

	MEMÓRIA DE CÁLCULO				Nº: MC-4250.01-5142-700-ABF-003				
	CLIENTE: TRANSPETRO				FOLHA: 1 de 36				
	PROGRAMA: AMPLIAÇÃO DA SUBESTAÇÃO PRINCIPAL				CORPORATIVO				
	ÁREA: TERMINAL AQUAVIÁRIO DE SÃO SEBATIÃO				ENGENHARIA/IETEG/IETR				
ENGENHARIA	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS								
Eng. Responsável: Arnaldo Bandeira - CREA 260404643-1 Contrato: 0800.0060766.10.2 ABB LTDA - Nome do Arquivo Eletrônico: MC-4250.01-5142-700-ABF-003									
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	Emissão Original - Para Aprovação								
A	Revisado onde indicado atendendo comentários do e-mail de 21/01/2011- Para Comentários Email Petrobras de 21/01/2011								
B	Revisão Geral conforme diagrama PTW com dados DE-4250.01-5142-946-PEN-001=B – Para Comentários								
C	Revisão conforme Comentários Bureau Veritas – Para Comentários								
D	Revisão utilização de dois cabos 397,5 MCM ACSR para barramento de 138kV conforme memorial de cálculo de barramento aéreo ABB Nº OB1000609 Rev. 00								
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	11/01/2011	17/02/2011	02/06/2011	18/11/2011	28/11/2011				
PROJETO	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB				
EXECUÇÃO	IP/Farfilho	IP/Farfilho	IP/Farfilho	IP/Farfilho	IP/Farfilho				
VERIFICAÇÃO	A.Bandeira	A.Bandeira	A.Bandeira	A.Bandeira	A.Bandeira				
APROVAÇÃO	A.Arcon	A.Arcon	A.Arcon	A.Arcon	A.Arcon				
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.									
FORMULÁRIO PERTENCENTE A PETROBRAS N-381 REV. J.									

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº	MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV.	0
	TRANSPETRO			FOLHA	2 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS			COPRPORATIVO	
				ENGENHARIA/IETEG/IETR	
SUMÁRIO					
					Folha
1	OBJETIVO				3
2	NORMAS				3
3	PREMISSAS				4
3.1	Dados Utilizados				4
3.2	Premissas Consideradas				5
4	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO				6
4.1	Temperaturas admissíveis em carga permanente (100%)				6
4.2	Temperaturas durante curto-circuito				7
5	METODOLOGIA DE CÁLCULO:				7
5.1	Capacidade de condução de corrente				7
5.2	Capacidade de corrente de curto-circuito				7
6	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO E RESULTADOS OBTIDOS				9
6.1	Critérios				9
7	CONCLUSÕES:				14
7.1	Cabos dos Secundários dos Transformadores de Força (Caso A)				14
7.1.1	Caso A - 1ª premissa: cabos espaçados unipolares horizontal				14
7.1.2	Caso A - 2ª premissa: cabos unipolares em trifólio				14
7.2	Cabos dos circuitos de 13,8 kV (Caso B)				15
7.2.1	Caso B - 1ª Potência de Carga: 20 MVA para PN-3254				15
7.2.2	Caso B - 2ª Potência de Carga: 4MVA para ETE PN-5330001				15
7.3	Caso C - Entrada de linha da Bandeirante e barramento da SE 1200A, 31,5kA				16
ANEXO A – CABOS DOS SECUNDÁRIOS DOS TRANSFORMADORES DE FORÇA PARA OS PAINÉIS					18
ANEXO B – CABOS DOS CIRCUITOS DE 13,8 KV					26
ANEXO C - DIMENSIONAMENTO DO BARRAMENTO DA SUBESTAÇÃO 138KV					34
ANEXOS D - DIMENSIONAMENTO REDE ELÉTRICA INTERNA - 13,8KV					36
ANEXOS E - DIMENSIONAMENTO CABO - AEREO 13,8KV TEBAR					37

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 3 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR


1 OBJETIVO

O presente relatório tem por objetivo determinar as ampacidades dos cabos de 13,8kV e 4,16kV Eprotenax das saídas de transformadores de força 138-13,8kV e 138-4,16kV, dos cabos das saídas dos painéis PN-3240, PN-3254 e PN-3228 e dos cabos do barramento de 138 kV da SE da Tebar, bem como da rede aérea interna de 13,8 kV, atendendo às condições de operação e as normas de segurança, considerando a Ampliação da Subestação Principal do Sistema Elétrico do Terminal Aquaviário de São Sebastião - Tebar, situado em São Sebastião – SP

2 NORMAS

Para a elaboração deste relatório as seguintes normas e bibliografias foram consultadas:

- [1] ABNT NBR14039 -2005 – Instalações Elétricas de Média Tensão, de 1kV a 35 kV;
- [2] ABNT NBR 7826 – 2001 - Cabos de potência com isolação extrudada em etilenopropileno (EPR) para tensões de 1,0 kV a 35kV;
- [3] Catálogo Prysmian – Dimensionamento da Media Tensão, páginas 50 a 56;
- [4] Cabos de alumínio cobertos com XLPE 15kV – Alubar;
- [5] Manual de distribuição da CEMIG;
- [6] Catálogo Eletronico Prysmian – Dimensionamento da Media Tensão;
- [7] IEE Std 141-1993 Red Book Recommended Practice for Electrical Power Distribution for Industrial Plants (ANSI);
- [8] IEEE Std 399-1997 Brown Book Recommended Practice for Electrical Industrial and Commercial Power Systems Analysis;
- [9] Industrial Power Systems Handbook - Donald Beeman.
- [10] Switchgear Manual 11th revised edition ABB Asea Brown Boveri Pocket Book

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 4 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR


3 PREMISSAS

3.1 Dados Utilizados

Os dados utilizados no estudo em pauta foram obtidos através de documentação fornecida através da Transpetro como, desenhos, documentos e informações como parâmetros dos cabos, comprimento, formação e instalação.

Documentos de referência:

- Esquema Unifilar Geral – Subestação de Entrada 138/13.8/4,16kV - Terminal Aquaviário de São Sebastião Ampliação da Subestação Principal Transpetro doc Nº: DE-4250.01-5142-946-PEN-001 Rev. B de 28/10/09.
- Diagrama Unifilar Geral 138/13.8/4,16/0,48kV Glebas A/B/C/ Terminal Aquaviário de São Sebastião Sistema Elétrico Nº DE-4250.01-5148-741-ADA-001 Rev. B 28/01/2010
- CEPEL / ANAFAS Relatório de Impedâncias de Barra, Relatório de Níveis de curto-circuito e Relatório de Dados de curto-circuito.
- Parâmetros do ramal Petrobras - São Sebastião
- Livro de instruções - Transformador Regulador Trifásico 3217 A/B Nº61125/1070 - 01_03/02_03/03_03 Características Técnicas
- Placa de Identificação - TF3218A/B Nº 32997 de 21/09/1973
- Diagrama Unifilar com proteção PN-3228 - OSVAT Switchgear – gleba D Nº DE-4250.01-5144-741-AUD-001 Rev.0 02/08/07
- Diagrama Unifilar PN-3232 -4,16kV – gleba D Nº DE-4250.01-5140-700-ADA-001 Rev.A 23/03/10
- Diagrama Unifilar PN-3254 -13,8/4,16kV – gleba A Nº DE-4250.01-5148-741-AUD-001 Rev.A 23/03/10
- Diagrama Unifilar PN-3230 0.48kV – gleba D Switchgear Nº DE-4250.01-5140-700-AUD-001 Rev.0 02/08/07
- Informações sobre a SE Transpetro, de São Sebastião, da concessionária Bandeirante, documentos: Parâmetros do ramal Petrobras - São Sebastião e relatório de curto-circuito (e-mail de 30/11/10)
- Email: Ampliação da SE Tebar – Comentários consolidados da MC-4250.01-5142-ABF-003 (Comentários feitos no SIGEM) em 21/01/2011

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO		Nº	MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV.	0
	TRANSPETRO				FOLHA	5 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS				COPRPORATIVO	
				ENGENHARIA/IETEG/IETR		

- Arquivo zipado DIAGRAMA UNIFILAR – TEBAR.rar contendo fontes/arquivos de PTW com dados de impedâncias de cabos, motores, cargas e etc. da Transpetro São Sebastião fornecido pela PETROBRAS em reunião ABB/Transpetro
- Consulta Nº: SIT-4250.01-5142-700-ABF-015=0
- Memorial de cálculo de barramento aéreo ABB Ltda Nº OB1000609 Rev. 00 29/09/2011.

3.2 Premissas Consideradas

As seguintes premissas são consideradas para a determinação das ampacidades:

Caso A – cabos de saída dos transformadores de força (Para dimensionamento dos cabos ver anexo A):


Serão consideradas as duas premissas seguintes:

- 1ª Premissa: cabos diretamente enterrados, horizontalmente e lado a lado, conforme cálculos da Petrobras.
- 2ª Premissa: cabos diretamente enterrados, horizontalmente e em trifólio.

Caso B – cabos dos circuitos de 13,8 kV (Para dimensionamento dos cabos ver anexoB):

Serão consideradas as duas premissas seguintes:

- 1ª premissa: saídas dos painéis PN-3240 e PN-3228 para o PN-3254: com 20MVA de potência instalada/carregamento.
- 2ª premissa: saída dos painéis PN-3240 e PN-3254 para ETE PN-5330001: com 4 MVA de potência instalada/carregamento.

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 6 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Em outras palavras, as potências utilizadas para o dimensionamento dos cabos foram, portanto:

- 1ª Potência: 20MVA para o PN-3254, com suprimento através do PN-3240 ou através do PN-3228.
- 2ª Potência: 4MVA para a ETE PN-5330001, com suprimento através do PN-3240 ou através do PN-3254.

Caso C - Cabos de alumínio para o barramento de 138 kV da SE da Tebar:

Para o dimensionamento do barramento de 138 kV valem as considerações do Anexo C.

Caso D – Cabos de alumínio para a rede interna de 13,8 kV dos painéis (Para dimensionamento dos cabos ver anexo D):

Para a rede interna dos painéis foram consideradas duas premissas para a potência instalada/carregamento:


- Potência de 20MVA, do PN-3240 para PN-3254
- Potência de 20MVA, do PN-3228 para PN-3254

4 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Neste item são apresentados os principais critérios que nortearam os dimensionamentos elétricos dos condutores.

4.1 Temperaturas admissíveis em carga permanente (100%)

Para condutores isolados em EPR a temperatura máxima admissível em regime normal nos condutores para fins de dimensionamento da capacidade de corrente é de

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 7 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

90 °C. Em regime de sobrecarga a temperatura máxima nos condutores para fins de dimensionamento da capacidade de corrente é de 130 °C [2]

4.2 Temperaturas durante curto-circuito

A temperatura máxima admissível em regime de curto-circuito nos condutores isolados em EPR é de 250 °C [2].

5 METODOLOGIA DE CÁLCULO:

O dimensionamento dos cabos a serem utilizados, quanto à sua capacidade de condução de corrente em regime e quanto à suportabilidade ao curto-circuito, está apresentado a seguir:

5.1 Capacidade de condução de corrente

A corrente máxima, em regime, será aquela que resulta na temperatura máxima admissível do condutor, considerando-se a temperatura máxima ambiente, a quantidade de calor dissipada por convecção e por radiação conforme procedimentos, fórmulas e tabelas determinadas na NBR-14039 [1].

5.2 Capacidade de corrente de curto-circuito


O valor da corrente curto-circuito permitido nos condutores de modo que não provoque uma elevação de temperatura superior à admitida é expressa pela seguinte equação [3]:

$$I_{cc} = S \times \sqrt{115.679 / t \times \log \left(\frac{T_f + 234}{T_i + 234} \right)} \quad (1)$$

onde:

S: seção mínima dos condutores em função do curto-circuito (mm²)

I_{cc}: corrente de curto-circuito (A)

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 8 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

t: tempo de interrupção do curto-circuito (s)

Ti:máxima temperatura admitida no condutor em operação normal(°C)

Tf:máxima temperatura admitida no condutor no curto circuito(°C)

O valor de corrente curto-circuito permitido na blindagem dos cabos, sobre a forma de fios e fitas, de modo que não provoque uma elevação de temperatura superior à admitida pela isolação é expressa pela seguinte equação [2]:

$$I_{cc} = S \times \sqrt{\frac{115.679}{t} \times \log\left(\frac{(Tf + k)}{(Ti + k)}\right)} \quad (2)$$

onde:

S: seção mínima da blindagem dos condutores em função do curto-circuito (mm²)


Icc: corrente de curto-circuito (A)

T: tempo de interrupção do curto-circuito (s)

k: temperatura deduzida para resistência ôhmica da blindagem nula.

Ti:máxima temperatura admitida no condutor em operação normal (°C)

Tf:máxima temperatura admitida no condutor no curto-circuito (°C)

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 9 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

6 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO E RESULTADOS OBTIDOS

6.1 Critérios

A seguir são apresentados os critérios das condições de condução de corrente em regime, da queda de tensão e de curto-circuito.

6.1.1 Condução de Corrente

Para o dimensionamento dos condutores considerou-se a capacidade máxima da subestação da Tebar:

- 20/26/33,33MVA-13,8kV (TR-3202A, TR-3202B (futuro), TR-3217A e TR-3217B): foram considerados cabos com isolação em EPR 8,7/15kV.
- 8/10MVA-4,16kV (TR-3218A e TR-3218B): foram considerados cabos com isolação em EPR 3,6/6kV.

O dimensionamento da seção do cabo foi realizado conforme a NBR14039 [1], considerando-se a forma de instalação, material do cabo e condições físicas e ambientais indicadas nos Anexos.


6.1.2 Queda de Tensão

Para o dimensionamento dos condutores de cobre isolados EPR foi admitida uma queda máxima de tensão de 2% da tensão nominal do secundária dos transformadores (13,8kV ou 4,16kV).

Para o dimensionamento dos condutores de alumínio da rede aérea foi admitida uma queda máxima de tensão de 2% da tensão nominal do secundário do transformador (13,8kV) (NBR 14039 queda menor ou igual a 5% até o ponto de utilização).

6.1.3 Curto-Circuito

Foram considerados critérios anteriormente definidos (item 4.2) e aplicada a equação 1, considerando-se um período de falta de, no mínimo, 1.000 milisegundos,

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 10 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

com temperatura inicial de 90⁰C e final de 250⁰C. Os resultados encontram-se indicados nos Anexos A, B, C e D.

6.2 Resultados Obtidos

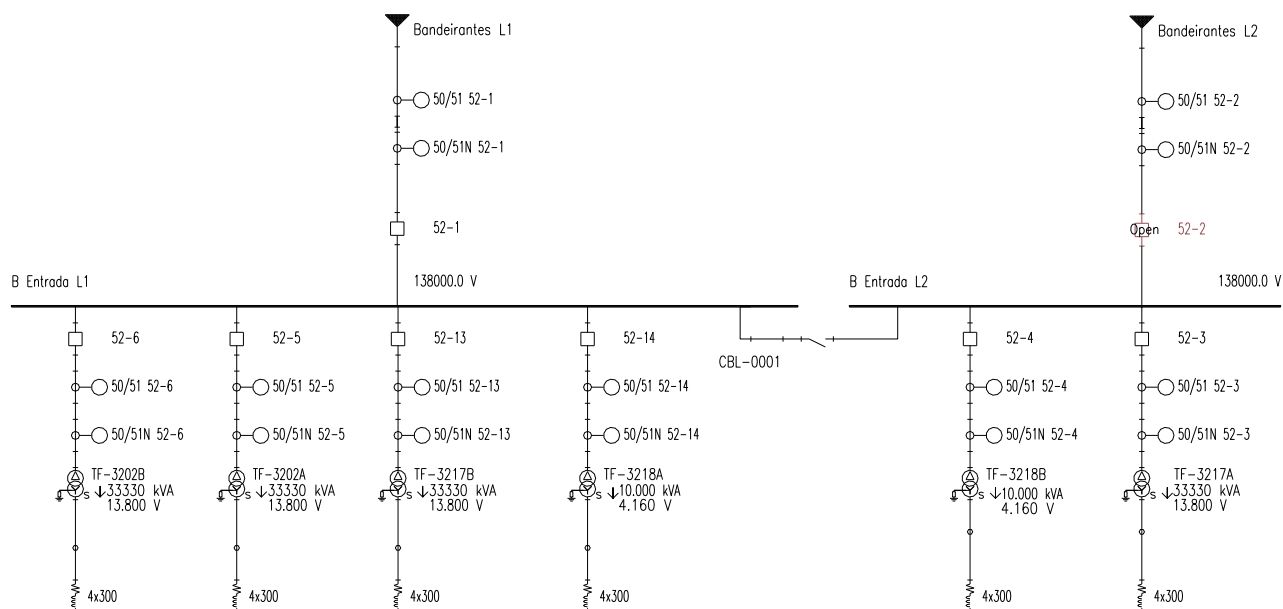
Os diagramas apresentados a seguir mostram os cabos recomendados para a instalação da Tebar com base nos resultados obtidos e constantes dos Anexos A, B, C e D. As tabelas 6A e 6B resumem as condições consideradas.

- a) Casos A 6A Cabos instalados enterrados de 300mm² nos secundários dos transformadores de 138kV
- b) Caso B 6B Cabos isolados: saída cubículo PN-3240 e entradas dos cubículos ETE PN-533001 e do cubículo PN-3254 13,8kV.

Caso A) 1ª Premissa: Cabos unipolares diretamente enterrados e 2ª Premissa: cabos em trifólio

Tabela 6A - Forma de instalação e condições ambientais nas saídas dos transformadores (Caso A)

Temperatura ambiente(°C)	30
Temperatura max. condutor (°C)	105
Resistividade do Solo (m.k/W)	2,5
Local de instalação	Diretamente Enterrado horizontalmente
Modo de instalação	1ª Premissa cabos espaçados
Caso A) Cabos Unipolares	2ª Premissa cabos em trifólio
Material do Condutor	Cobre
Frequência do Sistema (Hz)	60



Quantidades indicadas são de cabos por fase (ex. 4x300= 4 cabos por fase de 300mm²)



	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 12 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Tabela 6B- Forma de instalação e condições ambientais nas saídas dos painéis (Caso B)

Temperatura ambiente(°C)	30
Temperatura max condutor (°C)	105
Resistividade do Solo (m.k/W)	2,5
Local de instalação	Em Eletrodutos Enterrados
Modo de instalação Caso B)	1ª Potência de carga de 20MVA PN-3254 2ª Potência de carga de 4MVA ETE PN-5330001
Material do Condutor	Cobre
Frequência do Sistema(Hz)	60

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 14 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

7 CONCLUSÕES:

7.1 Cabos dos Secundários dos Transformadores de Força (Caso A)

7.1.1 Caso A - 1ª premissa: cabos espaçados unipolares horizontal


Com base nos resultados obtidos nos Anexo A - 1ª premissa pode-se verificar:

- Para a subestação de Tebar São Sebastião utilizando-se 4 (quatro) cabos com seção de 300mm² por fase pode-se atender uma capacidade de condução de corrente em regime permanente de 4x 406A = 1.624A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de 38,82 MVA em 13,8kV. Para o sistema de 4,16 kV a corrente calculada também foi de 1.624 Amperes representando a potência aparente de 11,70MVA.
- A capacidade de condução de curto-circuito do cabo fase-fase 16kA e na blindagem que supera os valores de corrente curto fase-terra esperados no tempo de 1 segundo.

7.1.2 Caso A - 2ª premissa: cabos unipolares em trifólio

Com base nos resultados obtidos nos Anexo A - 2ª premissa pode-se verificar:

- Para a subestação de Tebar São Sebastião utilizando-se 4 (quatro) cabos com seção de 300mm² por fase pode-se atender uma capacidade de condução de corrente em regime permanente de 4 x 374 A = 1.496A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de cerca de 35,76MVA em 13,8kV. No sistema de 4,16 kV a corrente calculada de 4 x 358 kA, ou 1432 kA, representa uma potência aparente de 10,32MVA.
- A capacidade de condução de curto-circuito na blindagem supera os valores de corrente curto fase-terra esperados.

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 15 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

7.2 Cabos dos circuitos de 13,8 kV (Caso B)

7.2.1 - Caso B - 1ª Potência de Carga: 20 MVA para PN-3254

Com base nos resultados obtidos nos Anexo B pode-se verificar:

7.2.1.a - De PN-3240 para PN-3254 (Cabos instalação eletrodutos enterrados)

- De PN-3240 até PN-3254: pode-se utilizar 4 (quatro) cabos com seção de 300mm² por fase que possui uma capacidade de condução de corrente em regime permanente de 4x 231A = 924A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de 22,08MVA em 13,8kV.
- A capacidade de condução de curto-circuito na blindagem supera os valores de corrente de curto fase-terra esperados.

7.2.1.b – De PN-3228 para PN-3254 (Cabos instalação eletrodutos enterrados)


- De PN 3228 até PN 3254: pode-se utilizar 4 (quatro) cabos com seção de 300mm² por fase, que possui uma capacidade de condução de corrente em regime permanente de 4x 231A = 924A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de 22,08MVA em 13,8kV.
- A capacidade de condução de curto-circuito na blindagem supera os valores de corrente de curto fase-terra esperados.

7.2.2 Caso B - 2ª Potência de Carga: 4MVA para ETE PN-5330001

Com base nos resultados obtidos nos Anexo B pode-se verificar:

7.2.2.a – De PN-3240 (disjuntor 52-2) para ETE PN-5330001

- De PN 3240 até a ETE 5330001: pode-se utilizar 1 (um) cabo com seção de 150mm² por fase com capacidade de condução de corrente em regime permanente de 1x 218A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de 5,21MVA em 13,8kV.

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 16 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

- A capacidade de condução de curto-circuito na blindagem supera os valores de corrente de curto fase-terra esperados.

7.2.2.b – De PN-3254 (disjuntor K-0) para ETE PN-5330001


- De PN3254 até a ETE 5330001: pode-se utilizar 1 (um) cabo com seção de 150mm² por fase com capacidade de condução de corrente em regime permanente de 1x 218A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de 5,21MVA em 13,8kV.
- A capacidade de condução de curto-circuito na blindagem supera os valores de corrente de curto fase-terra esperados.

7.3 Caso C - Entrada de linha da Bandeirante e barramento da SE 1200A, 31,5kA

Com base nos resultados obtidos nos Anexo C pode-se verificar:

- Para corrente total $I_{m\acute{a}x} = 1200$ A recomenda-se, no mínimo, o cabo AA Carnation 1431 MCM com as seguintes características:
 - $Al = 1,124 \text{ in}^2$;
 - $Diam = 1,379 \text{ in}$;
 - Capacidade de corrente = 1220 A;
 - Nº de cabos x diam Al: 61 x 0,1532 in;

Obs.: Ampacidade para o condutor com elevação de 40° C acima da temperatura ambiente de 40° C, com vento de 0,61 m/s e fator de emissão de 0,5 sem sol

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 17 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR


7.4 Caso D - Linhas Aéreas de Media Tensão (MT)

Com base nos resultados obtidos nos Anexo D pode-se verificar:

- De PN 3240 ou de PN 3254 até a ETE PN-5330001: pode-se utilizar para a rede aérea, 1 (uma) linha, com cabos de seção 50mm² e comprimento de 1.220m, com uma capacidade de condução de corrente em regime permanente de 1x 209,2A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de cerca de 5,0MVA em 13,8kV, com queda da tensão de 1,70% e fator de potência de 0,94. Caso se utilize (uma) linha com cabos de seção 185mm² e comprimento de 1.220m, tem-se uma capacidade de condução de corrente em regime permanente de 1x 525A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de cerca de 12,5MVA em 13,8kV.
- De PN 3240 até PN 3254: pode-se utilizar para a rede aérea, 2 (duas) linhas, com cabos de seção de 185mm², comprimento 1.520m, com uma capacidade de condução de corrente em regime permanente de 525A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de cerca de 12,5MVA em 13,8kV por linha, portanto 25MVA em 2 (duas) linhas, com queda de 3,54% em 1520m e de PN 3240A (queda de -2,0%) até PN 3254 (queda de 1,54%) para 25MVA.


De PN 3228 até PN 3254:pode-se utilizar para a rede aérea, 2 (duas) linhas com cabos de seção de 185mm², comprimento 2.180m m, com uma capacidade de condução de corrente em regime permanente de 525A. Este valor de corrente representa uma potência aparente de cerca de 12,5MVA em 13,8kV por linha, portanto 25MVA em 2 (duas) linhas, com queda de 5,7% em 2.180m.

Obs.: Com critério de 2% ao inves de 5% de queda máxima nas linhas aereas de 13,8kV devera utilizar mais cabos por fase calculado acima, i é, instalar mais circuitos nas 2 (duas) linhas aereas de MT> 2x No caso acima, acarreta maior carregamento das linhas aereas de PN-3240A ou PN-3228 para PN-3254 que deverá ser verificado pela TEBAR.


	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 19 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Disposição dos Cabos	Espaçados
Número de Ternas ou Cabos	1
Valores calculados	
Seção nominal dos condutores:	4 x 300 mm²
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Fator correção de resistividade térmica do Solo:	1.00
Método de Referencia da Instalação (Tabela 25 NBR 14039): I	
Capacidade de condução de corrente:	4 x 406 A
Fator de correção de agrupamento:	1.00
Fator de correção da temperatura:	0.93
Reatância capacitiva:	6214 ohm.km
Resistência máxima em corrente alternada:	0.0980 ohm/km
Reatância indutiva:	0.2570 ohm/km
Queda de tensão efetiva:	0.0438 %
Integ. de Joule condutor (regime adiabático):	1.81E+009 A²s
Terminal modular (TM) da PRYSMIAN recomendado: TM - 20-C-630	

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian e NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 20 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

2ª PREMISSA: CABOS UNIPOLARES EM TRIFÓLIO - DIMENSIONAMENTO DO CABO DE 13,8kV - 4x300mm²/fase



- > cabos espaçamento: 25cm, profundidade:até 90 cm

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0 Página: 1 25/05/2011


InterProj

Projet Projeto_DCE_MEDIA_Tebar MT_Enterrados

Circuito TF3202A, TF3202B, TF3217A e TF3217B Trafo 20/26,66/33,33 MVA 13,8kV

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Diretamente enterrado
Tensão de serviço:	13.8 kV
Classe de tensão:	8.7/15
Cabo:	CABO EPROTENAX CU
Material Condutor:	Cobre
Temperatura de Regime do Condutor :	90 °C
Temperatura ambiente:	30 °C
Queda de tensão máxima:	2.00 %
Corrente de projeto:	1395.0 A
Fator de potência:	0.90
Resistividade térmica do solo:	2.5
Circuito comprimento:	50 m
Corrente curto circuito no condutor:	16.00 kA
Tempo corrente curto-circuito no condutor:	1.0000 s
Tipo de conexão:	Prensada
Fator de correção de agrupamento:	Automático
Número de condutores por fase:	Automático
Seção nominal do condutor imposto:	300
Tipo de Cabo Selecionado	Cabo Unipolar
Disposição dos Cabos	Trifólio
Número de Ternas ou Cabos	1

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 21 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Valores calculados

Seção nominal dos condutores: 4 x 300 mm²

Critério de dimensionamento: Capacidade de corrente

Fator correção de resistividade térmica do Solo: 1.00

Método de Referencia da Instalação (Tabela 25 NBR 14039): H

Capacidade de condução de corrente: 4 x 374 A

Fator de correção de agrupamento: 1.00

Fator de correção da temperatura: 0.93

Reatância capacitiva: 6214 ohm.km

Resistência máxima em corrente alternada: 0.0820 ohm/km

Reatância indutiva: 0.1170 ohm/km

Queda de tensão efetiva: 0.0273 %

Integ. de Joule condutor (regime adiabático): 1.81E+009 A²s


Terminal modular (TM) da PRYSMIAN recomendado: TM - 20-C-630

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian e NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV.

Conclusão:

Conforme verificado in loco em campo concluímos pela instalação dos cabos 13,8kV 4x300mm² dispostos em trifólio a serem utilizadas como no croqui acima.

Maneira de instalar:	Diretamente enterrado
Tensão de serviço:	4.2 kV
Classe de tensão:	3.6/6
Cabo:	CABO EPROTENAX CU
Material Condutor:	Cobre
Temperatura de Regime do Condutor :	90 °C
Temperatura ambiente:	35 °C
Queda de tensão máxima:	1.00 %
Corrente de projeto:	1388.0 A
Fator de potência:	0.90
Resistividade térmica do solo:	2.5
Circuito comprimento:	85 m
Corrente curto circuito no condutor:	16.00 kA
Tempo corrente curto circuito no condutor:	1.0000 s
Tipo de conexão:	Prensada
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	300
Tipo de Cabo Selecionado	Cabo Unipolar
Disposição dos Cabos	Espaçados


	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº	MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV.	0
	TRANSPETRO			FOLHA	23 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS			COPRPORATIVO	
			ENGENHARIA/IETEG/IETR		

Numero de Ternas ou Cabos	1
---------------------------	---

Valores calculados

Seção nominal dos condutores:	4 x 300 mm ²
Critério de dimensionamento:	Capacidade de corrente
Fator correção de resistividade térmica do Solo:	1.00
Método de Referencia da Instalação (Tabela 25 NBR 14039):I	
Capacidade de condução de corrente:	4 x 389 A
Fator de correção de agrupamento:	1.00
Fator de correção da temperatura:	0.89
Reatância capacitiva:	4366 ohm.km
Resistência máxima em corrente alternada:	0.0930 ohm/km
Reatância indutiva:	0.2580 ohm/km
Queda de tensão efetiva:	0.2386 %
Integ. de Joule condutor (regime adiabático):	1.81E+009 A²s
Terminal modular (TM) da PRYSMIAN recomendado: TM - 20-C-630	

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian e NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 24 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

2ª PREMISSA: CABOS UNIPOLARES EM TRIFÓLIO - DIMENSIONAMENTO DO CABO DE 4,16kV - 4x300mm²/fase

/// \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\

o o o o
oo oo oo oo - > cabos espaçamento: 25cm, profundidade:até 90 cm

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0 Página: 1 29/05/2011


InterProj

Projet Projeto_DCE_MEDIA_Tebar MT_Enterrados

CircuitoTF3218A e TF3218B 8/10MVA 4,16kV

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Diretamente enterrado
Tensão de serviço:	4.2 kV
Classe de tensão:	3.6/6
Cabo:	CABO EPROTENAX CU
Material Condutor:	Cobre
Temperatura de Regime do Condutor :	90 °C
Temperatura ambiente:	35 °C
Queda de tensão máxima:	1.00 %
Corrente de projeto:	1388.0 A
Fator de potência:	0.90
Resistividade térmica do solo:	2.5
Circuito comprimento:	85 m
Corrente curto circuito no condutor:	16.00 kA
Tempo corrente curto circuito no condutor:	1.0000 s
Tipo de conexão:	Prensada
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor imposta :	300
Tipo de Cabo Selecionado	Cabo Unipolar
Disposição dos Cabos	Trifólio
Numero de Ternas ou Cabos	1

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 25 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Valores calculados

Seção nominal dos condutores: 4 x 300 mm²

Critério de dimensionamento: Capacidade de corrente

Fator correção de resistividade térmica do Solo: 1.00

Método de Referencia da Instalação (Tabela 25 NBR 14039): H

Capacidade de condução de corrente: 4 x 358 A

Fator de correção de agrupamento: 1.00

Fator de correção da temperatura: 0.89

Reatância capacitiva: 4366 ohm.km

Resistência máxima em corrente alternada: 0.0820 ohm/km

Reatância indutiva: 0.1100 ohm/km

Queda de tensão efetiva: 0.1481 %


Integ. de Joule condutor (regime adiabático): 1.81E+009 A²s

Terminal modular (TM) da PRYSMIAN recomendado: TM - 20-C-630

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian e NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV

Conclusão:

Conforme verificado in loco em campo concluímos pela instalação dos cabos 4,16kV 4x300mm² dispostos em trifólio a serem utilizadas como no croqui acima.

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 26 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

ANEXO B – CABOS DOS CIRCUITOS DE 13,8 KV


- 20 MVA – De PN-3240A/B para PN-3254A/B - DIMENSIONAMENTO DO CABO DE 13,8kV - 4x300mm²/fase**

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0 Página: 1 29/05/2011
InterProj

Projeto Projeto_DCE_MEDIA_Tebar MT_Eletrdutos_Enterrados
Circuito 52-4 PN-3240 p/ K-1 PN-3254 em Eletrodutos 4” 20000 kVA

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Em eletrodutos enterrados
Tensão de serviço:	13.8 kV
Classe de tensão:	8.7/15
Cabo:	CABO EPROTENAX CU
Material Condutor:	Cobre
Temperatura de Regime do Condutor :	90 °C
Temperatura ambiente:	30 °C
Queda de tensão máxima:	2.00 %
Corrente de projeto:	836.7 A
Fator de potência:	0.90
Resistividade térmica do solo:	2.5
Circuito comprimento:	300 m
Corrente curto circuito no condutor:	16.00 kA
Tempo corrente curto circuito no condutor:	1.0000 s
Tipo de conexão:	Prensada
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Número de condutores por fase imposto :	4
Seção nominal do condutor :	Automática
Tipo de Cabo Selecionado	Cabo Unipolar
Disposição dos Cabos	Trifólio
Numero de Ternas ou Cabos	4
Disposição dos Circuitos	Instalação Horizontal

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº	MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV.	0
	TRANSPETRO			FOLHA	27 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS			COPRPORATIVO	
			ENGENHARIA/IETEG/IETR		

Valores calculados

Seção nominal dos condutores: 4 x 300 mm²

Critério de dimensionamento: Capacidade de corrente

Fator correção de resistividade térmica do Solo: 1.00

Método de Referencia da Instalação (Tabela 25 NBR 14039): F

Capacidade de condução de corrente: 4 x 231 A

Fator de correção de agrupamento: 0.73

Fator de correção da temperatura: 0.93

Reatância capacitiva: 6214 ohm.km

Resistência máxima em corrente alternada: 0.0820 ohm/km


Reatância indutiva: 0.1170 ohm/km

Queda de tensão efetiva: 0.0983 %

Integ. de Joule condutor (regime adiabático): 1.81E+009 A²s

Terminal modular (TM) da PRYSMIAN recomendado: TM - 20-C-630

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian e NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 28 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR


- 20 MVA - De PN-3228 para PN-3254 - DIMENSIONAMENTO DO CABO DE 13,8kV - 4x300mm²/fase**

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0 Página: 1 29/05/2011
InterProj

Projeto Projeto_DCE_MEDIA_Tebar MT_Eletrodutos_Enterrados
Circuito: 52-X PN 3228B p/ K-0 PN-3254B Eletroduto 4" 20.000 kVA

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Em eletrodutos enterrados
Tensão de serviço:	13.8 kV
Classe de tensão:	8.7/15
Cabo:	CABO EPROTENAX CU
Material Condutor:	Cobre
Temperatura de Regime do Condutor :	90 °C
Temperatura ambiente:	30 °C
Queda de tensão máxima:	2.00 %
Corrente de projeto:	836.7 A
Fator de potência:	0.90
Resistividade térmica do solo:	2.5
Circuito comprimento:	300 m
Corrente curto circuito no condutor:	16.00 kA
Tempo corrente curto circuito no condutor:	1.0000 s
Tipo de conexão:	Prensada
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Número de condutores por fase imposto :	4
Seção nominal do condutor :	Automática
Tipo de Cabo Selecionado	Cabo Unipolar
Disposição dos Cabos	Trifólio
Numero de Ternas ou Cabos	4
Disposição dos Circuitos	Instalação Horizontal

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 29 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Valores calculados

Seção nominal dos condutores: 4 x 300 mm²

Critério de dimensionamento: Capacidade de corrente

Fator correção de resistividade térmica do Solo: 1.00

Método de Referencia da Instalação (Tabela 25 NBR 14039): F

Capacidade de condução de corrente: 4 x 231 A

Fator de correção de agrupamento: 0.73

Fator de correção da temperatura: 0.93

Reatância capacitiva: 6214 ohm.km

Resistência máxima em corrente alternada: 0.0820 ohm/km


Reatância indutiva: 0.1170 ohm/km

Queda de tensão efetiva: 0.0983 %

Integ. de Joule condutor (regime adiabático): 1.81E+009 A²s

Terminal modular (TM) da PRYSMIAN recomendado: TM - 20-C-630

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian e NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 30 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

- **4 MVA - De PN-3240 para a ETE 5330001 – Disjuntor PD-0300 - DIMENSIONAMENTO DO CABO 13,8kV - 1x150mm²/fase**

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0 Página: 1 29/05/2011

InterProj

Projeto Projeto_DCE_MEDIA_Tebar MT_eletroduto_Enterrados


Circuito: 52-2 PN-3240A Eletroduto alimentação ETE PN-5330001A PD-0300 4MVA

Projeto: Projeto_DCE_MEDIA_Tebar MT_Eletrodutos_Enterrados

Circuito: 52-2 PN-3240A p/ ETE PN-5330001A

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Em eletrodutos enterrados
Tensão de serviço:	13.8 kV
Classe de tensão:	8.7/15
Cabo:	CABO EPROTENAX CU
Material Condutor:	Cobre
Temperatura de Regime do Condutor :	90 °C
Temperatura ambiente:	30 °C
Queda de tensão máxima:	2.00 %
Corrente de projeto:	167.4 A
Fator de potência:	0.90
Resistividade térmica do solo:	2.5
Circuito comprimento:	70 m
Corrente curto circuito no condutor:	16.00 kA
Tempo corrente curto circuito no condutor:	1.0000 s
Tipo de conexão:	Prensada
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Número de condutores por fase imposto :	1
Seção nominal do condutor imposta :	150
Tipo de Cabo Selecionado	Cabo Unipolar
Disposição dos Cabos	Espaçados
Numero de Ternas ou Cabos	1

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 31 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Valores calculados

Seção nominal dos condutores: 1 x 150 mm²

Critério de dimensionamento: Capacidade de corrente

Fator correção de resistividade térmica do Solo: 1.00

Método de Referencia da Instalação (Tabela 25 NBR 14039): G

Capacidade de condução de corrente: 1 x 251 A

Fator de correção de agrupamento: 1.00

Fator de correção da temperatura: 0.93

Reatância capacitiva: 8258 ohm.km

Resistência máxima em corrente alternada: 0.1750 ohm/km


Reatância indutiva: 0.2870 ohm/km

Queda de tensão efetiva: 0.0416 %

Integ. de Joule condutor (regime adiabático): 4.54E+008 A²s

Terminal modular (TM) da PRYSMIAN recomendado: TM - 20-C-240

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian e NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 32 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

- **4 MVA – De PN-3254B para a ETE PN-5330001 – Disjuntor PD-0301 - DIMENSIONAMENTO DO CABO 13,8kV - 1x150mm²/fase**

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0 Página: 1 29/05/2011


InterProj

Projeto Projeto_DCE_MEDIA_Tebar MT_Eletrodutos_Enterrados

Circuito: K-0 PN-3254 Eletroduto alimentação ETE PN-5330001 PD-0301 4MVA

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Em eletrodutos enterrados
Tensão de serviço:	13.8 kV
Classe de tensão:	8.7/15
Cabo:	CABO EPROTENAX CU
Material Condutor:	Cobre
Temperatura de Regime do Condutor :	90 °C
Temperatura ambiente:	30 °C
Queda de tensão máxima:	2.00 %
Corrente de projeto:	167.4 A
Fator de potência:	0.90
Resistividade térmica do solo:	2.5
Circuito comprimento:	230 m
Corrente curto circuito no condutor:	16.00 kA
Tempo corrente curto circuito no condutor:	1.0000 s
Tipo de conexão:	Prensada
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Número de condutores por fase imposto :	1
Seção nominal do condutor imposta :	150
Tipo de Cabo Selecionado	Cabo Unipolar
Disposição dos Cabos	Espaçados
Numero de Ternas ou Cabos	1

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 33 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Valores calculados

Seção nominal dos condutores: 1 x 150 mm²

Critério de dimensionamento: Capacidade de corrente

Fator correção de resistividade térmica do Solo: 1.00

Método de Referencia da Instalação (Tabela 25 NBR 14039): G

Capacidade de condução de corrente: 1 x 251 A

Fator de correção de agrupamento: 1.00

Fator de correção da temperatura: 0.93

Reatância capacitiva: 8258 ohm.km

Resistência máxima em corrente alternada: 0.1750 ohm/km


Reatância indutiva: 0.2870 ohm/km

Queda de tensão efetiva: 0.1366 %

Integ. de Joule condutor (regime adiabático): 4.54E+008 A²s

Terminal modular (TM) da PRYSMIAN recomendado: TM - 20-C-240

Os resultados apresentados foram baseados nas características dos produtos fabricados pela Prysmian e NBR 14039:2005 - Instalações elétricas de média tensão de 1.0 kV a 36,2 kV

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 34 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

ANEXO C - DIMENSIONAMENTO DO BARRAMENTO DA SUBESTAÇÃO 138KV

Escolha de cabo de alumínio para barramento da subestação Tebar São Sebastião:

Para subsidiar a escolha de cabos, do ponto de vista da ampacidade dos mesmos, foram consideradas as cargas extraídas do diagrama da Transpetro. As cargas totais no diagrama são os Trafos:

• TF- 3202A	138-13,8kV	20/26,66/33,33 MVA	In máx = 140 A;
• TF- 3202B	138-13,8kV	20/26,66/33,33 MVA	In máx = 140 A;
• TF- 3217A	138-13,8kV	20/26,66/33,33 MVA	In máx = 140 A;.
• TF- 3217B	138-13,8kV	20/26,66/33,33 MVA	In máx = 140 A;.
• TF- 3218A	138-4,16kV	8/10 MVA	In máx = 41,8 A;.
• TF- 3218B	138-4,16kV	8/10 MVA	In máx = 41,8 A;.

Corrente total $I_{total} = 643,6 \text{ A}$

Foram utilizadas como referências, para a definição da ampacidade:

a) Dimensionamento por critério de corrente máxima:

Corrente total $I_{máx} = 643,6A + 10\% \times 643,6 = 708 \text{ A}$ mínimo

Tem-se o cabo ACSR Dove 556,500 cmil

Al = 0,4371 in²;


Total = 0,5083 in²;

Capacidade de corrente = 710 A;

Nº de cabos x diam Al 26 x 0,1463 in;

Nº de cabos x diam. Aço 7 x 0,1138 in;

Obs.: Ampacidade para o condutor com elevação de 40° C acima da temperatura ambiente de 40° C com vento de 0,61 m/s e fator de emissão de 0,5 sem sol;

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 35 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

b) Dimensionamento por critério de corrente de 1200 A:

Corrente total $I_{máx} = 1200$ A mínimo

Recomendaríamos o cabo AA Carnation 1,431,000 cmil

$Al = 1,124 \text{ in}^2$;

Diam = 1.379 in;

Capacidade de corrente = 1220 A;

Nº de cabos x diam Al 61 x 0,1532 in;

Obs.: Ampacidade para o condutor com elevação de 40° C acima da temperatura ambiente de 40° C com vento de 0,61 m/s e fator de emissão de 0,5 sem sol;

D) Dimensionamento de Cabo 397,5MCM ACSR pela ABB:

Utilização de dois cabos em paralelo 397,5 MCM ACSR – IBIS barra 138kV para barramento de 138kV conforme memorial de cálculo de barramento aéreo ABB Nº OB1000609 Rev. 00. Troca devido a não encontrar os cabos indicados acima no mercado no prazo necessário para a obra.

Conforme informado no memorial da TC Engenharia acima


Corrente total $I_{máx} = 2 \times 694,84A = 1.389,68$ A

$Al = 2 \times 201,21 \text{ mm}^2$;

$I_{cc} = 2 \times 20,43kA = 40,86kA$.

Demais característica do cabo conforme pag.46 referido anexo E

Conclusão: Recomenda-se utilizar cabos IBIS em paralelo atende a SE e o esquema unifilar, conforme descrito no Anexo E.

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº	MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV.	0
	TRANSPETRO			FOLHA	36 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS			COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR	

ANEXOS D - DIMENSIONAMENTO REDE ELÉTRICA INTERNA - 13,8KV

Escolha de cabo de alumínio para rede aérea da Tebar São Sebastião


Bitola (mm ²)	Ampac. (A)	Potência MVA	FP	Carga / Queda Tensão*
35	187	4,5	0,9	4MVA/ 4,4%
50	209,2	5,4	0,94	4MVA/ 1,70% PN3240A ou PN-3254 P/ ETE 5330001
70	282	6,7	0,9	
95	345	8,3	0,9	
120	401	9,6	0,9	
150	456	10,9	0,9	
185	525	12,5	0,9	10MVA/1,0% PN3240 ou PN-3254 P/ ETE 5330001
2x 185	1050	25	0,84	20MVA/ 3,2% PN3240B -> PN3254
2x 185	1050	25	0,84	20MVA/ 3,4% PN3240A -> PN3254
2x 185	1050	25	0,84	20MVA/ 5,0% PN3228A -> PN3254
240	625	14,9	0,9	
300	721	17,2	0,9	

* Valores aproximados considerado $X/R \cong 2,43$ Baseado no catálogo da Alubar

Portanto conclui-se que o cabo para linhas aéreas deverá ser de 185mm² para a rede interna da Tebar para queda tensão entre a origem de uma instalação e qualquer ponto de utilização deve ser menor ou igual a 5%, conforme item 6.2.7 da NBR 14039.

A fim de minimizar as quedas de tensões para 2% nas linhas aéreas deve-se corrigir o baxo fator de potência das cargas existentes nos cubículos e painéis fora desse escopo de estudo, como mencionado no documento CÁLCULO DE FLUXO DE POTÊNCIA E QUEDA DE TENSÃO P/CARGAS EM REGIME Nº MC-4250.01-5142-700-ABF-006=2 temos:

- Utilizar nos tranformadores o TAP no valor mais próximo da tensão de chegada.
- Utilizar equipamentos reguladores de tensão para compensar a queda de tensão (ex.: transformadores MT com LTC sob carga na MT);
- **Utilizar bancos de capacitores na Média Tensão.**
- **Utilizar bancos de capacitores automaticos na Baixa Tensão.**

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 37 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

ANEXOS E - DIMENSIONAMENTO CABO - AÉREO 138KV SE TEBAR

I – Objetivo

Este documento descreve a memória de cálculo de dimensionamento dos barramentos dos vãos de linha e transformação do setor 138 kV da subestação SE TEBAR – 138/13,8/4,16 kV – 119 MVA, de propriedade da PETROBRÁS, no município de São Sebastião – SP, sob a análise de atestar o perfeito funcionamento da subestação, em sua capacidade total, utilizando-se o cabo ACSR 397,5MCM – IBIS para os vãos de linha e de transformação da subestação em substituição ao cabo CA 1431MCM - CARNATION.

II – Limites Térmicos

Para o dimensionamento dos condutores foram admitidos três limites máximos admissíveis de temperatura, os quais caracterizam as condições de operação em regime normal, em regime de emergência e durante um curto-circuito.

II.1 – Limite Térmico em Regime Normal

A temperatura máxima admissível dos condutores em regime normal é função da temperatura admissível nos terminais dos equipamentos. Assim, em regime normal de operação, a temperatura dos condutores não deve ultrapassar o limite máximo dos equipamentos nos quais os barramentos são conectados.

Conforme norma NEMA SG-1, a elevação da temperatura dos conectores não deve exceder a elevação de temperatura dos condutores e a temperatura do condutor não deve exceder 70°C (elevação de 40°C sobre 30°C ambiente), em regime normal. Portanto, para os barramentos flexíveis foi adotado o limite máximo de 70°C em regime normal, para evitar que os condutores dos barramentos transmitam calor que resulte em temperaturas excessivas nos terminais dos equipamentos.


O Limite máximo de temperatura em regime normal poderá ser excedido em condições de emergência.

II.2 – Limite Térmico em Regime de Emergência

A temperatura máxima admissível dos condutores em regime de emergência depende das características mecânicas dos condutores quando submetidos a temperaturas excessivas de operação, assim como depende do limite máximo admissível de temperatura em regime de emergência nos terminais dos equipamentos, aos quais os barramentos são conectados. Assim, em regime de emergência, a temperatura máxima de operação dos condutores deve ser convenientemente limitada, de modo a não permitir redução das características mecânicas dos condutores, como também, não ultrapassar o limite máximo admissível de temperatura dos terminais dos equipamentos.

No que diz respeito à temperatura máxima admissível, nos terminais dos equipamentos, deve-se notar que as normas IEC-265 e ANSI C37.30 estabelecem em 90°C a temperatura máxima admissível nos terminais de chaves seccionadoras com conexões aparafusadas. A norma IEC 56-2 também estabelece em 90° C a temperatura máxima admissível nos terminais de disjuntores com conexões aparafusadas.

Considerando-se a temperatura máxima admissível nos terminais dos equipamentos, assim como o limite de temperatura sem redução de características mecânicas dos condutores, foi adotada a

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 38 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

temperatura de 80°C como limite máximo admissível em regime de emergência nos condutores dos barramentos.

II.3 – Limite Térmico durante Curto Circuito

A temperatura final do condutor durante um curto-circuito não deve ultrapassar a 200°C, conforme recomendações do CIGRE.

Os barramentos das subestações devem ser projetados para suportar durante o tempo de 1 segundo a corrente de curto-circuito.

III – Correntes Nominais do Sistema

As correntes nos barramentos de 138 kV da subestação foram obtidas a partir da soma das potências nominais de todos os transformadores. Assim, foi considerada a condição de 100% de carregamento do transformador. As correntes são apresentadas na tabela abaixo:

De acordo com a tabela apresentada, a capacidade total de geração conectada ao barramento de 138 kV é de 119 MVA.

Potência do Transformador (MVA)	Corrente nominal (A)
	138 kV
119,0	498 A

IV – Curto Circuito

Para este estudo, será apresentado no decorrer desta memória, a suportabilidade máxima de curto circuito para os cabos adotados para os vãos de linha e transformação – ACSR 397,5MCM – IBIS.


V – Dimensionamento dos Condutores Flexíveis

V.1 –Barramento aéreo 138 kV

V.1.1 – Dimensionamento Térmico

A corrente máxima em regime normal ou de emergência é aquela que resulta da temperatura máxima admissível do condutor, considerando-se a temperatura máxima ambiente, a quantidade de calor absorvida devido à radiação solar, a quantidade de calor dissipada por convecção e por radiação.

A elevação de temperatura em um condutor depende do equilíbrio entre a absorção de calor por radiação solar e a dissipação de calor radiação da superfície do condutor e convecção devido ao fluxo de ar ambiente. A temperatura do condutor se eleva até um valor onde a quantidade de calor absorvida é igual à quantidade de calor dissipada.

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 39 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Os critérios básicos para a determinação da corrente máxima são caracterizados abaixo e todas as fórmulas foram baseadas na norma IEEE 738 -2006:

- Temperatura ambiente:
Foi adotada a temperatura de 30°C
- Temperatura do condutor:
Foi adotada a temperatura máxima de 70°C
- Altitude:
Foi adotada a altitude máxima de 980m
- Dissipação do calor por convecção:
Esta dissipação de calor depende do vento transversal para o qual foi adotado o valor de 0,61m/s (2 pés/seg).

$$q_{c1} = \left[1.01 + 0.0372 \left(\frac{D p_f V_w}{\mu_f} \right)^{0.52} \right] k_f K_{angulo} (T_c - T_a) \quad (\text{eq.1})$$

$$q_{c2} = \left[0.0119 \left(\frac{D p_f V_w}{\mu_f} \right)^{0.6} \right] k_f K_{angulo} (T_c - T_a) \quad (\text{eq.2})$$

Onde,


q_{c1} , q_{c2} , q_c = dissipação de calor por convecção
D = diâmetro do condutor (em mm)
 p_f = densidade do ar
 V_w = velocidade do ar que insere sobre o condutor
 μ_f = viscosidade dinâmica do ar
 k_f = condutividade térmica do ar na temperatura T_{film}
 K_{angulo} = fator de direção do vento
 T_c = temperatura do condutor
 T_a = temperatura ambiente

A equação 1 é aplicada a baixas velocidades de vento e a equação 2 aplica-se a altas velocidades de vento. A dissipação de calor por convecção utilizada é a de maior valor.

$$K_{angulo} = 1.194 - \cos(\phi) + 0.194 \cos(2\phi) + 0.368 \sin(2\phi) \quad (\text{eq.3})$$

Para o ângulo de incidência do vento foi adotada a condição mais desfavorável, que corresponde a $K_{angulo} = 1$

$$T_{film} = \frac{T_c + T_a}{2} \quad (\text{eq.4})$$

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 40 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Dados:

$D = 19,88 \text{ mm}$ (Tabela 1)

$T_c = 70^\circ\text{C}$

$T_a = 30^\circ\text{C}$

$T_{film} = 50^\circ\text{C}$

$P_f = 1,0925$ (calculado de acordo com IEEE std 738-2006 – item 3.5)

$\mu_f = 0,0000195 \text{ Pa.s}$ (calculado de acordo com IEEE std 738-2006 – item 3.5)

$k_f = 0,02792 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$ (calculado de acordo com IEEE std 738-2006 – item 3.5)

$V_w = 0,61 \text{ m/s}$

Cálculo:

$q_{c1} = 51,7352 \text{ W/m}$

$q_{c2} = 48,2967 \text{ W/m},$

Logo,

$q_c = q_{c1} = 51,7352 \text{ W/m}$

- Dissipação do calor por radiação:

A dissipação por radiação depende das condições da superfície do condutor, ou seja, depende do fator de emissividade para o qual foi adotado o valor de 0,5, geralmente utilizado na prática, e que representa um valor médio entre os valores estabelecidos para o condutor novo (0,23) e o condutor velho (0,90).

$$q_r = 0.0178 D \varepsilon \left[\left(\frac{T_c + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_a + 273}{100} \right)^4 \right] \quad (\text{eq.5})$$

Onde,

q_r = dissipação de calor por radiação

ε = fator de emissividade = 0,5

Dados:

$D = 19,88\text{mm}$ (Tabela 1)

$T_c = 70^\circ\text{C}$


$T_a = 30^\circ\text{C}$

$\varepsilon = 0,5$

Cálculo:

$q_r = 12,13 \text{ W/m}$

- Absorção do calor devido ao sol:

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 41 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

O aquecimento de um condutor devido à incidência de energia solar depende das condições de sua superfície, ou seja, depende do coeficiente de absorção que varia de 0,23 a 0,95 e se referem ao condutor novo (superfície “brilhante”) e condutor velho (superfície “escura”), respectivamente. Foi considerado o valor médio de 0,5.

Para o ângulo de incidência dos raios solares foi adotada a condição mais desfavorável, que corresponde ao ângulo de 90°.

$$q_s = \alpha D \cdot 1000 \cdot \sin(\theta) \quad (\text{eq.6})$$

Onde,
 q_s = absorção de calor por aquecimento solar
 α = fator de absorção solar = 0,5

Dados:
D = 0,0198 m (Tabela 1)
 α = 0,5
 θ = 90°

Cálculo:
 $q_s = 12,58 \text{ W/m}$

- Cálculo da corrente:

$$I = \sqrt{\frac{q_c + q_r - q_s}{R(T_c)}} \quad (\text{eq.7})$$

Onde,
I= corrente de balanço térmico do condutor
R(Tc)= resistência elétrica em CA para temperatura Tc


$$R(T_c) = R(20) + \left(\frac{R(75) - R(20)}{75 - 20} \right) \cdot (T_c - 20) \quad (\text{eq.8})$$

Dados:
R(20)= 0,0884 E-3 Ohm/m (Tabela 1)
R(75)= 0,108 E-3 Ohm/m (Tabela 1)

Cálculo:
R(Tc)= R(70)= 1,062 E-4 Ohm/m

I= 694,84 A

No Anexo I encontram-se as tabelas com os dados do cabo ACSR 397,5 MCM (26/7) “IBIS”.

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 42 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

O barramento para os vãos do setor 138 kV, composto por um cabo por fase, ACSR 397,5 MCM, de acordo com os dados de ampacidade da tabela 1 do anexo 1 (para cabo de alumínio) e dos cálculos apresentados no item anterior, mostraram-se apropriados para a condução total da corrente em regime normal (70°C).

V.1.3 – Dimensionamento em função da Corrente de Curto Circuito

A corrente máxima de curta duração suportável pelo cabo condutor pode ser obtida da seguinte fórmula:

$$I = A \cdot \sqrt{\left[\left(\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r} \right) \ln \left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a} \right) \right]} \quad (\text{eq.9})$$

Onde,


I = corrente eficaz que percorre o cabo, em kA
A = área de seção nominal do cabo, em mm²
T_m = temperatura máxima permitida para o material, em °C
T_a = temperatura ambiente = 30°C
 α_r = coeficiente térmico de resistividade para temperatura de referência = 0,00347°C⁻¹
 ρ_r = resistividade do solo para temperatura de referência = 3,28uΩ.cm
K₀ = coeficiente térmico de condutividade para temperatura de referência = 268 °C
t_c = duração do curto circuito, em s
TCAP = capacidade térmica por unidade de volume do material = 2,60 J/cm³.°C para cabo de alumínio.

Todos esses coeficientes foram obtidos da Tabela 1 da norma IEE Std 80-2000, para o material alumínio apropriado.

Foram feitas as seguintes considerações:

A corrente de curto durante um efeito irá circular pela parte de alumínio do cabo ACSR. Devido a isto, o valor da seção nominal só levou em consideração a área do alumínio. Todos os coeficientes utilizados foram próprios do alumínio.

Dados para o cabo ACSR 397,5 MCM – “IBIS” – BARRA 138 kV:
A = 201,21 mm²
K₀ = 268 °C
T_m = 200
T_a = 30
 α_r = 0,00347°C⁻¹
 ρ_r = 3,28uΩ.cm
TCAP = 2,60 J/cm³.°C
t_c = 1 s

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 43 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

Logo, temos para o cabo:

$I = 20,43 \text{ kA}$

De posse destes dados, verificamos que o cabo de alumínio nu, 397,5MCM IBIS, está adequado e suporta de maneira satisfatória os níveis de curto previstos para o barramento 138 kV.

Na barra principal, a utilização de dois cabos 397,5MCM por fase, com continuidade garantida pelos conectores e espaçadores garante a distribuição igualitária de corrente de curto circuito para os dois cabos, elevando, portanto, a suportabilidade dos barramentos para 40,86kA

VII – Conclusão

Para a potência total dos transformadores (119,0 MVA), a utilização do cabo ACSR 397,5MCM para os vãos de linha e transformação mostrou-se satisfatória para aos requisitos abordados neste memorial de cálculo, salvo se existe alguma exigência técnica de dimensionamento térmico ou por curto-circuito diferente dos dados utilizados neste dimensionamento.


Para atender ao critério de condução de corrente do barramento principal em 1200 A, recomendamos a utilização de dois cabos ACSR 395,7MCM por fase.

Como demonstrado neste memorial, a capacidade de condução de corrente para o cabo ACSR 397,3MCM, para as condições de instalação da SE TEBAR, é de 694,84 A. Assim, utilizando dois cabos por fase, a ampacidade do barramento será de 1389,68 A, sendo este valor superior à corrente nominal das Barras “A” e “B”, e a corrente de curto-circuito de 40,86 kA superior ao valor de 30,5kA conforme solicitado no edital (ver DE-4250.01-5142-PEN-001=B.pdf).

Colocamo-nos a disposição para atender a quaisquer esclarecimentos futuros.

Atenciosamente,

TC ENGENHARIA LTDA
CREA-GO 3217/RF
Eng. Carlos Vicente Méndez Rodríguez
carlos@tceng.com.br

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 44 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS		COPRPORATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR

VIII – Referências Bibliográficas

[1] Norma NEMA SG-1.

[2] CIGRE. *General Guidelines for the Design of Outdoor A. C. Substations*. Paris: CIGRE, 1992.

[3] “*Study and Conclusion from the Results of the Enquiry on the Thermal and Dyanamic Effects of Heavy Short circuit Currents in High Voltage Substation*” – Revista Electra nº12.

[3] “*Aluminum Electric Conductor Handbook*” – Aluminum Association – ALCOA, 3ª edição, 1989.

[4] K.S. Araújo, J.M. Bressane, L.J. Pinto, R.L. Bruzzi, D.J. Lobley – Grupo de Estudos Monasa/Themag – PTEL, “Projeto Eletromecânico dos Barramentos 800 kV das Subestações do Sistema de Itaipu” – IV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Grupo VIII, Rio de Janeiro – RJ – Brasil, 1977.

[5] Capacidade de condução de corrente em cabos de alumínio – disponível em www.nexans.com.br.

[6] CIGRE INTERNATIONAL CONCIL ON LARGE ELECTRIC SYSTEMS. “*Thermal Behavior of Overhead Conductor*”. Revista Electra, nº 144, seções 1 e 2, 1992.

[7] Prof. C. S. Indulkor, Fellow – “*Monte Carlo Analysis of Corona and Radio Noise in EHV Transmission Lines*”.


[8] IEEE *Standard for Calculating the Current – Temperature of Bore Overhead Conductors* – IEEE Power Engineering Society – IEEE Std 738 – 2006.

[9] F. W. Peek, (Jr). “*Dielectric Phenomena in High Voltage Engineering.*” McGraw-Hill, New York, 1929.

[10] Camargo, José Roberto e Fernandes Neto, Cantídio – Centrais Elétricas de Goiás S.A. – CELG, MAIN Engenharia S.A. – Barramentos em tubos de alumínio – IV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – Grupo VIII – Subestações (GSE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1977.

[11] CIGRE *Working Group 23.03. The Mechanical Effects of Short-Circuit Currents in Open Air Substations (part 2)*. Paris: v.214, 2002.

[12] *Short-circuit currents – Calculation of effects. Part 1: Definitions and calculation methods – International Standard IEC 865-1, Second edition, 1993.*

	MEMÓRIAL DE CÁLCULO	Nº MC-4250.01-5142-912-ABF-003	REV. 0
	TRANSPETRO		FOLHA 45 de 45
	TÍTULO: MEMÓRIA DE CÁLCULO DE CABOS	COPRPRATIVO ENGENHARIA/IETEG/IETR	

IX – Anexos

Tabela 1 – Dados do Cabo ACSR 397,5 MCM – “IBIS”

Características construtivas	
Tipo de condutor	Circular, encordoados
Material do condutor	Alumínio / Alma de Aço
Tipo de cabo	Ibis
Características dimensionais	
Bitola	397,5mcm (kcmil)
Seção transversal de alumínio	201,21mm²
Seção transversal do condutor	234mm²
Número de fios de alumínio	26.0
Diâmetro dos fios de alumínio	3,139mm
Número de fios de aço	7.0
Diâmetro dos fios de aço	2,441mm
Diâmetro da alma de aço	7,32mm
Diâmetro do condutor	19,9mm
Raio médio geométrico	0,00807m
Peso nominal do Alumínio (aprox.)	557,5kg/km
Peso nominal do aço (aprox.)	225,9kg/km
Massa aproximada	813,3kg/km
Características elétricas	
Resistência elétrica máxima CC a 20°C	0,144Ohm/km
Resistência elétrica máxima CA 60Hz 75°C	0,172Ohm/km
Reatância indutiva	0,3635Ohm/km
Reatância capacitiva	0,2201MOhm.km
Ampacidade	590,0A *
Características mecânicas	
Carga de ruptura (Classe A)	7394kgf
Carga de ruptura (Classe B)	7170kgf
Têmpera	1350-H19
Características de utilização	
Lance nominal	1670m
Peso líquido da bobina	1360.0kg
Acondicionamento	Bobina 125/100

* Ampacidade fornecida para a temperatura do condutor de 75°C, temperatura ambiente de 25°C e velocidade do vento de 1m/s com sol, indicada pelo fabricante.

Fonte: Tabela de fabricante do cabo – www.nexans.com.br