PETROBRAS	MEMÓRIA DE CÁLCULO	N°: MC-4300.03-6500-721-PTD-001	
	CLIENTE: TP/DDT/DTSSPCO/UO-SPPCO/CO/S		FOLHA: 1 de 11
	PROGRAMA:		INTEGRA - 3294
	ÁREA: REPLAN - REFINARIA PLANALTO		-
	TÍTULO: CONDUTORES ELÉTRICOS - RECUPERAÇÃO DA TERCEIRA BOMBA OPASA16		TP/DDT/ENGDT/PPL/DPL2/DP3
			INTERNA

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
#1	1ª VERSÃO PRELIMINAR, EFETUADA ANTES DA EMISSÃO ORIGINAL (REV. 0).

	REV.#1	REV. A	REV. B	REV.C	REV. D	REV. E
DATA	16/10/2025					
EXECUÇÃO	E. SANTOS					
VERIFICAÇÃO	E. ARAÚJO					
APROVAÇÃO	R. SANTOS					

DE ACORDO COM A DI-1PBR-00337, AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-381-REV.M.

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 3

2 NORMAS TÉCNICAS 3

2.1 NORMAS PETROBRAS 3

2.2 NORMAS ABNT 4

2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS 4

2.4 OUTRAS 4

3 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES 5

4 MÉTODOS UTILIZADOS OU SOFTWARES 5

5 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO 5

5.1 CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE 6

5.2 QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL 6

5.3 CAPACIDADE DE CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO 7

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS 8

6.1 PREMISSAS PARA CABOS DE BAIXA TENSÃO 8

7 CONCLUSÃO 9

A ANEXO – RESULTADO DOS CÁLCULOS DO SOFTWARE 10

A.1 CIRCUITO ALIMENTADOR DA BOMBA B-4082C M-102-3” e M-102A-3” 10

1 OBJETIVO

Esta memória de cálculo tem como finalidade dimensionar os condutores elétricos para prover alimentação de força para o motor da bomba B-4082C, da TRANSPETRO, no Terminal terrestre da REPLAN em Paulínia - SP.

2 NORMAS TÉCNICAS

Deverão ser observadas as prescrições, indicações e normas aplicáveis listadas nessa especificação, sendo que a relação citada não desobriga o uso de outras normas pertinentes aos materiais envolvidos.

Cabe a empresa executante utilizar as recomendações, instruções e especificações dos fabricantes dos materiais e/ou especificações técnicas de projeto, em sua aplicação e/ou na realização dos serviços, além de observar os dispositivos aplicáveis da Legislação vigente (Federal, Estadual e Municipal), relativos a materiais, segurança, proteção, instalação e demais aspectos de construção. Seguir e respeitar desenhos, tabelas, especificações e demais documentos integrantes do projeto.

Qualquer divergência entre as normas aplicáveis e/ou demais documentos em relação aos serviços objeto deste Memorial, casos de omissão das normas ou casos sem cobertura de norma, deverão ser comunicados a TRANSPETRO que avaliará o caso.

2.1 NORMAS PETROBRAS

- N-0316 – Painel de Baixa Tensão – Centro de distribuição de carga;
- N-317 – Painel de média Tensão
- N-0381 – Execução de Desenhos e outros Documentos Técnicos em Geral;
- N-0898 – Símbolos Gráficos e Designações para Diagramas Elétricos;
- N-1600 – Construção, montagem e comissionamento de redes elétricas;
- N-1614 – Construção, Montagem e Condicionamento de Equipamentos Elétricos;
- N-1710 – Codificação de Documentos Técnicos de Engenharia;
- N-1997 – Redes Elétricas em Sistemas de Bandejamento para Cabos – Projeto, Instalação e Inspeção;
- N-2040 – Elaboração, Apresentação e Gerenciamento de Documentos de Projetos de Eletricidade.

2.2 NORMAS ABNT

- ABNT NBR 5175 Números das funções dos dispositivos de manobra, controle e proteção de sistemas de potencia
- NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 7288 - Cabos de Potência com Isolação Sólida Extrudada de Cloreto de Polivinila (PVC) ou Polietileno (PE) para Tensões de 1 a 6 kV;
- NBR-14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão;
- NBR-11301 – Cálculo da capacidade de condução de corrente de condutores isolados em regime permanente (fator 100%);
- NBR IEC 60529 - Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP);
- NBR IEC 62271-200 - Conjunto de Manobra e Controle de Alta-Tensão - Parte 200: Conjunto de Manobra e Controle de Alta-Tensão em Invólucro Metálico para Tensões Acima de 1 kV até e inclusive 52 kV.

2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS

- NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI;
- NR 7 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO;
- NR 9 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais;
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 15 - Atividades e Operações Insalubres;
- NR 17 – Ergonomia;
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- NR 20 - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis;
- NR 23 - Proteção Contra Incêndios;
- NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho;
- NR 25 - Resíduos Industriais;
- NR 26 - Sinalização de Segurança.

2.4 OUTRAS

- Catálogo de Condutores – Baixa Tensão – Prysmian.

As Normas Técnicas relacionadas acima deverão ser utilizadas no todo ou em parte, sempre que necessário, para completo atendimento das especificações e exigências relativas ao projeto, assim como todas as Normas Técnicas não relacionadas e aplicáveis ao serviço.

3 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- DE-4300.03-6500-946-PTD-002 – DIAGRAMA UNIFILAR
- LI-4300.03-6500-720-PTD-002 – LISTA DE CARGAS ELETRICAS
- LI-4300.03-6500-721-PTD-001 – LISTA DE CABOS ELETRICOS

4 MÉTODOS UTILIZADOS OU SOFTWARES

Foram utilizados os seguintes métodos:

- “software” DCE 4.0 (Dimensionamento de cabos elétricos MT) da Prysmian, para cálculo do cabo por capacidade de condução de corrente, queda de tensão e proteção contra sobrecargas.

O software DCE realiza a análise do dimensionamento dos condutores através de critérios que satisfaçam as condições normativas, realizando a análise da secção mínima dos condutores e limite de queda de tensão nos circuitos terminais, através do fator de temperatura e agrupamento. Além de analisar a capacidade dos dispositivos de proteção e contra sobrecarga e, por tempo limitado, a capacidade de condução de corrente de curto-circuito, que é presumido nos pontos terminais do circuito. Para o cálculo do curto-circuito, o software leva em consideração a impedância do cabo (Rca+XL) e o tempo de atuação da proteção.

5 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Como informado no item 5.1 o dimensionamento dos condutores elétricos foi executado no software DCE Prysmian 4.0, e os valores obtidos encontram-se nos anexos, ao final deste documento.

Para o dimensionamento dos cabos de força foram adotados os critérios descritos a seguir, prevalecendo o que conduzir à seção de condutor mais elevada:

- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão em regime;

- Nível de curto-circuito.

Para o dimensionamento dos cabos de força foram observados, também, os seguintes fatores de correção, técnicos e de instalação:

- Condições ambientais (temperatura, umidade etc.)
- Condições de instalação (embutido, aparente, subterrâneo, quantidade de circuitos, agrupamento etc.)
- Solicitações mecânicas (vibração, choques etc.)
- Mínima seção normalizada (curto-circuito nos pontos de suprimento e harmônicos).

5.1 CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

A corrente de dimensionamento será obtida a partir da seguinte equação:

$$I_{\dim} = \frac{I_n}{F_t \times F_a \times F_{resist}} \times F_{sobr.}$$

Onde:

$I_{\dim}$ - Corrente de dimensionamento;

I_n - Corrente nominal;

F_a - Fator de agrupamento;

F_t - Fator de correção de temperatura;

F_{resist} - Fator de resistividade térmica do solo;

$F_{sobr.}$ - Fator de sobrecarga.

5.2 QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL

A queda de tensão para regime contínuo, em sistemas trifásicos, será determinada pela equação abaixo:

$$\Delta V = \left(\sqrt{3} \times I \times (R\cos\varphi + Xsen\varphi) \times L\right) / N$$

Onde:

ΔV - Queda de tensão em V;

L - Comprimento do circuito em km;

I - Corrente nominal em A;

X - Reatância indutiva do cabo em Ω/km;

R - Resistência ôhmica do cabo em Ω/km;

$\cos\varphi$ - Fator de potência da carga em operação nominal;

N - Número de condutores por fase

Os valores de resistência e reatância dos cabos foram obtidos da Tabela 1 abaixo.

seção (mm²)	R_{cc} (A)	condutos não-magnéticos (B) circuitos FN/FF/3F	
		R_{ca}	X_L
(1)	(2)	(3)	(4)
1,5	12,1	14,48	0,16
2,5	7,41	8,87	0,15
4	4,61	5,52	0,14
6	3,08	3,69	0,13
10	1,83	2,19	0,13
16	1,15	1,38	0,12
25	0,73	0,87	0,12
35	0,52	0,63	0,11
50	0,39	0,47	0,11
70	0,27	0,32	0,10
95	0,19	0,23	0,10
120	0,15	0,19	0,10
150	0,12	0,15	0,10
185	0,099	0,12	0,094
240	0,075	0,094	0,098
300	0,060	0,078	0,097
400	0,047	0,063	0,096
500	0,037	0,052	0,095
630	0,028	0,043	0,093
800	0,022	0,037	0,089
1000	0,018	0,033	0,088

NOTAS:
A) Resistência elétrica em corrente contínua calculada a 70 °C no condutor.
B) Válido para condutores isolados, cabos unipolares e multipolares instalados em condutos fechados não-magnéticos.

Tabela 1 – Resistências Elétricas e Reatâncias Indutivas de Fios e Cabos Isolados em PVC, EPR e XLPE em Condutos Fechados para baixa tensão (Valores em Ω/km) – Tabela da Prysmian

5.3 CAPACIDADE DE CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO

Onde:

$$S \geq \frac{Icc \times (Te)^{1/2}}{0{,}34 \times \left(\log\left(\frac{234 + Tf}{234 + Ti} \right) \right)^{1/2}}$$

S - Área do condutor em mm²;

Icc - Máxima corrente de curto-circuito na Instalação em kA;

Te - Tempo de duração da falta em seg.;

Tf - Temperatura máxima de curto-circuito em °C:

160°C para cabos de PVC;

250°C para cabos de EPR.

Ti - Temperatura máxima admissível do condutor em regime em °C:

70°C para cabos de PVC;

90°C para cabos de EPR.

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

6.1 PREMISSAS PARA CABOS DE BAIXA TENSÃO

- A seção mínima para os condutores de circuitos de força, iluminação e controle deve ser 2,5mm², e a seção máxima deve ser 240 mm².
- A temperatura ambiente considerada foi de 40ºC, desta forma foi adotado o fator de correção para cabos com isolação em HEPR de 0,91, conforme a tabela 40 da NBR 5410.
- As bitolas mínimas dos condutores de força devem ser fixadas com base nos níveis de curto-circuito nos pontos de suprimento, tipo de proteção utilizada, queda de tensão e capacidade de condução de corrente.
- Os níveis de curto-circuito utilizados para o cálculo dos alimentadores das cargas foram calculados considerando o nível de curto no painel alimentador e o cabo alimentador das cargas. Para cálculo dos níveis de curto-circuito considerar 10kA e impedância da fonte de 8%.
- Não está sendo considerada a redução do condutor neutro por não haver estudo das taxas de terceira harmônica do sistema.
- No dimensionamento dos condutores para as cargas estáticas foi considerada a queda de tensão máxima admissível de 4%.
- A metragem de cabo considerada é para o pior caso, dado que o circuito é fracionado nas cargas.

7 CONCLUSÃO

A seguir, tem-se a tabela resumo do dimensionamento realizado:

ORIGEM	CIRCUITO	DESCRIÇÃO	TENSÃO (V)	CONDUTOR
PN-4851	M-102-3”	Alimentação da bomba B-4082C	2400V	3x1/c 185mm²
PN-4851	M-102ª-3”	Alimentação da bomba B-4082C	2400V	3x1c/ 185mm²

A ANEXO – RESULTADO DOS CÁLCULOS DO SOFTWARE

A.1 CIRCUITO ALIMENTADOR DA BOMBA B-4082C M-102-3” e M-102A-3”

Conclusão: Foram adotados cabos de seção de **6 x 1/c 185 mm², 3F,** classe de tensão 3,6/6 kV, unipolar, isolação em EPR e capa externa em PVC, que atendem satisfatoriamente ao critério capacidade de corrente.

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 4.0

Projeto : Projeto_DCE_MEDIA_B-4082C
Circuito : PN-4851-01F(2)

Dados de entrada

Maneira de instalar:	Diretamente enterrado
Tensão de serviço:	2.4 kV
Classe de tensão:	3.6/6
Cabo:	CABO EPROTENAX CU
Material Condutor:	Cobre
Temperatura de Regime do Condutor :	90 ºC
Temperatura ambiente:	30 °C
Queda de tensão máxima:	4.00 %
Corrente de projeto:	441.0 A
Fator de potência:	0.84
Resistividade térmica do solo:	2.5
Circuito comprimento:	50 m
Corrente curto circuito no condutor:	33.00 kA
Tempo corrente curto circuito no condutor:	0.5000 s
Tipo de conexão:	Prensada
Fator de correção de agrupamento :	Automático
Número de condutores por fase :	Automático
Seção nominal do condutor :	Automática
Tipo de Cabo Selecionado	Cabo Unipolar
Disposição dos Cabos	Trifólio
Numero de Ternas ou Cabos	2

Valores calculados

Seção nominal dos condutores:	2 x 185 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:	2 x 240 A
Fator de correção de agrupamento:	0.83
Fator de correção da temperatura:	0.93
Reatância capacitiva:	5413 ohm.km
Resistência máxima em corrente alternada:	0.1300 ohm/km
Reatância indutiva:	0.1180 ohm/km
Queda de tensão efetiva:	0.1378 %
Integ. de Joule condutor (regime adiabático):	6.90E+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