



APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE ITAIPU

RELATÓRIO Nº

2534.10.0300P ROC

SUBESTAÇÃO DA MARGEM DIREITA

MEMÓRIA DE CÁLCULO

SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

MARÇO/81

 ITAIPU BINACIONAL	ARQUIVO TÉCNICO EN.DT/ENC.DT/ENCA.DT
<p align="center">ANEXO PERTENCENTE AO ARQUIVO TÉCNICO</p> <p>REF.: <u>CRT- 17823</u> DATA: <u>03/04/81</u></p> <p>ARQ.: <u>2534 - 10 - 0300 - P-ROC</u></p>	
Observações:	

IECO-elc

COORDENADOR
PROJETO ITAIPU

Folha: I de _____

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: AS

Data: 29/1/81

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

Conferido: _____

Data: _____

REVISÕES

Nº

DATA

DESCRIÇÃO

0A

NOVEMBRO 80

PRIMEIRA EMISSÃO

0B

JANEIRO 81

REVISÃO GERAL
FLS. 3 a 35

0C

MARÇO 81

REVISÃO FLS. 3 A 15,
24 A 29, 32 e 33,
capa e folha I

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: MB

Data: 21/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: M

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR.

INDICE

<u>ITEM</u>	<u>ASSUNTO</u>	<u>PÁG. N.º</u>
1.	- REFERÊNCIAS	1
2.	- DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS EXPOSTAS DOS EQUIPAMENTOS PROTEGIDOS	1
3.	- DETERMINAÇÃO DA VAZÃO	3
4.	- DIMENSIONAMENTO DA REDE E SELEÇÃO DO GRUPO MOTO-BOMBA	4
5.	- DIMENSIONAMENTO DO TANQUE HIDROPNEUMÁTICO (THP)	9
6.	- DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO E SELEÇÃO DAS BOMBAS DO THP	24
7.	- COMPRESSOR DE AR	30
8.	- ISOMÉTRICOS	32

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *[assinatura]*

Data: 3/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO C. INC

Conferido: *[assinatura]*

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

I - DIMENSIONAMENTO PRELIMINAR DO GRUPO MOTO BOMBA PARA O SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INCENDIO

1 - REFERÊNCIAS:

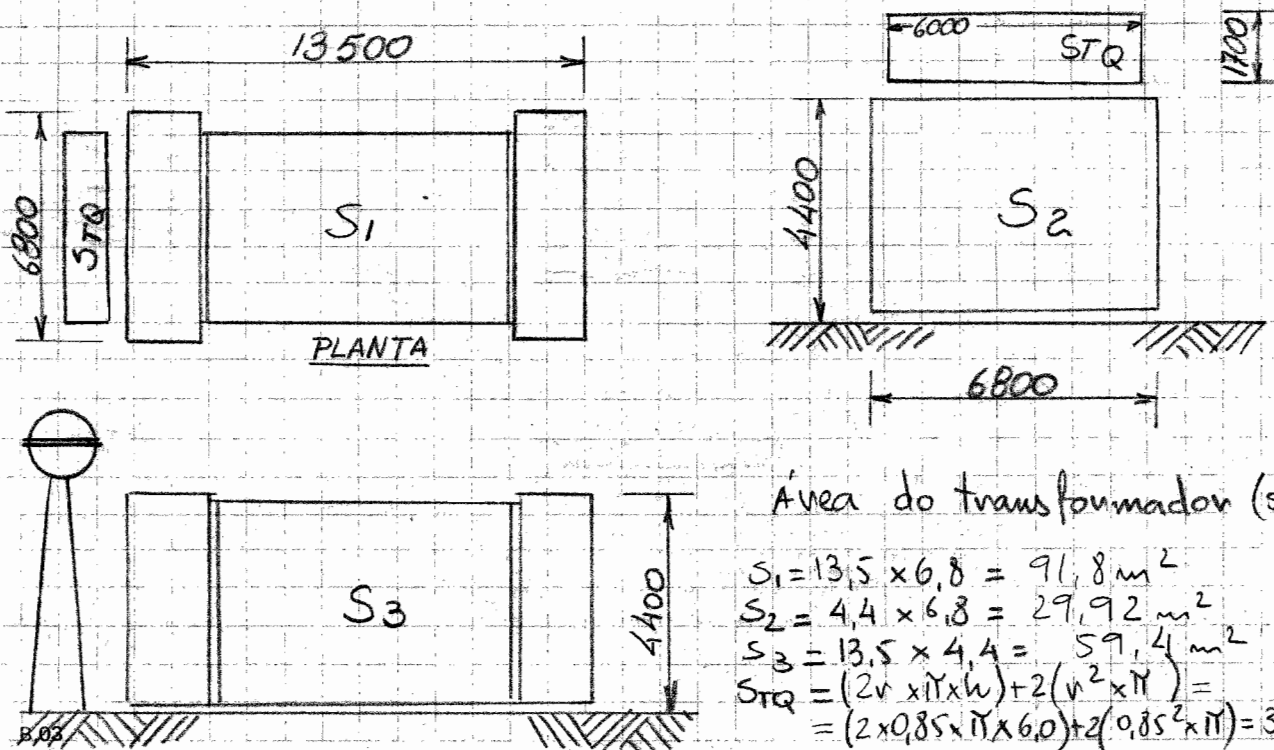
- 1 - NORMA ABNT NB-24 e NB-92
- 2 - FIRE PROTECTION HANDBOOK
- 3 - NFC - VOLUMES 6 e 7 (NATIONAL FIRE CODE)
- 4 - CAMERON HYDRAULIC DATA
- 5 - CATALOGOS DE FABRICANTES - WORTHINGTON, KSB, SAAB-SCANIA, MARK - INGERSOLL RAND-STOLTZ.
- 6 - ISOMÉTRICO DA INSTALAÇÃO (ANEXOS)
- 7 - DESENHOS: 2534-DI-0001-P; 6452-DI-0301-P
BTT-0 305864,

2 - DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS EXPOSTAS DOS EQUIPAMENTOS PROTEGIDOS

2.1 Transformador trifásico 500/220 KV

Desenho de referencia: Brown Boveri - Tusa

Nº BTT-0 305864



Área do transformador (st 500)

$$\begin{aligned}
 S_1 &= 13,5 \times 6,8 = 91,8 \text{ m}^2 \\
 S_2 &= 4,4 \times 6,8 = 29,92 \text{ m}^2 \\
 S_3 &= 13,5 \times 4,4 = 59,4 \text{ m}^2 \\
 STQ &= (2v \times \pi \times h) + 2(\pi^2 \times r) = \\
 &= (2 \times 0,85 \times \pi \times 6,0) + 2(0,85^2 \times \pi) = 36,58 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: ~~AB~~

Data: 3/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO C. INC

Conferido: ~~MM~~

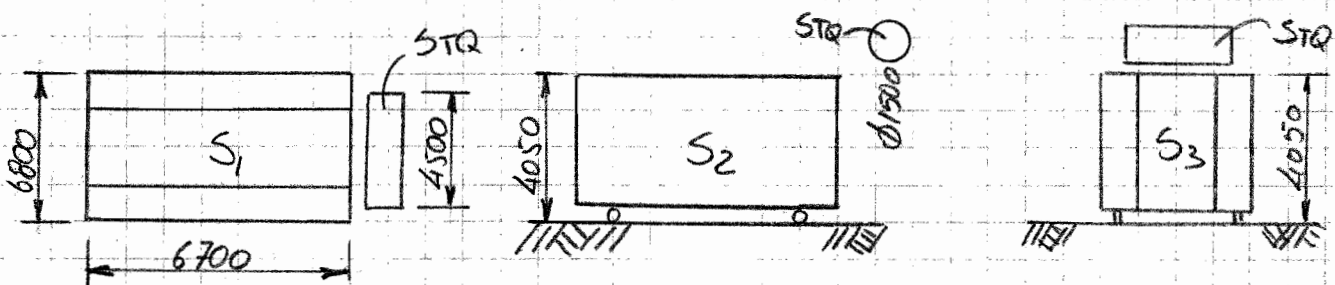
Data: 14-01-81

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

$$\therefore ST_{500} = S_1 + 2 \times S_2 + 2 \times S_3 + STQ$$

$$\therefore ST_{500} = 91,8 + 2 \times 29,92 + 2 \times 59,4 + 36,58 = 307 \text{ m}^2 \quad \therefore ST_{500} = 3300 \text{ ft}^2$$

2.2. Regulador de tensão 220 KV.

Desenho de referencia BROW Boveri - TUSA
Nº BTT - 0 406 280Área do Regulador de tensão 220KV. (S_{R220})

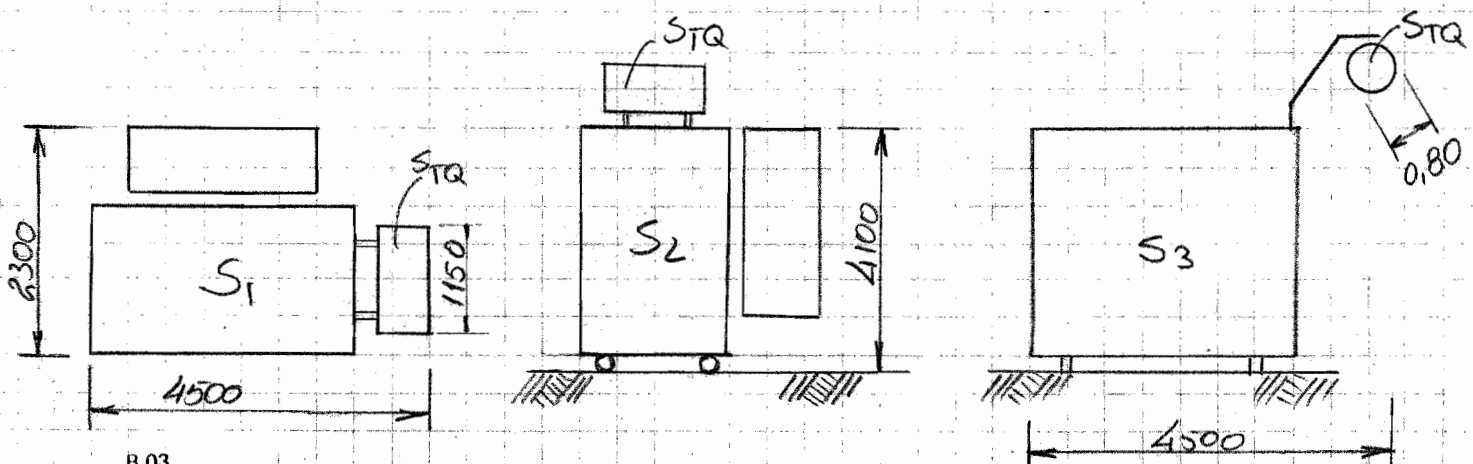
$$\begin{aligned} S_1 &= 6,7 \times 6,8 = 45,56 \text{ m}^2 \\ S_2 &= 6,7 \times 4,05 = 27,14 \text{ m}^2 \\ S_3 &= 4,05 \times 6,8 = 27,54 \text{ m}^2 \\ STQ &= (2r \times \pi \times h) + 2(r^2 \times \pi) = \\ &= (2 \times 0,75 \times \pi \times 4,5) + 2(0,75^2 \times \pi) = 24,74 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$S_{R220} = S_1 + 2 \times S_2 + 2 \times S_3 + STQ = 45,56 + 2 \times 27,14 + 2 \times 27,54 + 24,74$$

$$\therefore S_{R220} = 179,66 \approx 180 \text{ m}^2 \quad \therefore S_{R220} = 1937 \text{ ft}^2$$

2.3. Transformador físico 220/66/13,8 KV.

Desenho de referencia Nº 6626-DE-1006-E



Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: AB

Data: 3/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO C. INCÊNDIO
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: mm

Data: 05-11-80

Área do transformador (ST220)

$$S_1 = 4,5 \times 2,30 = 10,35 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 4,1 \times 2,30 = 9,43 \text{ m}^2$$

$$S_3 = 4,5 \times 4,1 = 18,45 \text{ m}^2$$

$$STQ = (2r \times \pi \times h) + 2(r^2 \times \pi) = (2 \times 0,4 \times \pi \times 1,15) + 2(0,4^2 \times \pi)$$

$$STQ = 3,9 \text{ m}^2$$

$$ST_{220} = S_1 + 2 \times S_2 + 2 \times S_3 + STQ$$

$$ST_{220} = 10,35 + 2 \times 9,43 + 2 \times 18,45 + 3,9$$

$$ST_{220} \approx 70,0 \text{ m}^2$$

$$ST_{220} = 753 \text{ ft}^2$$

3)- DETERMINAÇÃO DA VAZÃO

3.1- CRITÉRIOS

A) A quantidade de água necessária para proteger um risco será determinada admitindo 0,3 GPM para cada pé quadrado da área exposta (NFC 15-20 a 22-20)

B) A vazão da bomba de incêndio será calculada para o risco de maior área exposta, isto é, para 01 (um) transformador trifásico 500/220 KV.

3.2- CÁLCULO DA VAZÃO

Riscos a proteger:

- Transformador 500/220 KV: Área exposta de um lado = 3300 ft²

- Regulador de tensão 220KV: " " " regul. = 1937 ft²

B.03 - Transformador trifásico 220/66/13,8: " " " " lado = 753 ft²

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: AB

Data: 3/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO C. INCENDIO
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: ML

Data: 05-11-80

Risco maior: transformador 500/220 RV

Vazão necessária $Q = 0,3 \times 3300 = 990 \text{ GPM}$ Vazão nominal da bomba $Q \approx 1000 \text{ GPM} (230 \text{ m}^3/\text{h})$

4 - DIMENSIONAMENTO DA REDE e SELEÇÃO DO GRUPO MOTO-BOMBA.

4.1 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA NA SUÇÃO

4.1.1 - Sução $\phi 12$.

4.1.2 - Comprimentos equivalentes.

- comprimento da tubulação	7,20 m
- 2 CURVAS 90° (2 x 3,6)	7,20
- 1 Redução $\phi 12" \times 8"$	1,40
- 1 Válvula gaveta aberta	2,10
	<u>17,90</u>
10% p/ imprevistos	1,80
	<u>19,70</u>

4.1.3 - Perda de carga por 100 m ($\phi 12" C=100 Q=1000 \text{ GPM}$)

$$P_c = 0,415 \text{ m}/100 \text{ m}$$

4.1.4 - Perda de carga na sucção

$$P_s = \frac{0,415}{100} \times 19,70 \therefore P_s \approx 0,08 \text{ m}$$

4.1.5 - Desnível estático na sucção

$$\therefore h_s = 224,40 - 222,40 = 2,00 \text{ m}$$

4.1.6 - Altura manométrica de sucção

$$H_1 = P_s + h_s = 0,08 + 2,00 = 2,08 \text{ m ca.}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: ~~HA~~

Data: 6/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO C. INC

Conferido: ~~HA~~

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

4.2 - CÁLCULO DA PERDA DE CARGA NO RECALQUE.

calcularíamos para o ponto mais desfavorável, ponto (H) no banco do transformadores 220/66/13,8 KV, com forme isométrico em anexo. Dividiríamos a descarga em 2 trechos com os diâmetros $\phi 10''$ (Trecho CDFG) e $\phi 8''$ (Trecho GH).

A - RECALQUE $\phi 10''$ (Trecho CDFG)

4.2.1 - Comprimentos equivalentes

- comprimento da tubulação	=	141,43 m
- 1 redução $10'' \times 6''$	=	1,00
- 2 Valv. Gaveta aberta	$2 \times 1,7$	= 3,40
- 2 TSL	$2 \times 16,0$	= 32,00
- 2 Valv. retenção	$2 \times 20,0$	= 40,00
- 8 Curvas 90°	$8 \times 3,0$	= 24,00
- 3 TPD	$3 \times 5,5$	= 16,50
- 4 Curvas 45°	$4 \times 1,8$	= 7,20
		<u>265,53 m</u>
10% p/ imprevistos $\rightarrow$		<u>26,57</u>
		292,10 m

4.2.2 - Perda de carga por 100 m ($\phi 10$ $C=100$ $Q=1000$ GPM)

$$P_c = 0,998 \text{ m}/100 \text{ m}$$

4.2.3 - Perda de carga no recalque $\phi 10''$

$$PR_{\phi 10''} = \frac{0,998}{100} \times 292,10 \therefore PR_{\phi 10''} = 2,91 \text{ mca.}$$

B - RECALQUE $\phi 8''$ (Trecho GH)

4.2.4 - Comprimentos equivalentes

- comprimento da tubulação	=	11,00 m
- 1 Curva 90°	=	2,40
- 1 redução $10'' \times 8''$	=	1,40
		<u>14,80 m</u>
10% p/ imprevistos $\rightarrow$		<u>1,48</u>
		16,28 m

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *MA*

Data: 7/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC.
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: *mi*

Data: 05-11-80

4.2.5- Perda de carga por 100m ($\phi 8''$ C=100 Q=1000 GPM)

$$P_c = 3,02 \text{ m}/100\text{m}$$

4.2.6- Perda de carga no recalque $\phi 8''$.

$$P_R \phi 8'' = \frac{3,02}{100} \times 16,28 \therefore P_R \phi 8'' = 0,49 \text{ m ca.}$$

4.2.7- Desnível estático no recalque

$$h_R = 226,24 - 224,40 = 1,84 \text{ m}$$

4.2.8 Altura manométrica de recalque.

$$H_2 = P_R \phi 10 + P_R \phi 8'' + h_R = 2,91 + 0,49 + 1,84 = 5,24 \text{ m ca.}$$

4.3 PERDA DE CARGA NO FILTRO

$$H_3 = 1,0 \text{ m (estimada)}$$

4.4 PRESSÃO NA VÁLVULA DILÚVIO (ponto H)

Seja considerada na válvula dilúvio mais distante (ponto H) a pressão para operação de 80 psi (56 mca).

$$H_4 = 56 \text{ mca.}$$

4.5 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL.

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 = 2,08 + 5,24 + 1,0 + 56,0 = 64,32 \text{ mca}$$

$$\therefore H_T \approx 65 \text{ mca.}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *[assinatura]*

Data: 7/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC.

Conferido: *[assinatura]*

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR.

4.6 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DA BOMBA.

1 - Vazão : $Q = 230 \text{ m}^3/\text{h}$ (1000 GPM)2 - Altura manométrica total : $H_T = 65 \text{ mca.}$

4.7 SELEÇÃO DA BOMBA.

Pelas condições vistas no item anterior deverá ser selecionada uma bomba, centrífuga, com carcaça bipartida, horizontal, com eixos flangeados, sendo $\phi 8"$ na sucção e $\phi 6"$ no recalque.

$Q = 230 \text{ m}^3/\text{h}$ (1000 GPM), $\omega = 1500 \text{ rpm}$
 $H_T = 65 \text{ mca.}$
 EFICIÊNCIA: 77 % (estimada)

4.8 ESTIMATIVA DA POTÊNCIA ABSORVIDA

$$\text{BHP} = \frac{Q \times H \times \gamma}{3600 \times 76 \times \eta} = \frac{230 \times 65 \times 1000}{3600 \times 76 \times 0,77} \approx 71 \text{ HP.}$$

4.9 SELEÇÃO DO MOTOR DIESEL.

4.9.1 cálculo da potência nominal do motor.

A) Correção devido à altitude e temperatura:

- altitude : 3%/1000ft acima do nível do mar.

- temperatura : 1%/10°F acima de 60°F.

$$H = 225,0 \text{ m} \approx 738 \text{ ft}$$

$$T = 100^\circ \text{ F } (\approx 38^\circ \text{ C})$$

$$H_N = 71 + 71 \times \frac{738}{1000} \times 0,03 + 71 \times 0,04 \therefore H_N \approx 75 \text{ HP}$$

B) Correção devido ao desgaste:

- fator de desgaste : 20% (NFC - vol 6 - pág. 20,55)

$$H_N = 75 \times 1,20$$

$$H_N \approx 90 \text{ HP}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: AA

Data: 7/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC.

Conferido: ML

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR.

4.9.2 - Cálculo do "BHP" para uma vazão acrescida de 50%
 - $Q = 345 \text{ m}^3/\text{h}$
 - $\Delta H_T = 47 \text{ mca}$
 - $\eta = 74 \% \text{ (estimada)}$

$$\therefore \text{BHP} = \frac{Q \times H \times \gamma}{3600 \times 76 \times \eta} \quad \therefore \text{BHP} = \frac{345 \times 47 \times 1000}{3600 \times 76 \times 0,74} \quad \therefore \text{BHP} \approx 80 \text{ HP}$$

4.9.3 - SELEÇÃO DO MOTOR DIESEL.

Deverá ser selecionado um motor diesel com potência máxima contínua a 1500 rpm de 90 CV. consumo de combustível a 1500 rpm = 166 g/cv.h (estimada)

4.9.4 - CÁLCULO DO "NPSH" DISPONÍVEL.

- condição: $(\text{NPSH})_{\text{dis}} \geq (\text{NPSH})_{\text{req}}$

$$(\text{NPSH})_D = p_a - p_v - h_s - P_s \Rightarrow (\text{NPSH})_D = 10,33 - 0,25 - 2,0 - 0,08 \Rightarrow$$

$$(\text{NPSH})_D = 8,00 \text{ mca.}$$

4.9.5 - DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO DE COMBUSTÍVEL.

A capacidade mínima do reservatório deverá ser suficiente para permitir o funcionamento do equipamento durante 8h.

$$\therefore \frac{90 \times 166}{1000} = 14,94 \text{ Kg/h}$$

Peso específico do óleo diesel = 0,82 Kg/l

$$\therefore \frac{14,94}{0,82} = 18,22 \text{ l/h}$$

Durante 8 horas teremos: $18,22 \times 8 \approx 146 \text{ l}$

Usaremos um reservatório para 150 l

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *Ata*

Data: 10/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: *ML*

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

4.10. SELEÇÃO DO MOTOR ELÉTRICO.

Considerando-se um fator de correção de 20% temos:

$$P_{Me} = 71 \times 1.20 \therefore P_{Me} \approx 85 \text{ HP}$$

Deverá ser selecionado um motor elétrico, trifásico, assíncrono, com rotor em curto-circuito, carcaça protegida contra raios e respingos, 440 volts, 50 Hz.

P = 100 HP
RPM = 1500
4 POLOS.

5. DIMENSIONAMENTO DO TANQUE HIDROPNEUMÁTICO (THP)

5.1 - CÁLCULO DA CAPACIDADE DO THP

Para determinação da capacidade do THP serão adotados os seguintes critérios:

- O THP deverá conter ar em 1/3 do seu volume total e água em 2/3 do referido volume.
- A metade do volume d'água contido no THP (o que corresponde a 1/3 de seu volume total) deverá ser suficiente para proteger o risco maior à vazão nominal durante um período de aproximadamente 3 minutos.
- A vazão do THP será determinada por:

$$Q_N = 0,3 \text{ gpm} \times 3300 \text{ ft}^2 \Rightarrow Q_N = 990 \text{ gpm}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: ~~AB~~

Data: 13/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: ~~JM~~

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

— O volume do THP será determinado para um funcionamento de aproximadamente 3 minutos. Este tempo foi baseado, supondo que por algum motivo o motor da bomba não parta simultaneamente com o THP e haja possibilidade de se efetuar 6 tentativas consecutivas de partida durante 3 minutos (15 segundos de partida por 15 segundos de repouso), logo:

$$\therefore \frac{V_T}{3} = 3 \cdot Q_N \Rightarrow V_T = 9 Q_N \Rightarrow V_T = 9 \times 990 = 8910 \text{ gal.}$$

Volume adotado para o THP

$$V_{THP} = 9000 \text{ gal}$$

5.2- CÁLCULO DA PRESSÃO MÍNIMA DO THP.

A pressão mínima de operação do THP será calculada em função da pressão necessária na válvula de dilúvio, mais as perdas de carga da tubulação no ponto, mais desfavorável, e mais a diferença de altura entre a válvula de dilúvio no referido ponto e a saída do THP.

5.2.1 - cálculo da perda de carga na tubulação.

A) TRECHO "ED". $\phi 8"$.

5.2.2 - Comprimentos equivalentes.

— comprimento da tubulação	=	7,00 m
— 1 val. gaveta aberta	=	1,40
— 1 joelho 90°	=	2,40
— 1 val. retenção	=	16,00
— 1 red. $\phi 10" \times 8"$	=	1,40

10% p/imprevistos

$$\begin{array}{r} 28,20 \text{ m} \\ 2,82 \\ \hline 31,02 \text{ m} \end{array}$$

5.2.3 - Perda de carga por 100 m ($\phi 8"$ $C=100$ e $Q=990 \text{ GPM}$)

$$P_c = 2,96 \text{ m/100 m}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *[assinatura]*

Data:

13/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INK

Conferido: *[assinatura]*

Data:

05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

5.2.4 - Perda de carga no trecho "ED".

$$P_1 = \frac{2,96}{100} \times 31,02 = 0,92 \text{ mca.}$$

B) TRECHO "DFG" - $\phi 10''$

5.2.5 - comprimentos equivalentes.

- comprimento da tubulação	= 124,68 m
- 1 Válvula gaveta aberta	= 1,70
- 3 Curvas 90°	3 x 3,0 = 9,00
- 2 TSL	2 x 16,0 = 32,00
- 1 TPD	= 5,50
- 4 Curvas 45°	4 x 1,8 = 7,20
	<hr/> 180,08

$$10\% \text{ p/ imprevistos} = \frac{18,00}{198,08} \text{ m}$$

5.2.6 - Perda de carga por 100m ($\phi 10''$ C=100, Q=990 GPM)

$$P_c = 0,98 \text{ m/100m}$$

5.2.7 - Perda de carga no trecho "DFG"

$$P_2 = \frac{0,98}{100} \times 198,08 = 1,94 \text{ mca.}$$

c) TRECHO "GH" - $\phi 8''$

5.2.8 Comprimentos equivalentes (item 4.2.4 pag.5) = 16,28 m.

5.2.9 - Perda de carga por 100m ($\phi 8''$ C=100 e Q=990 GPM)

$$P_c = 2,96 \text{ m/100m.}$$

5.2.10 - Perda de carga no trecho GH.

$$P_3 = \frac{2,96}{100} \times 16,28 \therefore P_3 \approx 0,48 \text{ mca.}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado:

Data: 13/10/80

Item: SISTEMA AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido:

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

5.2.11 - Perda de carga na tubulação.

$$P_{TUB} = P_1 + P_2 + P_3 + P_{FILTRO} = 0,92 + 1,94 + 0,48 + 1,0$$

$$P_{TUB} = 4,34 \text{ mca}$$

5.2.12 - Desnível estático entre THP e ponto H.

$$w = 226,24 - 224,35 = 1,89 \text{ m}$$

5.2.13 - Pressão mínima do THP.

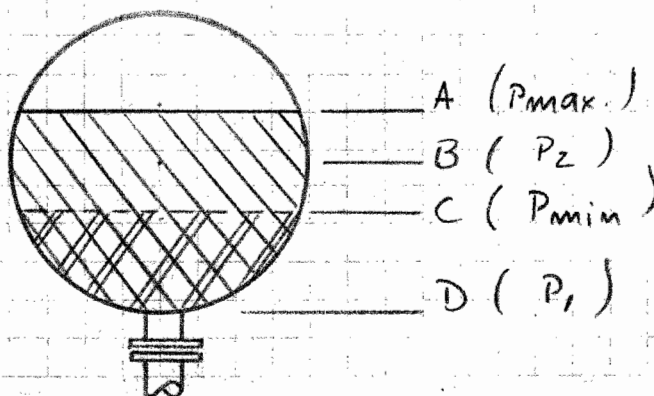
P_{min} = Pressão na valv. diluvio + Perda de carga na tubulação + altura da valvula diluvio em relação ao THP.

$$\therefore P_{min} = 56 + 4,34 + 1,89$$

$$\therefore P_{min} = 62,23 \text{ mca} \therefore P_{min} \approx 88,0 \text{ psi}$$

5.3 CÁLCULO DA PRESSÃO MÁXIMA DO THP.

Considerando-se que a temperatura se mantenha constante podemos aplicar a fórmula $PV = Cte$. Como $1/3$ do volume total do tanque será utilizado para operação do sistema automático, teremos 3000 gal e com a pressão mínima de $P_{min} = 88,0 \text{ psi}$, podemos determinar a pressão inicial e máxima de operação do THP.



Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *MA*

Data: 14/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: *MM*

Data: 05-11-80

$$(P_1 + 14,696) \times 9000 = (P_{\min} + 14,696)(9000 - 3000)$$

$$\therefore P_1 = \frac{(88,0 + 14,696) 6000}{9000} - 14,696 = 53,76 \text{ psi}$$

$$(P_1 + 14,696) \times 9000 = (P_{\max} + 14,696) \times 3000$$

$$\therefore P_{\max} = \frac{(53,76 + 14,696) \times 9000}{3000} - 14,696 \approx 191,00 \text{ psi}$$

$$(P_1 + 14,696) \times 9000 = (P_2 + 14,696) \times 4500$$

$$\therefore P_2 = \frac{(53,76 + 14,696) 9000}{4500} - 14,696 \approx 122,22 \text{ psi}$$

Resumo das pressões no THP

$$P_{\max} = 191 \text{ psi}$$

$$P_{\min} = 88,0 \text{ psi}$$

$$P_1 = 53,76 \text{ psi}$$

$$P_2 = 122,22 \text{ psi}$$

5.4 - TEMPO DE OPERAÇÃO DO THP

Para determinação do período de operação do sistema automático com auxílio do THP, consideremos a vazão de 990 GPM.

$$\text{Teremos: } Q = K\sqrt{P}$$

p/ o ponto "C"

$$990 = K\sqrt{88,0} \quad \therefore K = 105,53$$

p/ o ponto "A"

$$Q = 105,53\sqrt{191} \quad \therefore Q = 1458,45 \text{ GPM}$$

p/ o ponto "B"

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: AM

Data: 14/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC.

Conferido: MC

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR.

$$Q = 105,53 \sqrt{122,22} \therefore Q = 1166,66 \text{ GPM.}$$

A vazão média será dada por:

$$Q = \frac{\int_{P_C}^{P_A} Q dP}{\int_{P_C}^{P_A} dP} = \frac{\int_{P_C}^{P_A} K \sqrt{P} dP}{P_A - P_C} = \frac{\frac{2}{3} K (P_A^{3/2} - P_C^{3/2})}{P_A - P_C}$$

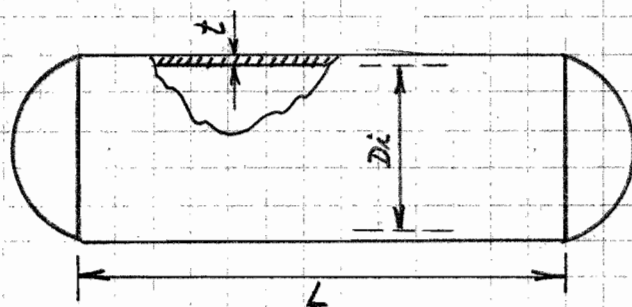
$$Q = \frac{2/3 \times 105,53 (191^{3/2} - 88,0^{3/2})}{191 - 88,0}$$

$$\therefore Q \approx 1239 \text{ GPM}$$

O tempo de operação será:

$$t = \frac{3000}{1239} \therefore t \approx 2,42 \text{ min.}$$

5.5 CÁLCULO DA ESPESSURA DA CHAPA DO CASCO

A espessura da chapa do casco (t) será dada pela fórmula.

$$t = \frac{P \cdot R}{S.E. - 0,6P} + C$$

Onde: P - pressão de projeto = pressão máxima de operação mais 2 kg/cm^2 (28,44 psi)

$$\therefore P = 191 + 28,44 \therefore P \approx 219 \text{ psi}$$

 R - raio interno do cilindro = $D_i/2$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: 

Data:

14/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: 

Data:

05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

 $D_i = 84''$ - tab 13.119 - FIRE PROTECTION HAND BOOK)

$$R = \frac{84''}{2} \Rightarrow R = 42''$$

C - solve espessura para corrosão ou erosão
 $c = 1/16'' (0,0625'') \rightarrow$ p/meios pouco corrosivos.

S - tensão admissível do material.

$$s = 965 \text{ Kg/cm}^2 = 13722,3 \text{ psi (chapa de aço A-285-C)}$$

E - Coeficiente de eficiência das soldas.

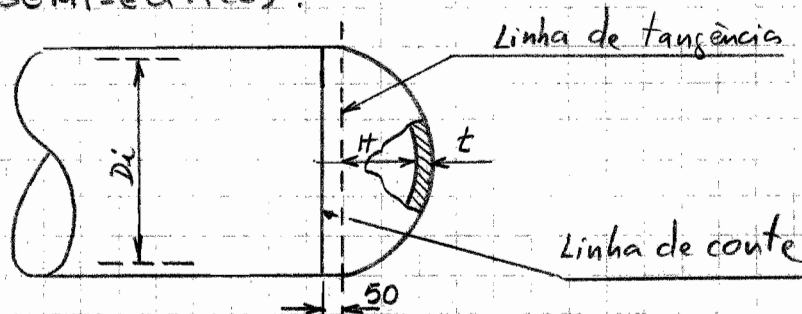
$E = 1$ (solda de topo, penetração total, solda do pelos 2 lados, com exame de "raio X" em toda a extensão.)

$$\therefore t = \frac{219 \times 42}{13722,3 \times 1 - 0,6 \times 219} + 0,0625 \therefore t = 0,74''$$

O que nos permite escolher uma chapa de $3/4''$ considerada de fabricação padrão pela Cia Siderúrgica Nacional.

$$\therefore \boxed{t = 3/4''} (0,75'')$$

5.6 CÁLCULO DA ESPOSSURA DA CHAPA DOS TAMPOS SEMI-EUTÍCOS.



temos a fórmula: $t = \frac{P \cdot R}{SE - 0,1 P} + C$

$$\therefore t = \frac{219 \times 42}{13722,3 \times 1 - 0,1 \times 219} + 0,0625 = 0,682 + 0,0625 \therefore t = 0,73''$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: AM

Data:

14/10/80

Item: SST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: MM

Data:

05-11-80

O que nos permite considerar para os tanques a mesma chapa empregada para o casco, isto é:

$$t = 3/4" (0,75")$$

5.7 - CÁLCULO DA PRESSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL

5.7.1 p/o CASCO $P_{MA} = \frac{S \cdot E \cdot t}{R + 0,6 t}$

$$\therefore P_{MA} = \frac{13722,3 \times 1,0 \times 0,75}{42 + 0,6 \times 0,75} \quad \therefore P_{MA} = 242 \text{ psi}$$

5.7.2 p/o TAMPO $P_{MA} = \frac{S \cdot E \cdot t}{R + 0,1 t}$

$$\therefore P_{MA} = \frac{13722,3 \times 1,0 \times 0,75}{42 + 0,1 \times 0,75} \quad \therefore P_{MA} = 244 \text{ psi}$$

5.8 - CÁLCULO DA PRESSÃO DE TESTE HIDROSTÁTICO

temos: $P_{TESTE} = 1,5 P_{MA} = 1,5 \times 242$

$$\therefore P_{TESTE} = 363 \text{ psi}$$

5.9 - CÁLCULO DO COMPRIMENTO ENTRE LINHAS DE TANGÊNCIAS

temos: $V_T = V_C + V_t$

Onde: $V_T = 9000 \text{ gal} = 1203,3 \text{ ft}^3$

$$V_C = \pi R^2 L_C$$

$$V_t = \frac{4}{3} \pi R^2 H$$

$$\therefore L_C = \frac{1203,3 - 4,188 \times 3,5^2 \times 1,75}{\pi \times 3,5^2}$$

$$\therefore L_C = \frac{1203,3 - 89,78}{38,48} = 28,94 \text{ ft}$$

$$\therefore L_C = 8820 \text{ mm}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *JA*

Data: 14/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: *ML*

Data: 05-11-80

5.10. - LOCALIZAÇÃO DOS SUPORTES DO TANQUE HIDROPNEUMÁTICO

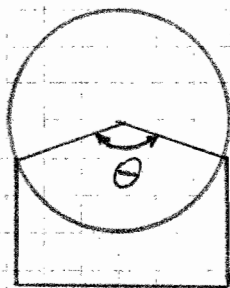
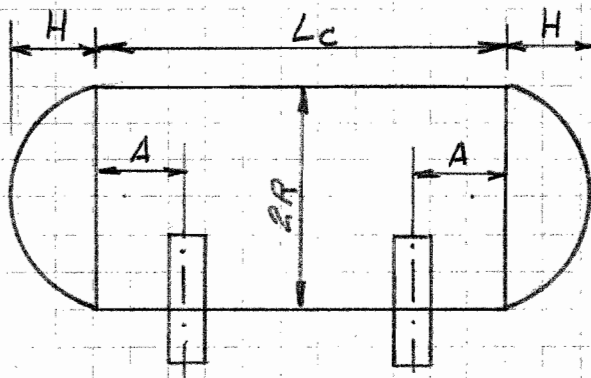
A determinação do local mais conveniente para os berços será feita por meio do gráfico de "Zick" que, nos dá o valor ideal da relação entre a distância do berço à linha de tangência (A) e o valor do ângulo θ .

temos:

$$t = 3/4''$$

$$L_c = 8820 \text{ mm}$$

$$R = 42''$$

Do gráfico $0 \leq \frac{A}{L} \leq 0,2$ Considerando: $\frac{A}{L} = 0,19$ temos:

$$\begin{aligned} A &= 1675 \text{ mm} \\ \theta &= 120^\circ \end{aligned}$$

5.11 - PESOS DO THP

5.11.1 - Peso do tanque vazio: (chapa $3/4'' \Rightarrow \rho = 150 \text{ kg/m}^2$)

a) CILINDRO: $P_{CIL} = S_{LAT} \times \rho = \pi \cdot D \cdot h \cdot \rho$

$$P_{CIL} = \pi \times 2,13 \times 8,82 \times 150 \approx 8853 \text{ kg}$$

b) TAMPOS SEMI-ELÍPTICOS (cil) - 2 unidades.

$$P_{TAM} = S_{LAT} \times \rho = 2 \times 1,09 \times D^2 \times \rho$$

$$P_{TAMPOS} = 2 \times 1,09 \times 2,13^2 \times 150 \approx 1484 \text{ kg}$$

c) ACESSÓRIOS: Analizado $\Rightarrow P_{ACS} \approx 2100 \text{ kg}$.

∴ Peso do tanque vazio:

$$P_{TV} = P_{CIL} + P_{TAM} + P_{ACS}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: ~~JA~~

Data: 15/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

Conferido: JM

Data: 05-11-80

$$P_{TV} = 8853 + 1484 + 2100 \approx 12437 \text{ Kg.}$$

5.11.2 - Peso do tanque cheio d'água.

$$V_{THP} = 9.000 \text{ gal} = 34065 \text{ l}$$

$$P_{THP(\text{CHEIO})} = 12437 + 34065 = 46502 \text{ Kg.}$$

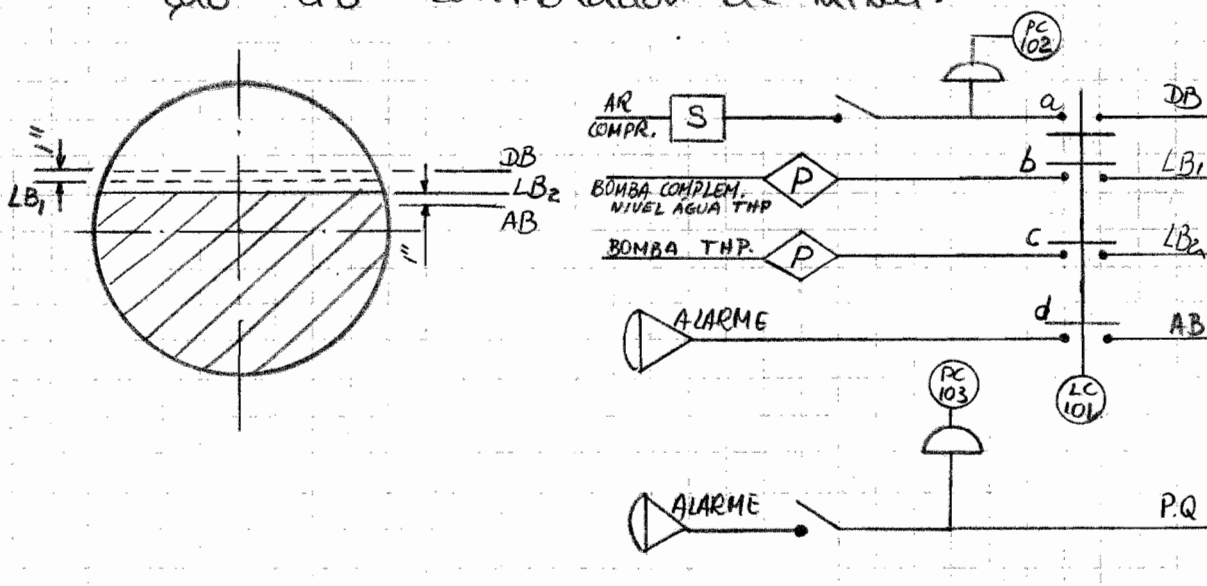
5.11.3 - Peso do tanque em operação.

$$P_{TOP} = P_{TV} + \frac{2}{3} V_{THP} = 12437 + \frac{2}{3} \cdot 34065$$

$$\therefore P_{TOP} \approx 35147 \text{ Kg.}$$

5.12 - COMANDO E PROTEÇÃO DO THP.

5.12.1 - Determinação dos níveis de água para atuação do controlador de nível.

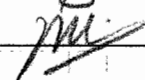


-DB - Nível de água normal (2/3 do volume total), para o qual o contato "a" está fechado. Neste tempo, se a pressão do ar no tanque cair de um valor correspondente a variação de nível de água de 1", o contato do pressostato "PC-102" será fechado para energizar a válvula solenóide, que está normalmente fechada, e permitir a entrada do ar no THP.

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: 

Data: 15/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: 

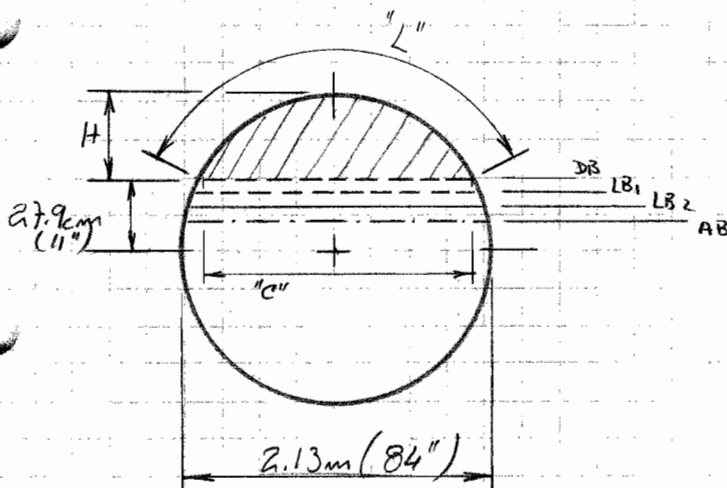
Data: 05-11-80

LB₁ — Se o nível de água cair de 1" abaixo do nível normal, o contato "b" fecha-se para ligar a bomba de reposição do T.H.P.

LB₂ — Se o nível de água cair de 2" abaixo do nível normal o contato "c" fecha-se para ligar a bomba de enchimento do T.H.P.

AB — Com o nível de água a 1" abaixo do nível "LB₂" o contato "d" fecha-se para energizar o alarme visual e sonoro na casa de controle.

5.12.2 — Cálculo da pressão de atuação do "PC-102".



Considerando-se $\frac{1}{3}$ da área total de um círculo de 84" de diâmetro:

$$S = \frac{\pi \times 2,13^2}{12} = 1,1877 \text{ m}^2$$

Para utilizar a tabela da pag 73 (MACHINERY HANDBOOK) dividimos o valor S pelo π ao quadrado para obter os valores da área, corda, flecha e arco:

$$S = \frac{1,1877}{1,1380} = 1,0436$$

Da tabela p/ $S = 1,0436 \text{ m}^2$ obtemos:

$$\begin{aligned} L &= 2,6000 \text{ m} \\ H &= 0,7328 \text{ m} \\ C &= 1,9270 \text{ m} \\ S &= 1,0427 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Para o tanque de $\phi 84"$ ($\pi = 1,0668 \text{ m}$), calcularemos

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *AMB*

Data: 16/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC.

Conferido: *M*

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

os valores correspondentes ao raio do tanque:

$$L = 2,6000 \times 1,0668 = 2,7736 \text{ m}$$

$$H = 0,7328 \times 1,0668 = 0,7818 \text{ m}$$

$$C = 1,9270 \times 1,0668 = 2,0557 \text{ m}^2$$

$$S = 1,0427 \times 1,0668^2 = 1,1866 \text{ m}^2$$

A diferença entre o valor real da área e o obtido com o auxílio da tabela é $0,0011 \text{ m}^2$, praticamente desprezível razão pela qual iremos adotar o valor $S = 1,1866 \text{ m}^2$ para efeito de cálculo:

Para obter o diferencial de pressão correspondente a variação do nível de água de 1" abaixo do nível normal, tomamos o valor de H acrescido de $0,0254 \text{ m}$.

$$\therefore H = 0,7818 + 0,0254 \text{ m} = 0,8072 \text{ m}$$

Para utilizar a tabela temos:

$$H = \frac{0,8072}{1,0668} = 0,7566 \text{ m}$$

Da tabela:

$$L = 2,6530 \text{ m}$$

$$H = 0,7581 \text{ m}$$

$$C = 1,9410 \text{ m}^2$$

$$S = 1,0917 \text{ m}^2$$

Para o tanque $\phi 84"$ teremos os seguintes valores:

$$L = 2,6530 \times 1,0668 = 2,8302 \text{ m}$$

$$H = 0,7581 \times 1,0668 = 0,8087 \text{ m}$$

$$C = 1,9410 \times 1,0668 = 2,0706 \text{ m}^2$$

$$S = 1,0917 \times 1,1380 = 1,2423 \text{ m}^2$$

$$\therefore \Delta S = 1,2423 - 1,1866 = 0,0557 \text{ m}^2$$

O valor de ΔV considerando-se p/o tanque comprimento unitário (1m) será:

$$\therefore \Delta V_1 = 0,0557 \times 1 = 0,0557 \text{ m}^3$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *AB*

Data: 16/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: *M*

Data: 05-11-80

O volume de um tanque com diâmetro de 2,13 m e comprimento unitário (1m) é:

$$V = \frac{\pi}{4} \times 2,13^2 \times 1 = 3,56 \text{ m}^3$$

Cálculo da variação de pressão:

$$p_0 v_0 = p_1 (v_0 + \Delta v_1)$$

$$\text{Onde: } \begin{cases} p_0 = 13,43 \text{ Kg/cm}^2 + 1,033 = 14,46 \text{ Kg/cm}^2 \\ v_0 = \frac{V}{3} = \frac{3,56}{3} = 1,187 \text{ m}^3 \end{cases}$$

$$\therefore P_1 = \frac{14,463 \times 1,187}{1,187 + 0,0557} = 13,81 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore \Delta P_1 = 14,46 - 13,81 = 0,65 \text{ Kg/cm}^2 \approx 9,24 \text{ psi}$$

A pressão de atuação do PC-102 será:

$$P_{PC102} = 191 - 9,24 \quad \boxed{P_{PC102} = 182 \text{ psi}}$$

5.12.3 Cálculo da pressão de atuação do PC-103 (ALARME)

Considerando-se no cálculo do item anterior um acréscimo no valor de H de 3" (0,0762m)

$$H = 0,7818 + 0,0762 = 0,858 \text{ m}$$

P/ entrar na tabela tomamos:

$$H = \frac{0,858}{1,0668} = 0,8043$$

Da tabela obtemos:

$$S = 1,1747 \text{ m}^2$$

Multiplicando-se pelo raio ao quadrado temos:

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado:

Data:

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

Conferido:

Data:

$$S = 1,3368 \text{ m}^2$$

$$\therefore \Delta S = 1,3368 - 1,1866 = 0,1502 \text{ m}^2$$

O valor de ΔV considerando-se p/ o tanque de comprimento unitário, (1m) será:

$$\Delta V_2 = 0,1502 \times 1 = 0,1502 \text{ m}^3$$

cálculo da variação de pressão

$$p_0 V_0 = P_2 (V_0 + \Delta V_2)$$

$$\text{Onde: } p_0 = 13,43 \text{ Kg/cm}^2 + 1,033 = 14,46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_0 = 1,187 \text{ m}^3$$

$$\therefore P_2 = \frac{14,46 \times 1,187}{1,187 + 0,1502} = 12,84 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore \Delta P_2 = 14,46 - 12,84 = 1,62 \text{ Kg/cm}^2 \approx 23,0 \text{ psi}$$

A pressão de atuação do PC-103 será:

$$P_{PC-103} = 191 - 23,0 \approx 168 \text{ psi}$$

5.12.4 Especificação dos instrumentos.

PC-104 - Ligado à válvula solenoide que energiza a abertura da mesma para admissão de ar comprimido no THP, com o nível de água normal e a pressão de ar abaixo de 191 psi.

PC-103 - Ligado ao painel de controle, na casa de controle, energiza o alarme se a pressão interna do tanque cair abaixo de 168 psi.

5.12.5 Montagem do controlador de nível (LC-101) em relação à linha de centro do THP.

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado:

Data:

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido:

Data:

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

- Segundo, o FIRE PROTECTION HANDBOOK, tabela 13-117, pag. 13-117, para o THP, com $\phi 8\frac{1}{4}"$ temos o nível de $\frac{2}{3}$ do volume total na cota de 11" ($\approx 280\text{mm}$) acima da Σ do tanque.
- Será admitida uma variação de nível de 50 mm.

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *HL*

Data:

17/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: *ML*

Data:

05-11-80

6. DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO E SELEÇÃO DAS BOMBAS DO THP.- BOMBA DE ENCHIMENTO DO THP.6.1 - DETERMINAÇÃO DA VAZÃO:

Segundo o "NFC", pág.: 22-129, o tempo máximo de enchimento do THP deverá ser de 4 horas. Ado我们有 a vazão da bomba $Q = 11,4 \text{ m}^3/\text{h}$ ($\approx 50 \text{ gpm}$), com isso, o enchimento do THP ($2/3$ do volume total) se dará em 2 horas, aproximadamente.

6.2 - DIMENSIONAMENTO DA REDE DE TUBULAÇÃO.6.2.1 - Cálculo da perda de carga na sucção.6.2.2 - Sucção $\phi 2\frac{1}{2}"$ (adotado)6.2.3 - Comprimentos equivalentes.

- comprimento da tubulação	= 3,3 m
- 1 volume de pé de crivo	17,0
- 1 Redução $\phi 2\frac{1}{2}" \times 1\frac{1}{2}"$	0,5
- 1 JRL (90°)	1,3
- 1 Válv. Guebra aberta	0,4
	<u>22,5 m</u>
10% p/ imprevistos	2,3
	<u>24,8 m</u>

6.2.4 - Perda de carga por 100 m ($\phi 2\frac{1}{2}"$ C=100 Q=50 GPM)

$$P_c = 3,56 \text{ m}/100\text{m}$$

6.2.5 - Perda de carga na sucção.

$$P_s = \frac{3,56}{100} \times 24,8 \therefore P_s = 0,88 \text{ mca.}$$

6.2.6 - Desnível estático na sucção

$$h_s = 1,75 \text{ m}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *AB*

Data: 20/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: *ML*

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

6.2.7 - Altura manométrica de sucção

$$H_1 = P_s + h_s = 0,88 + 1,75 = 2,63 \text{ mca.}$$

6.2.8 - Cálculo da perda de carga no recalque.

6.2.9 - Recalque ϕ 2". (adotado)

6.2.10 - Comprimentos equivalentes.

- comprimento da tubulação	$\approx 33,3 \text{ m}$
- 2 valv. gaveta aberta	$(2 \times 0,4) = 0,8$
- 2 valv. de retenção	$(2 \times 4,2) = 8,4$
- 1 Red. ϕ 1 1/4" x 2"	$= 0,4$
- 8 JRL 90°	$(8 \times 1,1) = 8,8$
- 2 TPD	$(2 \times 1,1) = 2,2$

$$10\% \text{ p/imprevistos} \quad \begin{array}{r} 53,9 \text{ m} \\ 5,4 \\ \hline 59,3 \text{ m} \end{array}$$

6.2.11 - Perda de carga por 100 m (ϕ 2" C=100 Q=50 GPM)

$$P_c = 8,46 \text{ m/100 m}$$

6.2.12 - Perda de carga no recalque

$$P_R = \frac{8,46}{100} \times 59,3 \therefore P_R = 5,01 \text{ m}$$

6.2.13 - Determinar h_r no recalque

$$4,15 = 1,50 \text{ m}$$

6.2.14 - Altura manométrica de recalque.

$$H_2 = P_R + h_r = 5,01 + 1,50 = 6,51 \text{ mca}$$

6.3 - PRESSÃO MÁXIMA DE TRABALHO NO THP

$$P_{T_{\max}} = 191 \text{ psi} \approx 134 \text{ mca.}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: HA

Data:

20/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: MM

Data:

05-11-80

6.4 - ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL.

$$H_T = H_1 + H_2 + P_{T \text{ máx.}} = 2,63 + 6,51 + 134 \hat{=} 144 \text{ mca.}$$

$$\therefore H_T \hat{=} 144 \text{ mca.}$$

6.5 - SELEÇÃO DA BOMBA.

Pelas condições mistas no item anterior deverá ser selecionada uma bomba de múltiplos estágios, centrífuga, acionada por motor elétrico, trípase, 440V, 50 Hz, 3600 rpm. A bomba terá conexões flangeadas sendo $\phi 1\frac{1}{2}$ " na sucção e $\phi 1\frac{1}{4}$ " no recalque. Diâmetro do rotor $\phi 120 \text{ mm}$. $\eta \approx 55\%$.

6.6 - ESTIMATIVA DA POTÊNCIA ABSORVIDA

$$\text{BHP}_{\text{EST.}} = \frac{Q \times H \times \gamma}{3600 \times 76 \times \eta} = \frac{11,4 \times 24,0 \times 1000}{3600 \times 76 \times 0,55} \therefore \text{BHP} \hat{=} 1,82 \text{ HP,}$$

considerando-se uma bomba de 6 estágios.

6.7 - CÁLCULO DO "NPSH" DISPONÍVEL.

$$\text{Condição } (NPSH)_D \geq (NPSH)_R$$

$$(NPSH)_D = p_a - p_v - h_s - P_s = 10,33 - 0,25 - 1,75 - 0,88$$

$$\therefore (NPSH)_D = 7,45 \text{ mca.}$$

- BOMBA DE REPOSIÇÃO DO T.H.P.

6.8 - Determinação da vazão:

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado:

Data: 20/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido:

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

A variação do volume de água contida no T+P correspondente à queda do nível normal de 1" será aproximadamente:

$$V \approx \Delta S \times L_c \quad \text{onde: } \Delta S = 0,0557 \text{ m}^2 \text{ (ver item 5.12.2) pag 20}$$

$$L_c \approx 8,82 \text{ m}$$

$$V \approx 0,0557 \times 8,82 \approx 0,49 \text{ m}^3 \quad \therefore V \approx 0,5 \text{ m}^3$$

Considerando-se o tempo para reposição do nível do T+P, em 15 minutos, teremos:

$$\therefore Q = 2 \text{ m}^3/\text{h.}$$

6.9 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA.

6.9.1 - Cálculo da perda de carga na sucção.

6.9.2 - Comprimentos equivalentes ($\phi 1\frac{1}{4}"$)

- comprimento da tubulação	= 3,30 m
- 1 válvula de pé e/ou caivo	= 10,00
- 1 redução $\phi 1\frac{1}{4}" \times 1"$	= 0,17
- 1 JRL 90°	= 0,70
- 1 válvula gaveta aberta	= 0,20

10% p/ imprevistos

$$\begin{array}{r} 14,37 \text{ m} \\ 1,43 \\ \hline 15,80 \text{ m} \end{array}$$

6.9.3 - Perda de carga por 100m ($\phi 1\frac{1}{4}" - C=100, Q \approx 8 \text{ GPM}$)

$$P_c = 2,04 \text{ m}/100 \text{ m}$$

6.9.4 - Perda de carga na sucção.

$$P_s = \frac{2,04}{100} \times 15,80 = 0,32 \text{ mca}$$

6.9.5 - Desnível estático na sucção.

$$W_s = 1,75 \text{ m}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *[assinatura]*

Data: 20/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: *[assinatura]*

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR.

6.9.6 - Altura Manométrica de sucção.

$$H_s = P_s + H_{fs} = 0,32 + 1,75 = 2,07 \text{ mca.}$$

6.9.7 - cálculo da perda de carga no recalque

- TRECHO AB $\phi 1''$

6.9.8 - Comprimentos equivalentes.

- comprimento da tubulação	=	2,40 m
- 1 vlv. de retenção	=	2,10
- 1 vlv. gaveta aberta	=	0,20
- 1 redução $\phi 1'' \times 3/4''$	=	0,14
- 1 JRL 90°	=	0,50

10% p/ imprevistos

5,34 m
0,54
5,88 m

6.9.9 - Perda de carga por 100 m ($\phi 1''$, $c=100$, $Q \approx 8 \text{ GPM}$)

$$P_c = 7,73 \text{ m}/100 \text{ m}$$

6.9.10 - Perda de carga no trecho AB

$$P_{AB} = \frac{7,73}{100} \times 5,88 = 0,45 \text{ mca}$$

- TRECHO BC $\phi 2''$

6.9.11 - Comprimentos equivalentes.

- comprimento da tubulação	=	30,10 m
- 1 vlv. gav. aberta	=	0,40
- 1 vlv. de retenção	=	4,20
- 7 JRL 90°	(7 x 1,1)	= 7,70
- 1 TPD	(1 x 1,1)	= 1,10
- 1 TSL	=	3,50

10% p/ imprevistos =

47,0

4,7

51,7

6.9.12 - Perda de carga por 100 m ($\phi 2''$, $c=100$, $Q=8 \text{ GPM}$)

$$P_c = 0,285 \text{ m}/100 \text{ m}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: *AB*

Data: 20/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: *MM*

Data: 05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR.

6.9.13 - Perda de carga no trecho BC.

$$P_{BC} = \frac{0,285}{100} \times 51,7 = 0,14 \text{ mca.}$$

6.9.14 - Perda de carga no recalque.

$$P_R = P_{AB} + P_{BC} = 0,45 + 0,14 = 0,59 \text{ mca.}$$

6.9.15 - Desnível estático no recalque:

$$h_R = 1,75 \text{ m.}$$

6.9.16 - Altura manométrica de recalque.

$$H_2 = P_R + h_R = 0,59 + 1,75 = 2,34 \text{ mca.}$$

6.9.17 - Pressão máxima de trabalho no THP

$$P_{T \text{ max.}} = 191 \text{ psi} \approx 134 \text{ mca.}$$

6.9.18 - Altura manométrica total

$$H_T = H_1 + H_2 + P_{T \text{ max.}} = 2,07 + 2,34 + 134 \approx 138,5 \text{ mca.}$$

$$\therefore H_T \approx 140 \text{ mca.}$$

6.10 - SELEÇÃO DA BOMBA DE REPOSIÇÃO DO THP

Pelas condições vistas no item anterior deverá ser selecionada uma bomba de múltiplos estágios, centrífuga, acionada por motor elétrico, trifásico, 440 V, 50 Hz. A bomba terá conexões roscaadas, sendo $\phi 1''$ na sucção e $\phi 3/4''$ no recalque. $R_{pm} = 1500$.

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: MA

Data: 20/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC
MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINARConferido: MM

Data: 05-11-80

7. - SELEÇÃO DO COMPRESSOR DE AR

7.1 - De acordo com "NFC" vol 6 pág. 22-129 item 3710, para um volume do THP de 9000 gal o compressor não deverá ter capacidade menor que 20 CFM.

Pressão máxima de trabalho.

$$P_{\max} = 191 + 14,696 \text{ psi}$$

$$\therefore P_{\max} \approx 206 \text{ psi} \approx 14,5 \text{ kg/cm}^2$$

7.2 - Seleção do compressor.

Deverá ser selecionado, um compressor acionado por motor elétrico trifásico, 440V, 50 Hz, com as seguintes características.

Nº de estágios — 2

Pressão de descarga — 250 psi

Capacidade efetiva — 23,4 cfm

Deslocamento — 34,0 cfm.

7.3 - Verificação do tempo de enchimento do THP com ar:

Temos a fórmula: $t = \frac{V(P_2 - P_1)}{P_A \cdot D \cdot E}$

onde:

t = tempo de enchimento com ar, em minutos

V = Volume de ar no THP, em m³

P₁ = Pressão inicial no THP, em kg/cm²

P₂ = Pressão final no tanque, em kg/cm²

P_A = Pressão atmosférica, em kg/cm²

D = Deslocamento do pistão do compressor em m³/min.

E = Eficiência volumétrica média do compressor.

Temos:

$$V = 11,35 \text{ m}^3$$

$$P_A = 1,033 \text{ kg/cm}^2 \text{ (abs)}$$

Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado: ~~AS~~

Data:

20/10/80

Item: SIST. AUTOMÁTICO DE PROTEÇÃO CONTRA INC

Conferido: ~~ML~~

Data:

05-11-80

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

$$P_1 = 3 \times 1,033 = 3,099 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_2 = 14,5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (abs)}$$

$$D = 34,0 \text{ cfm} \times 0,0283 = 0,96 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$E = 80\% \text{ (estimada)}$$

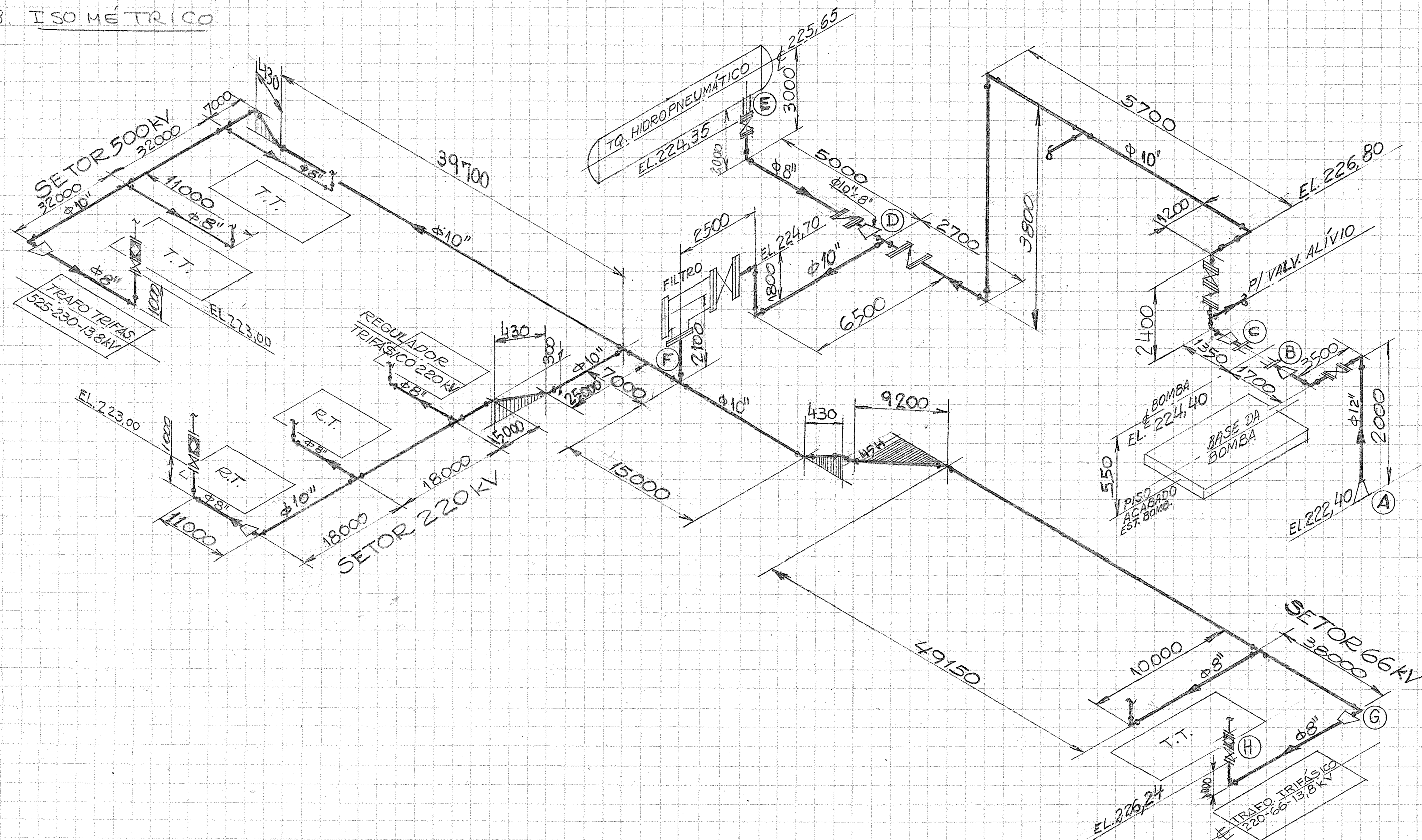
$$t = \frac{11,35(14,5 - 3,099)}{1,033 \times 0,96 \times 0,80}$$

$$t \approx 163 \text{ min.} \approx 2 \text{ h e } 43 \text{ min.}$$

————— " —————

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

8. ISOMETRICO



Assunto: SE DA MARGEM DIREITA

Projetado:

Data:

14/1/81

Item: SIST. AUTOMAT. DE PROT. CONTRA INC

Conferido:

Data:

15-01-81

MEMÓRIA DE CÁLCULO PRELIMINAR

ISOMÉTRICO