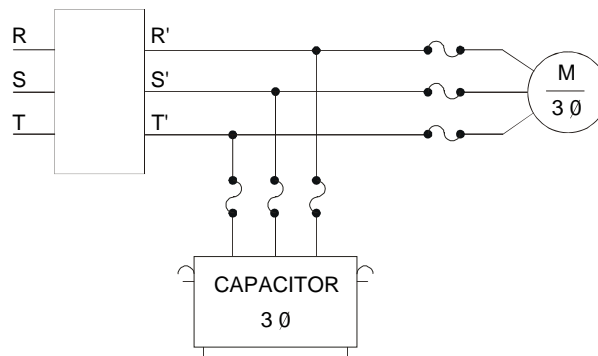
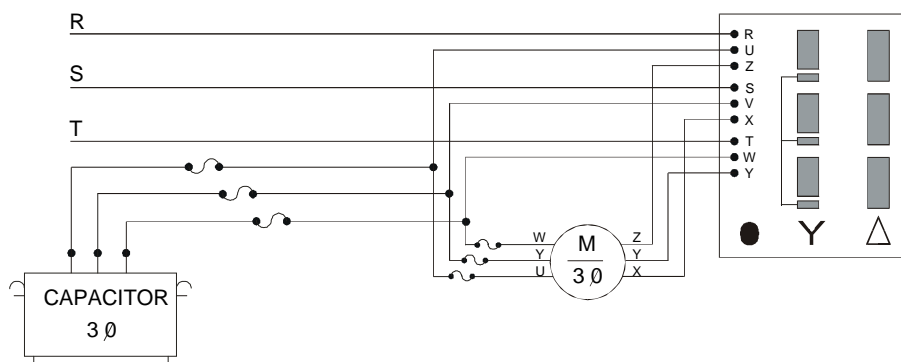


FIGURA 3



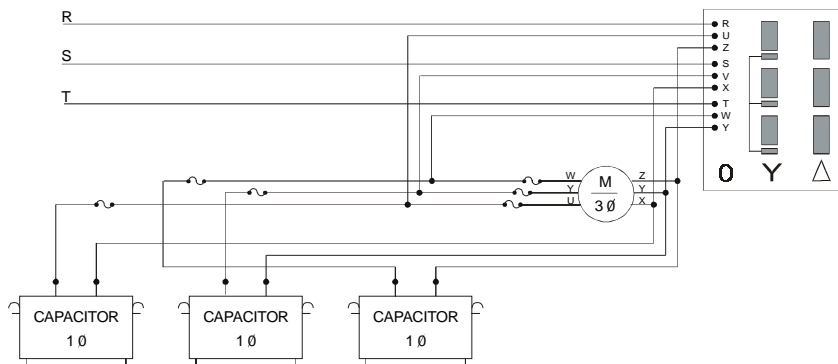
Obs.: Para pequenos motores de rotor em curto-circuito (gaiola, copo, etc) ligados à rede por uma chave simples, conforme figura 1, bem como para motores com motor bobinados ligados a rede por chave simples, conforme figura 2, como também para os motores que partem com chave compensadora, conforme figura 3, o capacitor deve ser ligado aos terminais de saída da chave.

FIGURA 4



Para motores de rotor em curto-circuito, de potência até 10cv e que partam com chave estrela - triângulo, bem como para motores com mais de 10cv e chave estrela - triângulo automática (com contactores ou sistemas equivalentes) o capacitor deve ser ligado aos terminais do motor que desde a partida sejam ligados à rede conforme figura 04.

FIGURA 5



Para motores de rotor em curto - circuito, de potência superior a 10cv e que partam com chave estrela - triângulo do tipo que retira momentaneamente o contacto com a rede deve-se usar 3 (três capacitores monofásicos, cada um em paralelo com o enrolamento do motor a fim de conseguir uma maior duração da chave e dos capacitores. Conforme figura 05.