



Instrumentos de Medição Automação e Projetos Ltda

Conversores Elétricos Estáticos Tiristorizados TIRISTHERM

Indústria brasileira

Manual de Operação

1ª EDIÇÃO (OUTUBRO/2003)

Rua Bragança Paulista, 550 - Santo Amaro - São Paulo - SP - CEP 04727-001

Tel: (11) 5643-0440 Fax: (11) 5643-0441

E-mail: therma@therma.com.br Website: www.therma.com.br

Conversores Elétricos Estáticos Tiristorizados

Tiristherm

MANUAL DE OPERAÇÃO

ÍNDICE

	PÁG.
⇒ O que é um conversor elétrico estático _____	4
⇒ Características técnicas _____	5
⇒ Acessórios _____	6
⇒ Sistema de disparo (Trem de Impulso) _____	7
⇒ Ligações em estrela (trem de impulso - trifásico) _____	8
⇒ Ligações em triângulo (trem de impulso - trifásico) _____	9
⇒ Ligações (trem de impulso - monofásico) _____	10
⇒ Sistema de disparo (ângulo de fase) _____	11
⇒ Ligações em estrela e triângulo (ângulo de fase - trifásico) _____	12
⇒ Ligações (ângulo de fase - monofásico) _____	13
⇒ Código de classificação _____	14
⇒ Dimensionamento elétrico _____	15
⇒ Dimensões físicas _____	16
⇒ Instruções de montagem _____	17
⇒ Instruções para a partida do equipamento _____	18
⇒ Vantagens da utilização do conversor _____	19
⇒ Pesquisa de falhas / Recomendações úteis _____	21
⇒ Manutenção / Assistência técnica / Garantia _____	22
⇒ Desenho mecânico _____	23
⇒ Esquema de ligação _____	24

O QUE É UM CONVERSOR ELÉTRICO ESTÁTICO

O conversor elétrico estático Tiristherm é um equipamento destinado para o controle de potência de processos industriais que utilizam aquecimento através de resistências elétricas. Sua função é permitir a passagem de energia elétrica em níveis controlados para o aquecimento. Também pode ser utilizado para controle de luminosidade (lâmpadas), controle da tensão sobre elementos de aquecimento por indução, calhas vibratórias, cargas indutivas (transformador), etc.

É um equipamento formado por diversos componentes agregados, tais como:

- tiristores SCR (módulos ou pastilhas) para altas correntes ou triacs para baixas correntes;
- dissipador de alumínio;
- termostato de proteção;
- comando eletrônico de disparo;
- ventilador (quando houver necessidade) ou sistema de refrigeração a água para altas correntes;
- proteções, isoladores, contatos, conectores e suportes para fixação em painel;
- fusíveis de proteção ultra-rápidos (avulsos).

O conversor elétrico estático Tiristherm trabalha em conjunto com controladores de processos, CLP, entre outros, os quais captam as oscilações de temperatura do processo e enviam um sinal de comando variável ao conversor de acordo com a demanda de potência (ex.: 4...20mA), e o conversor controla a passagem de energia elétrica de acordo com este sinal.

Ex.: 4mA = 0% de potência 20mA = 100% de potência

- /// O comando eletrônico de disparo é o componente do conversor que recebe este sinal de comando e envia um sinal de disparo aos gatilhos dos tiristores ou triacs que passam a conduzir a corrente proporcionalmente.
- /// A função dos tiristores ou triacs, que são elementos de estado sólido, é a condução da energia, possibilitando uma alta frequência no chaveamento da mesma, e obtendo maior precisão no resultado final de controle do processo. Apresentam também a vantagem de não se desgastarem mecanicamente como os contatores magnéticos.
- /// O dissipador térmico de alumínio é utilizado para manter os elementos tiristores (ou triacs) sempre em temperatura abaixo da máxima permitida. São utilizados dissipadores com formatos e tamanhos diferentes para atender a necessidade de dissipação térmica de cada conversor, de acordo com sua corrente nominal máxima. Em alguns casos, são utilizados também exaustores ou serpentinas com água para auxiliar na refrigeração do conversor.
- /// Como proteção para evitar excesso de temperatura nos dissipadores (por problema decorrente da carga ou por falta de ventilação no painel) é utilizado um termostato de proteção, instalado sobre o dissipador, que inibe o funcionamento do conversor.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Circuito	<p>Sistema trem de impulso Monofásico (W1C) - uma fase controlada e uma direta Trifásico (W3.2C) - duas fases controladas e uma direta Trifásico (W3C) - três fases controladas</p> <p>Sistema ângulo de fase Monofásico (W1C) - uma fase controlada e uma direta Trifásico (W3C) - três fases controladas</p>			
Tipo de carga	Resistiva Indutiva			
Tensão de rede	110Vac 220Vac 380Vac 440Vac 460Vac 480Vac (48...62 Hz) $\pm 10\%$ Outras tensões, sob consulta.			
Sinal de comando	0...20mAcc 4...20mAcc 0...5Vcc 1...5Vcc 0...10Vcc 2...10Vcc Outros sinais, sob consulta.			
Correntes preferenciais	6 - 10 - 16 - 20 - 25 - 36 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 200 - 250 - 300 - 350 - 400 - 450 - 500 - 630 - 700 - 800 1000 - 1200 ampères Outros valores, sob consulta.			
Refrigeração	Circuito monofásico: 6 à 63 ampères (refrigeração natural) 80 à 630 ampères (refrigeração forçada através de 1 exaustor)	Circuito trifásico com 2 fases controladas: 6 à 36 ampères (refrigeração natural) 50 à 160 ampères (refrigeração forçada através de 1 exaustor) 200 à 630 ampères (refrigeração forçada através de 2 exaustores)	Circuito trifásico com 3 fases controladas: 10 à 25 ampères (refrigeração natural) 36 à 160 ampères (refrigeração forçada através de 1 exaustor) 200 à 630 ampères (refrigeração forçada através de 3 exaustores)	Refrigeração à água para correntes maiores.
Proteção	Fusíveis ultra-rápidos para proteção de sobre corrente (fornecidos avulsos) Termostato para proteção de sobre temperatura (acionamento em torno de 70°C no corpo do dissipador) RC - filtro para proteção de sobre tensão			
Limitação de corrente	Com potenciômetro para limitação máxima de corrente em torno de 40%, que funciona com o emprego adicional do dispositivo de valor médio modelo THD 569			
Inibição	Os conversores estáticos são providos com uma entrada externa para um sinal de bloqueio (contato seco livre de potencial)do disparo			

ACESSÓRIOS

O conversor elétrico estático Tiristherm pode ser equipado com acessórios para implementar funções e aumentar sua versatilidade no processo produtivo.

Apresentamos abaixo os acessórios para o conversor de potência, fabricados pela Therma e suas respectivas funções.

Salientamos que estes acessórios são opcionais e devem ser adquiridos separadamente.

/// DISPOSITIVO DE VALOR MÉDIO (INTEGRADOR DE CORRENTE)

Funções:

- no sistema trem de impulso a corrente fornecida é pulsante (o conversor envia pacotes de senóide com intervalos) o que provoca oscilação na indicação dos amperímetros. A função do dispositivo de valor médio é proporcionar uma leitura média nos amperímetros, sem oscilações. Ele recebe o sinal do secundário do transformador de corrente (0..5 Aac) e envia um sinal de 0..1 mAcc aos amperímetros.
- limitação de corrente: alguns modelos dos conversores possuem um potenciômetro para limitação de corrente. Este potenciômetro só funciona através de um sinal de referência proveniente do dispositivo de valor médio.

Modelos:

THD 569 T1 (para circuitos monofásicos)

THD 569 T2 (para circuitos trifásicos com 2 fases controladas)

THD 569 T3 (para circuitos trifásicos com 3 fases controladas)

/// DETECTOR DE FALHA DE TIRISTORES (SCR) MODELO TH 1774

Funções:

- o detector de falha de tiristores possui um led que permanece energizado, e ao detectar problemas com o tiristor (curto ou queima), o detector aciona um relé interrompendo o circuito e o led local é desenergizado para indicar a presença do problema no tiristor.
- o mesmo ocorre caso com a queima dos fusíveis ultra-rápidos.
- utiliza-se um detector para cada fase controlada do conversor.

/// DETECTOR DE QUEIMA DE RESISTÊNCIAS TH 1916

Funções:

- utilizado para indicação e bloqueio no caso de resistências queimadas e queda de corrente no circuito.

Somente para conversores de potência tiristorizados sistema trem de impulso.

Os sinais de tensão e corrente são recebidos em níveis ajustados no potenciômetro do detector.

Se houver desequilíbrio nos sinais de tensão ou corrente, o detector se auto bloqueia, aciona um led vermelho e interrompe o equipamento através de um contato analógico. Pode também acionar um alarme sonoro ou luminoso.

- utiliza-se um detector para cada fase controlada do conversor.

SISTEMA DE DISPARO (TREM DE IMPULSO)

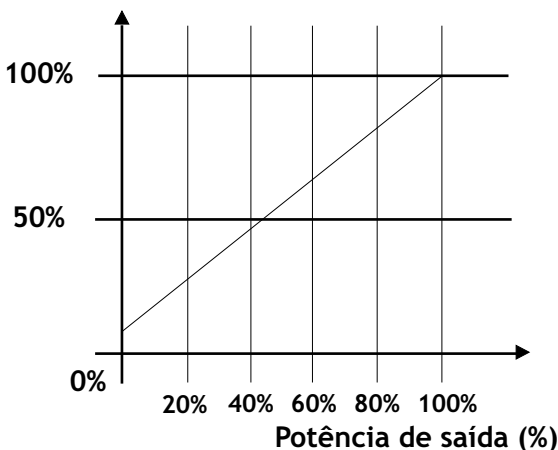
SISTEMA TREM DE IMPULSO

- /// O conversor elétrico estático sistema trem de impulso envia pacotes de senóide com intervalos, em níveis controlados, variando em conformidade com o sinal de comando energizando e interrompendo a tensão sempre no zero da senóide (zero crossing), aumentando ou diminuindo a corrente média. A saída de potência varia linearmente na condução de energia.

Utilização: em circuitos com resistências elétricas metálicas cujo valor ohmico entre estado frio e quente tenha uma variação inferior a 50%, ou com comando de disparo específico para circuitos indutivos (transformadores com indução abaixo de 1.3 TESLA).

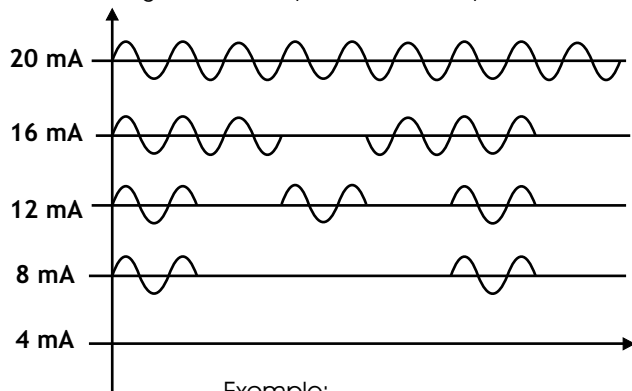
Possui a vantagem de evitar picos de tensão e distúrbios na rede elétrica, elimina a RFI, bem como, transientes de perturbação refletidas de volta ao sistema da rede de alimentação. A sua maior vantagem hoje em dia é sobre o mercado consciente no aproveitamento de energia, pois libera um fator de potência próximo a ($\cos\phi = 1$) sobre a carga resistiva.

Sinal de comando (%)



Exemplo de condução de energia no sistema trem de impulso com um sinal de 4...20mA:

- pacotes de senóide em intervalos controlados
- energiza e interrompe a tensão sempre no zero da senóide



Exemplo:
4 mA = potência 0%
20 mA = potência 100%

OS CONVERSORES ESTÁTICOS SISTEMA TREM DE IMPULSO PODEM SER FORNECIDOS COM:

- /// Circuito monofásico "W1C" (uma fase controlada e uma fase direta)
- /// Circuito trifásico "W3.2C" (duas fases controladas e uma fase direta)
- /// Circuito trifásico "W3C" (três fases controladas)

OBSERVAÇÕES SOBRE AS LIGAÇÕES DOS CONVERSORES ESTÁTICOS NO SISTEMA TREM DE IMPULSO:

- /// Em ligação ESTRELA COM O NEUTRO ATERRADO, é necessário utilizar um circuito com 3 FASES CONTROLADAS (exceto em cargas indutivas). Caso se utilize apenas 2 fases controladas (R - T) a fase S conduz energia via fase / terra deixando a carga ligada permanentemente (vide figura 2).
- /// Em ligação ESTRELA SEM O NEUTRO ATERRADO, não é necessário um circuito com 3 fases controladas podendo ser utilizado um circuito com 2 FASES CONTROLADAS apenas (vide figuras 1 e 3).
- /// Em ligação TRIÂNGULO não é necessário um circuito com 3 fases controladas podendo ser utilizado um circuito com 2 FASES CONTROLADAS apenas (vide figuras 5 e 7).

Para aplicação dos conversores estáticos Tiristherm EM TRANSFORMADORES solicitamos:

- /// Entrar em contato com nossa engenharia para averiguação da viabilidade técnica.
- /// Na alimentação do conversor, observar a sequência positiva das fases (R - S - T).
- /// A carga deve ser desligada com o disparo do tiristor inibido (corrente nula) para se evitar picos de tensão inversos.
- /// Os transformadores ligados após os tiristores sob forma de carga, quando trifásicos, devem ter seu primário em ligação estrela não aterrada. O secundário pode ser ligado em estrela ou triângulo. Os transformadores de carga devem ter uma indução nominal abaixo de 1,3 TESLA (13.000 Gauss) e possuírem núcleo com grãos orientados laminados a frio. Os tiristores trifásicos não podem ser ligados à transformadores do tipo SCOTT.

LIGAÇÕES DE CARGAS RESISTIVAS E INDUTIVAS EM ESTRELA CIRCUITOS TRIFÁSICOS - SISTEMA TREM DE IMPULSO

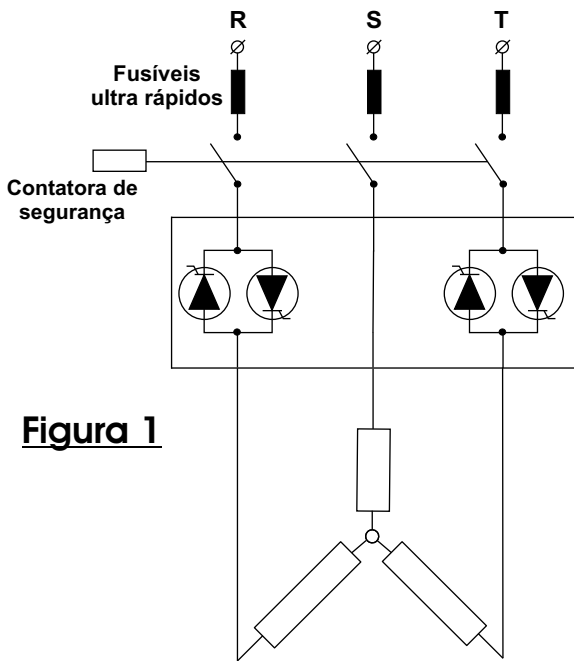


Figura 1

CARGA RESISTIVA EM ESTRELA
SEM NEUTRO ATERRADO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 2 FASES CONTROLADAS

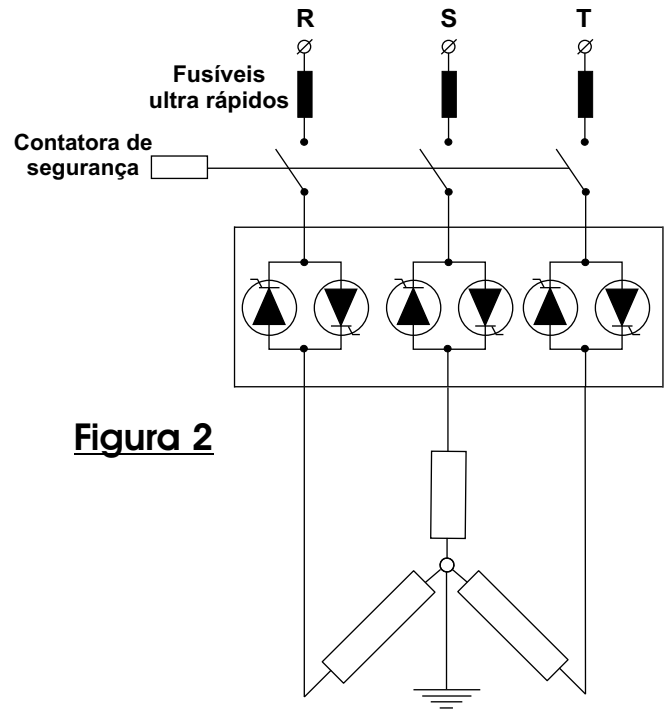


Figura 2

CARGA RESISTIVA EM ESTRELA
COM NEUTRO ATERRADO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 3 FASES CONTROLADAS

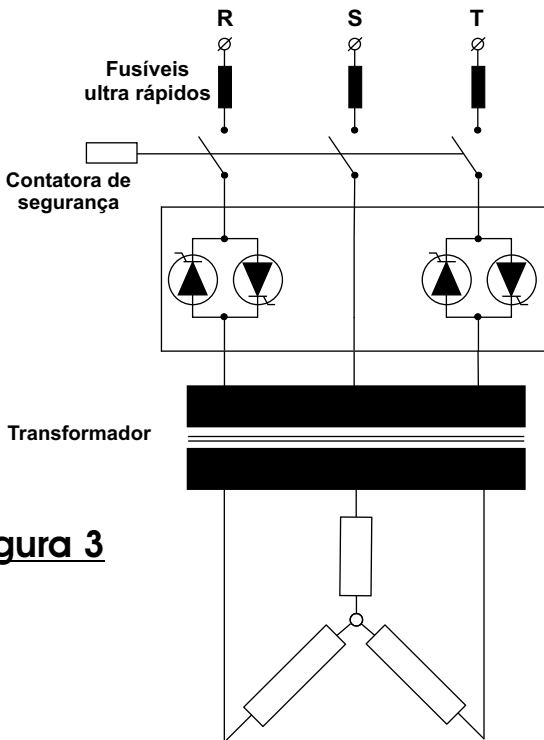


Figura 3

CARGA INDUTIVA EM ESTRELA
SEM NEUTRO ATERRADO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 2 FASES CONTROLADAS

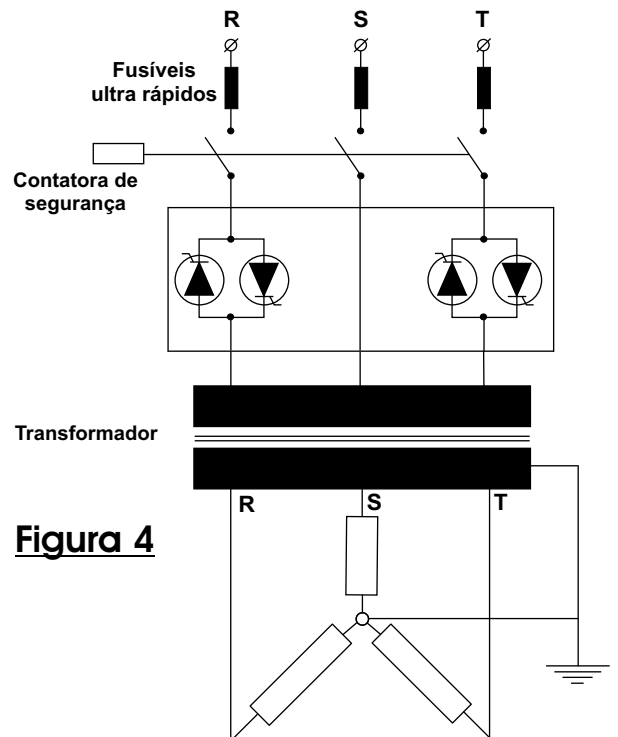


Figura 4

CARGA INDUTIVA EM ESTRELA
COM NEUTRO ATERRADO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 2 FASES CONTROLADAS

LIGAÇÕES DE CARGAS RESISTIVAS E INDUTIVAS EM TRIÂNGULO CIRCUITOS TRIFÁSICOS - SISTEMA TREM DE IMPULSO

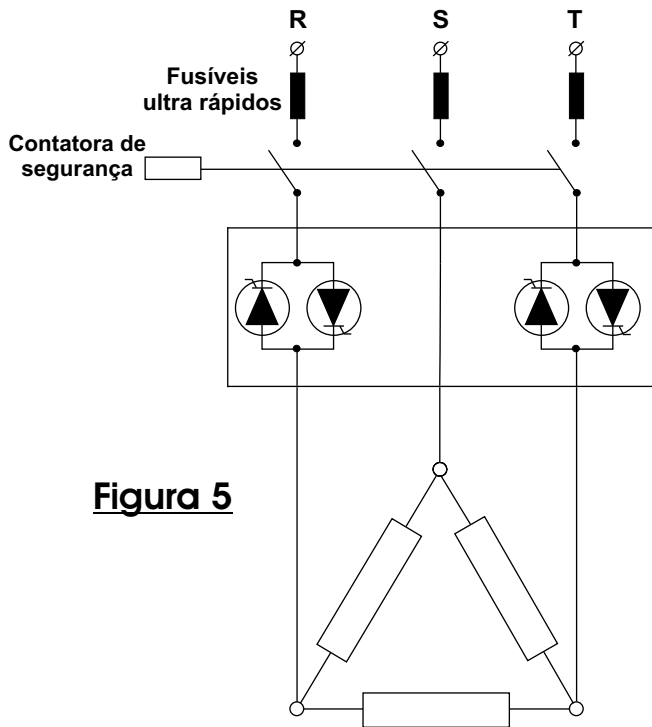


Figura 5

CARGA RESISTIVA EM TRIÂNGULO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 2 FASES CONTROLADAS

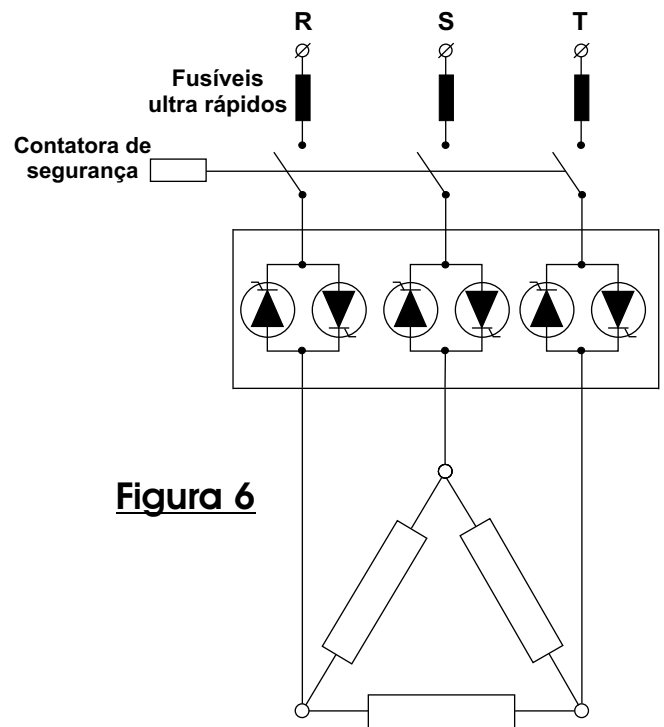


Figura 6

CARGA RESISTIVA EM TRIÂNGULO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 3 FASES CONTROLADAS

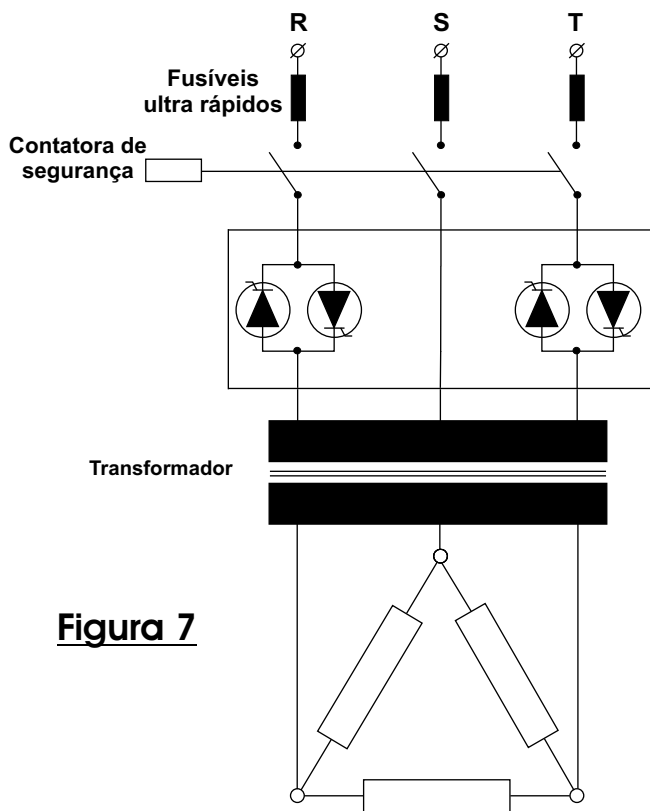


Figura 7

CARGA INDUTIVA EM TRIÂNGULO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 2 FASES CONTROLADAS

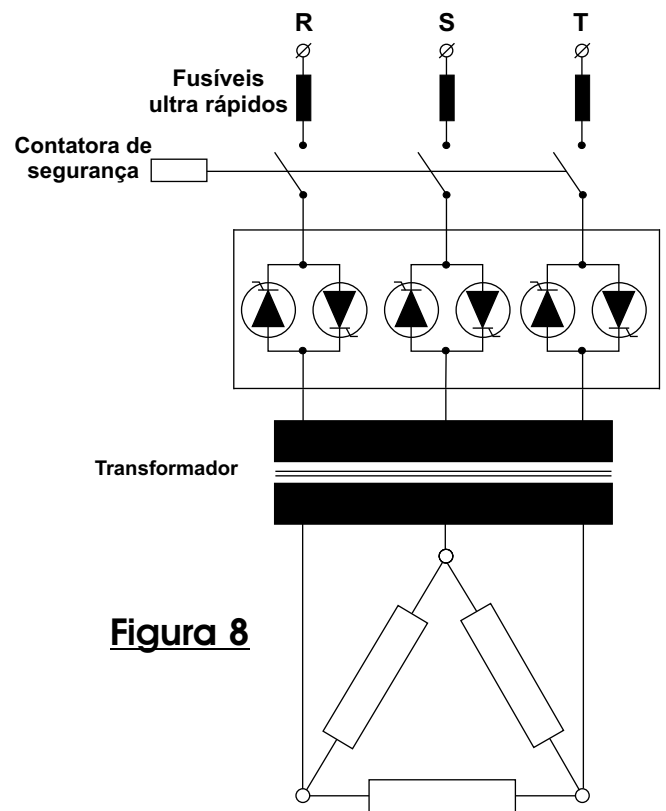
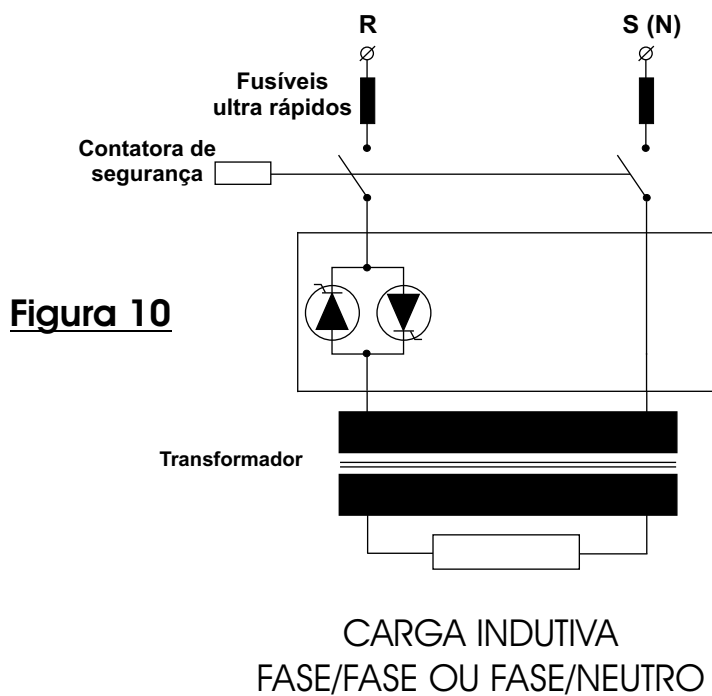
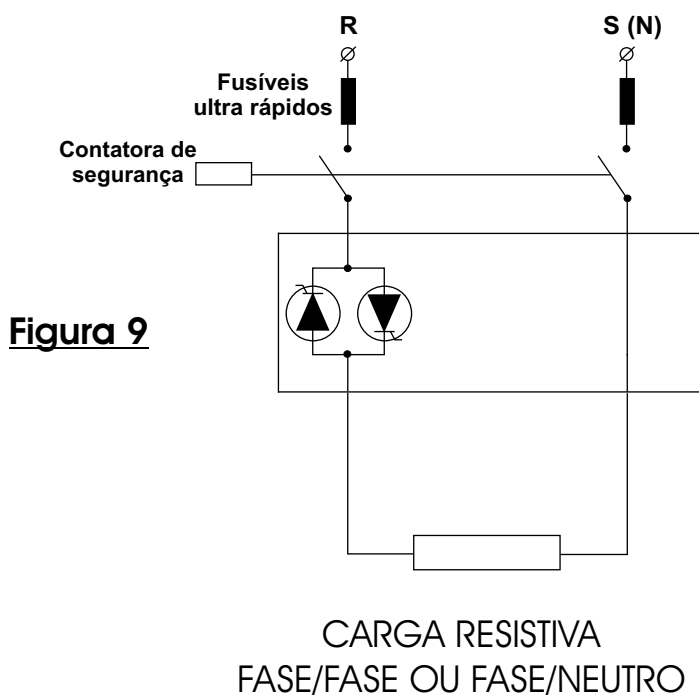


Figura 8

CARGA INDUTIVA EM TRIÂNGULO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 3 FASES CONTROLADAS

LIGAÇÕES DE CARGAS RESISTIVAS E INDUTIVAS

CIRCUITOS MONOFÁSICOS - SISTEMA TREM DE IMPULSO



SISTEMA DE DISPARO (ÂNGULO DE FASE)

SISTEMA ÂNGULO DE FASE

/// O conversor elétrico sistema ângulo de fase executa por meio de cortes na senóide em vários ângulos um controle da tensão variando em conformidade com o sinal de comando.

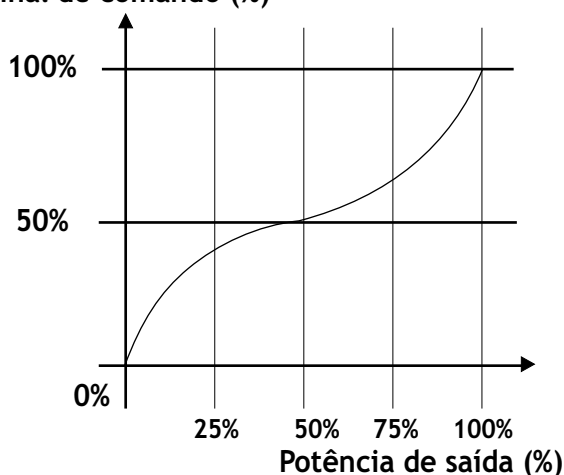
No controle do ângulo de fase do tiristor desde 0 até 180° elétricos, a tensão sobre a carga varia de zero volts (condução com ângulo 180° elétricos) até tensão plena sobre a carga (0° elétrico de ângulo de condução) em todos os estágios.

Utilização: em cargas não lineares (resistências de carbeto de silício ou tungstênio), cargas indutivas (transformadores com indução abaixo de 1.3 TESLA), ou em sistemas de controle de iluminação (aquecimento através de lâmpadas infravermelho). Não é aplicado para acionamento de motores elétricos.

As vantagens do modo de disparo por ângulo de fase são as seguintes: permite obter um disparo inicial suave (soft start) bem como poder limitar a corrente máxima sobre a carga.

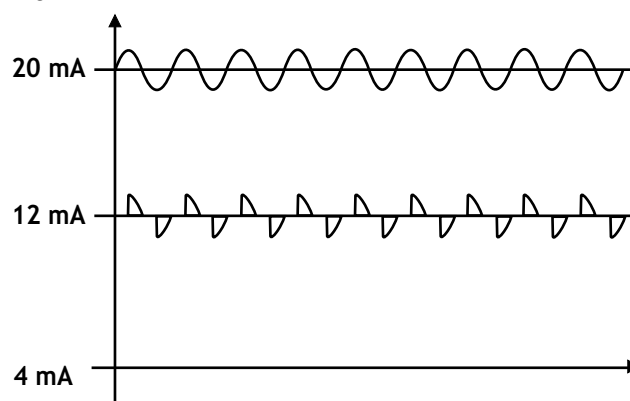
Este sistema pode gerar ruídos e harmônicas na rede elétrica, interferências de rádio frequência (RFI) durante o disparo do tiristor bem como baixar sensivelmente o fator de potência (cosphi) com reflexos sobre a remuneração da energia elétrica.

Sinal de comando (%)



Exemplo de condução de energia no sistema ângulo de fase com um sinal de 4...20mAcc:

- controle da tensão através de cortes na senóide em vários ângulos.



Exemplo:
4 mA = potência 0%
20 mA = potência 100%

OS CONVERSORES ESTÁTICOS SISTEMA ÂNGULO DE FASE PODEM SER FORNECIDOS COM:

- /// Circuito monofásico "W1C" (uma fase controlada e uma fase direta)
- /// Circuito trifásico "W3C" (três fases controladas)

OBSERVAÇÕES SOBRE AS LIGAÇÕES DOS CONVERSORES ESTÁTICOS NO SISTEMA ÂNGULO DE FASE:

Para aplicação dos conversores estáticos Tiristherm EM TRANSFORMADORES solicitamos:

- /// Entrar em contato com nossa engenharia para averiguação da viabilidade técnica.
- /// Na alimentação do conversor, observar a sequência positiva das fases (R S T).
- /// A carga deve ser desligada com o disparo do tiristor inibido (corrente nula) para se evitar picos de tensão inversos.
- /// Os transformadores ligados após os tiristores sob forma de carga, quando trifásicos, devem ter seu primário em ligação estrela não aterrada. O secundário pode ser ligado em estrela ou triângulo. Os transformadores de carga devem ter uma indução nominal abaixo de 1,3 TESLA (13.000 Gauss) e possuírem núcleo com grãos orientados laminados a frio. Os tiristores trifásicos não podem ser ligados à transformadores do tipo SCOTT, nem utilizados para acionamento de motores elétricos.

LIGAÇÕES DE CARGAS RESISTIVAS E INDUTIVAS EM ESTRELA E TRIÂNGULO CIRCUITOS TRIFÁSICOS - SISTEMA ÂNGULO DE FASE

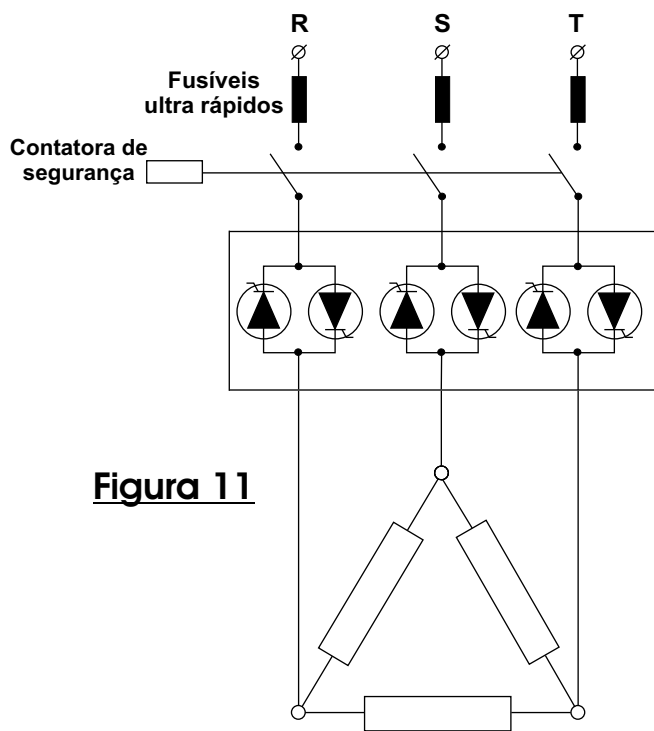


Figura 11

CARGA RESISTIVA EM TRIÂNGULO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 3 FASES CONTROLADAS

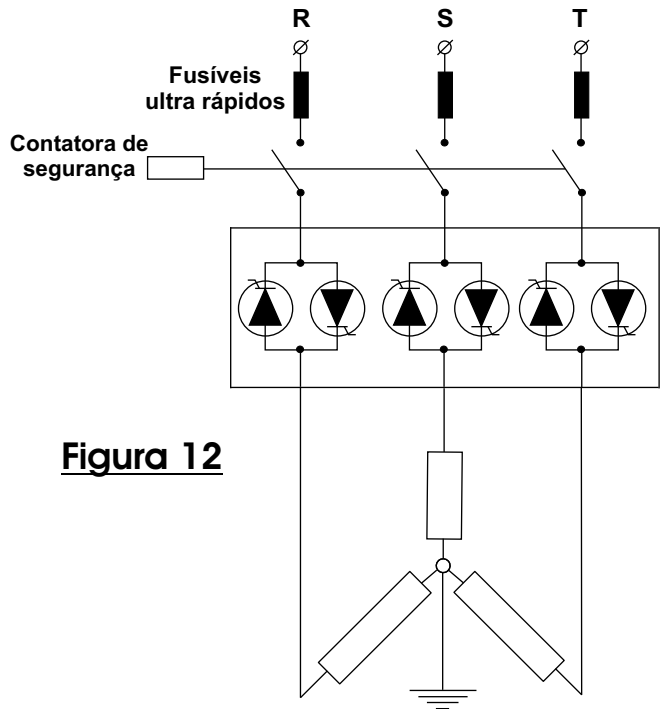


Figura 12

CARGA RESISTIVA EM ESTRELA
COM NEUTRO ATERRADO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 3 FASES CONTROLADAS

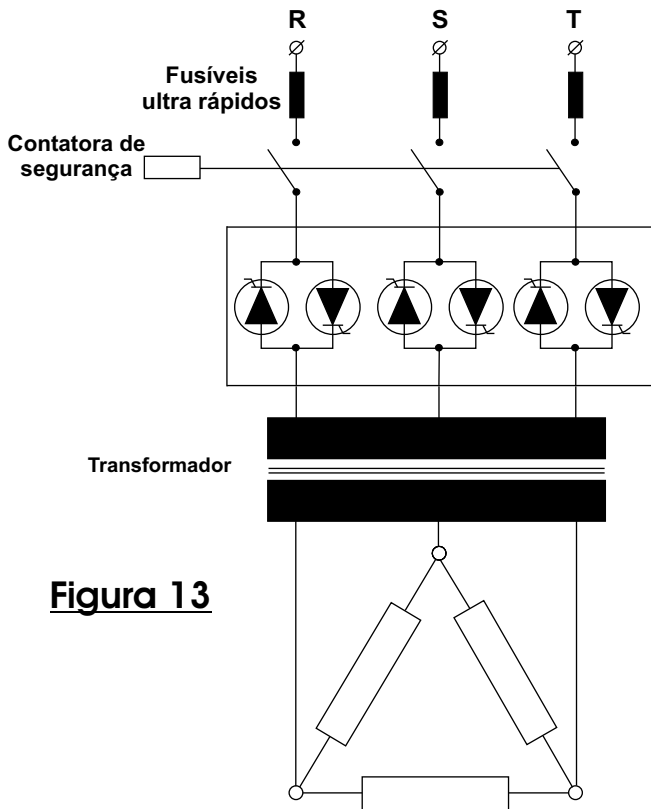


Figura 13

CARGA INDUTIVA EM TRIÂNGULO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 3 FASES CONTROLADAS

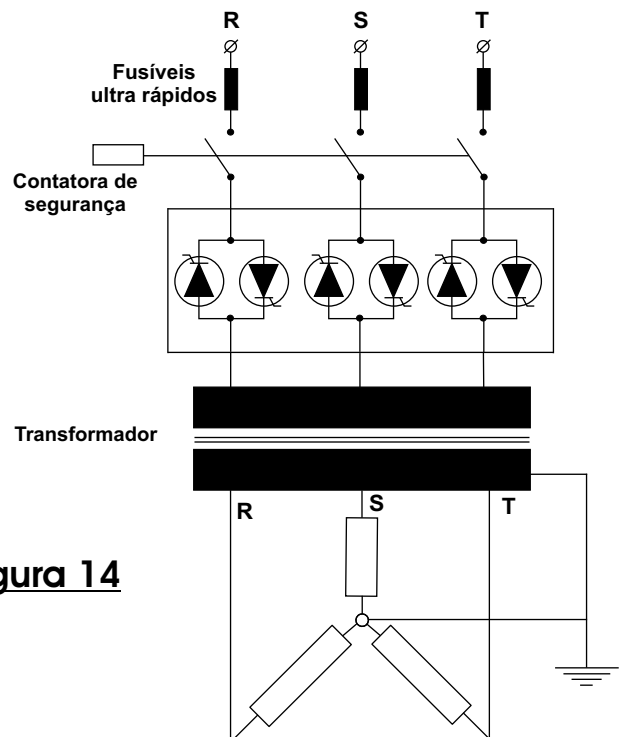
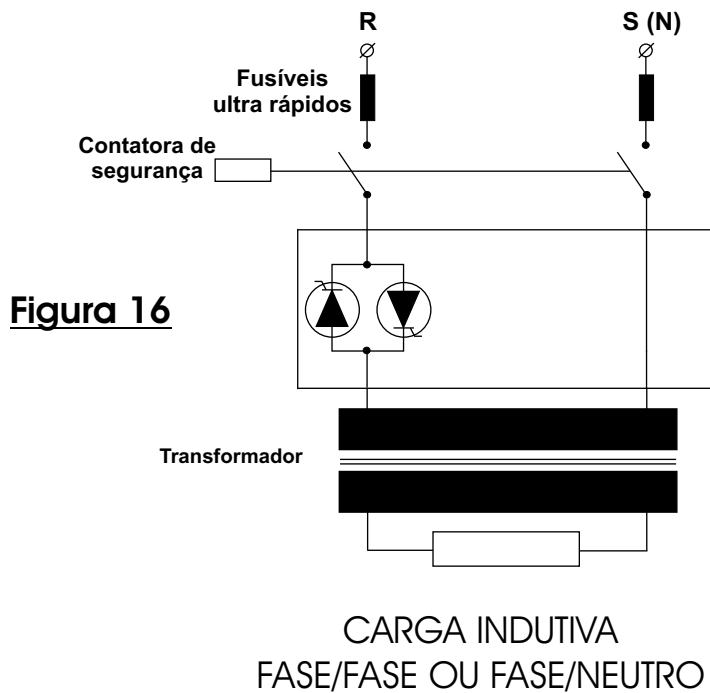
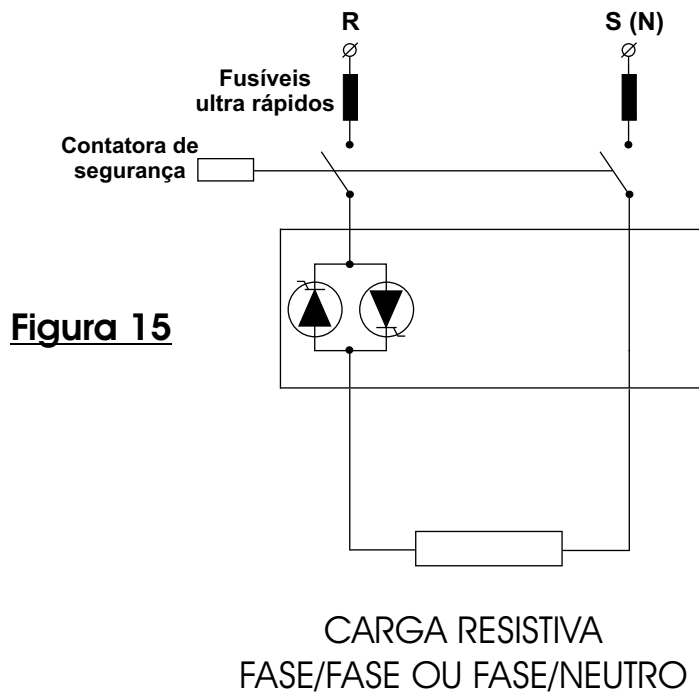


Figura 14

CARGA INDUTIVA EM ESTRELA
COM NEUTRO ATERRADO
CIRCUITO TRIFÁSICO
COM 3 FASES CONTROLADAS

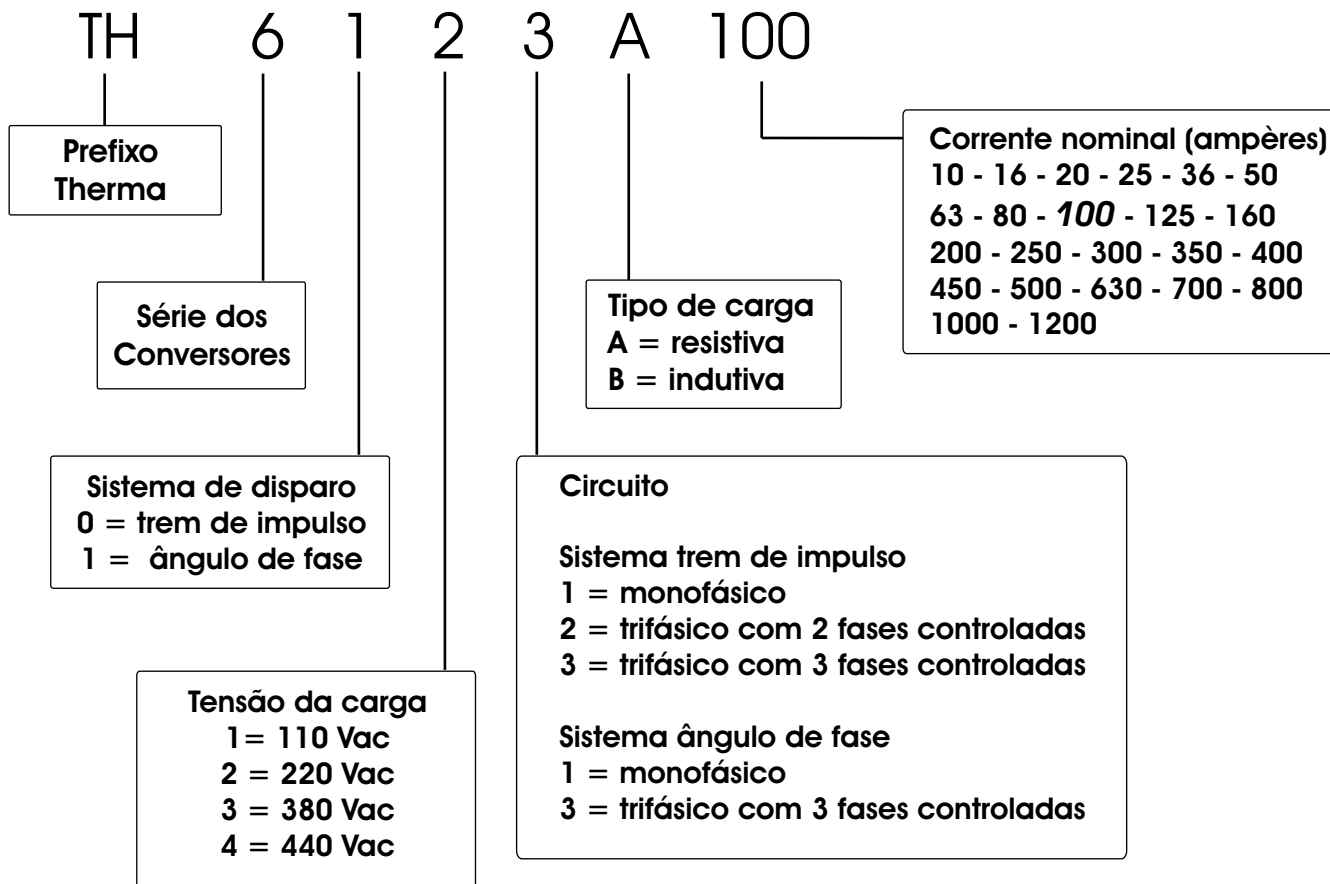
LIGAÇÕES DE CARGAS RESISTIVAS E INDUTIVAS CIRCUITOS MONOFÁSICOS - SISTEMA ÂNGULO DE FASE



CÓDIGO DE CLASSIFICAÇÃO

Exemplo de codificação para as séries TH 6000 e TH 6100

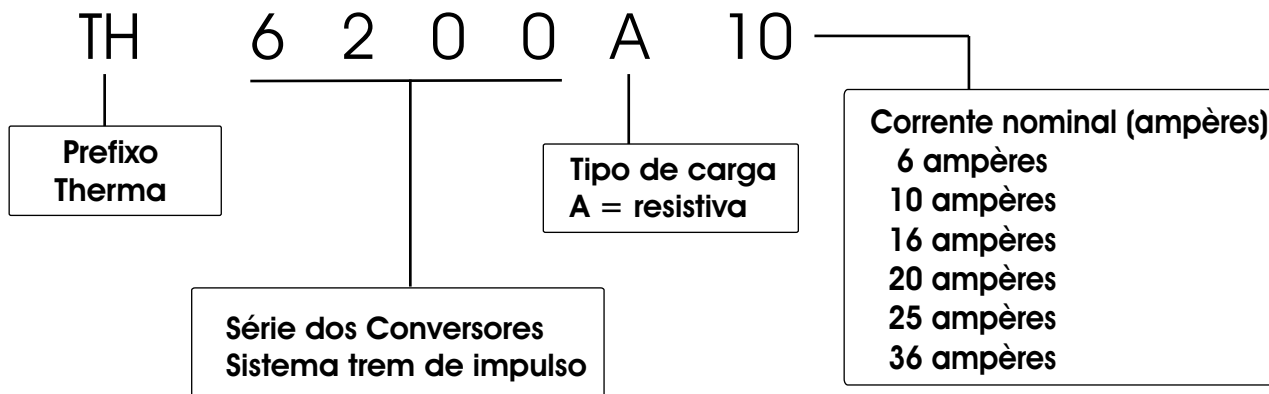
OBS: Informar o sinal de controle proveniente de controlador ou CLP (ex.: 4...20mAcc) e a alimentação do comando eletrônico (110 ou 220Vac)



Exemplo de codificação para a série TH 6200 (mini conversor - montagem compacta)

OBS: Informar

- sinal de controle proveniente de controlador ou CLP (ex.: 4...20mAcc)
- alimentação do comando eletrônico (110 ou 220Vac)
- tensão da carga
- circuito ... monofásico
ou trifásico com 2 fases controladas



DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DA CORRENTE NOMINAL:

Para se calcular a corrente nominal do conversor elétrico estático Tiristherm utilizamos a seguinte fórmula:

/// **Circuitos monofásicos (uma fase controlada)**

Divide-se a potência das resistências pela tensão da rede

Exemplo: $58000W : 380Vac = 152,6$ ampères

Escolhemos a corrente preferencial superior ao valor calculado (neste caso 160 ampères)

/// **Circuitos trifásicos (duas fases controladas ou três fases controladas)**

Divide-se a potência das resistências pela tensão da rede, e depois por 1.73

Exemplo: $58000W : 380Vac : 1.73 = 88,2$ ampères

Escolhemos a corrente preferencial superior ao valor calculado (neste caso 100 ampères)

ESCOLHA DO SISTEMA DE DISPARO:

Sistema trem de impulso (vide página 6)

Sistema ângulo de fase (vide página 10)

QUANTIDADE DE FASES CONTROLADAS:

Circuito monofásico: uma fase controlada e uma fase direta (W1C)

Circuito trifásico com duas fases controladas e uma fase direta (W3.2C)

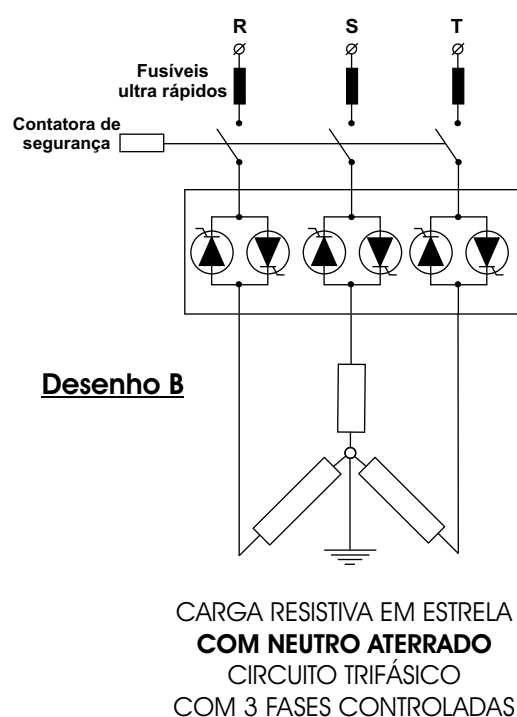
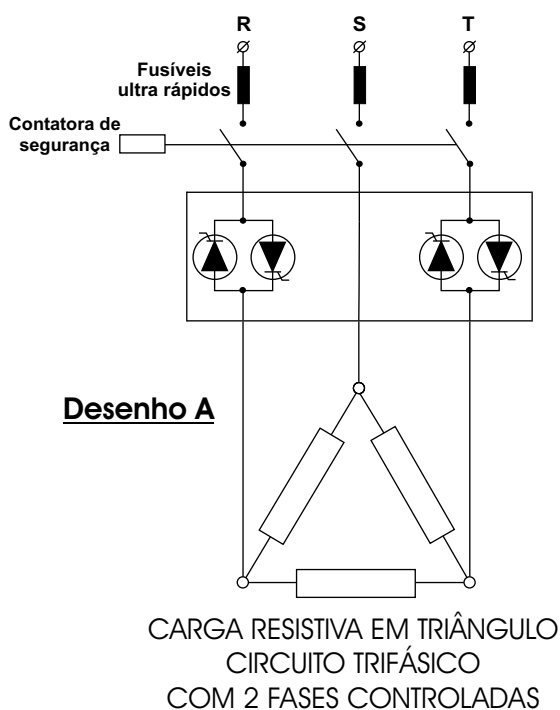
Utilizado em circuitos ligados em triângulo ou em estrela (SEM NEUTRO ATERRADO)

Vide desenho A

Circuito trifásico com três fases controladas (W3C)

Utilizado em circuitos ligados em estrela (COM NEUTRO ATERRADO). Neste caso não se pode utilizar apenas duas fases controladas (R e T) pois a fase S conduz energia via fase-terra deixando a carga ligada permanentemente.

Vide desenho B



DIMENSÕES

SISTEMA TREM DE IMPULSO - CARGA RESISTIVA (dimensões em milímetros)									
Corrente	MONOFÁSICO (W1C) 1 FASE CONTROLADA			TRIFÁSICO (W3.2C) 2 FASES CONTROLADAS			TRIFÁSICO (W3C) 3 FASES CONTROLADAS		
	LARG.	ALT.	PROF.	LARG.	ALT.	PROF.	LARG.	ALT.	PROF.
6 *	140	120	95	140	120	95			
10 *	140	120	95	156	120	116			
16 *	156	120	116	146	120	144			
20 *	146	120	144	146	120	144			
25 *	146	120	144	146	120	144			
36 *	146	120	144	160	120	222			
10	148	160	162	148	160	162	148	160	162
16	148	160	162	148	160	162	148	160	162
20	148	160	162	148	160	162	160	160	242
25	148	160	162	148	160	162	160	160	242
36	148	160	162	160	160	242	160	210	242
50	158	160	258	158	205	258	158	266	258
63	158	160	258	158	205	258	158	266	258
80	158	205	258	158	205	258	158	266	258
100	158	205	258	158	205	258	158	266	258
125	158	205	258	158	205	258	158	266	258
160	158	205	258	158	266	258	158	286	258
200 A 700	172	275	356	345	275	356	517	275	356

* mini módulo (montagem compacta)

SISTEMA TREM DE IMPULSO - CARGA INDUTIVA (dimensões em milímetros)									
Corrente	MONOFÁSICO (W1C) 1 FASE CONTROLADA			TRIFÁSICO (W3.2C) 2 FASES CONTROLADAS			TRIFÁSICO (W3C) 3 FASES CONTROLADAS		
	LARG.	ALT.	PROF.	LARG.	ALT.	PROF.	LARG.	ALT.	PROF.
10/16	148	160	200	148	160	200	148	160	132
20/25	148	160	200	148	160	200	148	160	132
36	148	160	200	148	160	200	222	300	202
50	158	160	280	158	205	280	222	300	202
63	158	160	280	158	205	280	222	300	202
80	158	205	280	158	205	280	222	300	202
100	158	205	280	158	205	280	222	300	202
125	158	205	280	158	205	280	222	300	202
160	158	205	280	158	275	280	222	300	202
200 A 700	190	275	327	354	275	327	526	275	327

SISTEMA ÂNGULO DE FASE (dimensões em milímetros)						
Corrente	MONOFÁSICO (W1C) 1 FASE CONTROLADA			TRIFÁSICO (W3C) 3 FASES CONTROLADAS		
	LARG.	ALT.	PROF.	LARG.	ALT.	PROF.
10/40 (TH1759)	77	170	172	**	**	**
10/16	148	160	180	**	**	**
20/25	148	160	180	**	**	**
36	148	160	180	230	250	202
50	158	160	258	230	300	202
63	158	160	258	230	300	202
80	158	205	258	230	300	202
100	158	205	258	230	300	202
125	158	205	258	230	300	202
160	158	205	258	230	330	202
200 A 700	172	275	307	544	275	310

INSTRUÇÕES DE MONTAGEM

Recomendamos observar os seguintes pontos durante a montagem do equipamento:

Tensão da rede: verificar se corresponde a tensão indicada na etiqueta do conversor.

Tensão de alimentação do comando eletrônico e ventilador: verificar se corresponde a tensão indicada na etiqueta do conversor.

Sinal de controle: verificar se corresponde ao sinal de controle indicado na etiqueta do conversor.

Posicionamento: o conversor deve ser montado de modo que suas aletas de refrigeração permaneçam na posição vertical e o exaustor de resfriamento (se houver) fique na posição superior.

Disposição no painel: dispor os componentes no painel de maneira a não impedir a circulação normal ou forçada do ar para refrigeração dos tiristores. Para tanto, deixar um espaço livre de no mínimo 100 mm em torno do conversor.

Grades de ventilação: prever no lado inferior e superior da porta frontal do painel, aberturas de ventilação para a constante troca de ar afim de melhorar a dissipação do calor. As aberturas de ventilação devem possuir filtros apropriados para reter a poeira em suspensão no ambiente.

Alinhamento: dispor os conversores num alinhamento horizontal (um a lado do outro e não um acima do outro verticalmente) para não prejudicar o resfriamento dos conversores.

Disposição da cablagem: os cabos de força devem ser montados longe dos cabos de comando de sinalização e nunca na mesma canaleta.

Cabos blindados: os sinais de corrente contínua (mV ou mA), inclusive o sinal de inibição do disparo do tiristor e o sinal de retorno devem ser transmitidos por cabos bipolares com os condutores trançados. Estes cabos devem ser blindados e aterrados em um único ponto próximo aos terminais. Usar sempre fio blindado com isolamento externo. Quando as unidades de disparo são montadas separadamente dos conversores, os cabos de gatilhamento (amarelo = gatilho / vermelho = catodo) devem ser bipolares com os dois condutores trançados e blindados com aterramento em um único ponto.

Canaletas: devem ser projetadas de modo a possibilitar uma montagem isolada para cada tipo de nível e intensidade de sinal. O sinal do controlador para o conversor nunca deve passar na mesma canaleta com sinais de corrente alternada.

Sequência de fases: os conversores disparados pelo sistema ângulo de fase ou ligados a transformador (carga indutiva), sempre devem ser ligados na sequência positiva das fases (R-S-T).

Polarização: verificar a correta polarização do sinal de comando e do gatilhamento. Uma inversão do sinal do gatilho com o catodo leva imediatamente a destruição do tiristor.

OBS: para aplicação do conversor junto a transformadores, recomendamos:

- usar somente transformadores construídos para trabalhar com conversores tiristorizados;
- não utilizar auto transformadores

Em caso de dúvidas, entrar em contato com nosso depto. Técnico através do tel (11) 5643-0440 ou do e-mail: therma@therma.com.br

INSTRUÇÕES PARA A PARTIDA DO EQUIPAMENTO

Recomendamos verificar os seguintes pontos durante a partida do conversor tiristorizado:

NÍVEL DE TENSÃO: verificar se está de acordo com o projetado e instalado

CABLAGEM: verificar se corresponde ao esquema elétrico e se as bitolas dos cabos de força estão corretas

FECHAMENTO DAS RESISTÊNCIAS: verificar se o fechamento das resistências elétricas está correto e se o valor ôhmico das mesmas está de acordo com o cálculo para o estado frio.

ISOLAMENTO ELÉTRICO: medir o isolamento elétrico do circuito de força à partir da saída do painel (obs: é necessário desconectar o tiristor antes de medir o isolamento para evitar a queima do mesmo)

FUSÍVEIS: verificar se o tipo e a amperagem dos fusíveis estão corretos (fusíveis ultra-rápidos para tiristor)

SEQUÊNCIA DE FASES: verificar com aparelho apropriado se a sequência é positiva (R-S-T) nos bornes de entrada do tiristor (necessário para cargas indutivas ou disparo em ângulo de fase).

TESTE DE FUNCIONAMENTO: Recomendamos testar o funcionamento do conversor com lâmpadas, conforme orientação abaixo.

Substituir a carga por lâmpadas de filamento de 150-200W e tensão 220V, do seguinte modo:

Em 440V: 2 lâmpadas em série por fase, ligação em estrela

Em 380V: 1 lâmpada por fase, ligação em estrela

Em 220V: 1 lâmpada por fase, ligação em estrela

Em primeiro lugar energizar o circuito de força. As lâmpadas deverão permanecer apagadas. Em seguida, levar o sinal de comando para zero e energizar o circuito de comando. As lâmpadas devem continuar apagadas. Desinibir o sistema e eliminar possíveis intertravamentos. Em seguida subir lentamente o sinal de comando.

No sistema de disparo trem de impulso, todas as lâmpadas deverão piscar com a mesma intensidade, com pulsos cada vez mais longos, conforme o sinal de comando aumenta, até permanecerem acesas permanentemente. Diminuindo a intensidade do sinal de comando, as lâmpadas voltarão a piscar até se apagarem conforme o sinal diminuir.

No sistema de disparo ângulo de fase todas as lâmpadas deverão aumentar por igual a luminosidade conforme aumento do sinal de comando, até atingir sua máxima luminosidade. Diminuindo a intensidade do sinal de comando, a luminosidade das lâmpadas descerá até apagar totalmente.

Após realizados os testes, desconectar as lâmpadas e ligar a carga definitiva.

FUNCIONAMENTO DO POTENCIÔMETRO DE LIMITAÇÃO

Obs: para o funcionamento do potenciômetro de limitação é necessário a utilização do dispositivo de valor médio THD 569 T3.

- Mudar a chave seletora para a posição "com limitação";
- Girar o potenciômetro de limitação no sentido anti-horário até o fim do seu curso;
- Entrar com 100% do sinal de entrada (20mAcc, 10Vcc, 5Vcc ou equivalente)
- Energizar o equipamento e girar o potenciômetro de limitação no sentido horário até atingir a corrente máxima desejada (visualizar a corrente através de amperímetros);
- O potenciômetro deverá permanecer na posição ajustada.

Nunca gire o potenciômetro até o fim do seu curso no sentido horário.

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO CONVERSOR ELÉTRICO ESTÁTICO

Apresentamos abaixo um estudo comparativo entre os conversores elétricos estáticos tiristorizados e contadores magnéticos no controle de temperatura em fornos elétricos.

Destacamos as seguintes vantagens do conversor elétrico estático em relação aos contadores:

- /// Precisão: menores oscilações da temperatura programada pelo fato da demanda elétrica ser proporcional a demanda térmica, e portanto, melhora da qualidade do produto tratado.
- /// Aumento da vida útil das resistências: mantém a temperatura no valor do set point evitando sobrecargas provocadas pela oscilação da tensão da rede, diminuindo o desgaste das resistências.
- /// Não apresenta o problema de desgaste mecânico como no caso de contadores, pois os tiristores são peças em estado sólido.
- /// Economia de energia elétrica: com a limitação automática da demanda elétrica, elimina-se sobrecargas de tensão que provocam desperdício de energia.

No caso de aplicação de controladora convencional para controle de temperatura em fornos ou estufas, há uma flutuação muito grande da temperatura resultando em perdas por radiação e produtos finais de baixa qualidade submetidos à estas variações.

FATOR	CONVERSOR ESTÁTICO TIRISTORIZADO	CONTADOR MAGNÉTICO
Frequência de comutação	Muito alta	Baixa
Tipo de controle usual	Contínuo 4...20mA PI	On-off P
Tipo de controle possível	Contínuo 4...20mA PID	On-off PI
Qualidade controle	Muito alta	Baixa
Oscilação na temperatura	Nenhuma	Inevitável
Valor da oscilação na temperatura	Zero: estabiliza	Não estabiliza: 1 a 5%
Ações para reduzir oscilação	Não aplicável	Aumentar o ganho
Consequência do aumento de ganho	Não aplicável	Aumento frequência de comutação
Consequência do aumento da frequência	Não aplicável	Aumento do desgaste/redução da vida
Desgaste mecânico	Zero	Depende da frequência de comutação
Desgaste elétrico: contatos	Zero	Depende da frequência de comutação
Possibilidade de não abrir o circuito	Tiristor em curto	Contato colado
Probabilidade de não abrir o circuito	Muitíssimo baixa	Baixa
Possibilidade de não fechar o circuito	Gate do tiristor aberto	Bobina queimada, baixa tensão, sujeira
Probabilidade de não fechar o circuito	Muitíssimo baixa	Baixa
Durabilidade: vida útil	Ilimitada	limitada: 100.000 a 250.000 operações
Confiabilidade	Alta	Média
MTBF (Mean Time Between Failure)	25.000 horas	5.000 horas
MTFR (Mean Time For Repair)	1 hora	2 horas
Necessidade de manutenção preventiva	Anual	Mensal
Fases controladas	Duas	Três
Resistência a curto na saída	Baixa	Alta
Custo dos fusíveis	Médio	Baixo
Necessidade de seccionadora sob carga	Sim	Não
Espaço no painel	Menor	Maior (muito maior se estrela/triângulo)

VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO CONVERSOR ELÉTRICO ESTÁTICO

continuação

FATOR	CONVERSOR ESTÁTICO TIRISTORIZADO	CONTATOR MAGNÉTICO
Custo aquisição normal	O mesmo	O mesmo, se bem dimensionado
Custo aquisição estrela/triângulo	Menor	Maior
Custo das peças reserva	Menor	Maior
Vibração mecânica	Nenhuma	Grande
Peso	Menor	Maior
Estrutura suporte	Simples	Reforçada
Estado da arte	Atual	Superada
Expectativa de evolução	Alta	Baixa
Vida útil do elemento aquecedor	Alta	Baixa
Tempo de resposta	Pequeno	Grande
Temperatura superficial média do elemento	Menor	Maior
Corrente do "inrush"	Pequena	Grande
Fiscamento	Nenhum	Grande
Tipo de comutação	Sempre na tensão zero	Em qualquer tensão
interferência na rede	Pequena	Média
Exige supressor de ruído na rede	Não	Sim
Corrente do "inrush" na bobina	Não aplicável	Grande
Exige supressor de ruído no comando	Não	Sim
Divisão do forno em zonas	Fácil	Difícil
Número de fios controlador-atuador	2	2 (3 se estrela-triângulo)
Distância do controlador-atuador	Qualquer	Qualquer
Controle de elementos de carbureto de silício	Possível	Impossível
Eliminação de transformador abaixador	Sim	Não
Permite limitação da corrente	Sim	Não
Unidade maior é reserva para menor	Sim	Não
Demanda elétrica	Menor	Maior
Fator de carga elétrico	Maior	Menor
Custo do kWh médio	Menor	Maior

PESQUISA DE FALHAS

Problemas externos ou internos às vezes impedem o funcionamento normal do conversor. A seguir, indicamos alguns problemas de fácil constatação:

- 1) Verificar se o comando está energizado (led verde aceso) na tensão correta;
- 2) Verificar se há sinal de comando e se a polaridade está correta (neste caso o led vermelho deverá estar piscando);
- 3) Testar a tensão da carga na entrada do conversor, e verifique a tensão na saída do conversor com o sinal de comando máximo. Este teste deverá ser feito com lâmpadas;
- 4) Se há tensão e não houver corrente verifique se as resistências não estão interrompidas;
- 5) Verifique se o fusível ultra-rápido está interrompido;
- 6) Outra possibilidade de defeito é o termostato. Teste a continuidade do mesmo e verifique se não está com o circuito aberto;
- 7) Se após todas estas verificações o conversor continuar apresentando problemas entre em contato com o nosso departamento técnico através do telefone: (11) 5643-0440.

RECOMENDAÇÕES ÚTEIS

Para o perfeito funcionamento de um determinado circuito de controle, é necessário que todos os seus componentes trabalhem corretamente e ainda de modo sincronizado.

O dimensionamento dos tiristores deve ser projetado com suficiente folga para absorver oscilações de corrente e tensão.

Os fusíveis ultra-rápidos, originalmente utilizados, não devem nunca ser substituídos por fusíveis comuns ou de valores maiores.

Excesso de temperatura no painel reduz a potência nominal do tiristor.

Excesso de poeira no dissipador de calor do tiristor também reduz sua potência. Poeira com partículas condutoras acumulada entre a tomada do gatilho e o anodo, pode provocar curto circuito e destruição do tiristor. Filtros devem ser limpos periodicamente.

A queda de tensão no tiristor é em torno de 1 volt. Com a máxima corrente circulando, calcula-se facilmente a potência dissipada sob forma de calor: $W = 1V \times I_n$.

Cabos de sinalização não devem correr em paralelo com o circuito de força ou comando. Caso esta condição seja inevitável, no painel ou no encaminhamento para o forno, os cabos de sinalização devem ser blindados, encapados e aterrados em um único ponto.

O aterramento deve ser comum tanto para os circuitos como do painel. Não é suficiente aterrar, é preciso ainda que a resistência do aterramento contra a terra (eletrodos), não seja superior a 30 Ohms.

Todo módulo de potência somente poderá ser ligado à rede através de uma separação galvânica (disjuntor ou chave magnética).

Retirar a capa protetora dos ventiladores do tiristor apenas após o término da montagem do painel.

Limalkhas de ferro na pastilha do tiristor provocam curto.

Após dois dias de funcionamento, recomendamos desligar o equipamento, desenergizar o painel e reapertar todos os bornes no painel e no equipamento.

Antes de energizar o equipamento, rever com cuidado as ligações feitas e verificar se o nível da tensão de alimentação está correto e adequado para o equipamento.

MANUTENÇÃO

Os conversores tiristorizados requerem pouca manutenção pois não estão sujeitos a desgastes mecânicos. Recomendamos as seguintes operações para manutenção preventiva:

- limpeza periódica dos filtros das grelhas na porta do painel
- limpeza dos conversores com ar comprimido seco
- limpeza dos ventiladores
- reaperto periódico das conexões
- controle do valor ohmico das resistências de aquecimento
- aferição dos controladores, termoelementos, voltímetros, amperímetros e conversores de sinal.
- verificação do isolamento elétrico dos componentes do circuito

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

A Therma possui um departamento especializado para prestar assistência técnica para produtos da nossa linha de fabricação.

Possuímos amplo estoque de componentes originais criteriosamente selecionados para pronta reposição. Em caso de problemas técnicos, contactar-nos através do tel (11) 5643-0440, fax (11) 5643-0441 ou e-mail: therma@therma.com.br

GARANTIA

A Therma fornece plena e ampla garantia contra defeitos de materiais e de fabricação, pelo prazo de dois anos à partir da data de fornecimento, desde que o equipamento tenha sido utilizado dentro das especificações técnicas constantes neste manual.

A garantia não inclui frete. O equipamento deve ser colocado e retirado em nossa fábrica.

Em caso de violação do lacre do equipamento, a garantia é cancelada.

A Therma restringe a sua responsabilidade até o valor da correção dos defeitos do equipamento.