

DATA DE EMISSÃO: 17/06/2011
ORDEM DE SERVIÇO N°: 76485

DIGITADO POR: Rafael E. Werlich RUBRICA:

1. DADOS DO CLIENTE

CLIENTE: QT Equipamentos Ltda.
ENDEREÇO: Avenida das Indústrias, 170. Distrito Industrial.
Cachoeirinha, RS.

2. DADOS DO OBJETO DE ENSAIO

TIPO DE OBJETO: Conjunto de manobra e controle de baixa tensão (CCM)
DATA RECEBIMENTO: 30/05/2011 HORA: 8h
AGENTE DE ENTREGA: Transportadora
OBSERVAÇÕES: Guindastes Nilton contratado para descarga de equipamento

Características		
Fabricante (montagem)	PCE	
Modelo	CCM	
Ano de fabricação	2011	
Tensão de isolamento	690 V	
Tensão de operação	380 V (TTA) / 440 V (PTTA)	
Tensão aplicada, 60Hz, 1 minuto	2,5 kV	
Nível básico de impulso 1,2/50µs	8 kV	
Freqüência nominal	50 / 60 Hz	
Corrente suportável de curta duração	65 kA	
Corrente nominal	barramento principal horizontal	1250 A
	barramento secundário vertical	700 A
Grau de proteção	IP- 40	
Norma	NBR IEC 60439-1	
Invólucro (maiores detalhes nos anexos)	Centro de controle de motores – Linha CCM – Plus QT Equip.	



Fig.01 – Equipamento testado

3. ENSAIOS

SERVIÇOS SOLICITADOS	MÉTODOS	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS
Elevação de temperatura – 1250 A	NBR IEC 60439-1	-
Elevação de temperatura – 700 A		-
Tensão suportável nominal de impulso atmosférico		-
Tensão suportável nominal a frequência industrial		-
Operação mecânica		-
Verificação das distâncias de isolamento e escoamento		-

DATA DE INÍCIO DOS ENSAIOS: 30/05/2011

DATA DE TÉRMINO DOS ENSAIOS: 02/06/2011

4. INSPETOR

- Alexandre Post, PCE;
- Augusto Duarte do Amaral, PCE;
- Lauri Rodrigues da Silva, PCE.

5. EQUIPAMENTOS / INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- 01 Gerador de impulso, Foster, 5 estágios, tipo Marx d/ya;
- 01 Transformador de ensaio, Foster, modelo D/YA442;
- 01 Divisor capacitivo com kilovoltímetro digital, Phenix, modelo KVM 200;
- 01 Divisor de tensão resistivo, Foster, tipo d/ya 442
- 01 Osciloscópio digital, Tektronix, modelo TDS 3012, com drive 3/2 1.44 Mb;
- 01 Variador de tensão trifásico, STP, modelo VTRE-170;
- 01 Transformador de ensaio, Blutrafos, tipo TT, 52 kVA;
- 01 Analisador de energia, Embrasul, modelo RE-6000;
- 03 Alicates sensores de corrente, Embrasul, modelo AM-3000;
- 01 Indicador digital de temperatura, Tecsystem, modelo NT538;
- 25 Termopares do tipo PT-100;
- 02 Termômetros de líquido em vidro, Precision.

6. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

6.1 Ensaio de elevação de temperatura – 1250 A

O ensaio foi realizado com a aplicação de corrente elétrica trifásica em 60 Hz, conforme tabela a seguir, na entrada dos barramentos principais com a saída curto-circuitada através do ponto estrela. Em ambas as extremidades foram utilizados barramentos com comprimento de dois metros.

Fase R	Fase S	Fase T
1230 A	1230 A	1260 A

Em cada compartimento / gaveta foram instaladas resistências ôhmicas simulando a dissipação de calor gerada pelos componentes diversos, conforme figura abaixo:

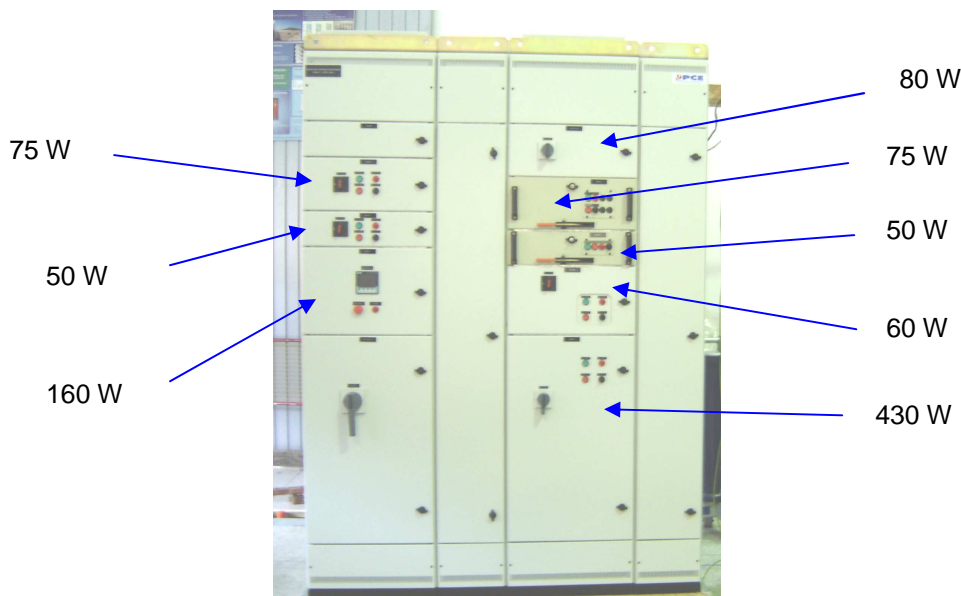


Fig.02 – Localização das resistências de aquecimento

Sensores de temperatura (PT-100) foram colocados em vários pontos, com localização descrita adiante.

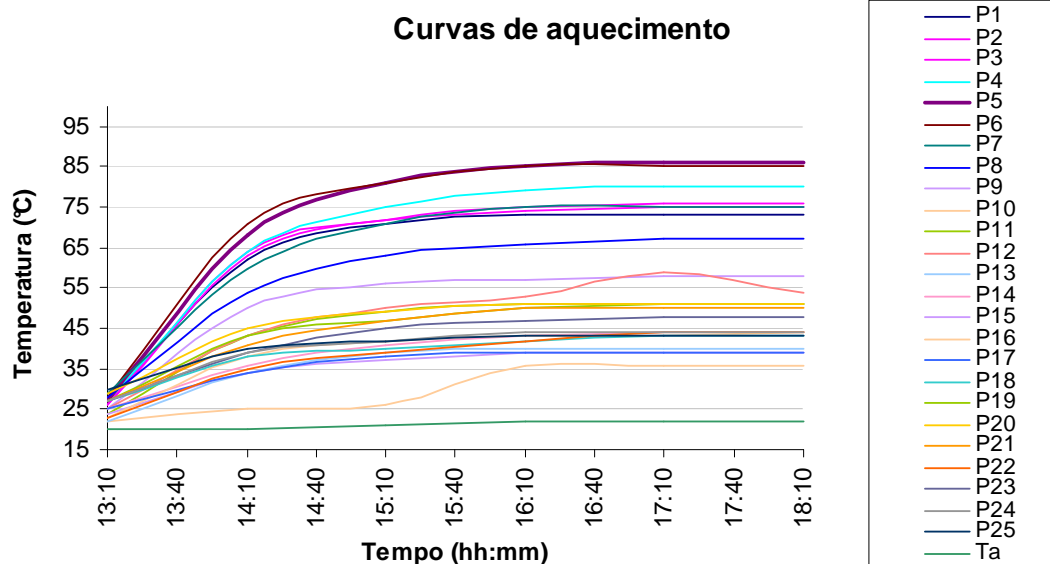
Na tabela e gráfico a seguir as leituras das sondas PT-100, em °C:

Hora	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃
13:10	27	26	26	27	27	28	29	28	25	22	24	25	22
14:10	62	63	64	64	68	71	60	54	50	25	43	43	34
15:10	71	72	72	75	81	81	71	63	56	26	49	50	39
16:10	73	75	74	79	85	85	75	66	57	36	51	53	40
17:10	73	76	75	80	86	85	75	67	58	36	51	59	40
18:10	73	76	75	80	86	85	75	67	58	36	51	54	40

Hora	P ₁₄	P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₂₀	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄	P ₂₅	T _a
13:10	25	24	23	25	27	27	29	27	23	27	27	30	20
14:10	36	34	38	34	38	43	45	41	35	39	39	40	20
15:10	41	37	42	38	40	47	49	47	39	45	42	42	21
16:10	43	39	43	39	42	50	51	50	42	47	44	43	22
17:10	44	39	43	39	43	51	51	50	44	48	44	43	22
18:10	44	39	44	39	43	51	51	50	44	48	44	43	22

- P₁ - Terminal de entrada – Fase R;
- P₂ - Terminal de entrada – Fase S;
- P₃ - Terminal de entrada – Fase T;
- P₄ - Terminal do disjuntor de 1250 A – Fase R;
- P₅ - Terminal do disjuntor de 1250 A – Fase S;
- P₆ - Terminal do disjuntor de 1250 A – Fase T;
- P₇ - Conexão do barramento geral de subida com o barramento horizontal – Fase S;
- P₈ - Conexão do barramento geral de subida com o barramento horizontal – Fase T;
- P₉ - Terminal do barramento de entrada – Fase S;
- P₁₀ - Terminal do invólucro, ponto mais quente;

- P₁₁ - Terminal de saída do CCM para o ponto estrela – Fase S;
- P₁₂ - Ambiente, parte superior do barramento principal, módulo de entrada;
- P₁₃ - Ambiente, parte do meio, barramento de entrada (vertical);
- P₁₄ - Ambiente, parte superior do CCM, barramento horizontal, módulo 2;
- P₁₅ - Ambiente, no meio do barramento secundário 630 A;
- P₁₆ - Ponto estrela;
- P₁₇ - Gaveta do motor 1 – 60 CV, coluna 1;
- P₁₈ - Gaveta do motor 2 – 30 CV, coluna 1;
- P₁₉ - Gaveta da medição;
- P₂₀ - Gaveta do disjuntor de 1250 A;
- P₂₁ - Gaveta do alimentador 1, 160 A, coluna 2;
- P₂₂ - Gaveta do motor 3 – 60 CV, coluna 2;
- P₂₃ - Gaveta do motor 4 – 30 CV, coluna 2;
- P₂₄ - Gaveta do motor 5 – 30 CV, simocode, coluna 2;
- P₂₅ - Gaveta do motor 6 – 150 CV, softstarter, coluna 2;
- T_a - Temperatura ambiente externa média.



A corrente elétrica foi mantida até a ocorrência da estabilização da temperatura, verificada pela variação na elevação de temperatura de no máximo 1°C durante 1 hora.

A elevação de temperatura calculada é a diferença entre a temperatura medida nas sondas PT-100 para cada ponto (P_n) e a temperatura ambiente (T_a) registrados no mesmo instante e no término do período de realização do ensaio. A T_a foi tomada através da média das leituras de dois termômetros de mercúrio, localizados a um metro do cubículo, imersos em óleo mineral.

Abaixo os resultados obtidos:

Hora	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁	E ₁₂
18:10	51	54	53	58	64	63	53	45	36	14	29	32

Hora	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅
18:10	18	22	17	22	17	21	29	29	28	22	26	22	21



Fig.03 – CCM no ensaio de elevação de temperatura em 1250 A.

6.2 Ensaio de elevação de temperatura – 700 A

O ensaio foi realizado com a aplicação de corrente elétrica trifásica em 60 Hz, conforme tabela a seguir, na entrada dos barramentos principais com a saída (barramentos verticais) curto-circuitada através do ponto estrela. Neste ensaio somente na extremidade da entrada foram utilizados barramentos com comprimento de dois metros.

Fase R	Fase S	Fase T
725 A	711 A	717 A

** Na primeira hora do ensaio foi aplicada 118% da corrente elétrica nominal.*

Em cada compartimento / gaveta foram instaladas resistências ôhmicas simulando a dissipação de calor gerada pelos componentes diversos, conforme ensaio de elevação de temperatura para 1250 A.

Sensores de temperatura (PT-100) foram colocados em vários pontos, com localização descrita adiante.

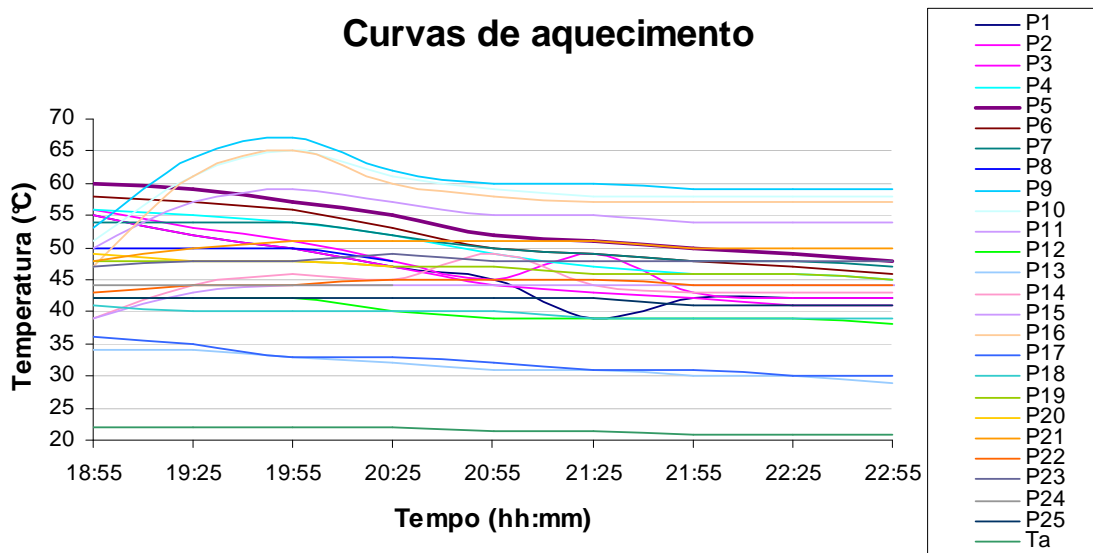
Na tabela e gráfico a seguir as leituras das sondas PT-100, em °C:

Hora	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃
18:55	55	56	55	56	60	58	54	50	53	51	50	42	34
19:25	52	53	52	55	59	57	54	50	64	61	57	42	34
19:55	50	51	50	54	57	56	54	50	67	65	59	42	33
20:25	47	48	47	52	55	53	52	48	62	61	57	40	32
20:55	45	45	44	49	52	50	50	47	60	59	55	39	31
21:25	39	49	43	47	51	49	49	46	60	58	55	39	31
21:55	42	43	42	46	50	48	48	45	59	58	54	39	30
22:25	42	42	41	46	49	47	48	45	59	58	54	39	30
22:55	42	42	41	45	48	46	47	45	59	58	54	38	29

Hora	P ₁₄	P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₂₀	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄	P ₂₅	T _a
18:55	39	39	47	36	41	48	49	48	43	47	44	42	22
19:25	44	43	61	35	40	48	48	50	44	48	44	42	22
19:55	46	44	65	33	40	48	48	51	44	48	44	42	22
20:25	45	44	60	33	40	47	47	51	45	49	44	42	22
20:55	49	43	58	32	40	47	47	51	45	48	43	42	21,5
21:25	44	42	57	31	39	46	47	51	45	48	43	42	21,5
21:55	43	42	57	31	39	46	46	50	44	48	43	41	21
22:25	43	42	57	30	39	46	46	50	44	48	43	41	21
22:55	43	42	57	30	39	45	46	50	44	48	43	41	21

- P₁ - Terminal de entrada – Fase R;
- P₂ - Terminal de entrada – Fase S;
- P₃ - Terminal de entrada – Fase T;
- P₄ - Terminal do disjuntor de 1250 A – Fase R;
- P₅ - Terminal do disjuntor de 1250 A – Fase S;
- P₆ - Terminal do disjuntor de 1250 A – Fase T;
- P₇ - Conexão do barramento geral de subida com o barramento horizontal – Fase S;
- P₈ - Conexão do barramento geral de subida com o barramento horizontal – Fase T;
- P₉ - Conexão do barramento horizontal com barramento vertical, coluna 2 – Fase R;
- P₁₀ - Conexão do barramento horizontal com barramento vertical, coluna 2 – Fase S;
- P₁₁ - Conexão do barramento horizontal com barramento vertical, coluna 2 – Fase T;
- P₁₂ - Ambiente, parte superior do barramento principal, módulo de entrada;
- P₁₃ - Ambiente, parte do meio, barramento de entrada (vertical);
- P₁₄ - Ambiente, parte superior do CCM, barramento horizontal, módulo 2;
- P₁₅ - Ambiente, no meio do barramento secundário 630 A;
- P₁₆ - Ponto estrela;
- P₁₇ - Gaveta do motor 1 – 60 CV, coluna 1;
- P₁₈ - Gaveta do motor 2 – 30 CV, coluna 1;
- P₁₉ - Gaveta da medição;
- P₂₀ - Gaveta do disjuntor de 1250 A;
- P₂₁ - Gaveta do alimentador 1, 160 A, coluna 2;
- P₂₂ - Gaveta do motor 3 – 60 CV, coluna 2;
- P₂₃ - Gaveta do motor 4 – 30 CV, coluna 2;
- P₂₄ - Gaveta do motor 5 – 30 CV, simocode, coluna 2;
- P₂₅ - Gaveta do motor 6 – 150 CV, softstarter, coluna 2;
- T_a - Temperatura ambiente externa média.

Curvas de aquecimento



A corrente elétrica foi mantida até a ocorrência da estabilização da temperatura, verificada pela variação na elevação de temperatura de no máximo 1°C durante 1 hora.

A elevação de temperatura calculada é a diferença entre a temperatura medida nas sondas PT-100 para cada ponto (P_n) e a temperatura ambiente (T_a) registrados no mesmo instante e no término do período de realização do ensaio. A T_a foi tomada através da média das leituras de dois termômetros de mercúrio, localizados a um metro do cubículo, imersos em óleo mineral.

Abaixo os resultados obtidos:

Hora	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁	E ₁₂
22:55	21	21	20	24	27	25	26	24	38	37	33	17

Hora	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅
22:55	8	22	21	36	9	18	24	25	29	23	27	22	20

6.3 Ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico

O ensaio de impulso atmosférico foi realizado nas seguintes condições, descritas a seguir:

- R – STMassa** (Todos os disjuntores fechados)
- S – RTMassa** (Todos os disjuntores fechados)
- T – RSMassa** (Todos os disjuntores fechados)

Foram aplicados cinco impulsos de polaridade positiva precedidos de cinco de polaridade negativa, para cada condição descrita anteriormente. O valor de crista foi ajustado conforme tabela a seguir, com tempos de frente e cauda de 1,10 / 52 μ s, respectivamente, portanto dentro das tolerâncias exigidas pela NBR – 6936:1992, item 5.3.3(Tolerâncias para a tensão de ensaio).

Tensão de impulso	Tensão de impulso corrigida para altitude
8 kV _{pico}	9,8 kV _{pico}

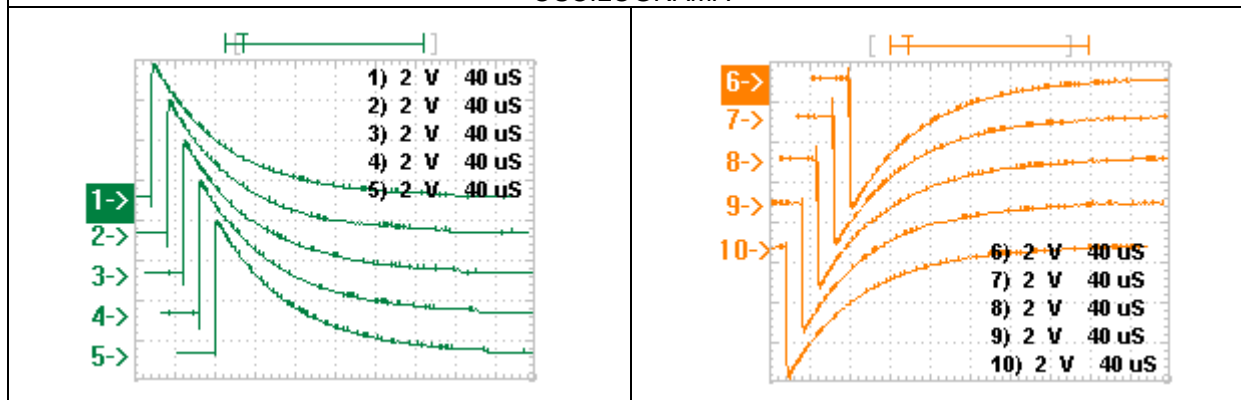


Fig.04 – CCM no ensaio de impulso atmosférico

A seguir, os oscilogramas dos impulsos aplicados.

Objeto sob ensaio:	Marca:	Tipo:	Classe de tensão:
Painel	PCE	CCM	690 V
Gerador impulso:	N° de estágios:	Divisor de tensão:	Relação do divisor:
FOSTER	5	FOSTER	0,668 V/kV
Temperatura:	Umidade relativa:	Pressão atm.:	Forma de onda:
20,6 °C	54 %	1018 mbar	1,10 x 52 µs
Tensão aplicada:	Polaridade:		Resultado:
9,8 kV	Positiva (+)	Negativa (-)	Aprovado
Configuração de Ensaio: R - STMassa (Todos os disjuntores fechados)			

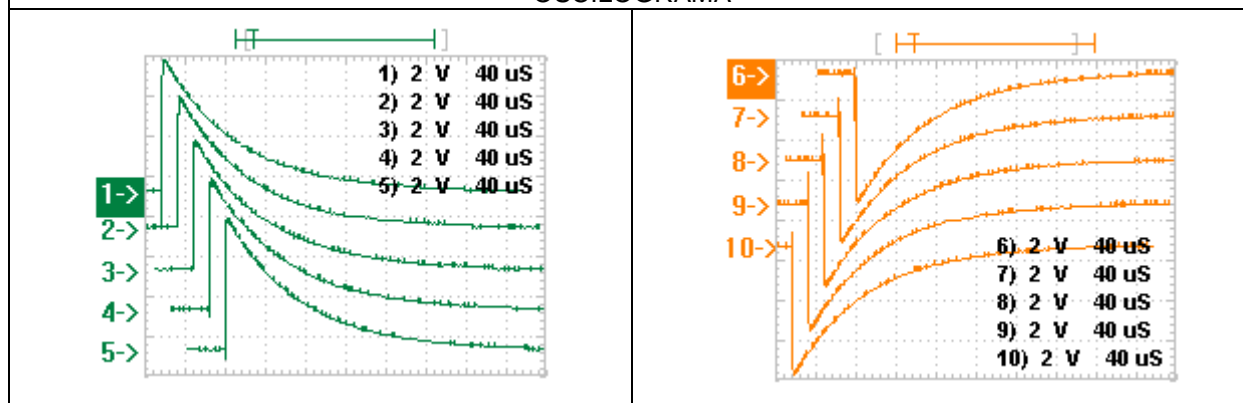
OSCILOGRAMA



Objeto sob ensaio:	Marca:	Tipo:	Classe de tensão:
Painel	PCE	CCM	690 V
Gerador impulso:	Nº de estágios:	Divisor de tensão:	Relação do divisor:
FOSTER	5	FOSTER	0,668 V/kV
Temperatura:	Umidade relativa:	Pressão atm.:	Forma de onda:
20,6 °C	54 %	1018 mbar	1,10 x 52 µs
Tensão aplicada:	Polaridade:		Resultado:
9,8 kV	Positiva (+)	Negativa (-)	Aprovado

Configuração de Ensaio: S - RTMassa (Todos os disjuntores fechados)

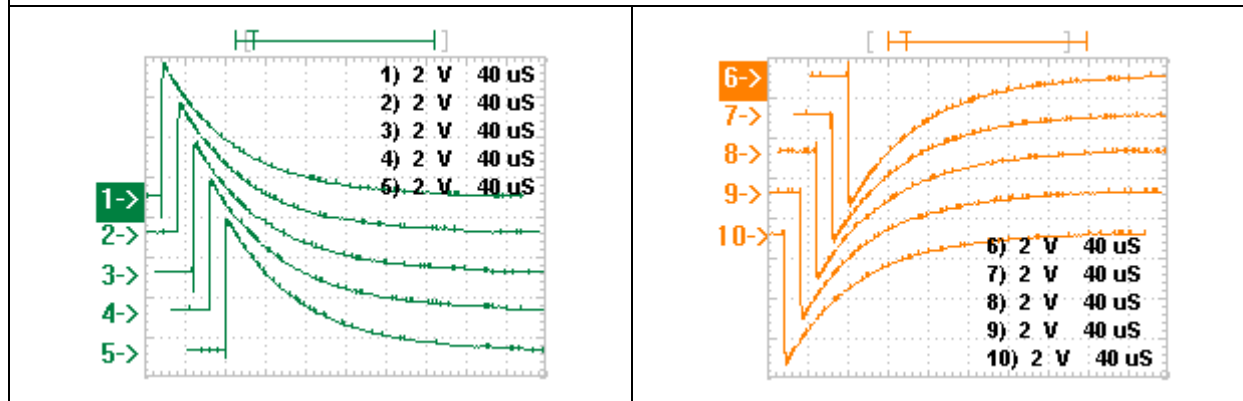
OSCILOGRAMA



Objeto sob ensaio:	Marca:	Tipo:	Classe de tensão:
Painel	PCE	CCM	690 V
Gerador impulso:	Nº de estágios:	Divisor de tensão:	Relação do divisor:
FOSTER	5	FOSTER	0,668 V/kV
Temperatura:	Umidade relativa:	Pressão atm.:	Forma de onda:
20,6 °C	54 %	1018 mbar	1,10 x 52 µs
Tensão aplicada:	Polaridade:		Resultado:
9,8 kV	Positiva (+)	Negativa (-)	Aprovado

Configuração de Ensaio: T - RSMassa (Todos os disjuntores fechados)

OSCILOGRAMA



6.4 Ensaio de tensão suportável nominal a frequência industrial

Configuração	Tensão aplicada (AC- 60 Hz)* - 2,5 kV _{eficaz}	Duração	Situação
R – STMassa	2,58 kV _{eficaz}	1 min	Aprovado
S – RTMassa	2,60 kV _{eficaz}	1 min	Aprovado
T - RSMassa	2,60 kV _{eficaz}	1 min	Aprovado

* 21,1°C, 54 % (U_{rel.}), 1017 mbar.

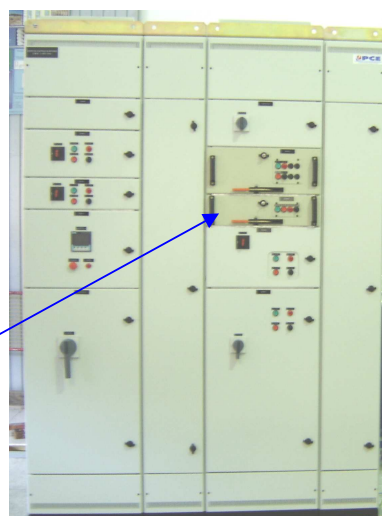
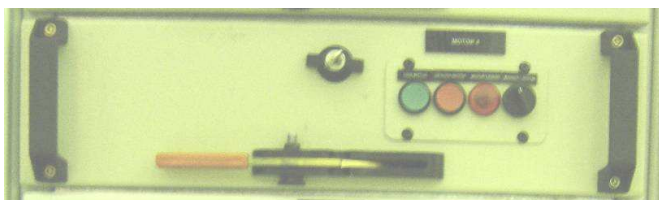
6.5 Ensaio de operação mecânica

O ensaio de operação mecânica foi realizado nos seguintes compartimentos / gavetas:

Gaveta extraível externa

Condição inicial: Gaveta inserida e chave travada

Função	Procedimento	Quantidade	Situação
Operação	Pressionar o pino de segurança e manobrar alavanca até a posição de teste → Pressionar o pino de segurança e manobrar a alavanca até a posição extraída → girar a chave → extrair a gaveta → inserir a gaveta → girar a chave → Pressionar o pino de segurança e manobrar alavanca até a posição de teste → Pressionar o pino de segurança e manobrar a alavanca até a posição inserida	25	Aprovado
Intertravamento	Gaveta na posição teste impossibilita extração	50	Aprovado
	Gaveta na posição extraída e com chave travada impossibilita extração	50	Aprovado
	Gaveta extraída e com a chave travada impossibilita inserção	50	Aprovado
	Gaveta inserida e com chave travada impossibilita a extração	50	Aprovado



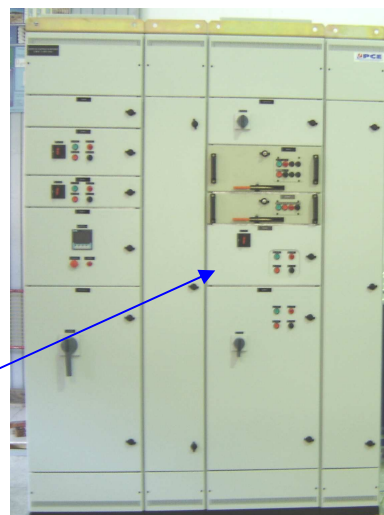
Gaveta testada

Fig.05 – Gaveta extraível externa

Gaveta extraível interna

Condição inicial: Gaveta inserida e disjuntor ligado

Função	Procedimento	Quantidade	Situação
Operação	Desligar o disjuntor → abrir a porta → pressionar o pino de segurança e manobrar a alavanca até a posição de teste → pressionar o pino de segurança e manobrar a alavanca até a posição extraída → extrair a gaveta → inserir a gaveta → pressionar o pino de segurança e manobrar a alavanca até a posição de teste → pressionar o pino de segurança e manobrar a alavanca até a posição inserida → fechar a porta → ligar o disjuntor	25	Aprovado
Intertravamento	Gaveta na posição teste impossibilita extração	50	Aprovado
	Gaveta inserida impossibilita a extração	50	Aprovado
	Disjuntor ligado impede abertura de porta	50	Aprovado



Gaveta testada

Fig.06 – Gaveta extraível interna

6.6 Ensaio de verificação das distâncias de isolamento e escoamento

Através de medições realizadas obtiveram-se os seguintes valores:

Menores distâncias observadas	
Isolação	Escoamento
16 mm*	22 mm**

* Barramento do disjuntor geral de 1250 A;

** Isolador

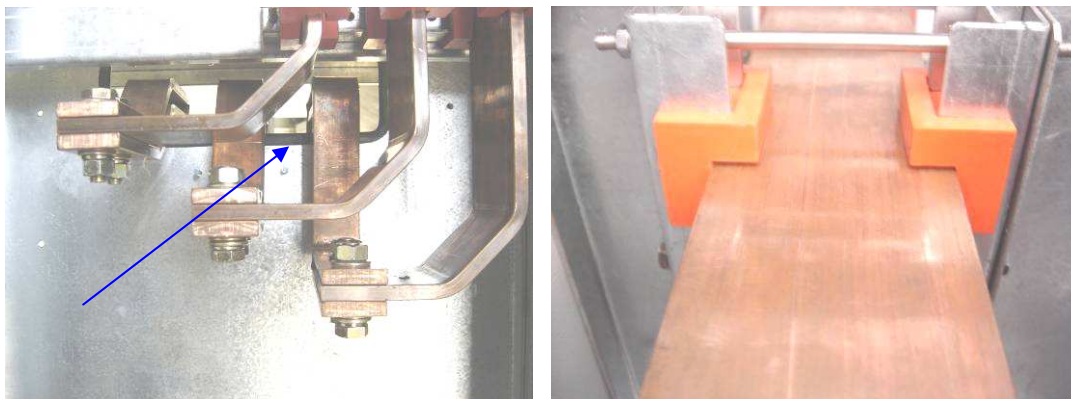


Fig.07 – Menores distâncias de isolamento e escoamento encontradas, respectivamente.

7. REFERÊNCIAS

- NBR IEC 60439-1:2003 – “Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA)”, ABNT;
- NBR 6936:1992 – “Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão – Procedimento”, ABNT.

8. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

- O conteúdo deste relatório somente poderá ser reproduzido por inteiro. A reprodução de partes requer aprovação por escrito do INSTITUTO FURB;
- Os resultados dos ensaios são restritos as amostras analisadas nos laboratórios do INSTITUTO FURB.



Rafael Eduardo Werlich
Engenheiro Eletricista: CREA– SC 67.633-7

ANEXOS

Descrição detalhada do invólucro

Centro de controle de motores – Linha CCM-PLUS

São módulos componíveis em compartimentos metal *clad*, podendo estes compartimentos serem fixos ou com gavetas extraíveis.

Sua construção é em chapa 2,7 mm pintadas com poliéster pó para a estrutura , 1,90 mm pintadas em poliéster pó para os fechamentos externos e 2,0 mm galvanizada tipo B para as partes internas.

Código dos produtos ensaiados:

02 colunas CCP0020 – COLUNAS DE DISTRIBUIÇÃO 2350x560x600mm

02 colunas CCP0030 – COLUNAS DE CABOS 2350x300x600mm

02 compartimentos fixos 12 Unidades - 560 mm

02 compartimentos fixos 2 Unidades - 560 mm

01 compartimento fixo 3 Unidades - 560 mm

01 compartimento fixo 5 Unidades - 560 mm

01 compartimento extraível 3 Unidades - 560 mm – extração com porta aberta

01 compartimento extraível 4 Unidades- 560 mm – extração com porta aberta

01 compartimento extraível 2 Unidades- 560 mm – extração com porta fechada

01 compartimento extraível 4 Unidades- 560 mm – extração com porta fechada