



PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE
SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS
LIGNOCELULÓSICOS

JULIA DE OLIVEIRA CALIMAN
MARCELA MENDONÇA GOULARTE
MEIRE ELLEN GORETE RIBEIRO DOMINGOS
NAYARA CRISTINA DE SÃO JOSÉ TEIXEIRA GUIMARÃES
RAFAELA NUNES COUTO
TALITA LEMOS COSTA

PROJETO DE ENGENHARIA QUÍMICA 2
BRASÍLIA, JULHO – 2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE
SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS
LIGNOCELULÓSICOS

JULIA DE OLIVEIRA CALIMAN
MARCELA MENDONÇA GOULARTE
MEIRE ELLEN GORETE RIBEIRO DOMINGOS
NAYARA CRISTINA DE SÃO JOSÉ TEIXEIRA GUIMARÃES
RAFAELA NUNES COUTO
TALITA LEMOS COSTA

PROJETO DE ENGENHARIA QUÍMICA 2
BRASÍLIA, JULHO – 2017

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE
SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS
LIGNOCELULÓSICOS

Projeto de graduação da disciplina Projeto de Engenharia Química 2 da Divisão de Química Tecnológica do Instituto de Química da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Jose Joaquín Linares León

PROJETO DE ENGENHARIA QUÍMICA 2
BRASÍLIA, JULHO – 2017

PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE
SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS
LIGNOCELULÓSICOS

Projeto de graduação da disciplina Projeto de Engenharia Química 2 da Divisão de Química Tecnológica do Instituto de Química da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Aprovado em ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Professora Dra. Elaine Rose Maia
Examinador interno

Professor Dr. José Joaquín Linares León - UnB
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente à Deus, que nos enche de esperança e nos dá forças para continuarmos nossas jornadas e à Sua mãe, que nos dá amor e anda sempre ao nosso lado.

Às nossas famílias, agradecemos por serem nosso suporte, nossos pilares, por nos apoiarem em cada decisão tomada, mesmo que não seja a correta ou que seja a mais difícil e principalmente, agradecemos por serem as redes que nos impedem de cair ao chão.

Aos nossos amigos, os de longa data e os que a vida nos fez esbarrar pelo caminho, agradecemos pela compreensão e por todos os momentos vividos.

Agradecemos, também, aos professores e a todos que um dia se dedicaram a nos ensinar e colocar em prática os conhecimentos adquiridos.

RESUMO

O dimetil éter (DME) possui vários usos e aplicações, podendo ser empregado, por exemplo, como propelente, combustível e alternativa ao GLP para aplicações domésticas e industriais. O DME é miscível na maioria dos solventes orgânicos e altamente solúvel em água. Vários modelos de plantas para produção de DME vêm sendo desenvolvidos, sendo que muitos estudos têm sido direcionados para a produção de dimetil éter utilizando gás de síntese proveniente de materiais lignocelulósicos. O uso de biomassas residuais para a obtenção de diferentes produtos se apresenta como uma alternativa de matriz renovável, barata e disponível, sendo portanto, altamente atrativa em meio às crises energéticas e ambientais.

Diante desse necessário, o objetivo desse trabalho foi desenvolver uma planta em pequena escala de produção de dimetil éter a partir de gás de síntese proveniente de materiais lignocelulósicos via rota indireta, isto é, primeiramente produzindo metanol a partir do gás de síntese e, a partir do metanol, se obter DME. A simulação do processo foi feita utilizando o software Aspen HYSYS, obtendo DME a 99,5% de pureza. Foram feitos estudos do projeto rigoroso dos equipamentos, controle de processo e segurança da planta, avaliação ambiental e econômica. A avaliação econômica foi realizada para três condições de purga (5, 10 e 50 %) da corrente de gases que sai do separador bifásico, a fim de se obter a condição ótima que leva a um menor custo da planta e maior produção de DME. A purga de 5 % foi a que apresentou os melhores resultados sendo, portanto, a utilizada no projeto rigoroso dos equipamentos. A produção anual da planta é de 5046,5 t, sendo rentável para as condições consideradas, tanto em relação à variação do investimento quanto à variação do câmbio do dólar e do euro.

ABSTRACT

Dimethyl ether (DME) has several uses and applications, for example, it can be used as a propellant, fuel and alternative to GLP for domestic and industrial applications. DME is miscible in most organic solvents and highly soluble in water. Several models of plants for DME production have been developed, and many studies have been directed to the production of dimethyl ether using syngas from lignocellulosic materials. The use of residual biomass to obtain different products presents itself as a renewable, cheap and available matrix alternative, being therefore highly attractive during energy and environmental crises.

In view of this, the objective of this work was to develop a small scale dimethyl ether production plant from syngas obtained through lignocellulosic materials via the indirect route, *ie*, first producing methanol from the syngas and then obtaining DME from the methanol produced. The process simulation was done using the Aspen HYSYS software, obtaining DME at 99.5% purity. Rigorous design of equipment, process control, plant safety, environmental and economic evaluation were carried out. The economical evaluation was performed for three purge conditions (5, 10 and 50%) of the gas stream leaving the biphasic separator in order to obtain the optimum condition that leads to a lower plant cost and higher DME production. The 5% purge was the one that presented the best results and, therefore, the one used in the rigorous design of the equipment. The annual production of the plant is 5046,5 ton, being profitable for the conditions considered, both in relation to the investment variation and the exchange rate of the dollar and the euro.

LISTA DE VARIÁVEIS

A	Área de troca térmica
C	Custo total do equipamento
C_C	Custo da carcaça
C_p	Custo dos pratos
D	Diâmetro
D_b	Diâmetro do feixe de tubos
D_{eq}	Diâmetro equivalente
d_o	Diâmetro externo dos tubos
e	Espessura do recipiente
F	Vazão de alimentação
F_t	Fator de correção para o cálculo da área de troca térmica
G	Velocidade mássica mínima
H_C	Altura da coluna
H_D	Altura entre os pratos da coluna
h_c	Coefficiente de transmissão de calor de fluido que passa pela carcaça
h_t	Coefficiente de transmissão de calor de fluido que passa pelo tubo
k	Razão das capacidades caloríficas a pressão e volume constante
K_I	Constante para o cálculo do diâmetro da carcaça
L/D	Razão entre altura e diâmetro do recipiente
l	Comprimento dos tubos
L	Altura
L	Vazão da corrente de líquido
m	Vazão mássica do fluido

n_1	Constante para o cálculo do diâmetro da carcaça
N_p	Número de pratos da coluna
$NPSH$	<i>Net Positive Suction Head</i>
N_t	Número de tubos do trocador de calor
P_i	Pressão de impulsão
P_a	Pressão de aspiração
P_d	Pressão de desenho
P_{op}	Pressão de operação
$P_{elevação}$	Pressão devida à elevação do equipamento
P_1	Pressão na aspiração do compressor
P_2	Pressão na impulsão do compressor
Q	Vazão volumétrica
Q	Calor trocado
q	Fração de líquido na alimentação
Q_v	Vazão volumétrica de vapor na coluna
Q_L	Vazão volumétrica de líquido na coluna
R	Parâmetro adimensional para o cálculo do fator de correção
R	Constante dos gases
r_c	Coefficiente de deposição do fluido que passa pela carcaça
r_t	Coefficiente de deposição do fluido que passa pelo tubo
S	Parâmetro adimensional para o cálculo do fator de correção
S	Seção transversal mínima da coluna
S_t	Esforço máximo permissível ao material
T_1	Temperatura na aspiração

T_2	Temperatura na impulsão
T_d	Temperatura de desenho
T_{op}	Temperatura de operação
$T_{H,1}$	Temperatura de entrada do fluido quente
$T_{H,2}$	Temperatura de saída do fluido quente
$T_{C,1}$	Temperatura de entrada do fluido quente
$T_{C,2}$	Temperatura de saída do fluido quente
TIR	Taxa Interna de Retorno
U	Coefficiente global de troca térmica
VAL	Valor Atualizado Líquido
V	Volume
V	Vazão da corrente de vapor
$V_{útil}$	Volume de líquido retido no recipiente
V_T	Volume total do recipiente
V_0	Velocidade do fluido no leito
v_{lim}	Velocidade limite
W	Peso do recipiente
W_a	Potência absorvida
W_h	Potência hidráulica
W_m	Potência do motor da bomba
W_r	Potência real (politrópica) necessária no compressor
X	Fator de complexidade
x	Composição da corrente líquida
y	Composição da corrente vapor

z_F	Composição da corrente de alimentação
Z_l	Fator de compressibilidade do gás
ΔT_{ml}	Diferença de temperatura média logarítmica
ΔP	Perda de carga
η_m	Eficiência do motor
η_h	Eficiência hidráulica da bomba
η_r	Eficiência real (politrópica) do compressor
μ	Viscosidade
ε	Porosidade da partícula
ρ	Densidade do fluido
ρ_L	Densidade do líquido
ρ_V	Densidade do vapor
τ	Tempo de residência

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Fração molar dos componentes da corrente de alimentação.
- Tabela 2. Sistema de unidades.
- Tabela 3. Condições de operação e desenho dos reatores ERV-100 e CRV-100.
- Tabela 4. Dimensionamento e custos para o reator ERV-100.
- Tabela 5. Dimensionamento e custos para o reator CRV-100.
- Tabela 6. Otimização das torres de destilação T-100 e T-101.
- Tabela 7. Condições de operação e desenho das colunas T-100 e T-101.
- Tabela 8. Dimensionamento e custos das torres de destilação T-100 e T-101.
- Tabela 9. Dimensionamento e custos para o vaso flash V-100.
- Tabela 10. Condições de operação e desenho dos recipientes acumuladores.
- Tabela 11. Dimensionamento e custos para o pulmão C-100.
- Tabela 12. Dimensionamento e custos para o pulmão C-101.
- Tabela 13. Dimensionamento e custos para o pulmão C-102.
- Tabela 14. Dimensionamento e custos para o pulmão C-103.
- Tabela 15. Dimensionamento e custos para o pulmão C-104.
- Tabela 16. Dimensionamento e custos para o pulmão C-105.
- Tabela 17. Parâmetros de projeto das bombas.
- Tabela 18. Valores das variáveis de interesse necessárias para o projeto do compressor.
- Tabela 19. Parâmetros para projeto do compressor.
- Tabela 20. Coeficientes de transmissão de calor (DUEÑAS *et al.*,2010).
- Tabela 21. Constantes para cálculo do número de tubos (TOWLER *et al.*,2008).
- Tabela 22. Dados para o cálculo dos custos de trocadores de calor (TOWLER *et al.*, 2008).
- Tabela 23. Condições de operação trocador E-101.
- Tabela 24. Condições de desenho trocador E-101.
- Tabela 25. Dimensionamento do trocador E-101.
- Tabela 26. Condições de operação trocador E-102.
- Tabela 27. Condições de desenho trocador E-102.
- Tabela 28. Condições de operação trocador E-103.
- Tabela 29. Condições de desenho trocador E-103.
- Tabela 30. Dimensionamento do trocador E-103.
- Tabela 31. Condições de operação trocador E-104.
- Tabela 32. Condições de desenho trocador E-104.

Tabela 33. Condições de operação trocador E-105.

Tabela 34. Condições de desenho trocador E-105.

Tabela 35. Dimensionamento do trocador E-105.

Tabela 36. Condições de operação trocador E-106.

Tabela 37. Condições de desenho trocador E-106.

Tabela 38. Condições de operação trocador E-107.

Tabela 39. Condições de desenho trocador E-107.

Tabela 40. Vazões de descarga para cada uma das válvulas de segurança.

Tabela 41. Lista de alarmes e sua descrição.

Tabela 42. Descrição do sistema de encravamento.

Tabela 43. Valores estimados para o custo dos equipamentos principais.

Tabela 44. Custo estimado para materiais.

Tabela 45. Custo total com engenharia de processo.

Tabela 46. Total de custos de ISBL (“*Inside Battery Limits*”).

Tabela 47. Total de custos de OSBL (“*Outside Battery Limits*”).

Tabela 48. Custo do investimento total.

Tabela 49. Valores de vendas anuais.

Tabela 50. Custos anuais da planta.

Tabela 51. Custo com eletricidade das bombas e do compressor.

Tabela 52. Custo com ar de instrumentação.

Tabela 53. Custo anual com água de refrigeração.

Tabela 54. Custo anual com vapor de aquecimento.

Tabela 55. Dados para calcular o *VAL*.

Tabela 56. Valor atualizado líquido para cada um dos três casos de purga estudados.

Tabela 57. Fluxo de caixa acumulado para o caso 3 do projeto.

Tabela 58. Análise de sensibilidade ao investimento.

Tabela 59. Valores de *VAL* em função da variação do dólar e do euro.

Tabela 60. Valores típicos para perda de carga, ΔP , e velocidade de escoamento, v , de líquidos e vapor em tubulações.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interconexão e armazenamento na unidade de produção.

Figura 2. Diagrama de processo.

Figura 3. Fator de correção de temperatura para trocadores do tipo uma carcaça e quatro ou múltiplos de quatro passes por tubo.

Figura 4. Curva do *shell-bundle clearance*.

Figura 5. Classificação de trocadores por letras (TEMA, 2007).

Figura 6. Evolução dos fluxos de caixa.

Figura 7. Fluxo de caixa acumulado.

Figura 8. Fluxo de caixa acumulado para investimento 20 % maior.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
ESPECIFICAÇÕES DE PROCESSO	3
CAPACIDADE E QUALIDADE DA ALIMENTAÇÃO	3
PRODUTOS	3
BASES GERAIS	3
CRITÉRIOS DE PROJETO	4
PROCESSO E INTERCONEXÕES	7
DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS	9
REATORES	9
TORRES DE DESTILAÇÃO	14
VASO FLASH	19
RECIPIENTES ACUMULADORES	22
BOMBAS	26
COMPRESSORES	30
TROCADORES DE CALOR	33
AVALIAÇÃO AMBIENTAL	44
CONTAMINAÇÃO DO AR	44
CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA	44
RESÍDUOS SÓLIDOS	45
SEGURANÇA DA PLANTA	46
VÁLVULAS DE SEGURANÇA	46
ALARMES E ENCRAVAMENTOS	47
ESTRATÉGIAS DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DA PLANTA	49
CONTROLE DA PLANTA	49
INSTRUMENTAÇÕES DA PLANTA	49
DIAGRAMA MECÂNICO (1/5)	50
DIAGRAMA MECÂNICO (2/5)	51
DIAGRAMA MECÂNICO (3/5)	52
DIAGRAMA MECÂNICO (4/5)	53
DIAGRAMA MECÂNICO (5/5)	54
INVESTIMENTOS, VENDAS, CUSTOS E RENTABILIDADE	55
INVESTIMENTOS	55
CAPITAL IMOBILIZADO	55

VENDAS.....	60
CUSTOS.....	60
AVALIAÇÃO DE RENTABILIDADE.....	63
TUBULAÇÕES	69
ANEXOS – FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO	71
ANEXO I – BALANÇO DE MASSA E ENERGIA	712
ANEXO II – RECIPIENTES VERTICAIS	86
ANEXO III – RECIPIENTES HORIZONTAIS	93
ANEXO IV – BOMBAS.....	99
ANEXO V – COMPRESSORES	105
ANEXO VI – TROCADORES DE CALOR	107
ANEXO VII – INSTRUMENTOS DE VAZÃO	114
ANEXO VIII – INSTRUMENTOS DE NÍVEL.....	119
ANEXO IX – INSTRUMENTOS DE PRESSÃO	124
ANEXO X – INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA	126
ANEXO XI – VÁLVULAS DE CONTROLE	129
ANEXO XII – TUBULAÇÕES.....	141
ANEXO XIII – SERVIÇOS AUXILIARES.....	144
ANEXO XIV – VÁLVULAS DE SEGURANÇA	148
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160

INTRODUÇÃO

As crises energéticas e ambientais vêm desencadeando pesquisas por fontes alternativas de energia, com matriz energética renovável, como por exemplo, a biomassa lignocelulósica. Os materiais lignocelulósicos são constituídos por três componentes principais, a celulose, a hemicelulose e a lignina (GUERRIERO *et al.*, 2016). A biomassa residual são os resíduos provenientes das indústrias de grãos, madeira, papel, cana-de-açúcar, entre outras, e que são, na maioria dos casos, subutilizados ou descartados (SAINI *et al.*, 2014).

O dimetil éter (DME) é um produto considerado limpo, incolor, fácil de ser liquefeito e transportado, podendo ser produzido a partir de biomassa (TAVAN e NIKOU, 2014). É relativamente inerte, não-corrosivo, não-carcinogênico, quase não-tóxico, e também não forma peróxidos quando exposto ao ar. Além disso, apresenta grande potencial para ser usado como combustível automotivo, para geração de energia elétrica, como precursor de olefinas, bem como em aplicações domésticas (alternativa ao GLP, mistura de propano e butano). Como suas propriedades se assemelham muito às do propano, o dimetil éter poderia substituir o propano do GLP usado em aplicações domésticas e industriais. O dimetil éter também pode ser usado como propelente e refrigerante (SUMALATHA *et al.*, 2015).

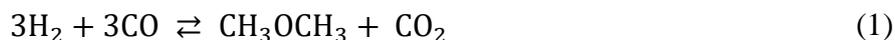
Outra vantagem é que as tecnologias desenvolvidas para o GLP quanto a transporte e armazenamento, podem ser usadas para o DME com pequenas adaptações. Estima-se que o capital a ser investido em plantas e infraestrutura para produção de DME nos EUA fica em torno de 4 bilhões de dólares, enquanto que para o hidrogênio é estimado 18 bilhões de dólares e para o etanol 5 bilhões de dólares (SWENDSEN, 2007).

O desenvolvimento de plantas de produção de DME em pequena escala pode ser bastante atrativo, uma vez que pode reduzir custos de transporte e gerar empregos na localidade, além de utilizar resíduos agroindustriais da região como precursor (SWENDSEN, 2007).

A síntese de DME é bastante seletiva, gerando um produto altamente puro e sem geração de co-produtos (SWENDSEN, 2007). O DME pode ser obtido através de duas rotas quando utiliza-se biomassa como precursor: a rota direta, onde o DME é produzido a partir do gás de síntese obtido pela gaseificação da biomassa (ver reações 1 e 2), e a rota indireta, em que o metanol é produzido a partir do gás de síntese para, posteriormente, DME ser obtido (ver reações 3, 4 e 5) (CLAUSEN, 2011; LUZ, 2013).

Reações de síntese direta de DME:

Reação de hidrogenação parcial do monóxido de carbono:



Reação de síntese de DME:



Reações de síntese indireta de DME:

Reação de síntese de metanol (a partir de CO e H₂):



Reação de Water Gas Shift:



Reação de desidratação do metanol:



De acordo com Kim (2010), a rota química mais vantajosa para a produção de DME é a indireta, pois possui tecnologia mais madura e maiores conversões a custos mais baixos do que a rota direta. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi projetar uma planta de dimetil éter em pequena escala no software Aspen HYSYS[®], utilizando materiais lignocelulósicos como precursores através da rota indireta, avaliando em termos econômicos, ambientais e de segurança, a viabilidade da planta.

ESPECIFICAÇÕES DE PROCESSO

CAPACIDADE E QUALIDADE DA ALIMENTAÇÃO

A planta é capaz de produzir 5406,5 t/ano de dimetil éter a partir de gás de síntese proveniente de materiais lignocelulósicos a uma vazão de 4.489 kg/h, com fator de operação de 8.375 h/ano (TURTON, 2008). A composição da alimentação se encontra na Tabela 1, de acordo com Clausen (2011). Como o processo ocorre pela rota indireta, onde há primeiro a produção de metanol, a razão H_2/CO ótima do gás de síntese é igual a 2 (CLAUSEN *et al.*, 2011).

Tabela 1. Fração molar dos componentes da corrente de alimentação.

Componente	Fração molar
H_2	0,3242
CO	0,1615
CO_2	0,1388
H_2O	0,1298
CH_4	0,0077
N_2	0,2353
Ar	0,0028

PRODUTOS

O principal produto é a corrente de dimetil éter, porém se obtém também outros produtos, como metanol, nitrogênio, água e água residual. O DME obtido deve ter pureza de 99,5% no topo da coluna.

BASES GERAIS

- Especificações da água de refrigeração: a água de refrigeração é fornecida a uma temperatura de 28 °C e retorna a uma temperatura de, no máximo, 45 °C. A pressão de

projeto para esse serviço auxiliar será considerada como um adicional de pressão equivalente 1,75 kg/cm².

- Máxima contrapressão no coletor de tocha: 0,3 kg/cm²g.
- Projeto de equipamentos: pratos tipo válvula para as colunas de destilação.
- O sistema de unidades utilizado deve seguir a Tabela 2 abaixo:

Tabela 2. Sistema de unidades.

Temperatura	°C
Pressão	kg/cm ²
Vácuo	mmHg
Peso (massa)	kg
Volume de líquidos	m ³
Volume de gases	m ³
Vazão de líquidos	m ³ /h
Vazão de gases	m ³ /h
Caudal de vapor	kg/h
Calor	kcal
Potência térmica	kcal/h
Potência elétrica	kW
Densidade	kg/m ³
Coefficiente de transmissão de calor	kcal/(h.m ² .°C)
Viscosidade	cP
Tamanho de equipamento	mm
Comprimento de tubulação	mm
Diâmetro de tubulação	pol
Dimensões em diagramas de planta	mm
Tamanho das conexões em depósitos	pol

CRITÉRIOS DE PROJETO

Critérios gerais

- Fator de operação 8.375 h/ano

- Capacidade mínima: 60%
- Sobredimensionamento dos equipamentos:
 - Bombas de carga e produto: 110%
 - Bombas de refluxo em coluna: 120%
 - Trocadores de calor: 110%
 - Coluna de fracionamento (hidráulica): 120%
 - Reatores catalíticos de leito fixo: 120%

Condições de limite de bateria

As condições de carga e produto foram baseadas em duas literaturas principais, Clausen (2011) e Turton (2008), respectivamente. Para a alimentação optou-se por operar uma pressão de 1,02 kg/cm² e uma temperatura de 55 °C. Já para o produto final, o DME, as condições de operação são dadas pelo comportamento do processo.

Seleção de materiais

O material selecionado para a planta foi o aço inoxidável, devido à presença de componentes corrosivos em algumas etapas e possibilidade de oxidação em alguns equipamentos.

Dados econômicos

Dispõe-se das seguintes informações para a avaliação econômica do projeto:

- Capital
 - O capital imobilizado avaliado correspondente à nova planta, a partir do desenho de equipamentos que resultam da engenharia de processos.
 - O ponto de partida para o capital de giro é o estoque de alimentação à planta, armazenado durante 7 dias.
- Custos
 - Pessoal: 3 vagas, sendo 5 operadores por vaga.
 - R\$ 160.000,00/ano por operador.
- Preços
 - Matérias primas: 0,32 \$/m³
 - Produtos (DME): 5 €/kg
 - Serviços auxiliares:

- Água de refrigeração: 0,40 R\$/m³
- Eletricidade: 280,00 R\$/MWh
- Ar de instrumentos: 0,04 R\$/Nm³
- Licença e engenharia básica: considera-se preços de 2,8 MR\$ e 2 MR\$, respectivamente.

Observação: os preços se encontram em moedas diferentes, a fim de obedecer a literatura de onde foram retirados sem sofrer interferência do câmbio.

- Inflação
 - Supôs-se que todas as partidas de benefício e custos sofrerão uma evolução anual similar à inflação, estimada em 5 %.
- Horizonte temporal do projeto
 - Considera-se 3 anos de projeto e 15 anos de operação.
 - Curva de investimento: tempo (t) em anos
 - 10 % em t = 0
 - 60 % em t = 1
 - 30 % em t = 2
- Amortização linear a 10 anos.

Otimização e sensibilidade

Foram realizados os seguintes estudos de otimização e sensibilidade durante o desenvolvimento de engenharia de processo do projeto:

- Relação da taxa de refluxo com o número de pratos nas colunas T-100 e T-101.
- Relação L/D dos recipientes pulmão C-100, C-101, C-102, C-103, C-104 e C-105; dos reatores ERV-100 e CRV-100; e do vaso flash V-101.
- Número ótimo de carcaças e número ótimo de tubos nos trocadores.
- Razão de compressão mínima no compressor K-100.
- Sensibilidade da rentabilidade à purga de 5, 10 e 50 % no processo.
- Sensibilidade de rentabilidade do projeto ao investimento (± 20 %).
- Sensibilidade da rentabilidade ao câmbio dólar/real e euro/real (± 10 % e ± 20 %).

PROCESSO E INTERCONEXÕES

A Figura 1 apresenta as correntes de processo que entram e saem da planta, assim como os serviços auxiliares requeridos. O gás síntese, que é armazenado no pulmão C-100, é a matéria-prima da planta. Uma vez que gases e metanol são reciclados na planta, as correntes de saída do processo são o produto de interesse, o DME, e água. Os serviços auxiliares incluem vapor, água de resfriamento e energia elétrica.

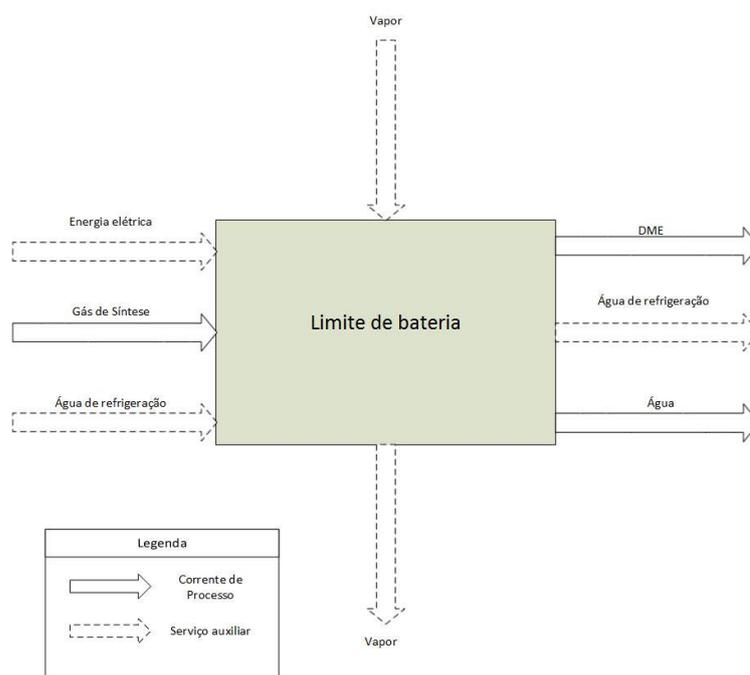


Figura 1. Interconexão e armazenamento na unidade de produção.

A Figura 2 apresenta o Diagrama de Processos da planta. O gás de síntese de é comprimido no compressor K-100 e há retirada de água; depois, a corrente é aquecida e segue para o reator de metanol ERV-100. A corrente de saída do reator é resfriada e segue para o vaso flash onde os gases são retirados; 95% da corrente gasosa retorna para o processo já descrito, e 5% é purgado do sistema. A corrente líquida, contendo principalmente metanol, vai para o reator CRV-100, para síntese do DME. A corrente resultante vai para a torre de destilação T-100, e o DME é retirado como produto de topo da coluna. A corrente de fundo, contendo água e metanol é dirigida à torre de destilação T-101 para purificação da água. O metanol retirado na corrente de topo é reciclado e retorna para o reator CRV-100.

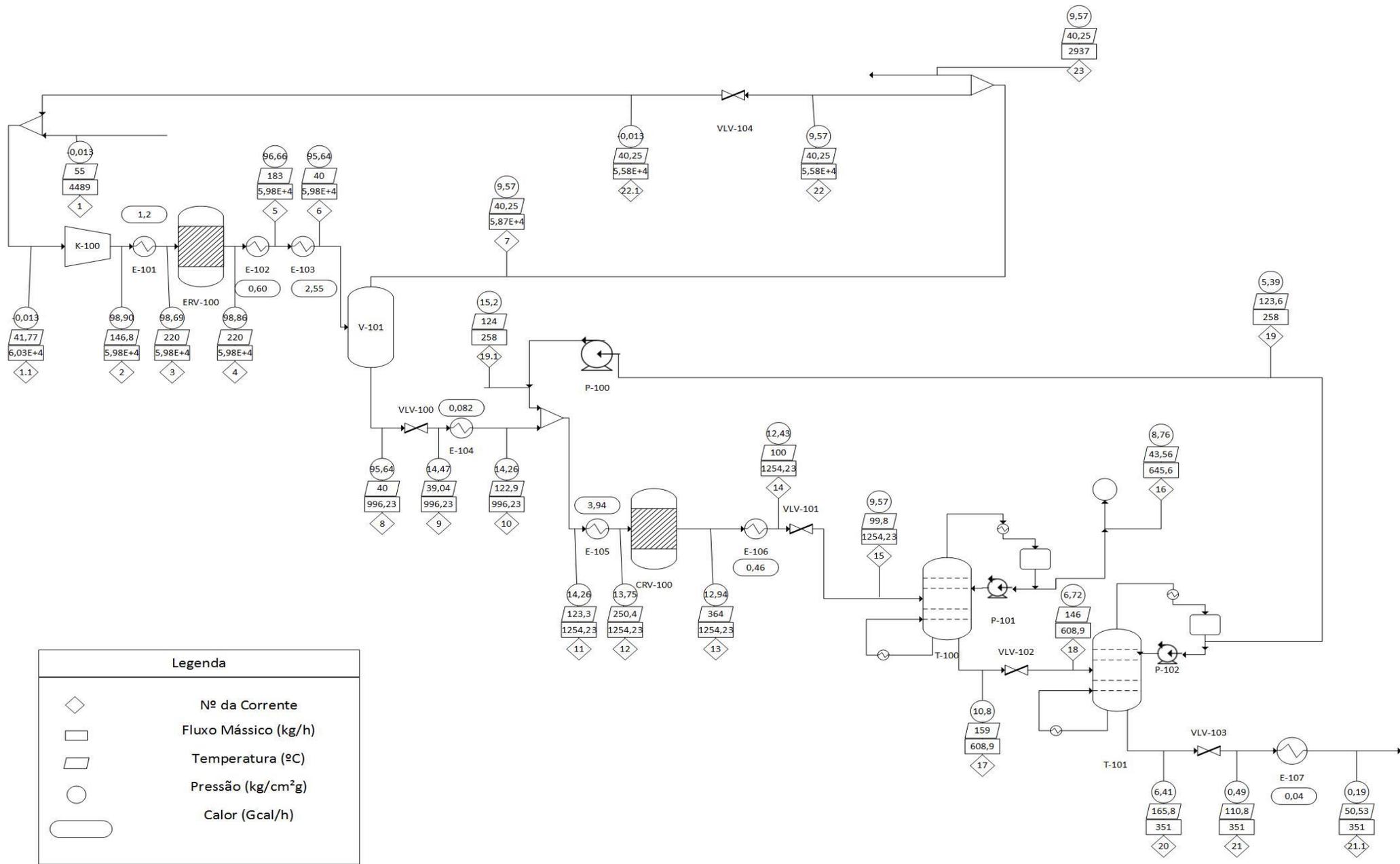


Figura 2. Diagrama de processo.

DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

REATORES

Nos reatores é onde acontece a transformação da matéria em produtos. Para a obtenção de DME, através do gás de síntese utilizando a rota indireta, são necessários dois reatores. No primeiro reator (ERV-100) há a transformação do gás de síntese em metanol de acordo com as reações 3 e 4 e, no segundo reator (CRV-100), a conversão de metanol a DME, por meio da reação 5.

O design de reatores industriais deve satisfazer os seguintes critérios: cinética da reação, provendo tempo de residência suficiente para se obter a conversão desejada; transferência de massa, em reações heterogêneas a reação deve ser controlada pelas taxas de difusão dos reagentes; transferência de calor, a remoção ou adição dos calores de reação; segurança, sendo necessário o controle da reação e das condições de operação a fim de evitar acidentes (TOWLER e SINNOTT, 2008).

Reatores de leito fixo geralmente são usados para reações gás e gás-líquido (TOWLER e SINNOTT, 2008). Dessa forma, os dois reatores do processo serão considerados como leito fixo. Para o reator ERV-100, o catalisador utilizado é de Cu/ZnO suportado com alumina (ALMELAND *et al.*, 2009) e, para o reator CRV-100, o catalisador é a alumina com sílica (TURTON *et al.*, 2009).

As condições de operação dos reatores são a pressão e a temperatura, sendo que, para a temperatura, o critério de desenho é dado pela Equação 1. Já para a pressão, existem dois critérios dados pelas Equações 2 e 3 e deve-se considerar aquele que for mais restritivo. Na Tabela 3 estão os valores calculados para os critérios.

$$T_d = T_{op} + 30^{\circ}C \quad (1)$$

$$P_d = 1.1 * P_{op} \quad (2)$$

$$P_d = P_{op} + 1,75 \text{ kg/cm}^2 \quad (3)$$

Tabela 3. Condições de operação e desenho dos reatores ERV-100 e CRV-100.

Condições	ERV-100	CRV-100
T_{op} (°C)	220	364
T_d (°C)	250	394
P_{op} (kg/cm ²)	97,8	14,5
P_d (kg/cm ²)	107,58	16,25

Para o dimensionamento dos reatores, foram considerados tempos de residência mínimos de acordo com as literaturas adotadas de acordo com as cinéticas das reações, sendo 0,0009653 h para o reator ERV-100 (ALMELAND *et al.*, 2009) e 0,004131 h para o reator CRV-100 (TURTON *et al.*, 2009). Tendo o tempo de residência de cada reator e a vazão volumétrica, é possível calcular o volume do leito através da Equação 4.

$$\tau = \frac{V}{Q} \quad (4)$$

em que:

- Q é vazão volumétrica, sendo 24.435,7 m³/h para o reator ERV-100 e 985,6 m³/h para o reator CRV-100 e;
- τ é tempo de residência, sendo 0,0009653 h para o reator ERV-100 e 0,004131 h para o reator CRV-100.

Dessa forma, os volumes calculados para cada um dos reatores foram 0,8273 m³ para o reator ERV-100 e 0,5358 m³ para o reator CRV-100.

O passo seguinte é calcular o diâmetro e a altura do leito do reator em que se tem o ótimo econômico. Para tanto, varia-se o diâmetro (D) e a altura (L) do leito em função do volume (V), que foi obtido conforme a Equação 5.

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi L}} \quad (5)$$

Posteriormente, calcula-se a velocidade mássica mínima (G) através da Equação 6, a velocidade do fluido através do leito (V_0) dada pela Equação 7 assim como a perda de carga (ΔP) do fluido através do leito utilizando a Equação de Ergun (Equação 8).

$$G = \frac{4m}{\pi D^2} \quad (6)$$

$$V_o = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (7)$$

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{150V_o\mu}{D_{eq}^2} \cdot \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} + \frac{1,75\rho V_o^2}{D_{eq}} \cdot \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon^3} \quad (8)$$

em que:

- ΔP é perda de carga do fluido através do leito, em kg/m²;
- L é altura do leito, em m;
- V_o é velocidade do fluido através do leito, em m/s;
- μ é viscosidade, sendo $2,61 \cdot 10^{-5}$ kg/(m.s) para o fluido do reator ERV-100 e $1,23 \cdot 10^{-5}$ kg/(m.s) para o fluido do reator CRV-100;
- D_{eq} é o diâmetro equivalente das partículas de catalisador, sendo 5,4 mm para o catalisador Cu/ZnO (ALMELAND *et al.*, 2009) e 4,0 mm para o catalisador de alumina com sílica (CHRISTY CATALYTICS, 2010);
- ε é porosidade do leito, sendo 0,39 para o leito do reator ERV-100 (ALMELAND *et al.*, 2009) e 0,40 para o leito do reator CRV-100 (CHRISTY CATALYTICS, 2010);
- ρ é densidade do fluido, sendo 69,76 kg/m³ para o fluido do reator ERV-100 e 9,91 kg/m³ para o fluido do reator CRV-100;
- Q é vazão volumétrica do fluido, sendo 857 m³/h para o fluido do reator ERV-100 e 129,7 m³/h para o fluido do reator CRV-100;
- G é velocidade mássica mínima, em kg/(h·m²);
- m é vazão mássica de fluido, sendo $5,98 \cdot 10^4$ kg/h para o fluido do reator ERV-100 e 1285 kg/h para o fluido do reator CRV-100 e;
- D é diâmetro do leito, em m.

Posteriormente, calcula-se a espessura (e) e o peso de material do equipamento (W) através das Equações 9 e 10, para cada um dos pares de dados de altura-diâmetro.

$$e = \frac{1000P_d D/2}{S_t E - 0,6P_d} + C. A. \quad (9)$$

$$W = 0,0246D(L + 0,8D)(e + X) \quad (10)$$

em que:

- e é espessura, em mm;
- P_d é pressão de desenho, kg/cm²;
- D é diâmetro, em m;

- S_t é o máximo esforço permissível ao material, 1055 kg/cm² para aço carbono;
- C.A.: sobreespessura por corrosão, assumindo nesse caso um valor igual a 3mm, pela quantidade de compostos corrosivos ser baixa.
- W é o peso do equipamento, em Tm;
- X é o fator de complexidade, sendo igual a 4 para reatores;
- L é altura do equipamento, em m.

Por último, calculou-se os custos da carcaça do reator pelas Equações 11 e 12.

$$Custo (MMptas, 1980) = 0,482W^{0,92} \left(\frac{L}{D}\right)^{-0,15} \left(\frac{e}{8}\right)^{-0,21} \quad (11)$$

$$Custo (R$, 2016) = \frac{Custo(MMptas,1980) \cdot \frac{10^6 ptas}{MMptas} \cdot 3,71R\$/\epsilon}{166,386 ptas/\epsilon} \cdot \frac{CEPCI(2016)}{CEPCI(1980)} \quad (12)$$

sendo CEPCI 1980 igual 261,2 e CEPCI 2016 igual a 541,7.

Como há a presença de gases existe um possível risco de oxidação e, portanto, utilizou-se o fator f_m igual a 1,3 para correção do custo do material dos reatores de aço carbono para aço inox (TOWLER e SINNOTT, 2008).

Nas Tabelas 4 e 5 estão os cálculos dos principais parâmetros de dimensionamento para cada reator, conforme mencionado anteriormente. Observa-se que as condições ótimas que obedecem os critérios de perda de carga (perda de carga máxima permitida igual a 0,7 kg/cm²) e resultam em um menor custo para os reatores são: diâmetro igual a 1,3 m e altura igual a 0,62 m para o reator ERV-100 e diâmetro igual a 0,5 m e altura igual a 2,73 m para o reator CRV-100.

Tabela 4. Dimensionamento e custos para o reator ERV-100.

D (m)	L (m)	G (kg/h.m ²)	V (m/s)	ΔP (kg/cm ²)	e (mm)	W (kg)	Custo (R\$)
1	1,05	76118,13	0,30	2,2766	62,47	3030,37	51.782,94
1,1	0,87	62907,54	0,25	1,2883	68,41	3430,19	59.434,11
1,2	0,73	52859,81	0,21	0,7664	74,36	3912,74	68.553,45
1,3	0,62	45040,31	0,18	0,4755	80,31	4484,43	79.276,35
1,4	0,54	38835,78	0,15	0,3057	86,25	5151,82	91.737,02
1,5	0,47	33830,28	0,13	0,2028	92,20	5921,60	106.068,77
1,6	0,41	29733,64	0,12	0,1382	98,15	6800,54	122.404,15

Tabela 5. Dimensionamento e custos para o reator CRV-100.

<i>D</i> (m)	<i>L</i> (m)	<i>G</i> (kg/h.m ²)	<i>V</i> (m/s)	ΔP (kg/cm ²)	<i>e</i> (mm)	<i>W</i> (kg)	Custo (R\$)
0,1	68,22	163611,3	0,01	5854,5	3,92	1330,0	16.445,57
0,2	17,05	40902,8	0,03	92,427	4,83	748,05	12.659,22
0,3	7,58	18179,0	0,07	8,2533	5,75	562,57	11.271,04
0,4	4,26	10225,7	0,13	1,5035	6,66	480,99	10.767,18
0,5	2,73	6544,45	0,20	0,4058	7,58	445,65	10.801,21
0,6	1,89	4544,76	0,28	0,1406	8,50	438,05	11.267,49
0,7	1,39	3339,01	0,38	0,0580	9,41	450,88	12.138,14
0,8	1,07	2556,43	0,50	0,0272	10,33	481,03	13.416,60

TORRES DE DESTILAÇÃO

A destilação é o método de separação baseado no equilíbrio líquido-vapor de misturas, ou seja, quanto maior a diferença do coeficiente de volatilidade das substâncias melhor será o processo de separação da mistura. O processo de separação se dá pela transferência de massa e calor entre as correntes ascendentes e descendentes da coluna de modo que os componentes mais voláteis saem no topo da coluna, enquanto os componentes menos voláteis saem no fundo (MCCABE, 2005).

Para a purificação do DME produzido no reator CRV-100, optou-se por um processo de destilação para separar o produto final de interesse dos demais componentes produzidos na reação. O DME purificado a 95,5 % sai, então, como destilado da primeira coluna, enquanto no fundo da coluna tem-se uma corrente rica em metanol e água. Como o metanol é um dos reagentes para a conversão do DME, a corrente de saída do fundo da primeira coluna é resfriada para, então, servir de alimentação para uma segunda coluna, que tem como finalidade separar o metanol da água. O metanol é, então, recuperado como produto de topo da segunda coluna e, em seguida, é encaminhado para a bomba de refluxo para ser reaproveitado como reagente no reator onde ocorre a conversão do DME. Já o produto de fundo da segunda coluna é uma corrente rica em água, a qual é encaminhada para tratamentos posteriores a fim de remover os resíduos de compostos orgânicos da mesma.

O projeto de uma coluna de destilação normalmente é feito em função do número de estágios necessários para que ocorra a separação dos componentes envolvidos e, por isso, faz-se fundamental conhecer os dados do ELV da mistura. Um método bastante comum para projetar colunas que se baseie no ELV de misturas binárias é o método de McCabe-Thiele (FIRDAUS, 2013). Trata-se de um método gráfico que parte do princípio que a composição dos componentes a cada estágio teórico é determinada pela fração molar de um dos componentes envolvidos. Para aplicar o método de McCabe-Thiele é preciso assumir que o fluxo molar ao longo da coluna é constante, ou seja, os calores de vaporização de ambos os componentes são iguais (em base molar), para cada mol de líquido vaporizado um mol de vapor é condensado e os efeitos de transferência de calor são desprezíveis (MCCABE, 2005).

Apesar do método de McCabe-Thiele descrever muito bem algumas misturas optou-se, nesse caso, por simular a coluna no simulador Aspen HYSYS para variados estágios de separação de forma a se determinar como o processo se comportava frente a essas variações.

A escolha do número de pratos foi feita com base no ótimo da coluna, ou seja, o número de pratos que gerasse um menor custo. Para a otimização das colunas é preciso levar em consideração os custos de material do equipamento e de todos os equipamentos diretamente associados à coluna. Estes são: o condensador, o refeedor, a bomba de refluxo e o pulmão de armazenamento da corrente de refluxo. Além dos custos de equipamento considerou-se, também, os custos de serviços auxiliares como a água de refrigeração do condensador, o vapor de aquecimento do refeedor e os custos de eletricidade da bomba.

Calculou-se, então, os custos totais da coluna para um número variado de pratos e escolheu-se como o ótimo, o número de pratos que resultava no menor custo total. A Tabela 6 apresenta os dados de custo encontrados para diferentes números de pratos para ambas as colunas.

Tabela 6. Otimização das torres de destilação T-100 e T-101.

T-100		T-101	
Número de pratos	Custo total (USD)	Número de pratos	Custo total (USD)
13	921.266,82	10	556.749,41
14	918.928,98	11	554.093,16
15	926.384,78	12	554.580,04

Avaliando o cenário de menor custo determinou-se que a primeira coluna de destilação (T-100) operaria com 14 pratos e que a segunda coluna (T-101) operaria com 11 pratos.

As principais condições de operação das colunas são a pressão e a temperatura sendo que, para a temperatura, o critério de desenho é dado pela Equação 13 e, para a pressão existem dois critérios, dados pelas Equações 2 e 3 já citadas anteriormente, em que se deve utilizar aquele que for considerado mais restritivo. As condições de operação e de desenho das colunas se baseiam nas condições do fundo da mesma e os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 7.

$$T_d = T_{op} + 15^{\circ}\text{C} \quad (13)$$

Tabela 7. Condições de operação e desenho das colunas T-100 e T-101.

Condições	T-100	T-101
T_{op} (°C)	152,2	163,5
T_d (°C)	167,2	178,5
P_{op} (kg/cm ²)	10,46	7,20
P_d (kg/cm ²)	12,21	8,95

O número de pratos da coluna foi determinado a partir dos dados de composição da corrente de entrada, temperatura e pressão de operação, composição de topo e de fundo e entalpia de mudança de fase dos componentes. (TREYBAL, 1980; SEADER, 2010). Para o dimensionamento da mesma levou-se em consideração o fundo da coluna e usou-se os dados de vazão volumétrica de vapor (Q_v) e de líquido (Q_L), densidade do líquido (ρ_L) e do vapor (ρ_v), pressão de desenho e tempo de residência (τ).

O primeiro passo é calcular a velocidade limite na coluna por meio da equação de York (Equação 14).

$$v_{lim} = 0,754 \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_v}{\rho_v}} \quad (14)$$

em que:

- v_{lim} é a velocidade limite, sendo 0,399 m/s para a coluna T-100 e 0,792 m/s para a coluna T-101;
- ρ_L é a densidade do líquido no prato de maior vazão, sendo 574,8 kg/m³ para a coluna T-100 e 733,2 kg/m³ para a coluna T-101 e;
- ρ_v é a densidade do vapor no prato de maior vazão, sendo 17,2 kg/m³ para a coluna T-100 e 5,7 kg/m³ para a coluna T-101.

Em seguida é possível determinar a seção transversal mínima da coluna a partir da razão entre a maior vazão de vapor e a velocidade limite (MCCABE, 2005). Uma vez conhecida a seção transversal pode-se calcular o diâmetro da coluna, o qual pode ser extrapolado por questões de segurança pelas Equações 15 e 16.

$$S = \frac{Q_v}{v_{lim}} \quad (15)$$

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad (16)$$

em que:

- S é a seção transversal mínima da coluna, sendo 0,104 m² para a coluna T-101 e 0,041 m² para a coluna T-101;
- Q_v é a vazão máxima de vapor na coluna e;
- D é o diâmetro da coluna, sendo 0,364 m para T-100 e 0,229 m para T-101.

Para determinar a altura total da torre (H_c) levou-se em consideração a distância entre os pratos (H_D). Os pratos que recebem algum tipo de alimentação externa requerem um distanciamento maior, como é o caso dos pratos de fundo e topo (910 mm) e de alimentação intermediária (610 mm). Os demais pratos possuem um distanciamento padrão de 460 mm (DUEÑAS, 2010). Por fim, deve ser acrescida a altura do fundo da coluna que pode ser calculada a partir do tempo de residência, a vazão de líquido no fundo da torre e o número de pratos como mostra a Equação 17.

$$H_c = H_D + \frac{Q_L \tau}{N_p} \quad (17)$$

em que:

- τ é o tempo de residência, considerado 10 min para ambas colunas e;
- H_c é a altura total da coluna, sendo 8,89 m para T-100 e 7,53 m para T-101.

A partir do valor calculado para o diâmetro e da pressão de desenho, é possível calcular a espessura da coluna por meio da Equação 18, chegando ao peso e ao custo da carcaça pelas Equações 19 e 20, respectivamente. A relação do custo de cada prato pode ser encontrada pela Equação 21.

$$e = \frac{1000 \cdot P_D (D/2)}{896,75 - 0,6 \cdot P_D} + 3 \quad (18)$$

$$W = 24,6 \cdot D (H_c + 0,8 \cdot D) (e + 2) \quad (19)$$

$$C_C = 4,74 (-2500 + 200W^{0,6}) \quad (20)$$

$$C_p = 180 + 340D^{1,9} \quad (21)$$

Por fim, o custo total é dado pela soma dos custos da carcaça e dos pratos e deve ser corrigido de acordo com a constante de ajuste de gastos e o aumento do CEPCI, em relação a

2006. As principais variáveis para o dimensionamento das duas colunas estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Dimensionamento e custos das torres de destilação T-100 e T-101.

	N_p	S (m ²)	D (m)	H_c (m)	e (mm)	W (kg)	Custo (USD)
T-100	14	0,104	0,364	8,89	5,77	884,80	68.761,59
T-101	11	0,041	0,229	7,53	4,51	488,16	44.088,99

VASO FLASH

O princípio do funcionamento do vaso flash é o mesmo dos demais processos de destilação, ou seja, as propriedades do ELV da mistura. A principal diferença do vaso flash para os demais destiladores é o número de estágios. Enquanto na coluna tem-se uma separação por meio do equilíbrio da mistura a cada prato, o vaso flash funciona como uma única etapa. Assim como na destilação, a separação se baseia na diferença de volatilidade dos componentes na mistura, de modo que, ao atingir a pressão de saturação do componente mais volátil, o mesmo vaporiza e é recuperado no topo, enquanto o componente menos volátil se liquefaz e é recuperado no fundo.

A destilação flash utilizada nessa planta é do tipo multicomponente e tem como objetivo separar, em um único estágio, os componentes mais leves da mistura, nesse caso em específico, os gases que não reagiram no primeiro reator (PERRY, 1986). As equações de balanço que descrevem um processo de destilação flash são:

$$F = V + L$$

$$Fz_F = (1 - q)Vy + qLx$$

em F , L e V são as vazões da alimentação, líquido recuperado no fundo e vapor recuperado no topo, respectivamente, e z_F é a fração molar do componente em estudo na alimentação, y é fração molar do componente na fase vapor e x é a fração molar do componente na fase líquida. A variável q representa a fração de líquido presente na alimentação e pode variar entre 0 e 1 para a maioria dos casos. Caso a alimentação seja um líquido saturado tem-se q igual a 1, caso seja um vapor saturado, q é igual a 0 e, caso seja uma mistura líquido-vapor q é um valor intermediário entre 0 e 1.

O vaso flash funciona como um separador vertical e, para o dimensionamento desse, levou-se em consideração o tempo de residência para ocorrer a separação da mistura, definido como 10 minutos. É preciso também definir as condições de desenho do equipamento a partir das condições de operação definidas pela alimentação. As principais condições de operação das colunas são a pressão e a temperatura sendo que, para a temperatura o critério de desenho é dado pela Equação 13, e para a pressão existem dois critérios, dados pelas Equações 2 e 3, já citadas anteriormente, em que deve-se utilizar aquele que for considerado o mais restritivo. As condições de desenho encontradas foram de 16,95 kg/cm² para a pressão e 55 °C para a temperatura.

A partir da vazão da alimentação, calculou-se o volume de líquido retido no vaso e assumiu-se que o volume total do recipiente equivale a 50 % do volume útil, como mostra a memória de cálculo a seguir.

$$V_{\text{útil}} = F\tau \quad (22)$$

$$V_T = 2V_{\text{útil}} \quad (23)$$

em que:

- F é a vazão de alimentação em m³/h;
- τ é o tempo de residencia em horas;
- $V_{\text{útil}}$ é o volume de líquido retido no recipiente e;
- V_T é o volume total do recipiente.

Para completar o dimensionamento do equipamento é preciso conhecer a razão L/D ótima, sendo essa a razão entre a altura e o diâmetro do vaso flash. O diâmetro do separador pode ser encontrado pela Equação 24 e definindo-se valores para a L/D é possível encontrar o valor de L .

$$D = \left(\frac{4V_T}{\pi(L/D)} \right)^{1/3} \quad (24)$$

Por fim, o custo do equipamento é determinado pelo cálculo da espessura e do peso de recipiente (DUEÑAS, 2010), conforme mostram as Equações 25-27, a seguir.

$$e = \frac{P_D(D/2)1000}{896,75 - 0,6P_D} + 3 \quad (25)$$

$$W = 24,6D(L + 0,8D)(e + 2) \quad (26)$$

$$C = -4,74(-2500 + 200W^{0,6}) \quad (27)$$

em que:

- D é o diâmetro;
- L é a altura;
- e é a espessura;
- P_D é a pressão de desenho;
- W é o peso do recipiente e;
- C é o custo total referente a 2006.

Para calcular o custo atualizado é preciso dados de CEPCI de 2006 e 2016 para fazer a correção. Por fim, para encontrar o ótimo econômico é preciso variar L/D de 2 a 5 e escolher a razão que corresponde ao menor custo (TOWLER, 2008). A Tabela 9 abaixo mostra os valores dos principais parâmetros de dimensionamento para o vaso flash conforme varia-se a razão L/D , a fim de determinar o ótimo econômico. Por meio de uma análise dos dados apresentados optou-se por uma vaso flash com 9,426 m de altura e 1,885 m de diâmetro.

Tabela 9. Dimensionamento e custos para o vaso flash V-100.

L/D	D (m)	L (m)	e (mm)	W (kg)	Custo (USD)
2	2,558	5,117	27,460	13284,64	311.942,50
3	2,235	6,706	24,367	12314,66	297.462,16
4	2,031	8,123	22,413	11889,17	290.966,99
4,5	1,952	8,787	21,666	11764,70	289.049,36
4,7	1,924	9,045	21,397	11725,19	288.439,01
4,8	1,911	9,173	21,268	11707,25	288.439,01
4,9	1,898	9,300	21,143	11690,42	288.161,62
5	1,885	9,426	21,022	11674,62	287.901,17

RECIPIENTES ACUMULADORES

O tanque pulmão é um recipiente acumulador destinado ao armazenamento de produtos em qualquer etapa do processo de produção. Geralmente, é utilizado para controlar a vazão de alimentação de alguns equipamentos como torres de destilação e vasos flash, mas também pode ser utilizado para controlar a vazão de entrada do refluxo de topo das colunas de destilação garantindo que a mesma não opere sem líquido, o que prejudicaria o desempenho da planta. O uso desse equipamento é importante para garantir que a alimentação dos equipamentos que o sucedem seja constate, evitando problemas de desempenho nas operações posteriores.

Para a planta de produção de DME apresentada neste trabalho projetou-se cinco recipientes acumuladores sendo estes: C-100, localizado na alimentação da planta o qual recebe a corrente de gás de síntese e o refluxo de metanol reaproveitado do processo; C-101, localizado antes da torre de destilação T-100 para garantir que a mesma opere sempre com uma alimentação constante; C-102, localizado no topo da coluna sendo responsável por controlar a vazão do refluxo de topo; C-103, localizado antes da torre de destilação T-101 para garantir que a mesma opere sempre com uma alimentação constante; C-104, localizado no topo da coluna sendo responsável por controlar a vazão do refluxo de topo e; C-105, localizado antes da bomba de refluxo do metanol reaproveitado na planta para garantir que sempre terá líquido suficiente para a bomba operar normalmente.

As condições de operação desses equipamentos foram obtidas a partir da simulação e das definições de projeto. Já as condições de desenho, pressão e temperatura foram calculadas pelas Equações 1, 2 e 3, respeitando os critérios de restritividade. A Tabela 10 abaixo apresenta as condições de operação e as de desenho para os cinco recipientes.

Tabela 10. Condições de operação e desenho dos recipientes acumuladores.

Condições	C-100	C-101	C-102	C-103	C-104	C-105
T_{op} (°C)	41,77	99,80	43,56	146,0	123,6	123,6
T_d (°C)	71,77	129,8	73,56	176,0	153,6	153,6
P_{op} (kg/cm ²)	1,00	10,40	9,60	7,60	6,30	6,30
P_d (kg/cm ²)	2,75	12,15	11,35	9,35	8,05	8,05

O projeto de um tanque pulmão ocorre de maneira análoga ao do vaso flash, sendo as principais diferenças entre eles a finalidade, que é de armazenamento, e a disposição, que é horizontal. Portanto, é preciso variar a razão L/D entre 2 e 5 para encontrar o dimensionamento ótimo que gere o menor custo. Considerou-se o tempo de residência de 10 min para os pulmões C-100, C-101, C-102, C-103 e C-104, e um tempo de residência de 15 min para o pulmão C-105, uma vez que a vazão de saída desse equipamento era muito pequena o que requeria uma retenção maior. Os principais parâmetros de dimensionamento foram calculados por meio das Equações 24-29. As Tabelas 11 a 16 abaixo mostram os valores obtidos para os pulmões conforme varia-se a razão L/D , a fim de determinar o ótimo econômico.

Tabela 11. Dimensionamento e custos para o pulmão C-100.

L/D	D (m)	L (m)	e (mm)	W (kg)	Custo (UDS)
2	2,582	5,164	6,966	4117,293	147.567,36
3	2,256	6,767	6,465	4025,788	145.407,71
3,1	2,231	6,916	6,427	4024,404	145.374,90
3,2	2,208	7,064	6,391	4023,847	145.361,70
3,3	2,185	7,211	6,356	4024,030	145.366,04
4	2,049	8,197	6,148	4040,630	145.759,33
5	1,902	9,512	5,922	4091,022	146.949,29

Tabela 12. Dimensionamento e custos para o pulmão C-101.

L/D	D (m)	L (m)	e (mm)	W (kg)	Custo (UDS)
2	0,700	1,401	7,784	330,696	21.844,71
3	0,612	1,836	7,180	321,328	21.237,68
3,4	0,587	1,996	7,009	320,641	21.192,91
3,5	0,581	2,034	6,970	320,614	21.191,18
3,6	0,576	2,073	6,933	320,635	21.192,52
4	0,556	2,224	6,797	321,103	21.223,06
5	0,516	2,581	6,525	324,022	21.413,01

Tabela 13. Dimensionamento e custos para o pulmão C-102.

<i>L/D</i>	<i>D</i> (m)	<i>L</i> (m)	<i>e</i> (mm)	<i>W</i> (kg)	Custo (UDS)
2	0,848	1,696	8,406	515,138	32.662,91
3	0,740	2,222	7,722	498,486	31.758,45
3,6	0,697	2,509	7,444	496,494	31.649,48
3,7	0,690	2,555	7,404	496,454	31.647,29
3,8	0,684	2,601	7,365	496,477	31.648,57
4	0,673	2,691	7,291	496,692	31.660,30
5	0,625	3,123	6,983	500,088	31.845,99

Tabela 14. Dimensionamento e custos para o pulmão C-103.

<i>L/D</i>	<i>D</i> (m)	<i>L</i> (m)	<i>e</i> (mm)	<i>W</i> (kg)	Custo (UDS)
2	0,519	1,037	5,721	143,0805228	7.815,39
2,7	0,469	1,267	5,462	141,5081406	7.673,45
2,8	0,464	1,298	5,432	141,4999703	7.672,71
2,9	0,458	1,329	5,404	141,5271007	7.675,16
3	0,453	1,359	5,377	141,5854136	7.680,44
4	0,412	1,648	5,160	143,2831919	7.833,64
5	0,382	1,912	5,005	145,9760589	8.075,16

Tabela 15. Dimensionamento e custos para o pulmão C-104.

<i>L/D</i>	<i>D</i> (m)	<i>L</i> (m)	<i>e</i> (mm)	<i>W</i> (kg)	Custo (UDS)
2	0,475	0,950	5,156	111,096	4.790,18
2,5	0,441	1,102	5,001	110,401	4.720,64
2,6	0,435	1,131	4,975	110,399	4.720,49
2,7	0,430	1,160	4,951	110,430	4.723,59
3	0,415	1,244	4,883	110,681	4.748,60
4	0,377	1,507	4,711	112,521	4.931,68
5	0,350	1,749	4,588	115,028	5.179,17

Tabela 16. Dimensionamento e custos para o pulmão C-105.

<i>L/D</i>	<i>D</i> (m)	<i>L</i> (m)	<i>e</i> (mm)	<i>W</i> (kg)	Custo (UDS)
2	0,464	0,928	5,106	105,310	4.207,14
2,4	0,436	1,048	4,982	104,716	3.596,05
2,5	0,431	1,076	4,955	104,686	3.593,39
2,6	0,425	1,105	4,930	104,691	3.593,83
3	0,405	1,216	4,840	104,982	4.173,73
4	0,368	1,472	4,672	106,773	4.355,77
5	0,342	1,709	4,552	109,187	4.599,10

Portanto, optou-se por projetar os pulmões nas seguintes condições: 2,208 m de altura e 7,064 m de comprimento para o pulmão C-100; 0,581 m de altura e 2,034 m de comprimento para o pulmão C-101; 0,690 m de altura e 2,555 m de comprimento para o pulmão C-102; 0,464 m de altura e 1,298 m de comprimento para o pulmão C-103; 0,435 m de altura e 1,131 m de comprimento para o pulmão C-104 e; 0,431 m de altura e 1,076 m de comprimento para o pulmão C-105.

BOMBAS

Para o cálculo dos parâmetros necessários (potência do motor, pressão de aspiração e de impulsão, carga da bomba, NPSH) a fim de projetar as bombas (P-100, P-101, P-102) que levam o fluido de um recipiente acumulador até o recipiente que necessita do refluxo utilizaram-se valores obtidos com auxílio da simulação feita no simulador de processos Aspen HYSYS, como altura dos recipientes, densidade do fluido, pressões.

As bombas utilizadas são do tipo centrífuga e é necessário haver uma bomba reserva com as mesmas especificações para caso em que, aquela a que esteja em uso, apresente algum defeito. As três bombas são duplicadas para que se uma deixe de funcionar se tenha uma reservar para não interromper o funcionamento da planta.

Potência

Para determinar a potência do motor da bomba, é preciso calcular a potência absorvida, W_a , e a potência hidráulica, W_h . A potência absorvida é dada pela Equação 28, em CV.

$$W_a = \frac{Q \cdot \Delta P}{27,4} \quad (28)$$

na qual ΔP é a diferença de pressão entre a entrada e a saída da bomba em kg/cm² e Q é a vazão de impulsão em m³/h.

Como o consumo de energia é maior do que a potência absorvida devido a perdas de calor por atrito e perdas de calor no motor considera-se, então, a eficiência hidráulica da bomba, η_h , cujos valores variam de 0,3 a 0,6. Para o cálculo utilizou-se o valor médio, 0,45. A potência hidráulica, W_h , é dada pela Equação 29.

$$W_h = \frac{W_a}{\eta_h} \quad (29)$$

Por fim, para encontrar o valor real da potência é necessário considerar a perda de calor no motor, cuja eficiência, η_m , varia de 0,9 a 0,95. Considerando o valor médio, 0,925, a potência do motor, W_m , é dada pela Equação 30.

$$W_m = \frac{W_h}{\eta_m} \quad (30)$$

Carga da bomba

A carga de uma bomba centrífuga, H , é a altura, em metros, de fluido que esta pode

impulsionar dada uma diferença de pressão entre a aspiração e a impulsão e é calculado pela Equação 31.

$$H = \frac{10 \cdot \Delta P}{\rho} \quad (31)$$

Pressão de aspiração

A pressão de aspiração é dada pela soma de todas as contribuições de pressão na entrada da bomba e subtraem-se as perdas de carga por atrito nas tubulações, que pode ter valores entre 0,05 e 0,1 kg/cm², sendo utilizado nesse caso 0,07.

A partir dos valores de aceleração da gravidade, densidade do fluido e carga da bomba, é possível encontrar as pressões relacionadas à altura do recipiente acumulador e nível do fluido no mesmo. A pressão de aspiração é dada pela Equação 32.

$$P_a = P_{C-x} + P_{nível\ C-x} + P_{elevação} - \Delta P_{carga} \quad (32)$$

em que em que $P_{elevação}$ é a pressão relacionada à altura estática do recipiente C-105, C-102 e C-104 em relação ao solo no caso da bomba P-100, P-101 e P-102, respectivamente, $P_{nível\ C-x}$ é a pressão que o fluido exerce quando preenche metade do nível do recipiente C-x e ΔP_{carga} é a perda de carga por atrito. A pressão de aspiração máxima é calculada de forma semelhante, porém, considera-se que o recipiente acumulador está completamente preenchido.

Pressão de impulsão

No caso da impulsão, as perdas de carga estão relacionadas à tubulação, à válvula e ao trocador que se encontram na impulsão para a bomba P-100. No caso das bombas P-101 e P-102 não há perda de carga devido à presença de trocador. Considera-se a perda de carga devido à tubulação entre 0,1 e 0,5 kg/cm², sendo usado o valor de 0,3, aquela devida à válvula entre 0,5 e 1 kg/cm², sendo usado o valor de 0,7 e, também, a perda de carga do trocador, igual a 1 kg/cm² para o cálculo da pressão de impulsão utilizando a Equação 33.

$$P_i = P_{C-x} + P_{nível\ C-x} + P_{altura} + \Delta P_{carga} \quad (33)$$

em que em que P_{altura} , para a bomba P-100, é a pressão relacionada à altura estática do reator ERV-100, para a bomba P-101 é relacionada à altura estática da coluna T-100, para a bomba P-102 é relacionada à altura estática da coluna T-101, $P_{nível\ C-x}$ é a pressão que o fluido exerce quando preenche o recipiente para o qual o fluido é impulsionado e ΔP_{carga} é a perda de carga.

A partir dos valores da pressão de aspiração e de impulsão é possível calcular a pressão diferencial que é dada pela diferença entre o valor da pressão de impulsão e o de aspiração. A variação máxima de pressão é encontrada multiplicando-se a pressão diferencial por 1,2, considera-se um sobredimensionamento de 120 %. A pressão de impulsão máxima é dada pela soma da pressão de aspiração máxima com a variação máxima de pressão.

Pressão mecânica

A pressão mecânica é definida como o maior valor entre as seguintes opções: somar 1,8 à pressão de impulsão ou sobredimensionar em 110 % a pressão de impulsão.

Vazões

A vazão mínima admite um valor de 60 % da vazão normal e para a vazão de projeto assume-se um sobredimensionamento de 120 % em relação à vazão normal.

NPSH

O Net Positive Suction Head - cuja sigla em inglês NPSH para carga positiva líquida de sucção – é o valor de altura que a bomba deve ter para que a pressão de vapor do líquido impulsionado não seja maior do que a pressão de aspiração, o que pode causar a vaporização do fluido e, conseqüentemente, a cavitação da bomba (o fluido vaporiza, formam-se bolhas de vapor que colidem contra as pás do rotor e as quebram). Seu valor é dado pela Equação 34.

$$NPSH = \frac{(P_a - P_v) \cdot \rho}{10} \quad (34)$$

Os tipos de NPSH são: $NPSH_{requerido}$, o qual fabricante assegura que a bomba não sofrerá dano e $NPSH_{disponível}$: valor existente nas condições de operação. Para modificar $NPSH_{disponível}$ o que se faz é testar/alterar a altura do recipiente do qual o líquido é aspirado.

Custo da bomba

Para estimação do custo, C , considera-se a potência do motor da bomba, W_m , e o valor é dado pela Equação 35.

$$C = 1,2 \cdot (920 + 600 \cdot W_m^{0,7}) \quad (35)$$

O valor obtido refere-se ao custo do equipamento tendo como ano-base o de 2006. Para atualizar esse custo, necessita-se dos valores de CEPCI no ano de 2006 e no ano de 2015, os quais são, respectivamente, iguais a 499,6 e 576,1. Considerou-se um sobredimensionamento

da bomba de 110% e o custo foi multiplicado por 2 visto que é necessário haver uma bomba reserva.

Parâmetros de projeto das bombas

A Tabela 17 apresenta os parâmetros calculados para o projeto das bombas P-100, P-101 e P-102 e seus respectivos valores.

Tabela 17. Parâmetros de projeto das bombas.

	W_m (kW)	H (m)	P_a (kg/cm ²)	P_i (kg/cm ²)	Q (m ³ /h)	NPSH	Custo (R\$)
P-100	0,22	128,7	7,75	19,87	0,38	7,84E-04	52.767,45
P-101	0,03	62,62	11,7	13,74	1,35	2,86E-04	45.582,24
P-102	0,03	131,6	7,75	10,50	0,44	5,74E-04	45.300,16

COMPRESSORES

Para o cálculo dos parâmetros necessários para o projeto do compressor K-100, que aumenta a pressão da corrente de alimentação da planta (gás de síntese) para que essa seja adequada para entrar no reator de metanol utilizaram-se os seguintes valores da Tabela 18 obtidos com auxílio da simulação feita no simulador de processos Aspen HYSYS. Como a relação de compressão (pressão na impulsão sobre a pressão na aspiração) é maior que a ordem de 3-4, a compressão deve ser feita em várias etapas e com resfriamento. O número de etapas utilizadas foram cinco e resfriamento até 40 °C, e como há condensação, colocou-se um separador líquido-vapor entre cada compressão. O compressor utilizado é de fluxo contínuo e do tipo centrífugo.

Tabela 18. Valores das variáveis de interesse necessárias para o projeto do compressor.

Altura do reator	0,62 m
Elevação do recipiente de destino	3 m
Vazão de impulsão	60090,21 kg/h
Pressão de projeto no topo do reator	117,36 kg/cm ²
Pressão na impulsão	117,60 kg/cm ²
Densidade da corrente na impulsão	82,08 kg/m ³

Potência

A potência absorvida por um compressor, W_a , é calculada pela Equação 36.

$$W_a = \frac{k}{k-1} \cdot Z_1 \cdot R \cdot T_1 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (36)$$

na qual, k é a razão entre as capacidades caloríficas a pressão e a volume constante, Z_1 o fator de compressibilidade na admissão, T_1 a temperatura na aspiração, R a constante dos gases (8,314 J/mol.K) e P_2 e P_1 as pressões na impulsão e na aspiração, respectivamente.

Deve-se considerar a eficiência politrópica do compressor, η_r , que varia entre 0,7 e 0,8, sendo que se utilizou o valor de 0,8. A potência real necessária, W_r , é definida pela Equação 37.

$$W_r = \frac{W_a}{\eta_r} \quad (37)$$

Como a compressão foi feita em cinco etapas, a potência real é dada pela soma das

potências calculadas em cada uma das etapas.

Temperatura de saída

Como uma característica dos compressores é o aquecimento do gás durante a compressão, é importante estimar a temperatura na impulsão, T_2 , que é dada pela Equação 38 abaixo.

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (38)$$

Pressão de aspiração

A pressão de aspiração, P_a , é dada pela soma de todas as contribuições de pressão na entrada do compressor menos as perdas de carga por atrito nas tubulações, sendo utilizado nesse caso $0,07 \text{ kg/cm}^2$.

$$P_a = P_{C-01} + P_{nível\ C-01} + P_{elevação} - \Delta P_{carga}$$

em que em que $P_{elevação}$ é a pressão relacionada à altura estática do recipiente C-100 em relação ao solo, $P_{nível\ C-100}$ é a pressão que o fluido exerce quando preenche metade do nível do recipiente C-100 e ΔP_{carga} é a perda de carga por atrito.

Pressão de impulsão

No caso da impulsão, as perdas de carga estão relacionadas à tubulação e ao trocador que se encontram na impulsão. Considera-se a perda de carga devida à tubulação igual a $0,3 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ e a perda de carga do trocador E-105 igual a $1 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ para o cálculo da pressão de impulsão utilizando a Equação 39.

$$P_i = P_{CRV-100} + P_{nível\ CRV-100} + P_{altura} + \Delta P_{carga} \quad (39)$$

em que em que P_{altura} é a pressão relacionada à altura estática do reator CRV-100, $P_{nível\ CRV-100}$ é a pressão que o fluido exerce quando preenche o reator e ΔP_{carga} é a perda de carga.

Vazões

A vazão mínima admite um valor de 60 % da vazão normal e a vazão de projeto assume o sobredimensionamento de 120 % em relação à vazão normal.

Razão de compressão

A razão de compressão é a razão entre a pressão na impulsão e na aspiração.

Custo do compressor

O custo do compressor é calculado com o uso da Equação 40 e é atualizado pelos valores de CEPCI no ano de 2006 e no ano de 2015, os quais são, respectivamente, iguais a 499,6 e 576,1.

$$C = 490000 + 1680 \cdot W_r^{0,6} \quad (40)$$

Parâmetros de projeto do compressor

A Tabela 19 apresenta os parâmetros calculados para o projeto da bomba e seus respectivos valores.

Tabela 19. Parâmetros para projeto do compressor.

Potência real	16,79 kW
Pressão de aspiração	13,94 kg/cm ²
Pressão de impulsão	119,07 kg/cm ²
Vazão de projeto	72108,25 kg/h
Custo	R\$ 79.276,35

TROCADORES DE CALOR

Trocadores de calor são equipamentos projetados para promover o contato indireto entre fluidos, um quente e outro frio, através de uma superfície de separação com a intenção de gerar uma mudança de fase, eliminar calor ou recuperar energia (DUEÑAS *et al.*, 2010). Na planta de produção de DME projetada, existem oito trocadores de calor de correntes de processo e mais quatro condensadores e refeedor das colunas de fracionamento.

Todos os trocadores foram projetados considerado que se tratavam, inicialmente, de trocadores do tipo casco e tubo com uma carcaça e dois passes segundo a metodologia sugerida por Kern (1950). Assim, o principal parâmetro de projeto é a área de troca térmica, obtida através da Equação 41.

$$Q = U \cdot A \cdot F_t \cdot \Delta T_{ml} \quad (41)$$

A quantidade de calor (Q) necessária para que haja a troca térmica foi obtida através da simulação. A diferença de temperatura média logarítmica (ΔT_{ml}), dada pela Equação 42, só é aplicável quando se tem a transferência de calor sensível em co-corrente ou contracorrente, ou seja, uma seção linear na curva de temperatura versus entalpia, e ela representa a diferença entre as temperaturas terminais (TOWLER E SINNOTT, 2008).

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_{H,1} - T_{C,2}) - (T_{H,2} - T_{C,1})}{\ln \frac{(T_{H,1} - T_{C,2})}{(T_{H,2} - T_{C,1})}} \quad (42)$$

- $T_{H,1}$ e $T_{H,2}$ são as temperaturas de entrada e saída do fluido quente, respectivamente.
- $T_{C,1}$ e $T_{C,2}$ são as temperaturas de entrada e saída do fluido frio, respectivamente.

O coeficiente global de transmissão de calor (U) foi encontrado através da Equação 43 com o auxílio da Tabela 19, onde se estabeleceu que os valores para os coeficientes de transmissão de calor individuais dos fluidos que passam pela carcaça e pelo tubo, h_c e h_t , respectivamente, são iguais a 1450 para o fluido de processo, 5700 para a água de refrigeração e 1100 para o vapor. Os coeficientes de incrustação do fluido que passa pela carcaça (r_c) e pelo tubo (r_t), também foram obtidos pela Tabela 20 e são iguais a 0,0002 para fluidos de processo e vapor de água e 0,0003 para a água de refrigeração.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_c} + \frac{1}{h_t} + r_c + r_t \quad (43)$$

Tabela 20. Coeficientes de transmissão de calor (DUEÑAS *et al.*,2010).

Coeficientes individuais de transmissão de calor (kcal/h.m ² .°C)	
Sem mudança de fase	
Água	1400 – 10000
Gases	10 – 240
Solventes	300 – 2400
Hidrocarbonetos	50 – 600
Produtos condensando	
Vapor de água	4900 – 15000
Solventes orgânicos	700 – 2400
Hidrocarbonetos leves	950 – 1950
Hidrocarbonetos pesados	100 – 250
Produtos evaporando	
Água	3900 – 9800
Solventes orgânicos	500 -1500
Hidrocarbonetos leves	750 – 1450
Hidrocarbonetos pesados	50 – 250
Coeficientes de incrustação (h.m ² .°C/kcal)	
Fluidos limpos	0,0001 – 0,0002
Fluidos sujos	0,0004 – 0,002
Água de refrigeração	0,0002 – 0,0004
Vapor de água	0,0001 – 0,0002

Para o projeto de trocadores de calor de casco e tubo é necessário estimar a real diferença de temperatura, obtida multiplicando-se um fator de correção (F_t) pela diferença de temperatura média logarítmica (TOWLER e SINNOTT, 2008). Esse está em função das temperaturas dos fluidos que passam pela carcaça e pelos tubos, e pode ser calculado pelos parâmetros adimensionais R e S e pela Equação 46. Esta só pode ser utilizada se os trocadores foram do tipo 1-2, ou seja, uma carcaça e dois passes, se o valor de F_t for menor que 0,75, o trocador projetado não será viável economicamente, neste caso deverá ser escolhido uma nova configuração de trocador e o fator de correção será obtido por método gráfico, Figura 3 (TOWLER e SINNOTT, 2008).

$$R = \frac{T_{H,1} - T_{H,2}}{T_{C,2} - T_{C,1}} \quad (44)$$

$$S = \frac{T_{C,2} - T_{C,1}}{T_{H,1} - T_{C,1}} \quad (45)$$

$$F_T = \frac{(\sqrt{R^2 + 1}) \ln \left(\frac{1 - S}{1 - RS} \right)}{(R - 1) \ln \left(\frac{2 - S(R + 1 - (\sqrt{R^2 + 1}))}{2 - S(R + 1 + (\sqrt{R^2 + 1}))} \right)} \quad (46)$$

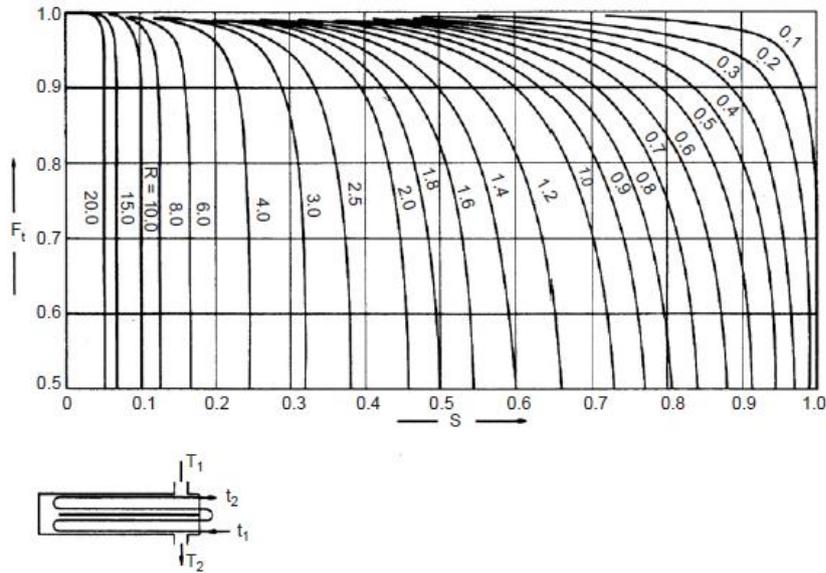


Figura 3. Fator de correção de temperatura para trocadores do tipo uma carcaça e quatro ou múltiplos de quatro passes por tubo.

A norma BWG14, *Birmingham Wire Gauge*, nos dá um diâmetro externo dos tubos (d_0) de $\frac{3}{4}$ " fabricado em aço, sendo a espessura de 2,11 mm. O comprimento (l) escolhido para os tubos foi de 6,1 m, assim é possível calcular o número de tubos (N_t) e o diâmetro do feixe de tubos (D_b) que depende da disposição dos tubos (TOWLER e SINNOTT, 2008).

$$N_t = \frac{A}{\frac{\pi d_0^2 l}{4}}$$

$$D_b = d_0 \cdot \left(\frac{N_t}{K_1} \right)^{1/n_1}$$

sendo K_1 e n_1 constantes empíricas que dependem da disposição dos tubos. A Tabela 21 apresenta os dados necessários para o cálculo do número de tubos.

Tabela 21. Constantes para cálculo do número de tubos (TOWLER e SINNOTT, 2008).

Disposição triangular, $Pt = 1,25d_0$					
Número de passes	1	3	4	6	8
$K_1 > n_1$	0,319	0,249	0,175	0,0743	0,0365
	2,142	2,207	2,285	2,499	2,675
Disposição quadrada, $Pt = 1,25d_0$					
Número de passes	1	3	4	6	8
$K_1 < n_1$	0,215	0,156	0,158	0,0402	0,0331
	2,207	2,291	2,263	2,617	2,643

O diâmetro da carcaça depende do tipo de trocador e da tolerância de fabricação, valores típicos são dados pela Figura 4 (TOWLER e SINNOTT, 2008).

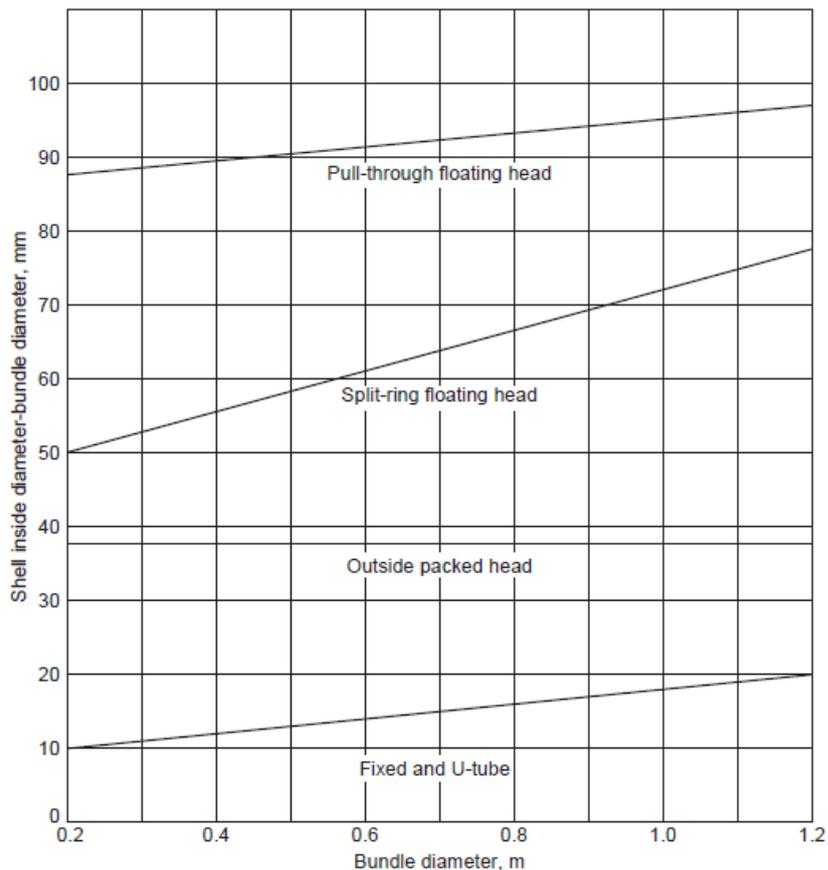


Figura 4. Curva do *shell-bundle clearance*.

Os trocadores de calor também podem ser classificados segundo a norma TEMA, *Tubular Exchanger Manufacturers Association*, onde são especificados os cabeçotes, cascos e

dispositivos ideais para cada tipo de situação de processo, a Figura 5 ilustra as principais nomenclaturas.

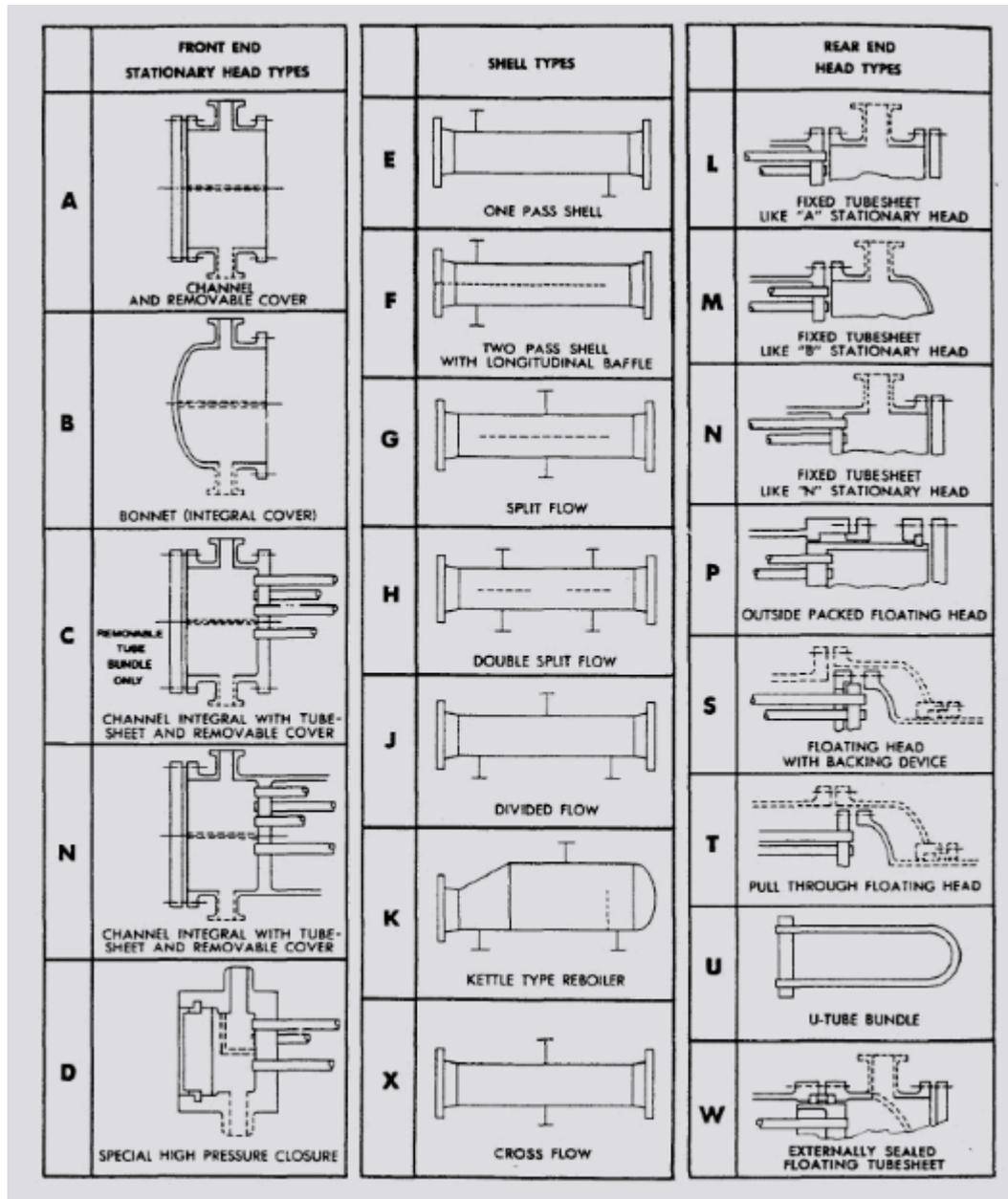


Figura 5. Classificação de trocadores por letras (TEMA,2007).

Para calcular o custo de um trocador de calor é necessário saber a área de troca térmica. Se a mesma for menor que 10 m², pode-se projetar o trocador como do tipo duplo tubo ou tubos concêntricos (DUEÑAS *et al.*,2010). A Equação 47 descreve o cálculo para o custo do equipamento, sendo que os parâmetros *a*, *b* e *n* estão descritos na Tabela 22.

$$C = a + bS^n \quad (47)$$

Tabela 22. Dados para o cálculo dos custos de trocadores de calor (TOWLER e SINNOTT, 2008).

Equipamento	$S_{\text{mín}}$ (m ²)	$S_{\text{máx}}$ (m ²)	a	b	n
Carcaças e tubos em U	10	1000	24000	46	1,2
Duplo tubo	1	80	1600	2100	1,0
Termosifão	10	500	26000	104	1,1
Caldeiras em U	10	500	25000	340	0,9
Placas	1	180	1350	180	0,95

Trocador E-101

Este trocador tem por finalidade aquecer a corrente da saída do compressor K-100, composta basicamente por gás carbônico e nitrogênio, até uma temperatura de 220 °C para que possa ocorrer a reação no reator ERV-100. O fluido de processo foi escolhido para passar pelos tubos e o vapor de aquecimento pela carcaça, segundo os parâmetros descritos por Kern (1950) e o tipo de trocador escolhido, devido à limpeza dos tubos, troca de peça e tipo do tubo, é AFU, seguindo-se os parâmetros da norma TEMA. As condições de operação do trocador foram determinadas pela simulação e as condições de desenho foram obtidas pelas Equações 1, 2 e 3. As condições de operação e desenho estão apresentadas nas Tabelas 23 e 24.

Tabela 23. Condições de operação trocador E-101.

	Casco	Tubo
Pressão (kg/cm ² g)	39	98,9
Temperatura de Entrada (°C)	250	146,8
Temperatura de Saída (°C)	250	220

Tabela 24. Condições de desenho trocador E-101.

	Casco	Tubo
Pressão (kg/cm ² g)	40,8	100,7
Temperatura (°C)	290	260

Na Tabela 25 estão presentes os parâmetros encontrados para o dimensionamento do trocador E-101.

Tabela 25. Dimensionamento do trocador E-101.

Área de troca térmica (m ²)	40,5
Número de tubos	112
Diâmetro da carcaça (pol)	88
Custo atualizado (R\$)	69.705,13

Trocador E-102

Uma corrente de nitrogênio e gás carbônico é resfriada parcialmente com água de refrigeração a 28°C. Devido à pequena área de troca térmica igual a 5,01m², este trocador foi projetado como do tipo duplo tubo, onde a água passa pelo tubo externo e o fluido de processo pelo tubo interno e seu custo atualizado foi de R\$ 30.909,47. Nas Tabelas 26 e 27 estão os parâmetros de operação e de desenho deste trocador.

Tabela 26. Condições de operação trocador E-102.

	Tubo interno	Tubo externo
Pressão (kg/cm ² g)	96,9	1
Temperatura de Entrada (°C)	220	28
Temperatura de Saída (°C)	183	45

Tabela 27. Condições de desenho trocador E-102.

	Tubo interno	Tubo externo
Pressão (kg/cm ² g)	98,6	2,8
Temperatura (°C)	260	85

Trocador E-103

Este trocador tem por finalidade terminar de resfriar a corrente de processo para que a mesma entre no separador V-101. O fluido de processo passa pelos tubos e água de refrigeração pela carcaça e neste caso trata-se de um trocador com uma carcaça e dois passes com

classificação AEU segundo a norma TEMA (Kern,1950). As condições de operação e desenho estão apresentadas nas Tabelas 28 e 29 e os parâmetros de dimensionamento na Tabela 30.

Tabela 28. Condições de operação trocador E-103.

	Casco	Tubo
Pressão (kg/cm ² g)	1	96,6
Temperatura de Entrada (°C)	28	183
Temperatura de Saída (°C)	45	40

Tabela 29. Condições de desenho trocador E-103.

	Casco	Tubo
Pressão (kg/cm ² g)	2,8	98,46
Temperatura (°C)	85	223

Tabela 30. Dimensionamento do trocador E-103.

Área de troca térmica (m ²)	68,7
Número de tubos	190
Diâmetro da carcaça (pol)	86
Custo atualizado (R\$)	82.476,95

Trocador E-104

Este trocador também foi projetado como duplo tubo, pois sua área é igual a 1 m², em que o vapor passa pelo tubo externo e o fluido de processo pelo interno. O custo foi de R\$ 8.179,81 e nas Tabelas 31 e 32 estão os parâmetros de operação e de desenho deste trocador.

Tabela 31. Condições de operação trocador E-104.

	Tubo interno	Tubo externo
Pressão (kg/cm ² g)	14,47	39
Temperatura de Entrada (°C)	39,04	250
Temperatura de Saída (°C)	122,9	250

Tabela 32. Condições de desenho trocador E-104.

	Tubo interno	Tubo externo
Pressão (kg/cm ² g)	16,27	40,8
Temperatura (°C)	162,9	290

Trocador E-105

Neste trocador a corrente de processo deve ser aquecida para que ocorra a reação dentro do reator CRV-100, a mesma passa pelos tubos e o vapor pela carcaça que é do tipo AFU, segundo a norma TEMA. As condições de operação e desenho estão apresentadas nas Tabelas 33 e 34 e os parâmetros de dimensionamento na Tabela 35.

Tabela 33. Condições de operação trocador E-105.

	Casco	Tubo
Pressão (kg/cm ² g)	39	14,26
Temperatura de Entrada (°C)	250	123,3
Temperatura de Saída (°C)	250	250,4

Tabela 34. Condições de desenho trocador E-105.

	Casco	Tubo
Pressão (kg/cm ² g)	40,8	16,06
Temperatura (°C)	290	290,4

Tabela 35. Dimensionamento do trocador E-105.

Área de troca térmica (m ²)	12,50
Número de tubos	36
Diâmetro da carcaça (pol)	86
Custo atualizado (R\$)	57.039,95

Trocador E-106

Se tratando de um trocador do tipo duplo tubo, sua área é igual a 4 m^2 , em que a água de refrigeração passa pelo tubo externo e o fluido de processo pelo interno. O custo atualizado foi de R\$ 24.750,51 e nas Tabelas 36 e 37 estão os parâmetros de operação e de desenho deste trocador.

Tabela 36. Condições de operação trocador E-106.

	Tubo interno	Tubo externo
Pressão (kg/cm ² g)	12,94	1
Temperatura de Entrada (°C)	250,4	28
Temperatura de Saída (°C)	100	45

Tabela 37. Condições de desenho trocador E-106.

	Tubo interno	Tubo externo
Pressão (kg/cm ² g)	14,74	2,8
Temperatura (°C)	290,4	85

Trocador E-107

Este trocador é do tipo duplo tubo, sua área de troca térmica é igual a $1,52 \text{ m}^2$, e a água de refrigeração passa pelo tubo externo e o fluido de processo pelo interno. O custo atualizado é R\$ 11.156,47 e nas Tabelas 38 e 39 se encontram os parâmetros de operação e de desenho deste trocador.

Tabela 38. Condições de operação trocador E-107.

	Tubo interno	Tubo externo
Pressão (kg/cm ² g)	0,49	1
Temperatura de Entrada (°C)	110,8	28
Temperatura de Saída (°C)	50,5	45

Tabela 39. Condições de desenho trocador E-107.

	Tubo interno	Tubo externo
Pressão (kg/cm ² g)	2,3	2,8
Temperatura (°C)	150,8	85

AVALIAÇÃO AMBIENTAL

A avaliação ambiental relativa à implantação e operação do empreendimento tem como função a identificação e minimização dos impactos ambientais. São descritos os efeitos causados pelas ações geradoras de impacto sobre os diferentes fatores ambientais. A partir da descrição são estabelecidas medidas mitigadoras para cada impacto. Os impactos analisados, mais frequentes na indústria química, são a Contaminação do ar, Contaminação da água, Resíduos sólidos.

CONTAMINAÇÃO DO AR

A contaminação do ar ocorre como consequência da produção e emissão de gases poluentes. Na planta proposta, a corrente de topo da coluna de destilação flash contém CO_2 , CO e CH_4 , N_2 , H_2

O dióxido de carbono (CO_2) é o principal gás causador do efeito estufa e contribui para a formação de chuva ácida. O monóxido de carbono é inflamável e apresenta grande toxicidade.

Ao invés de liberar essa corrente para a atmosfera, por conter reagentes do processo de interesse (CO_2 e CO), decidiu-se fazer o reciclo dessa corrente, purgando apenas 5 % dela. Além de reduzir os impactos ambientais, tal prática aumenta a produção de dimetil éter. A liberação da fração dessa corrente deve ser efetuada por purgas há uma elevada altura, para dispersão dos poluentes. Uma vez que a matéria-prima para produção do gás síntese utilizado é biomassa, a emissão de dióxido de carbono é neutralizada pelo próprio processo de fotossíntese da matéria vegetal utilizada.

CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA

A corrente de fundo da coluna de destilação contém metanol. O metanol (CH_3OH) é um composto solúvel em água que apresenta alta toxicidade, apresentando riscos à saúde humana. Essa corrente passa por uma segunda coluna de destilação, efetuando a separação entre água e metanol, garantindo que a água lançada ao ambiente não contenha metanol. O metanol retirado, por ser um dos reagentes para a produção do dimetil éter, retornar ao segundo reator, contribuindo para uma maior produção da substância de interesse.

RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos principais gerados na planta em questão são catalisadores já gastos, e equipamentos ou tubulações substituídas. Os catalisadores utilizados contêm sílica, alumina e Cu/ZnO. As tubulações e equipamentos são constituídos de aço inoxidável. Uma vez que a planta não possui estrutura para o processo de reciclagem desses materiais, eles devem ser encaminhados a empresas especializadas.

SEGURANÇA DA PLANTA

VÁLVULAS DE SEGURANÇA

A instalação de válvulas de segurança é de extrema importância em uma indústria química, podendo evitar acidentes que afetariam tanto o meio ambiente quanto os trabalhadores da planta, bem como evitar a perda do capital investido (MATHIAS, 2008; GOULART, 2012).

As válvulas de segurança são utilizadas quando o fluido é compressível, como gases e vapores e que proporcionam uma abertura rápida e instantânea na pressão de ajuste. Desta forma, o objetivo das válvulas de segurança é aliviar o excesso de pressão, ocasionado pelo aumento de pressão acima de um limite pré-estabelecido durante o projeto para cada equipamento que a válvula está protegendo. Sendo que, algumas das eventualidades que poderiam levar a este aumento de pressão são fogo nos equipamentos, falhas de serviço e bloqueios indevidos (MATHIAS, 2008).

Portanto, mesmo quando um equipamento seja um projeto seguro, uma válvula deve ser utilizada para alívio de pressão, pois o equipamento não pode evitar as causas responsáveis pela sobrepressão. A válvula de segurança também não evita essas causas, porém, ela evita as consequências que podem chegar a ser catastróficas, dependendo do tipo de fluido, volume, pressão e temperatura (MATHIAS, 2008).

Abaixo, na Tabela 40, estão o projeto das válvulas de segurança necessárias na planta levando em conta cada uma das condições que causam a elevação anormal da pressão. Onde, a vazão de descarga atribuída a cada válvula será a de maior valor entre as situações consideradas.

Tabela 40. Vazões de descarga para cada uma das válvulas de segurança.

	Fogo (m ³ /h)	Falha de serviço (m ³ /h)	Bloqueio de válvula (m ³ /h)
PSV-1	4346,29	-	5988,72
PSV-2	0,11	2,28	-
PSV-3	7,08	-	1,29
PSV-4	0,19	0,009	-
PSV-5	0,57	-	1,68
PSV-6	1,03	4,40	-
PSV-7	2,65	-	3,34
PSV-8	0,19	-	0,72
PSV-9	0,43	0,95	-
PSV-10	0,28	-	0,59
PSV-11	0,26	-	0,37

ALARMES E ENCRAVAMENTOS

Tabela 41. Lista de alarmes e sua descrição.

Instrumento associado	Tipo de alarme	Descrição
LC-31	LAL	Baixo nível na coluna T-100
	LAH	Alto nível na coluna T-100
LC-39	LAL	Baixo nível na coluna T-101
	LAH	Alto nível na coluna T-101
PIC-28	PAH	Alta pressão na coluna T-100
PIC-35	PAH	Alta pressão na coluna T-101
TI-28	TAH	Alta temperatura na coluna T-100
TI-35	TAH	Alta temperatura na coluna T-101
PI-06	PAH	Alta pressão no ERV-100
PI-19	PAH	Alta pressão no CRV-100
TI-07	TAH	Alta temperatura no ERV-100
TI-20	TAH	Alta temperatura no CRV-100
LT-01	LAL	Baixo nível no recipiente C-100
	LAH	Alto nível no recipiente C-100
LT-24	LAL	Baixo nível no recipiente C-101
	LAH	Alto nível no recipiente C-101
LT-29	LAL	Baixo nível no recipiente C-102
	LAH	Alto nível no recipiente C-102
LT-32	LAL	Baixo nível no recipiente C-103
	LAH	Alto nível no recipiente C-103
LC-36	LAL	Baixo nível no recipiente C-104
	LAH	Alto nível no recipiente C-104
LC-38	LAL	Baixo nível no recipiente C-105
	LAH	Alto nível no recipiente C-105
FIC-29	FALL	Vazão muito baixa de refluxo na coluna T-100
FIC-36	FALL	Vazão muito baixa de refluxo na coluna T-101

Tabela 42. Descrição do sistema de encravamento.

Instrumento associado	Tipo de alarme	Encravamento	Proteção	Sinal	Ação Corretiva
TI-07	TAHH	SE-1	Reator ERV-100	Pontos quentes	Injetar inerte ou veneno, ou então abrir válvula de refrigeração
TI-20	TAHH	SE-2	Reator CRV-100	Pontos quentes	Injetar inerte ou veneno, ou então abrir válvula de refrigeração
FC-29	FALL	SE-3	Coluna T-100	Baixa vazão de refluxo à T-100	Fechar válvula de vapor na saída do trocador
FC-36	FALL	SE-4	Coluna C-2	Baixa vazão de refluxo à T-101	Fechar válvula de vapor na saída do trocador

ESTRATÉGIAS DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DA PLANTA

CONTROLE DA PLANTA

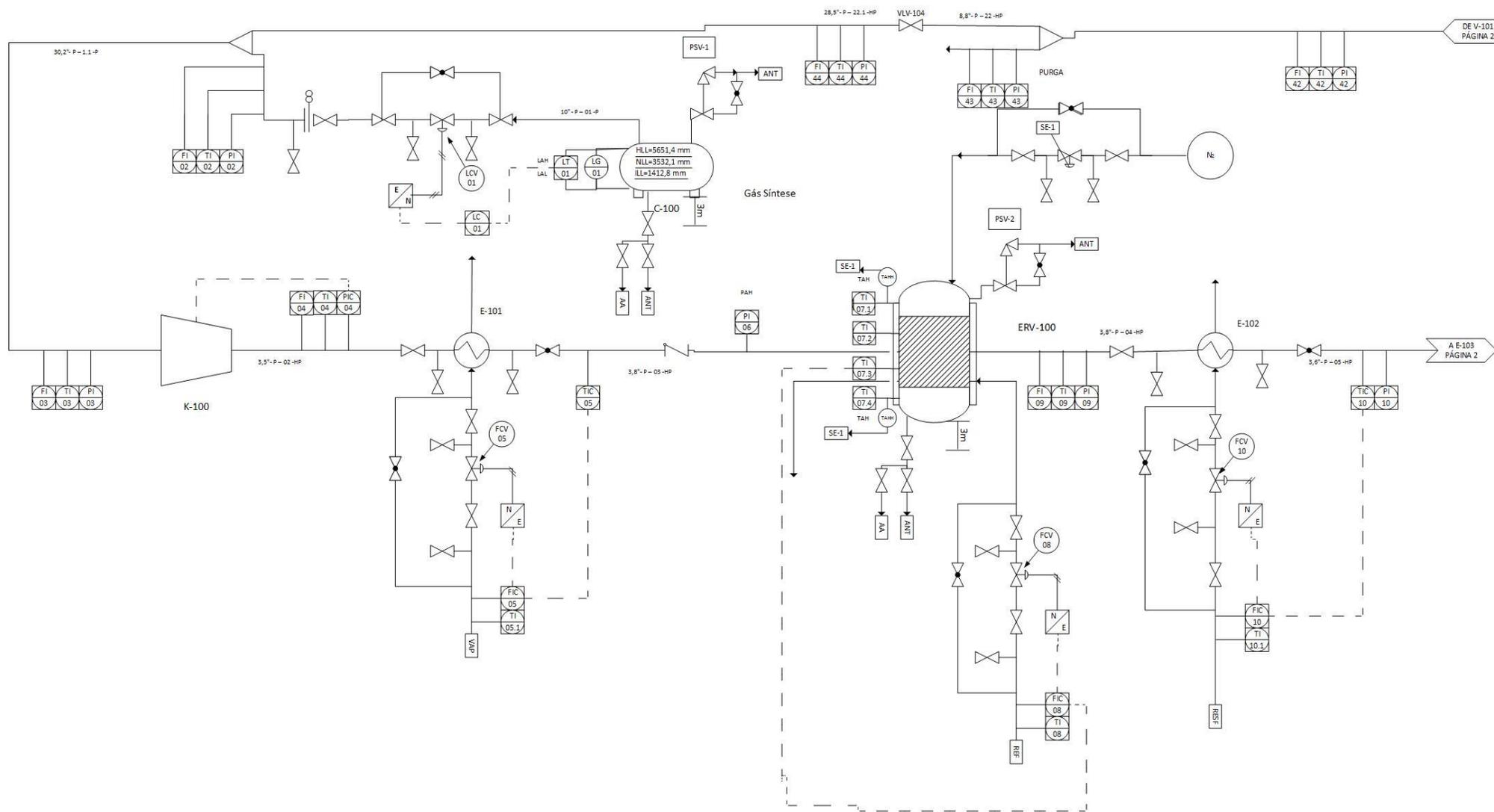
Abaixo se encontram as estratégias de controle descritas de maneira geral:

- Bombas: em todas as bombas e compressores deve se controlar a vazão de saída. Esta vazão pode ser controlada com uma válvula que varie a perda de carga na impulsão.
- Recipientes: o nível é controlado variando a vazão de saída no fundo do recipiente. O controle pode ser feito de forma simples ou em cascata, associando ao controlador de nível um de fluxo.
- Trocadores de calor: a temperatura de saída se controla através da vazão do fluido auxiliar.

INSTRUMENTAÇÕES DA PLANTA

- Vazão: deve ser medida em todas as correntes de processo para fechar os balanços de massa e energia globais e de cada unidade. Os instrumentos não devem ser redundantes. Para os serviços auxiliares, a vazão deve ser medida na entrada da planta, com exceção de serviços caros como entrada de combustível a fornos e vapor a trocadores de calor.
- Nível: se mede nível em todos os recipientes do processo.
- Temperatura: mede-se a temperatura na entrada e saída de equipamentos onde há variação de temperatura. Em colunas de destilação se mede no topo, fundo e pratos de alimentação e onde se produzam extrações laterais. Em reatores, em vários pontos ao longo dele a fim de se obter um perfil de temperatura.
- Pressão: se mede a pressão à entrada da planta (matérias-primas) e saída (produto acabado), bem como nos recipientes que se considere necessário, como em recipientes, colunas e reatores. Em bombas e compressores, mede-se a pressão nas correntes de impulsão.

DIAGRAMA MECÂNICO (1/5)



DE V-101
PÁGINA 2

A E-103
PÁGINA 2

DIAGRAMA MECÂNICO (2/5)

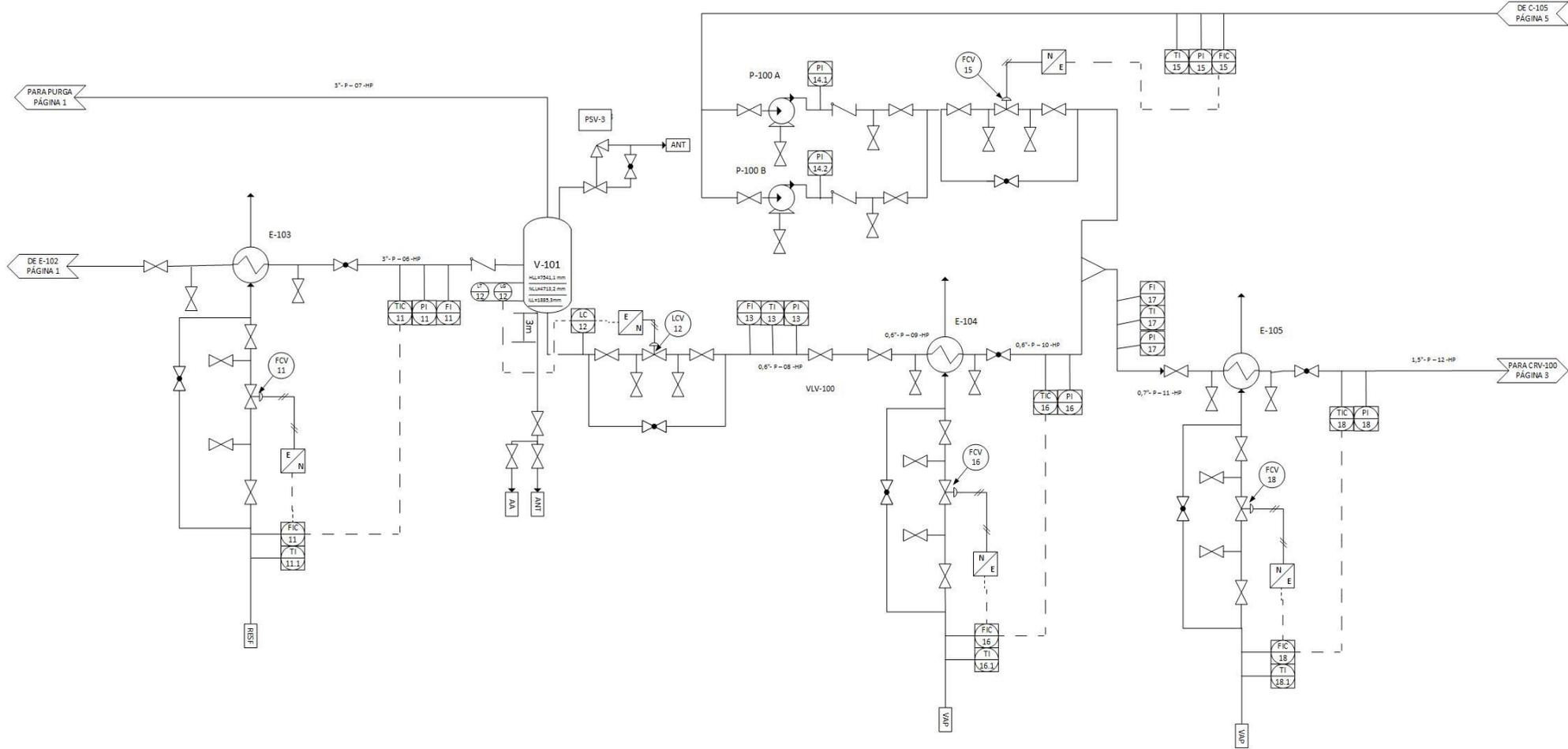


DIAGRAMA MECÂNICO (3/5)

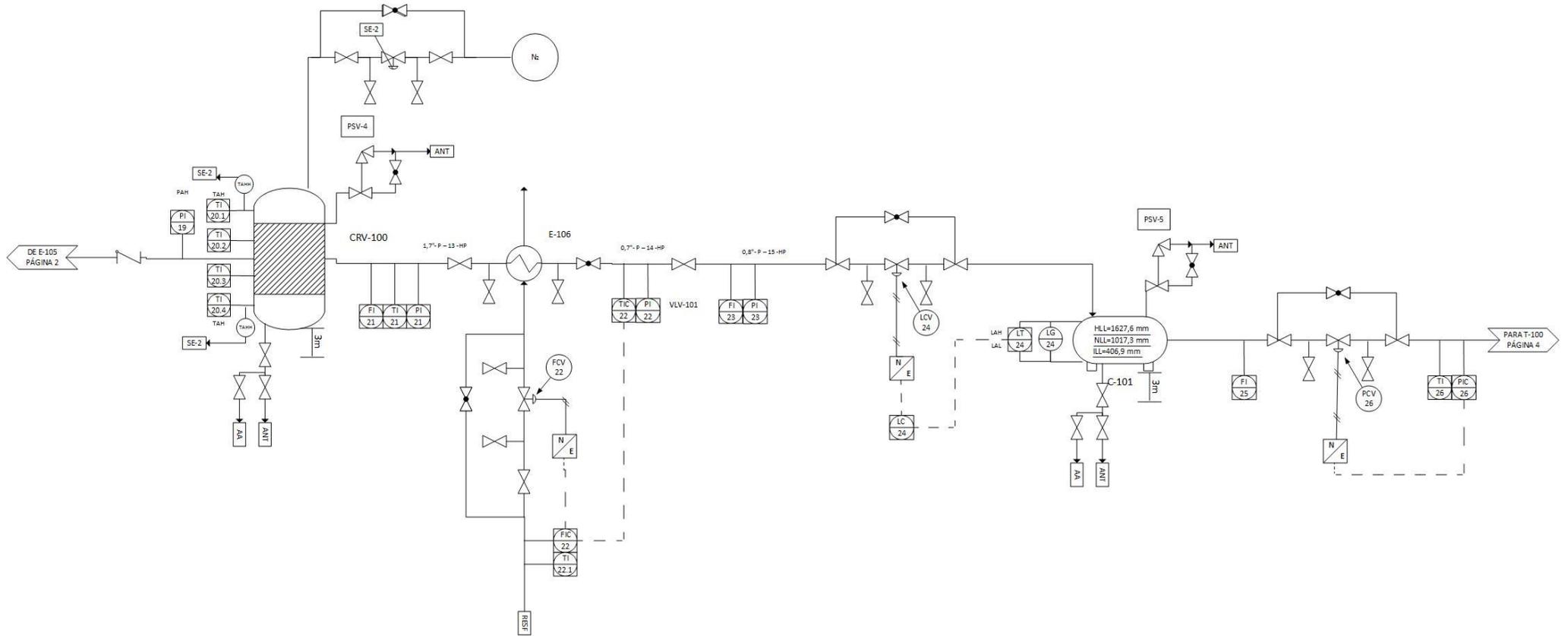


DIAGRAMA MECÂNICO (4/5)

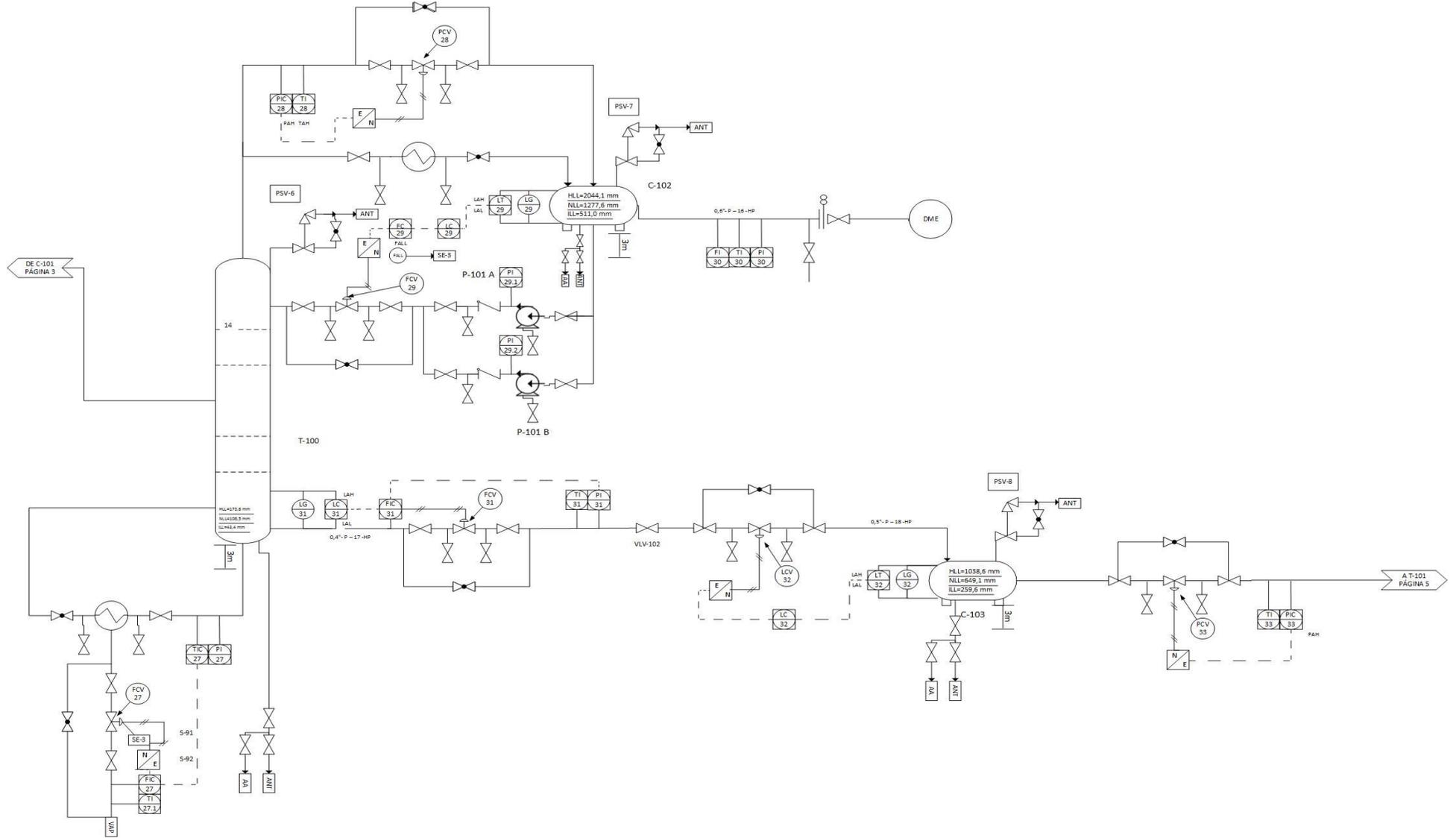
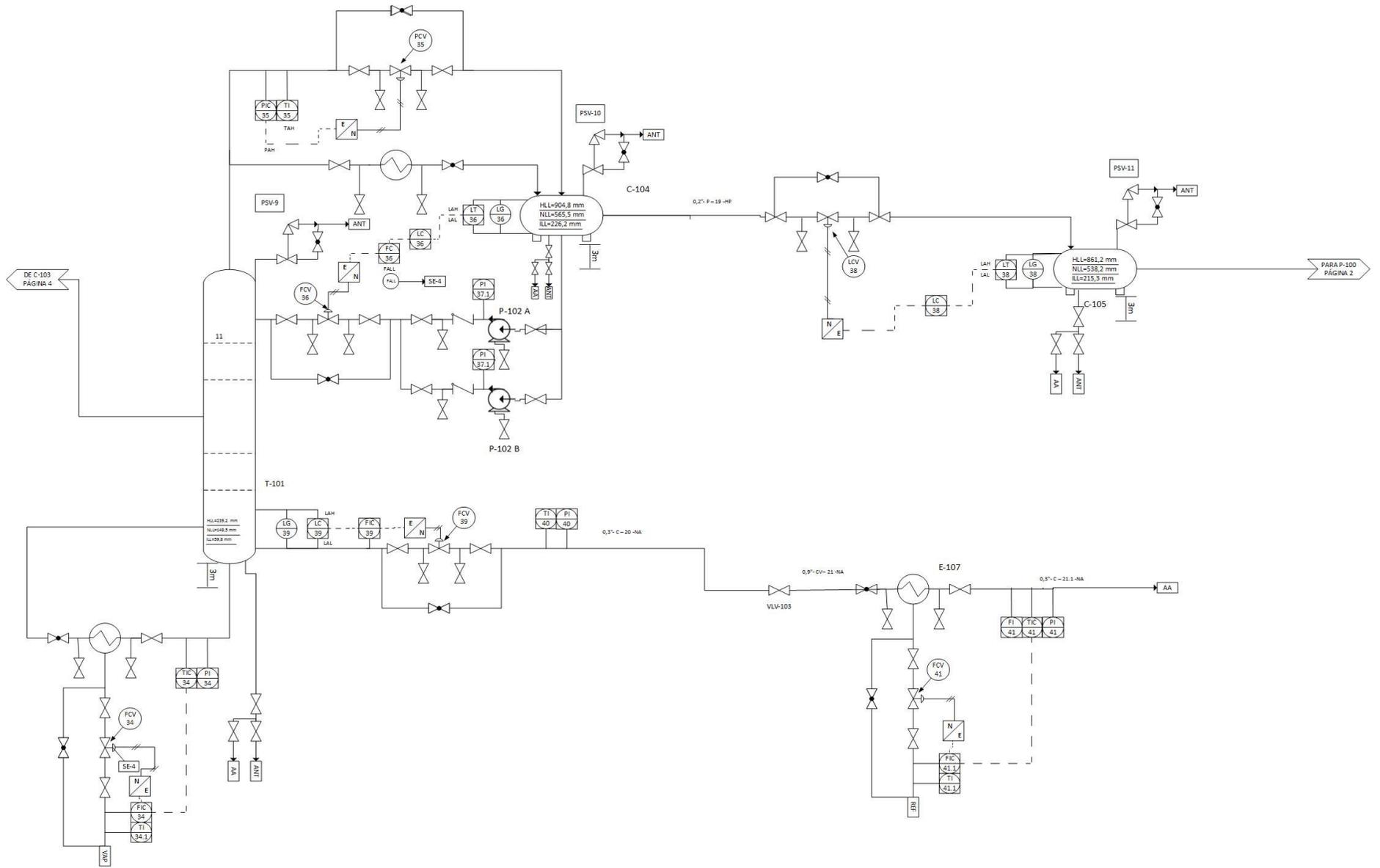


DIAGRAMA MECÂNICO (5/5)



INVESTIMENTOS, VENDAS, CUSTOS E RENTABILIDADE

INVESTIMENTOS

É de fundamental importância que se desenvolva uma avaliação econômica acerca do projeto, uma vez que é impossível dar continuidade ao caso se o estudo demonstrar que não se trata de um projeto economicamente viável. A avaliação econômica consiste em estimar os custos associados à implementação e operação da planta, plano financeiro e lucratividade das vendas, de forma que seja possível calcular importantes indicadores econômicos (VAL – Valor Atualizado Líquido, TIR – Taxa Interna de Retorno, entre outros) e a rentabilidade do projeto. (CABRA, 2010).

Para um projeto ser aceito não basta apenas que os lucros gerados pela venda dos produtos sejam positivos, é necessário que este retorno seja maior do que aquele que a empresa poderia receber caso aplicasse o dinheiro em outro tipo de investimento, como o mercado financeiro (RODRIGUES). Para que tal análise possa ser feita, é necessário construir o fluxo de caixa da empresa, que contabiliza todas as despesas e receitas mostrando o saldo disponível no caixa em um tempo determinado (NEVES, 2010).

CAPITAL IMOBILIZADO

O capital imobilizado é uma parte do capital de uma empresa, seja móvel ou imóvel, que não gera renda. São bens utilizados nas atividades da empresa ou na manutenção das mesmas. O capital imobilizado pode ser classificado com tangível ou intangível. Sendo que os tangíveis são os objetos, aqueles bens que tem corpo físico, como equipamentos e máquinas. E os intangíveis, pelo contrário, não possuem corpo físico e estão relacionados a direito de propriedade, como patentes e direitos autorais.

Para calcular o capital imobilizado neste projeto foi utilizado o chamado método das porcentagens, sendo que os ativo imobilizados considerados estão exemplificados nas próximas sessões.

Equipamentos

O ponto de partida para o método das porcentagens é o cálculo do custo com os equipamentos. De forma que os custos com demais ativos podem ser determinados como uma porcentagem desse custo com equipamentos. A Tabela 43, a seguir, apresenta o valor de cada um dos principais equipamentos da planta.

Tabela 43. Valores estimados para o custo dos equipamentos principais.

Equipamento		Custo (R\$)
Trocador de calor	E-101	55.4504,3
Trocador de calor	E-102	476.294,74
Trocador de calor	E-103	716.766,31
Trocador de calor	E-104	469.964,28
Trocador de calor	E-105	489.809,21
Trocador de calor	E-106	474.259,15
Trocador de calor	E-107	470.589,43
Coluna de destilação	T-100	268.170,21
Coluna de destilação	T-101	171.947,06
Vaso flash	V-100	287.656,59
Recipiente pulmão	C-100	786.294,60
Recipiente pulmão	C-101	66.985,01
Recipiente pulmão	C-102	103.037,30
Recipiente pulmão	C-103	23.074,54
Recipiente pulmão	C-104	15.341,59
Recipiente pulmão	C-105	3.742,59
Reator Metanol	ERV-100	79.276,35
Reator DME	CRV-100	10.801,21
Compressor	K-100	10.325.922,24
Bomba	P-100	52.767,46
	Total	15,79 MMR\$

Materiais

O custo com materiais se calcula a partir do custo dos equipamentos principais, sendo tomado como 60 a 70 % deste valor. Assume um valor intermediário, igual a 65 %, logo o custo

total com materiais é 10,27 MMR\$. O custo referente a cada um dos materiais considerados é dado pelas porcentagens expressas na Tabela 44 abaixo.

Tabela 44. Custo estimado para materiais.

Material	Porcentagem (%)	Custo (MMR\$)
Obra civil e edifícios	28	2,87
Tubulações e infra	45	4,62
Instrumentação	10	1,03
Eletricidade	10	1,03
Isolamento	5	0,51
Pintura	2	0,21

Engenharia de detalhe

De acordo com o método das porcentagens, o custo com engenharia de detalhe depende do tamanho do projeto. Nesse caso, foi considerado um projeto pequeno (40 – 50 %), usando um valor intermediário, 45 %, em relação ao custo total dos equipamentos (E) e materiais (M). A soma dos gastos com materiais e equipamentos é igual a 26,06 MMR\$, portanto o custo com engenharia de detalhe representa 11,73 MMR\$.

Engenharia de processo

A engenharia de processo não é calculada usando o método das porcentagens. O custo desse imobilizado é soma dos gastos com licenças e engenharia básica, sendo que foram determinados valores de 2,8 MMR\$ e 2 MMR\$, respectivamente. Desse modo, o custo total de engenharia de detalhe está na Tabela 45 a seguir.

Tabela 45. Custo total com engenharia de processo.

Engenharia de processo	Custo (MMR\$)
Engenharia básica	2
Licenças	2,8
Total	4,8

Construção e supervisão

O custo com a construção, segundo o método das porcentagens, é dado por 50 a 70 % da soma do custo com equipamentos e materiais, que é dado por 26,06 MMR\$. Foi usado um valor intermediário para essa porcentagem, igual a 60 %. Enquanto isso, a supervisão é representada por 10 % do valor de equipamentos e materiais. Desta forma, os gastos com construção e supervisão são dados por 15,64 MMR\$ e 2,61 MMR\$, respectivamente.

Os custos estimados até aqui, que estão relacionados aos gastos em adquirir e instalar todos equipamentos da planta, incluindo compra e transporte dos equipamentos, com terra, infraestrutura, tubulação, catalisadores e qualquer outro material necessário para a operação final da usina ou construção da usina, são conhecidos como custos ISBL (*“Inside Battery Limits”*). Incluindo também quaisquer taxas associadas com a construção, como licenças, seguros ou aluguel de equipamentos, mesmo que esses itens não sejam necessários quando a planta estiver operacional. Neste trabalho, a soma dos custos ISBL é dado na Tabela 46 abaixo.

Tabela 46. Total de custos de ISBL (*“Inside Battery Limits”*).

	Custo (MMR\$)
Equipamentos	15,79
Materiais	10,27
Engenharia de detalhes	11,73
Engenharia de processos	4,8
Construção	15,64
Supervisão	2,61
Total ISBL	60,84

Gastos de arranque, instalações, contingências e imprevistos

Tais gastos estão associados aos custos OSBL (*“Outside Battery Limits”*) que correspondem aos custos relacionados às utilidades e atividades paralelas ao processo produtivo. Por exemplo, custos de geradores de vapor ou eletricidade, esgotos e tratamento de resíduos, equipamento de combate a incêndios e de emergência, instalações complementares, ou seja, instalações e equipamentos que não estão diretamente ligados ao processo.

Os custos de OSBL são calculados a partir de porcentagens em relação ao total de custo ISBL. Na Tabela 47 são apresentadas as porcentagens definidas para cada custo e o gasto total

com OSBL.

Tabela 47. Total de custos de OSBL (“*Outside Battery Limits*”).

	Porcentagem (%)	Custo (MMR\$)
Serviços auxiliares	4	2,43
Off-sites	8	4,87
Gastos de arranque	3,5	2,13
Contingências e imprevistos	10	6,08
Total OSBL		15,51

Por fim, o capital imobilizado é dado pela soma dos custos ISBL e OSBL, igual a 73,34 MMR\$.

Capital de giro

O capital de giro corresponde ao dinheiro que a empresa precisa para dar continuidade às suas atividades, fazer o negócio acontecer. Por exemplo, o valor necessário para abastecer o estoque ou bancar atividades operacionais. Neste caso, o valor do capital de giro é dado pelo custo de estoque de alimentação da planta armazenado durante sete dias. Sendo dado pela seguinte equação:

$$\text{Capital de giro (R\$)} = \text{vazão} \left(\frac{m^3}{h} \right) \cdot \text{tempo}(h) \cdot \text{preço} \left(\frac{R\$}{m^3} \right)$$

onde a vazão da corrente de alimentação de gás síntese, igual a 5988,71 m³/h, o tempo de armazenamento é de 168 h e o preço da matéria-prima é 1,04 R\$/m³. Logo, o capital de giro obtido é 0,78 MMR\$. O investimento total é dado pela soma do capital de giro e do capital amortizado. Tal valor é dado na Tabela 48 abaixo.

Tabela 48. Custo do investimento total.

	Custo (MMR\$)
Capital imobilizado	76,34
Capital de giro	0,78
Investimento total	77,12

VENDAS

A receita anual, em R\$, correspondente a venda do DME é calculada multiplicando produção anual pelo preço de venda do produto. A vazão da corrente de saída de DME é igual a 1,12 m³/h, que multiplicado pela densidade, 575,69 kg/m³, e pelo fator de produção, dá a produção anual de 5406,5 ton. Na Tabela 49 abaixo está a receita anual dada pelas vendas do DME.

Tabela 49. Valores de vendas anuais.

	Produção anual (kg)	Preço de venda (€/kg)	Receita (€)	Receita (MMR\$)
DME	5406525,33	5,00	27032626,67	100,02

CUSTOS

Os custos de fabricação representam a quantidade de dinheiro que deve ser empregada em bens e serviços para obter o produto de interesse. Podem ser classificados em custos diretos e indiretos. O primeiro se refere àqueles que são consumidos na atividade de produção, como, matéria prima, mão de obra, serviços auxiliares e patente. Já os custos indiretos são os gastos com manutenção, aluguel, seguro, depreciação, trabalho de laboratório, amortização, impostos.

Tabela 50. Custos anuais da planta.

Custo	MMR\$
Matéria prima	52,16
Mão de obra	2,40
Patentes	0
Mão de obra direta	0
Serviços gerais	1,80
Abastecimento	0,03
Manutenção	0,32
Laboratório	0,36
Embalagem	15,00
Expedição	0
Diretivos e empregados	0,24
Amortização	7,36
Aluguel	0

Impostos	0,08
Seguros	0,16
<hr/>	
Soma	79,92
Gastos comerciais	4,00
Gerência	2,40
Pesquisas	1,00
<hr/>	
Soma	7,40
Total	87,32
<hr/>	

Portanto, o custo anual da planta é de 87,32 MMR\$. O custo da matéria prima é dado pelo produto entre a capacidade de processo da planta (14363,72 m³/ano) e o preço do gás síntese, neste caso. Para calcular o custo com mão de obra, foram consideradas três vagas sendo cinco operadores por vaga, ou seja, um total de quinze trabalhadores. O gasto anual com cada operador é de R\$160.000,00. Como a planta em questão está sendo tratada como um projeto de pequeno porte, o custo com mão de obra indireta foi desconsiderado. O custo com laboratório e diretivo e empregados é calculado a partir de uma porcentagem do valor gasto com mão de obra, sendo igual a 15 e 10%, respectivamente. O preço gasto com embalagens é diretamente proporcional à receita com as vendas. Sendo a constante de proporcionalidade igual a 0,15. Já o custo com expedição não é avaliado com antecedência, pois ele depende de fatores como distancia, meio de transporte e quantidade. Desse modo, ele é calculado posteriormente sobre o preço de venda de fábrica. Os gastos com manutenção e seguro correspondem a 2% e 1%, respectivamente, do investimento total ao ano. Os gastos com abastecimento e impostos estão relacionados com o capital imobilizado, sendo diretamente proporcionais a esse com constantes de proporcionalidade de 0,075 e 0,0075, respectivamente. A amortização distribui o valor do imobilizado entre a vida útil do processo, para este projeto foi considerada amortização linear a 10 anos. Os gastos gerais são calculados a partir do custo total de fabricação sendo diretamente proporcionais a esse. Os gastos comerciais têm constante de proporcionalidade de 0,0075, de gerência 0,04 e de pesquisa 0,01. E, por fim, os serviços gerais incluem os serviços auxiliares que serão apresentados abaixo.

Custos de eletricidade

O consumo de eletricidade é determinado pela potência consumida pelas bombas e compressores existentes na planta. No caso de bombas, o custo é duplicado de modo que uma

ficará em funcionamento enquanto a outra fica de reserva. O custo anual é dado por:

$$custo (R\$) = consumo \left(\frac{kWh}{h} \right) \cdot custo\ eletrico \left(\frac{R\$}{kWh} \right) \cdot fator\ operacao \left(\frac{h}{ano} \right)$$

Sendo o custo elétrico igual a 0,28 R\$/kWh e o fator de operação 8375 h/ano, então o custo anual de cada uma das bombas e do compressor é dado na Tabela 51 abaixo.

Tabela 51. Custo com eletricidade das bombas e do compressor.

Equipamento	Potência (kW)	Custo anual (R\$)
Bomba P-100	0,22	1.012,65
Bomba P-101	0,03	140,70
Bomba P-102	0,03	140,70
Compressor K-100	16,79	39.384,06
Total		40.678,11

Ar de instrumentação

O gasto com ar de instrumentação é dado a partir da consideração que cada válvula de controle usa uma vazão de 2 m³/h. No total, existem 18 válvulas no projeto em questão, e sendo o custo unitário com ar de instrumentação é 0,04 R\$/m³, a tabela apresenta o custo anual total com ar de instrumentação das válvulas de controle.

Tabela 52. Custo com ar de instrumentação.

Instrumento	Vazão (m ³ /h)	Custo anual (R\$)
Válvulas de controle	36	12.060,00

Água de refrigeração

O custo é baseado na vazão volumétrica (m³/h) de água de refrigeração consumida nos trocadores de calor (“cooler”), condensadores das colunas de destilação e no reator de metanol. Sabendo que custo unitário de água de refrigeração é 0,4 R\$/m³, então o custo anual total é apresentado na Tabela 53 abaixo.

Tabela 53. Custo anual com água de refrigeração.

Equipamento	Vazão (m ³ /h)	Custo anual (R\$)
Trocador E-102	35,70	119.578,58
Trocador E-103	151,22	506.602,82
Trocador E-106	27,38	81.723,00
Trocador E-107	2,42	8.115,23
Reator ERV-100	40,09	40.678,11
Coluna T-100	14,38	46.021,08
Coluna T-101	11,15	35.667,45
Total		942.023,55

Vapor de aquecimento

O custo com vapor de aquecimento é baseado no fluxo mássico (kg/h) de vapor nos trocadores de calor (“heater”) e nos refervedores das colunas de destilação. O preço do vapor é 0,02 R\$/kg. Dessa forma o custo anual é dado na Tabela 54.

Tabela 54. Custo anual com vapor de aquecimento.

Equipamento	Fluxo mássico (kg/h)	Custo anual (R\$)
Trocador E-101	2772,96	464.470,80
Trocador E-104	189,98	31.804,90
Trocador E-105	941,10	157.634,25
Coluna T-100	534,77	89.573,37
Coluna T-101	395,83	66.301,85
Total		809.785,17

AValiação de Rentabilidade

Para verificar se é possível executar um projeto é necessário avaliar a rentabilidade, que depende das vendas e custos anuais, do capital requerido e dos impostos. É necessário considerar também o horizonte temporal do projeto e a inflação a fim de se fazer uma melhor

estimativa. Neste caso de projeto, considerou-se três anos de projeto e quinze anos de operação.

Visando reduzir o impacto ambiental e encontrar a melhor condição de rentabilidade para a planta de produção de dimetil éter, estudaram-se três casos diferentes de uso de purga para o refluxo da saída de gases para o início do processo de produção. Os casos estudados foram os seguintes:

- Caso 1: 50% de reaproveitamento da corrente gasosa e 50% de purga;
- Caso 2: 90% de reaproveitamento e 10% de purga;
- Caso 3: 95% de reaproveitamento e 5% de purga.

Para se calcular a rentabilidade de projeto utilizam-se dois indicadores, estimação do valor atualizado líquido (*VAL*) e da taxa interna de retorno (*TIR*). O valor atualizado líquido é a soma de todos os fluxos de caixa ocorridos a cada ano ao longo da vida do projeto, incluindo o desembolso inicial atualizados segundo uma taxa de juros especificada. É necessário definir um tipo de juros (*K*), que fixará o valor da rentabilidade acima da qual o projeto gerará lucro líquido ou não. Para estimar esse valor deve se levar em conta os fundos próprios (rentabilidade que se obteria caso os fundos não fossem investidos no projeto) e os empréstimos (juros).

Para o projeto ser rentável, *VAL* deve ter um valor positivo e caso tenha um valor negativo o projeto é inviável economicamente. Quanto maior o valor obtido de *VAL*, maior será a rentabilidade do projeto.

A taxa interna de rentabilidade (*TIR*) é a taxa de atualização que anula o valor atual líquido (*VAL*). Por definição, a *TIR* é a taxa mais elevada a que o investidor pode contrair um empréstimo para financiar um investimento, sem perder dinheiro. Os valores utilizados para avaliar a rentabilidade pelo fluxo de caixa encontram-se na Tabela 55.

Tabela 55. Dados para calcular o *VAL*.

Horizonte temporal	3 anos de posta em funcionamento + 15 anos de operação
Imobilizado	75,15 milhões de reais
Curva de investimento	Ano 0: 10%
	Ano 1: 60%
	Ano 2: 30%
Capital de giro	0,78 milhões de reais
Vendas	100,02 milhões de reais por ano
Amortização	Linear 10 % por 10 anos
Impostos	35%
Inflação	5%
Juros de referência	10%

O cálculo do valor atualizado líquido é feito pela seguinte fórmula:

$$VAL_k = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1+k)^i}$$

onde F_i é o fluxo de caixa de cada ano i e k é o juros de referência do projeto que neste caso é 0,1. Os valores de VAL obtidos para as diferentes condições de purga estudadas estão apresentados na Tabela 56 abaixo.

Tabela 56. Valor atualizado líquido para cada um dos três casos de purga estudados.

Caso	Valor atualizado líquido (VAL)
1	-55,99
2	13,08
3	15,02

A partir dos valores obtidos definiu-se que o melhor caso a ser utilizado é o terceiro, visto que possui maior valor de VAL que o segundo e no primeiro a planta não é rentável. O fluxo de caixa encontra-se na Tabela 57.

Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Imobilizado	-7,52	-45,09	-22,55															
Giro			-0,78															0,78
Fundos investidos	-7,52	-45,09	-23,33															0,78
Vendas				100,02	105,02	110,27	115,79	121,58	127,65	134,04	140,74	147,78	155,16	162,92	171,07	179,62	188,60	198,03
Custos				87,49	91,87	96,46	101,29	106,35	111,67	117,25	123,11	129,27	135,73	142,52	149,64	157,13	164,98	173,23
Amortização				7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52	7,52
Benefícios antes de impostos (BAI)				5,01	5,64	6,29	6,99	7,71	8,47	9,27	10,11	10,99	11,92	12,89	13,91	14,98	16,11	17,29
Impostos				1,75	1,97	2,20	2,44	2,70	2,97	3,24	3,54	3,85	4,17	4,51	4,87	5,24	5,64	6,05
Benefícios depois de impostos (BDI)				3,26	3,66	4,09	4,54	5,01	5,51	6,03	6,57	7,14	7,75	8,38	9,04	9,74	10,47	11,24
Fundos gerados = BDI + amortização				10,77	11,18	11,61	12,06	12,53	13,02	13,54	14,09	14,66	15,26	15,89	16,56	17,25	17,98	11,24
Cash flow	-7,52	-45,09	-23,33	10,77	11,18	11,61	12,06	12,53	13,02	13,54	14,09	14,66	15,26	15,89	16,56	17,25	17,98	12,02
CASH FLOW ATUALIZADOS ANUAIS	-7,52	-40,99	-19,28	8,09	7,64	7,21	6,81	6,43	6,07	5,74	5,43	5,14	4,86	4,60	4,36	4,13	3,91	2,38
CASH FLOW ACUMULADO	-7,52	-48,51	-67,79	-59,70	-52,06	-44,85	-38,05	-31,62	-25,55	-19,80	-14,37	-9,23	-4,37	0,23	4,59	8,72	12,64	15,02

Tabela 57. Fluxo de caixa acumulado para o caso 3 do projeto.

Os gráficos referentes ao fluxo de caixa no decorrer dos anos e ao fluxo de caixa acumulado, encontram-se nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

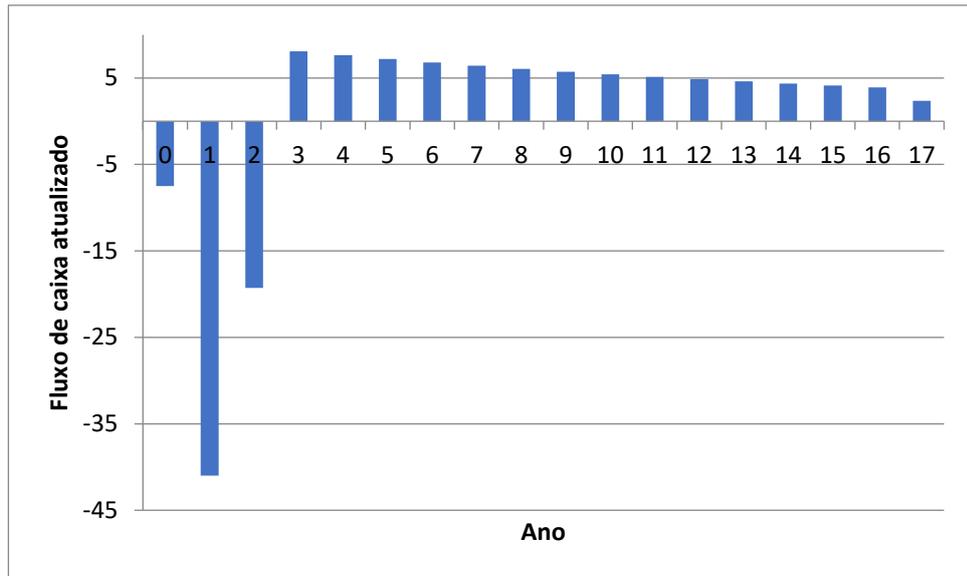


Figura 6. Evolução dos fluxos de caixa.

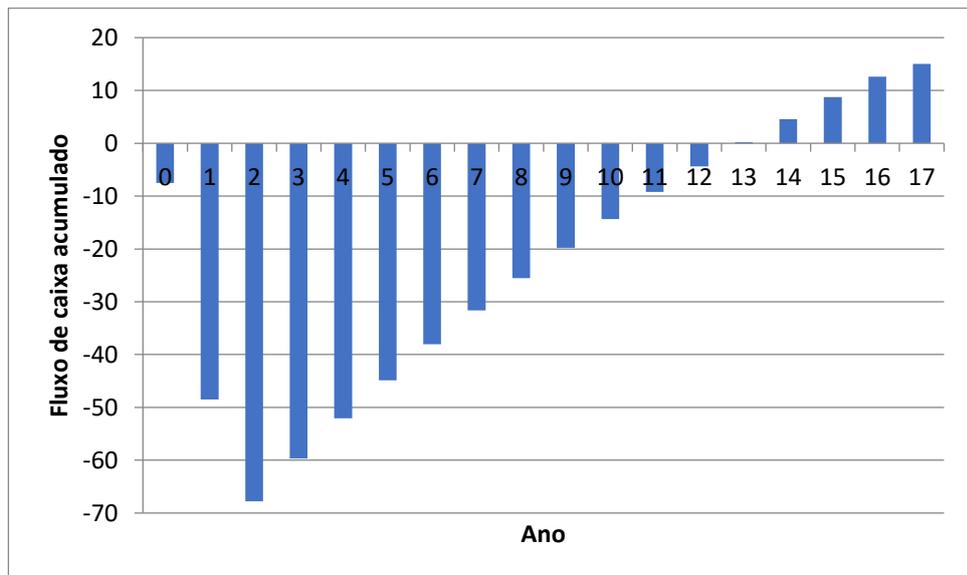


Figura 7. Fluxo de caixa acumulado.

O valor do *TIR* é o valor de juros de referência quando o *VAL* se iguala a zero, ou seja, é feita a variação do *k* na fórmula do *VAL* até convergir a zero.

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Se o valor de *TIR* for maior do que o *k* de referência (juros) significa que o projeto é rentável. O valor encontrado para o *TIR* foi de 0,1298 ou 12,98 % que é maior que o valor de referência, 10 %.

Análise da sensibilidade da rentabilidade ao investimento (+20%)

Considerando que haja um aumento de 20 % do investimento, tem-se que o novo valor do investimento é 90,19 MMR\$. O fluxo de caixa para o aumento de 20 % do investimento se encontra na Tabela abaixo.

Tabela 58. Análise de sensibilidade ao investimento.

Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Imobilizado	-9,02	-54,11	-27,06															
Giro			-0,78															0,78
Fundos investidos	-9,02	-54,11	-27,84															0,78
Vendas				100,02	105,02	110,27	115,79	121,58	127,65	134,04	140,74	147,78	155,16	162,92	171,07	179,62	188,60	198,03
Custos				87,49	91,87	96,46	101,29	106,35	111,67	117,25	123,11	129,27	135,73	142,52	149,64	157,13	164,98	173,23
Amortização				9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02	9,02
Benefícios antes de impostos (BAI)				3,51	4,13	4,79	5,48	6,21	6,97	7,77	8,61	9,49	10,41	11,39	12,41	13,48	14,60	15,78
Impostos				1,23	1,45	1,68	1,92	2,17	2,44	2,72	3,01	3,32	3,64	3,98	4,34	4,72	5,11	5,52
Benefícios depois de impostos (BDI)				2,28	2,69	3,11	3,56	4,03	4,53	5,05	5,59	6,17	6,77	7,40	8,06	8,76	9,49	10,26
Fundos gerados = BDI + amortização				11,30	11,71	12,13	12,58	13,05	13,55	14,07	14,61	15,19	15,79	16,42	17,08	17,78	18,51	10,26
Cash flow	-9,02	-54,11	-27,84	11,30	11,71	12,13	12,58	13,05	13,55	14,07	14,61	15,19	15,79	16,42	17,08	17,78	18,51	11,04
CASH FLOW ATUALIZADOS ANUAIS	-9,02	-49,19	-23,01	8,49	8,00	7,53	7,10	6,70	6,32	5,97	5,63	5,32	5,03	4,76	4,50	4,26	4,03	2,18
CASH FLOW ACUMULADO	-9,02	-58,21	-81,22	-72,73	-64,74	-57,20	-50,10	-43,40	-37,08	-31,11	-25,48	-20,16	-15,13	-10,37	-5,87	-1,62	2,41	4,60

Com o aumento do investimento em 20 %, o novo valor de VAL foi 4,60, e apesar de ter diminuído o projeto continua rentável. Na Figura 8, encontra-se o gráfico do fluxo de caixa acumulado para o investimento 20 % maior. Observa-se que o lucro começa a ser obtido a partir do ano 16, ao invés do ano 13.

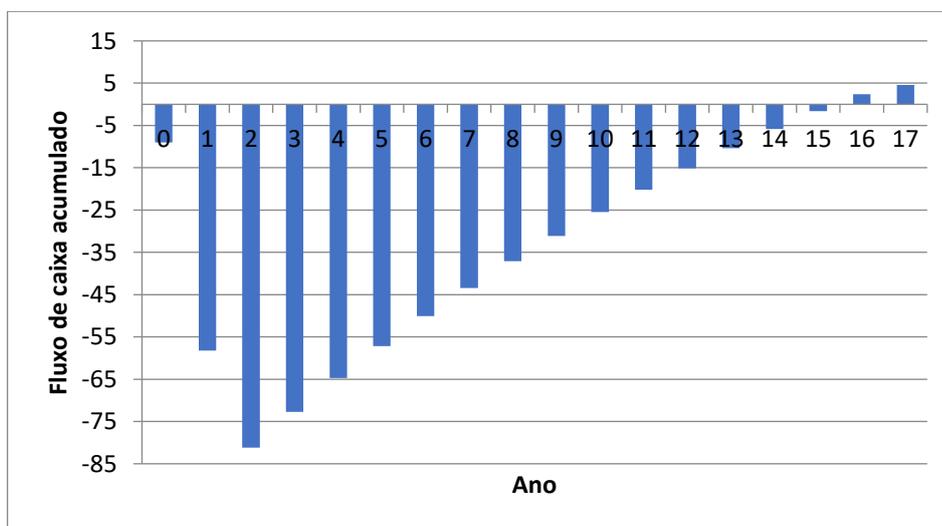


Figura 8. Fluxo de caixa acumulado para investimento 20 % maior.

Análise da sensibilidade da rentabilidade do projeto ao câmbio do dólar e do euro

Para avaliar a sensibilidade da rentabilidade do projeto frente ao câmbio do dólar e do euro, manteve-se todos os investimentos, custos e vendas constantes e variou-se o valor do dólar e do euro para observar a sua influência na rentabilidade, ou seja, no valor líquido acumulado. Observou-se que mesmo com a variação do dólar e do euro em 20 % e 10 % para mais ou para menos, o projeto continua rentável, com o aumento o lucro será obtido mais rapidamente, visto que o valor de *VAL* aumenta. Os novos valores de *VAL* de acordo com a variação do câmbio se encontram na Tabela 59.

Tabela 59. Valores de *VAL* em função da variação do dólar e do euro.

Variação	<i>VAL</i> (MMR\$)
-20 %	9,39
+ 20 %	28,70
- 10 %	14,21
+ 10 %	23,87

TUBULAÇÕES

Em uma planta química, as tubulações são responsáveis por fazer o transporte dos fluidos de processo entre os pontos de geração, armazenamento e utilização. Quanto ao dimensionamento, o principal cálculo que se faz em engenharia de processos, é o do diâmetro da tubulação. Para se calcular o diâmetro é necessário levar em conta a velocidade de escoamento do fluido que passa na tubulação e a perda de carga produzida pela mesma. No geral, velocidades de escoamento altas favorecem os fenômenos de corrosão e erosão da tubulação, ruídos, vibrações e problemas de cavitação em válvulas de mais acessórios. Enquanto isso, velocidades baixas levam a deposição de sólidos nas paredes. No caso de perda de carga, valores mais baixos elevam o custo da planta pois são necessárias tubulações maiores, logo o custo com material também é maior. Desse modo, perdas de carga maiores apresentam menor custo com material, por outro lado existe o gasto com equipamentos como bombas e compressores. Portanto é necessário fazer uma análise a fim de encontrar um cenário de ótimo econômico.

Por simplificação, os diâmetros das tubulações foram calculados utilizando um método aproximado. Primeiramente assumiu que, para transporte de líquido na tubulação a velocidade de escoamento está entre 0,3 e 3 m/s e no caso de escoamento de vapor, velocidade entre 15 e 50 m/s. Na Tabela 60, abaixo, está indicado os valores de perda de carga (ΔP) e velocidade (v) considerados para fazer o cálculo do diâmetro da tubulação, considerando o tipo de fluido que está escoando, líquido ou vapor.

Tabela 60. Valores típicos para perda de carga, ΔP , e velocidade de escoamento, v , de líquidos e vapor em tubulações.

	Tipo de linha	$\Delta P(\text{kg/cm}^2/\text{km}_{\text{tubulação}})$	v (m/s)
Líquido	Aspiração de bombas e circulação por gravidade	0,3 – 0,5	0,3 – 1,8
	Impulsão de bombas	2 – 3	1 – 3
	Água de refrigeração em trocadores de calor	3,5 – 7	1 – 3
Vapor	Cabeça de colunas de destilação	2 – 3,5	≥ 1
	Aspiração de compressores	0,2 – 0,5	---
	Impulsão de compressores	0,2	---
	Vapor de água a pressão	0,4 – 0,5	---

Com os valores de vazão volumétrica (Q) e velocidade (v), a área da seção transversal da tubulação (S) é dada pela relação abaixo:

$$v \left(\frac{m^2}{s} \right) = \frac{Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}{S (m)}$$

Uma vez que a área pode ser expressa pela fórmula abaixo, então o diâmetro (D) é calculado isolando este termo na equação.

$$S (m^2) = \frac{\pi}{4} D^2$$

Para o caso em que há escoamento de uma mistura, formada tanto por fase líquida quanto gás, o cálculo do diâmetro é feito de forma similar. A área da seção transversal total (S_T) é dada pela soma das áreas calculadas para o escoamento de cada fase. Já a velocidade da mistura (V) é dado pela seguinte equação:

$$V \left(\frac{m^2}{s} \right) = \frac{m_T \left(\frac{kg}{s} \right)}{\rho_M \left(\frac{kg}{m^3} \right) S_T (m^2)}$$

onde ρ_M é a densidade da mistura e m_T a vazão mássica total, dada pela soma das vazões de cada uma das fases.

ANEXOS – FOLHAS DE ESPECIFICAÇÃO

ANEXO I – BALANÇO DE MASSA E ENERGIA

ANEXO II – RECIPIENTES VERTICAIS

ANEXO III – RECIPIENTES HORIZONTAIS

ANEXO IV – BOMBAS

ANEXO V – COMPRESSORES

ANEXO VI – TROCADORES DE CALOR

ANEXO VII – INSTRUMENTOS DE VAZÃO

ANEXO VIII – INSTRUMENTOS DE NÍVEL

ANEXO IX – INSTRUMENTOS DE PRESSÃO

ANEXO X – INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA

ANEXO XI – VÁLVULAS DE CONTROLE

ANEXO XII – TUBULAÇÕES

ANEXO XIII – SERVIÇOS AUXILIARES

ANEXO XIV – VÁLVULAS DE SEGURANÇA

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Balanços de calor e matéria Pág. 1 de 14				
R	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
1	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
3	Nº DE CORRENTE		1	1.1	2	3
4	DESCRIÇÃO		Entrada de gás síntese	Entrada no compressor K-100	Saída do compressor K-100	Entrada no reator ERV-100
5						
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	-0,01	-0,01	98,90	98,69
7	TEMPERATURA	°C	55,00	41,77	146,80	220,00
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	4488,68	60300,00	59780,00	59780,00
9	% VAPOR	%p	100,00	100,00	100,00	100,00
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	4488,68	60300,00	59800,00	59800,00
#	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	3948,46	59000,00	59000,00	59000,00
#	VAPOR DE AGUA	kg/h	513,11	519,85	61,85	61,85
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	27,11	534,46	534,46	534,46
#	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	-	-	-	-
#	AGUA LIVRE	kg/h	-	-	-	-
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
#	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-0,01	-0,06	-0,06	-0,06
#	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0,00	0,00	0,00	0,00
#	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0,00	0,00	0,00	0,00
#	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0,00	0,00	0,00	0,00
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	5989,00	54200,00	728,30	857,00
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	4307,00	46000,00	45200,00	45800,00
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol	20,45	29,11	29,25	29,25
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	0,75	1,11	2,81	69,76
#	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	0,93	1,30	1,31	1,31
#	VISCOSIDADE @T	cP	0,02	0,02	0,02	0,03
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,00	0,03	0,04	0,04
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	7,41	7,62	7,91	8,12
#	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	1,00	1,00	1,00	1,00
#	Cp / Cv	~	1,36	1,35	1,34	1,32
#	ENTALPIA	Gcal/h	-0,01	-0,06	-0,06	-0,06
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h				
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h				
#	DENSIDADE @T	kg/m ³				
#	DENSIDADE @15°C	kg/m ³				
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt				
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt				
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt				
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt				
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C				
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C				
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm				
#	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a				
#	ENTALPIA	Gcal/h				
#	MISCELÂNEOS					
#						
#						
#						
#						
#	NOTAS :					
#	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
#						
#						
#						
#						
#						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Balanços de calor e matéria Pág. 2 de 14				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
1	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
3	Nº DE CORRENTE					
4						
5	DESCRIÇÃO		Saída do reator ERV-100	Saída do trocador E-102	Saída do trocador E-103	Saída de topo do separador V-101
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	96,86	96,66	95,64	9,57
7	TEMPERATURA	°C	220,00	183,00	40,00	40,25
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	59780,00	59780,00	59780,00	58740,00
9	% VAPOR	%p	100,00	100,00	98,28	100,00
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	59800,00	59800,00	58760,00	58740,00
#	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	58000,00	58000,00	58019,71	58050,26
#	VAPOR DE AGUA	kg/h	103,66	103,66	7,10	7,10
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	1630,00	1629,01	728,97	729,18
#	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	1027,00	-
#	AGUA LIVRE	kg/h	-	-	96,56	-
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	900,01	-
#	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-0,06	-0,06	-0,06	-13,62
#	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0,00	0,00	0,00	0,00
#	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0,00	0,00	0,00	0,00
#	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0,00	0,00	0,00	0,00
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	847,40	785,50	535,50	4887,00
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	44500,00	44500,00	44500,00	43700,00
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol	30,13	30,13	30,13	30,14
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	70,55	76,11	109,70	12,03
#	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	1,34	1,34	1,34	1,35
#	VISCOSIDADE @T	cP	0,03	0,03	0,02	0,02
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,04	0,04	0,03	0,03
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	8,26	8,15	7,64	7,64
#	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	1,00	1,00	1,00	1,00
#	Cp / Cv	~	1,32	1,35	1,35	1,35
#	ENTALPIA	Gcal/h	-0,06	-0,06	-0,06	-13,62
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h			1,29	
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h			1,44	
#	DENSIDADE @T	kg/m ³			798,80	
#	DENSIDADE @15°C	kg/m ³			823,60	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt			0,57	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt			0,51	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt			0,24	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt			0,30	
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C			0,19	
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C			26,05	
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm			33,22	
#	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a				
#	ENTALPIA	Gcal/h			-2,02	
#	MISCELÂNEOS					
#						
#						
#						
#						
#	NOTAS :					
#	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
#						
#						
#						
#						
#						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Balanços de calor e matéria Pág. 3 de 14					
R e v		BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
1		DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
2		CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
3		Nº DE CORRENTE		8	9	10	11
4		DESCRİÇÃO		Saída de fundo do separador V- 101	Entrada do trocador E- 104	Saída do trocador E- 104	Entrada do trocador E- 105
5							
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	95,64	14,47	14,26	14,26	
7	TEMPERATURA	°C	40,00	39,04	122,90	123,30	
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	1027,00	1027,00	1027,00	1285,00	
9	% VAPOR	%p	0,00	1,40	3,18	2,38	
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0,00	18,35	39,01	36,70	
#	INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...)	kg/h	-	17,88	24,51	23,01	
#	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	0,01	0,69	0,72	
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	0,46	13,81	12,87	
#	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	1027,00	1009,00	988,21	1249,00	
#	AGUA LIVRE	kg/h	96,56	96,55	95,87	134,51	
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	900,01	899,64	886,29	1106,47	
#	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	2,02	2,02	1,94	2,45	
#	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0,00	0,00	0,00	0,00	
#	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0,00	0,00	0,00	0,00	
#	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0,00	0,00	0,00	0,00	
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)						
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h		0,82	2,39	2,26	
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h			17,15	16,96	
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol		38,41	35,91	35,77	
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³		22,49	16,36	16,28	
#	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³			1,77	1,77	
#	VISCOSIDADE @T	cP		0,02	0,01	0,01	
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C		0,02	0,02	0,02	
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C		8,82	10,50	10,49	
#	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~		1,00	1,00	1,00	
#	C _p / C _v	~		1,29	1,23	1,23	
#	ENTALPIA	Gcal/h		0,04	0,07	0,07	
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)						
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	798,80	1,27	1,42	1,79	
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	1,25	1,24	1,24	1,55	
#	DENSIDADE @T	kg/m ³	798,80	792,30	695,30	697,30	
#	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	823,60	817,20	817,10	818,90	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0,57	0,60	0,26	0,26	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	0,40	0,52	0,52	0,53	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	0,31	0,32	0,32	0,32	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	0,20	0,21	0,21	0,21	
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,19	0,19	0,16	0,17	
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	26,05	26,24	29,54	29,35	
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	33,22	33,84	20,89	21,47	
#	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a					
#	ENTALPIA	Gcal/h	-2,02	-1,99	-1,87	-2,38	
#	MISCELÂNEOS						
#							
#							
#							
#							
#	NOTAS :						
#	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais						
#							
#							
#							
#							
#							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Balanços de calor e matéria Pág. 5 de 14				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
1	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
3	Nº DE CORRENTE	16	17	18	19	
4	DESCRIÇÃO	Saída de topo da coluna T-100	Saída de fundo da coluna T-100	Entrada da coluna T-101	Saída de topo da coluna T-101	
5						
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	8,76	10,60	6,72	5,39
7	TEMPERATURA	°C	43,56	159,00	146,00	123,60
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	645,60	608,90	608,90	258,00
9	% VAPOR	%p	100,00	0,00	3,70	100,00
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	645,60	-	27,02	-
#	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	0,00	-	0,00	-
#	VAPOR DE AGUA	kg/h	0,43	-	8,49	-
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	645,13	-	18,53	-
#	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	-	608,90	581,90	258,00
#	AGUA LIVRE	kg/h	-	386,49	377,99	38,65
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	222,40	203,89	219,31
#	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	0,16	0,42	0,42	-0,12
#	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0,00	0,00	0,00	0,00
#	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0,00	0,00	0,00	0,00
#	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0,00	0,00	0,00	0,00
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	1,12		4,81	
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	16,96		0,65	
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol	45,97		25,74	
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	575,70		5,61	
#	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	1,77		938,10	
#	VISCOSIDADE @T	cP	0,08		0,01	
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,10		0,02	
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	28,20		11,59	
#	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	1,00		1,00	
#	Cp / Cv	~	1,08		1,21	
#	ENTALPIA	Gcal/h	-0,16		-0,01	
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h		0,77	0,72	0,37
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h		0,66	0,66	
#	DENSIDADE @T	kg/m ³		790,80	809,10	705,30
#	DENSIDADE @15°C	kg/m ³		926,30	926,20	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt		0,17	0,19	0,26
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt		0,58	0,58	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt		0,31	0,31	
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt		0,18	0,17	
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C		0,42	0,43	0,19
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C		22,78	22,07	28,61
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm		37,68	40,61	23,93
#	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a				
#	ENTALPIA	Gcal/h		0,42	-0,41	-0,12
#	MISCELÂNEOS					
#						
#						
#						
#						
#	NOTAS :					
#	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
#						
#						
#						
#						
#						
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Balanços de calor e matéria Pág. 6 de 14				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
1	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
3	Nº DE CORRENTE		20	21	22	22.1
4	DESCRIÇÃO		Saída do fundo da coluna T-101	Entrada do trocador E- 107	Entrada da válvula VLV- 104	Saída da válvula VLV- 104
5						
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	6,41	0,50	9,57	-0,01
7	TEMPERATURA	°C	165,80	110,80	40,25	40,25
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	351,00	351,00	55800,00	55800,00
9	% VAPOR	%p	0,00	10,66	100,00	100,00
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	-	37,89	55800,00	55800,00
#	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	0,00	55100,00	55100,00
#	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	36,49	6,74	6,74
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	1,39	692,23	692,23
#	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	351,00	313,06	-	-
#	AGUA LIVRE	kg/h	347,84	311,35	-	-
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	3,11	1,72	-	-
#	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-0,30	-0,30	-54,09	-54,09
#	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0,00	0,00	0,00	0,00
#	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0,00	0,00	0,00	0,00
#	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0,00	0,00	0,00	0,00
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h		44,04	4640,00	48250,00
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h				
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol		18,31	30,14	30,14
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³		0,86	12,03	1,16
#	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³				
#	VISCOSIDADE @T	cP		0,01	0,02	0,02
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C		0,02	0,03	0,03
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C		9,55	7,64	7,64
#	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~		1,00	1,00	1,00
#	Cp / Cv	~		1,26	1,35	1,35
#	ENTALPIA	Gcal/h		-0,51	-54,09	-54,09
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	0,40	0,33		
#	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	0,34			
#	DENSIDADE @T	kg/m ³	886,10	937,20		
#	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	10,13			
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0,10	0,25		
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	0,59			
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	0,29			
#	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	0,13			
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,59	0,59		
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	18,87	18,15		
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	45,16	56,41		
#	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a				
#	ENTALPIA	Gcal/h	-0,30	-0,28		
#	MISCELÂNEOS					
#						
#						
#						
#						
#	NOTAS :					
#	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
#						
#						
#						
#						
#						
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Balanços de calor e matéria Pág. 7 14			
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA				
1	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES				
2	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO				
3	Nº DE CORRENTE		23	21.1	
4	DESCRIÇÃO		Corrente de	Saída do	
5			purga	trocador E-107	
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	9,57	0,19	
7	TEMPERATURA	°C	40,25	50,53	
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	2937,00	351,00	
9	% VAPOR	%p	100,00	0,00	
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	2937,00	-	
11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	2900,40	-	
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	0,35	-	
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	36,43	-	
14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	-	351,00	
15	AGUA LIVRE	kg/h	-	347,84	
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	3,11	
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-0,68	-0,31	
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	0,00	0,00	
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	0,00	0,00	
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	0,00	0,00	
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)				
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	244,20		
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h			
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	30,14		
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	12,03		
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³			
27	VISCOSIDADE @T	cP	0,02		
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0,03		
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	7,64		
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	1,00		
31	Cp / Cv	~	1,35		
32	ENTALPIA	Gcal/h	-0,68		
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)				
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h		0,3561	
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h			
36	DENSIDADE @T	kg/m ³		985,5	
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³			
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt		0,5855	
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt			
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt			
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt			
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C		0,55052994	
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C		18,206112	
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm		67,43	
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a			
46	ENTALPIA	Gcal/h		-0,313194248	
47	MISCELÂNEOS				
48					
49					
50					
51					
52					
53	NOTAS :				
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela eng. de detalhe com hidráulicas/isométricas finais				
55					
56					
57					
58					
	Rev.	Por			
	Data	Aprovado			

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Balanço de calor e massa Pág. 10 de 14			
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1									
2	Nº CORRENTE	8		9		10		11	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Hidrogênio	0,0001	0,0011	0,0001	0,0011	0,0001	0,0011	0,0001	0,0008
5	Monóxido de carbono	0,0017	0,0019	0,0017	0,0019	0,0017	0,0019	0,0014	0,0015
6	Gás carbônico	0,0278	0,0189	0,0278	0,0189	0,0278	0,0189	0,0222	0,0150
7	Metano	0,0002	0,0004	0,0002	0,0004	0,0002	0,0004	0,0002	0,0003
8	Nitrogênio	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
9	Argônio	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	Metanol	0,8760	0,0829	0,8760	0,8209	0,8760	0,8209	0,8708	0,8084
11	Dimetil éter	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
12	Melamina	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água	0,0940	0,0000	0,0940	0,1567	0,0968	0,1567	0,1052	0,1737
44	Total	1	0,1567	1	1	1	1	1	1
45	Vazão total seca (kg/h)	0,00		18,35		39,01		36,70	
46	Vazão total seca (kmol/h)	0,00		0,48		1,09		1,03	
47	Vazão total úmida (kg/h)	1027,22		1008,87		988,21		1248,53	
48	Vazão total úmida (kmol/h)	31,21		33,74		33,13		42,18	
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Balanço de calor e massa Pág. 13 de 14							
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1	Nº CORRENTE	20		21		22		22.1	
2	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
3	Hidrogênio	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0060	0,0893	0,0060	0,0893
4	Monóxido de carbono	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0713	0,0767	0,0713	0,0767
5	Gás carbônico	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4167	0,2854	0,4167	0,2854
6	Metano	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0171	0,0091	0,0171
7	Nitrogênio	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4852	0,5220	0,4852	0,5220
8	Argônio	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0083	0,0063	0,0083	0,0063
9	Metanol	0,0089	0,0050	0,0089	0,0050	0,0033	0,0031	0,0033	0,0031
10	Dimetil éter	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	Melamina	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43	Água	0,9911	0,9950	0,9911	0,9950	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
44	Total	1	1	1	1	1	1	1	1
45	Vazão total seca (kg/h)	0,00		37,89		2937,23		55807,32	
46	Vazão total seca (kmol/h)	0,00		2,07		97,46		1851,79	
47	Vazão total úmida (kg/h)	350,95		313,06		0,00		0,00	
48	Vazão total úmida (kmol/h)	19,41		17,34		0,00		0,00	
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE				EQUIPAMENTO nº V-100	
UNIDADE		DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. 1 de 1	
R	RECIPIENTES VERTICAIS						
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
v							
1							
2	EQUIPAMENTO nº	V-100					
3	SERVIÇO	VASO FLASH					
4	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)		
5	POSIÇÃO (1)		Topo	Fundo	Topo	Fundo	
6	DE OPERAÇÃO NORMAL		13,40	15,2	39,04	39,04	
7	DE DESENHO MECÂNICO		15,15	16,95	80,00	80,00	
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)						
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO						
10	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)						
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO						
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO			ESQUEMA			
13	FLUÍDO		DE PROCESSO				
14	COMPOSTOS CORROSIVOS		-				
15	TEOR (% / ppm p)		-				
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) (2)		22,49				
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)		792,3				
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)		-				
19	MATERIAL						
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico			
21	Envoltente	AC	3 mm	-			
22	Fundo	AC	3 mm	-			
23	Internos	AC	3 mm	-			
24	Pratos	AC	3 mm	-			
25	Isolamento						
26	CONEXÕES						
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço		
28	A						
29	B						
30	C						
31	D						
32	E						
33	F						
34	G						
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51	NOTAS :						
52	(1) Para colunas e recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho.						
53	(2) O líquido leve é a fase vapor da corrente de saída no fundo do vaso flash						
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

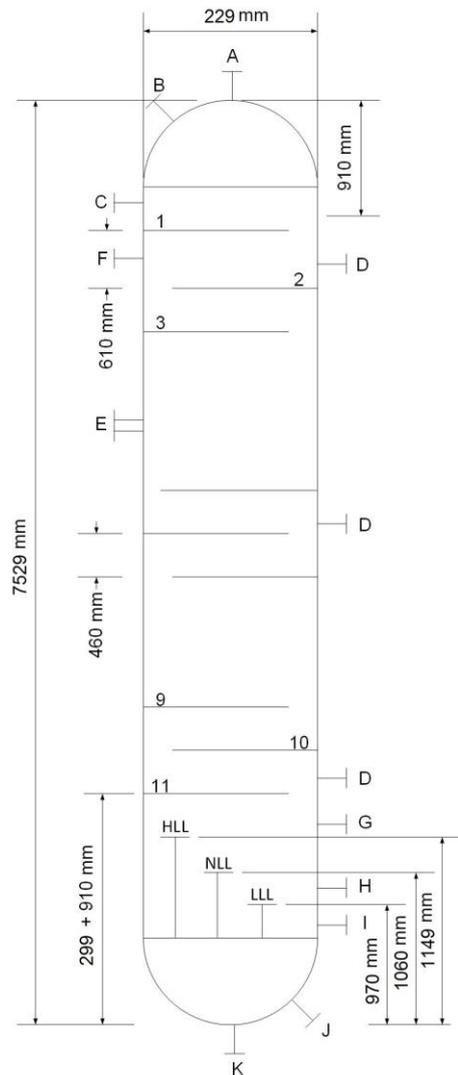
Rev	PROJETO				EQUIPAMENTO nº T-100			
UNIDADE	PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de			
	RECIPIENTES VERTICAIS							
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
2	EQUIPAMENTO nº	T-100						
3	SERVIÇO	TORRE DE DESTILAÇÃO						
4	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)		
5	POSIÇÃO (1)			Topo	Fundo	Topo	Fundo	
6	DE OPERAÇÃO NORMAL			9,95	10,46	46,74	152,2	
7	DE DESENHO MECÂNICO			11,7	12,21	80,00	167,2	
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
10	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				ESQUEMA			
13	FLUÍDO	SOLVENTE ORGÂNICO						
14	COMPOSTOS CORROSIVOS	-						
15	TEOR (% / ppm p)	-						
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)	575,7						
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)	790,5						
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	-						
19	MATERIAL							
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico				
21	Envoltente	AC	3 mm	-				
22	Fundo	AC	3 mm	-				
23	Internos	AC	3 mm	-				
24	Pratos	AC	3 mm	-				
25	Isolamento							
26	CONEXÕES							
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço			
28	A				Saída para o condensador			
29	B				Purga de vapor			
30	C				Entrada do refluxo de topo			
31	D				Indicador de temperatura			
32	E				Bocal de inspeção			
33	F				Entrada da alimentação			
34	G				Indicador de nível superior			
35	H				Indicador de nível normal			
36	I				Indicador de nível inferior			
37	J				Entrada do refluxo de fundo			
38	K				Purga de líquido			
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51	NOTAS :							
52	(1) Para colunas e recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho.							
53								
54								
55								
56								
57								
58								

Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

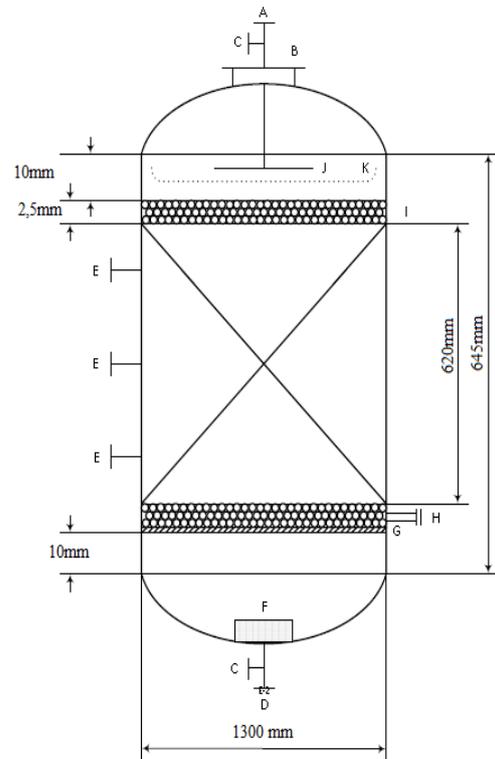
PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE				EQUIPAMENTO nº T-100	
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de	
R	PRATOS / RECHEIOS						
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO nº	T-100					
3	SERVIÇO / CASO DE DESENHO :	TORRE DE DESTILAÇÃO					
4	SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1)						
5	SEÇÃO		ENRIQUECIMENTO		ESGOTAMENTO		
6	DE PRATO REAL / A PRATO REAL		DE 1	A 2	DE 3	A 14	
7	PRESSÃO, P	Kg/cm ² g	9,95	9,99	10,03	10,46	
8	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm ²	1,00E-04		1,00E-04		
9	NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS	-	14				
10	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	0,251		0,253		
11	VAPOR AO PRATO						
12	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	1635	2664	2633	1395	
13	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h	2,845	4,250	4,187	1,864	
14	DENSIDADE @ P,T	Kg/m ³	17,20	16,08	16,17	8,085	
15	VISCOSIDADE @ T	cP	9,74E-03	1,03E-02	1,03E-02	9,68E-03	
16	TEMPERATURA, T	°C	46,74	67,94	67,40	152,2	
17	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. (2)	%	120/60				
18	LÍQUIDO DO PRATO						
19	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	2491	2281	2055	835,1	
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h	144,8	141,9	127,1	105,5	
21	DENSIDADE @ T	Kg/m ³	575,7	574,8	626,8	748,5	
22	VISCOSIDADE @ T	cSt	7,58E-02	7,66E-02	1,12E-01	1,44E-01	
23	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm	9,782	25,18	25,46	32,96	
24	TEMPERATURA ,T	°C	46,74	67,94	67,40	152,2	
25	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. (2)	%	120/60				
26	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA						
27	SYSTEM (FOAMING) FACTOR	-	-		-		
28	TENDÊNCIA AO FOULING	-	BAIXO		BAIXO		
29	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-		-		
30	LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS						
31	JET FLOODING, MÁX.	%	-		-		
32	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-		-		
33	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4)						
34	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm	363,94				
35	NÚMERO DE PRATOS	-	2		12		
36	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS (3)	mm	460		460		
37	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1		1		
38	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	VÁLVULA		VÁLVULA		
39	ALTURA DE RECHEIO	mm	-		-		
40	TIPO DE RECHEIO	-	-		-		
41	NOTAS :						
42	(1) Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.						
43	(2) Para o máximo considera 120% da vazão de operação e para o mínimo 60% da vazão de operação.						
44	(3) Exceto para os pratos de topo (910 mm), alimentação (910 mm) e fundo (610 mm).						
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.						
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE			EQUIPAMENTO nº T-101	
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Pág.	de
R	RECIPIENTES VERTICAIS					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO nº	T-101				
3	SERVIÇO	TORRE DE DESTILAÇÃO				
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)		
5	POSIÇÃO (1)	Topo	Fundo	Topo	Fundo	
6	DE OPERAÇÃO NORMAL	6,65	7,20	129,7	163,5	
7	DE DESENHO MECÂNICO	8,4	8,95	144,70	178,5	
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)					
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO					
10	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)					
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO					
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO			ESQUEMA		
13	FLUÍDO	METANOL				
14	COMPOSTOS CORROSIVOS	-				
15	TEOR (% / ppm p)	-				
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)	705,3				
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)	886,1				
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	-				
19	MATERIAL					
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico		
21	Envolvente	AC	3 mm	-		
22	Fundo	AC	3 mm	-		
23	Internos	AC	3 mm	-		
24	Pratos	AC	3 mm	-		
25	Isolamento					
26	CONEXÕES					
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço	
28	A				Saída para o condensador	
29	B				Purga de vapor	
30	C				Entrada do refluxo de topo	
31	D				Indicador de temperatura	
32	E				Bocal de inspeção	
33	F				Entrada da alimentação	
34	G				Indicador de nível superior	
35	H				Indicador de nível normal	
36	I				Indicador de nível inferior	
37	J				Entrada do refluxo de fundo	
38	K				Purga de líquido	
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50					Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...	
51	NOTAS :					
52	(1)	Para colunas e recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho.				
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por		89		
	Data	Aprovado				



PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTEL A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE				EQUIPAMENTO nº T-101	
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de	
R	PRATOS / RECHEIOS						
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
v	1						
	2	EQUIPAMENTO nº	T-101				
	3	SERVIÇO / CASO DE DESENHO :	TORRE DE DESTILAÇÃO				
	4	SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1)					
	5	SEÇÃO	ENRIQUECIMENTO			ESGOTAMENTO	
	6	DE PRATO REAL / A PRATO REAL	DE 1	A 2	DE 3	A 11	
	7	PRESSÃO, P	Kg/cm ² g	6,65	6,71	6,76	7,20
	8	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm ²	1,00E-04		1,00E-04	
	9	NÚMERO DE PRATOS TEÓRICOS	-	11			
	10	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	0,251		0,253	
	11	VAPOR AO PRATO					
	12	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	671,9	618,5	578,3	379,2
	13	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h	117,9	116,0	107,8	100,9
	14	DENSIDADE @ P,T	Kg/m ³	5,697	5,331	5,367	3,758
	15	VISCOSIDADE @ T	cP	8,79E-03	9,20E-03	9,20E-03	1,10E-02
	16	TEMPERATURA, T	°C	129,7	137,1	137,0	163,5
	17	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. (2)	%	120/60			
	18	LÍQUIDO DO PRATO					
	19	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	360,3	929,2	925,4	719,4
	20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h	0,492	1,185	1,178	0,815
	21	DENSIDADE @ T	Kg/m ³	733,2	784,1	785,3	882,9
	22	VISCOSIDADE @ T	cSt	1,79E-01	1,70E-01	1,70E-01	8,97E-02
	23	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm	30,24	38,13	38,30	45,27
	24	TEMPERATURA ,T	°C	129,7	137,1	137,0	163,5
	25	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN. (2)	%	120/60			
	26	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA					
	27	SYSTEM (FOAMING) FACTOR	-	-		-	
	28	TENDÊNCIA AO FOULING	-	BAIXO		BAIXO	
	29	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-		-	
	30	LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS					
	31	JET FLOODING, MÁX.	%	-		-	
	32	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-		-	
	33	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4)					
	34	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm	229,43			
	35	NÚMERO DE PRATOS	-	2		9	
	36	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS (3)	mm	460		460	
	37	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1		1	
	38	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	VÁLVULA		VÁLVULA	
	39	ALTURA DE RECHEIO	mm	-		-	
	40	TIPO DE RECHEIO	-	-		-	
	41	NOTAS :					
	42	(1) Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.					
	43						
	44	(2) Para o máximo considera 120% da vazão de operação e para o mínimo 60% da vazão de operação.					
	45	(3) Exceto para os pratos de topo (910 mm), alimentação (910 mm) e fundo (610 mm).					
	46						
	47						
	48						
	49						
	50						
	51						
	52						
	53						
	54						
	55						
	56						
	57						
	58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
		Rev.	Por				
		Data	Aprovado				

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE			EQUIPAMENTO		ERV-100		
UNIDADE :		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Pág. 6		de 7		
R e v	RECIPIENTES VERTICAIS								
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO								
	1	EQUIPAMENTO Nº							ERV-100
	2	SERVIÇO							REATOR DE LEITO FIXO
	3	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)			
	4	POSIÇÃO (1)		Topo	Fundo	Topo	Fundo		
	5	DE OPERAÇÃO NORMAL		99,73	97,89	220,00	220,00		
	6	DE DESENHO MECÂNICO		109,70	109,70	250,00	250,00		
	7	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
	8	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
	9	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
10	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO								
11	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				ESQUEMA				
12	FLUÍDO		GÁS						
13	COMPOSTOS. CORROSIVOS								
14	TEOR (% / ppm p)								
15	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)								
16	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)								
17	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)								
18	MATERIAL								
19		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico					
20	Envolvente	2)	3mm						
21	Fundo	2)	3mm						
22	Internos	2)	3mm						
23	Pratos								
24	Isolamento	PROTEÇÃO PESSOAL							
25	CONEXÕES								
26	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço				
27	A				ALIMENTAÇÃO				
28	B				BOCA DE VISITA				
29	C				MEDIDORES DE PRESSÃO				
30	D				EFLUENTE LÍQUIDO				
31	E				MEDIDORES DE TEMPERATURA				
32	F				3)				
33	G				PLACA DE SUPORTE DE CATALISA				
34	H				DESCARGA DE CATALISADOR				
35	I				BOLAS DE ALUMINA				
36	J				4)				
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51	NOTAS :								
52	(1) Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho.								
57	(2) Aço inoxidável 304								
58	(3) Filtro de finos de catalisador								
	(4)								
	(5)								



Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE		EQUIPAMENTO		
UNIDADE :		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		CRV-100		
				Pág. 7 de 7		
R	RECIPIENTES VERTICAIS					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO Nº	CRV-100				
3	SERVIÇO	REATOR DE LEITO FIXO				
4	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)	
5	POSIÇÃO (1)		Topo	Fundo	Topo	Fundo
6	DE OPERAÇÃO NORMAL		14,79	13,97	250,40	364,00
7	DE DESENHO MECÂNICO		16,57	16,57	394,00	394,00
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)					
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO					
10	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)					
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO					
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO			ESQUEMA		
13	FLUÍDO		PROCESSO			
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS					
15	TEOR (% / ppm p)					
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)					
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m ³)					
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)					
19	MATERIAL					
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico		
21	Envolvente	2)	3mm			
22	Fundo	2)	3mm			
23	Internos	2)	3mm			
24	Pratos					
25	Isolamento	PROTEÇÃO PESSOAL				
26	CONEXÕES					
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço	
28	A				ALIMENTAÇÃO	
29	B				BOCA DE VISITA	
30	C				MEDIDORES DE PRESSÃO	
31	D				EFLUENTE LÍQUIDO	
32	E				MEDIDORES DE TEMPERATURA	
33	F				3)	
34	G				PLACA DE SUPORTE DE CATALISADOR	
35	H				DESCARGA DE CATALISADOR	
36	I				BOLAS DE ALUMINA	
37	J				4)	
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51	NOTAS :					
52	(1)	Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho.				
57	(2)	Aço inoxidável 304				
58	(3)	Filtro de finos de catalisador				
	(4)					
	(5)					

Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE				EQUIPAMENTO nº C-100		
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de		
Rev	RECIPIENTES HORIZONTAIS							
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
2	EQUIPAMENTO nº	C-100						
3	SERVIÇO	RECIPIENTE PULMÃO						
4	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm ² g)	TEMPERATURA (°C)			
5	DE OPERAÇÃO NORMAL			1,00	41,77			
6	DE PROJETO MECÂNICO			2,75	71,77			
7	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
8	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
9	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
10	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
11	ESQUEMA							
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...							
32	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES			
33	FLUÍDO	GÁS DE SÍNTESE		SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO
34	COMP. CORROSIVOS	-		A				Alimentação
35	TEOR (% / ppm p)	-		B				Válvula de segurança
36	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) (1)	1,112		C				Venteio
37	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³)	-		D				Saída de gás
38	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	1104		E				Indicador de nível superior
39	MATERIAL				F			Indicador de nível normal
40		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G			Indicador de nível inferior
41	Envolvente	AC	3 mm	-	H			Válvula de refluxo
42	Fundos	AC	3 mm	-	I			Purga com vapor
43	Internos	AC	3 mm	-	J			Bocal de inspeção
44	Isolamento	-						
45	NOTAS :							
46	(1) Densidade do gás							
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE				EQUIPAMENTO nº C-101		
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de		
R	RECIPIENTES HORIZONTAIS							
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
v	EQUIPAMENTO nº	C-101						
1	SERVIÇO	RECIPIENTE PULMÃO						
2	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm ² g)	TEMPERATURA (°C)			
3	DE OPERAÇÃO NORMAL			10,40	99,80			
4	DE PROJETO MECÂNICO			12,15	129,80			
5	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
6	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
7	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
8	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
9	ESQUEMA							
10	2034 mm							
11								
12	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...							
13	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES			
14	FLUÍDO	SOLVENTE ORGÂNICO		SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO
15	COMP. CORROSIVOS	-		A				Alimentação
16	TEOR (% / ppm p)	-		B				Válvula de segurança
17	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) (1)	14,58		C				Venteio
18	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³)	688,5		D				Saída de gás
19	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	290,5		E				Indicador de nível superior
20	MATERIAL				F			Indicador de nível normal
21		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G			Indicador de nível inferior
22	Envolvente	AC	3 mm	-	H			Válvula de refluxo
23	Fundos	AC	3 mm	-	I			Purga com vapor
24	Internos	AC	3 mm	-	J			Bocal de inspeção
25	Isolamento	-						
26	NOTAS :							
27	(1) Densidade da fase vapor							
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE				EQUIPAMENTO nº		
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de		
R	RECIPIENTES HORIZONTAIS							
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
v	EQUIPAMENTO nº	C-102						
1	SERVIÇO	RECIPIENTE PULMÃO						
2	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm ² g)	TEMPERATURA (°C)			
3	DE OPERAÇÃO NORMAL			9,60	43,56			
4	DE PROJETO MECÂNICO			11,35	73,56			
5	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
6	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
7	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
8	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
9	ESQUEMA							
10								
11	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...							
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES			
13	FLUÍDO	SOLVENTE ORGÂNICO		SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	
14	COMP. CORROSIVOS	-		A			SERVIÇO	
15	TEOR (% / ppm p)	-		B			Alimentação	
16	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) (1)	16,79		C			Válvula de segurança	
17	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³)	575,7		D			Venteio	
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	345		E			Saída de gás	
19	MATERIAL				F			Indicador de nível superior
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G			Indicador de nível normal
21	Envolvente	AC	3 mm	-	H			Indicador de nível inferior
22	Fundos	AC	3 mm	-	I			Válvula de refluxo
23	Internos	AC	3 mm	-	J			Purga com vapor
24	Isolamento	-						Bocal de inspeção
25	NOTAS :							
26	(1) Densidade da fase vapor							
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE				EQUIPAMENTO nº C-103		
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de		
R	RECIPIENTES HORIZONTAIS							
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
v	EQUIPAMENTO nº	C-103						
1	SERVIÇO	RECIPIENTE PULMÃO						
2	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm ² g)	TEMPERATURA (°C)			
3	DE OPERAÇÃO NORMAL			7,60	146,0			
4	DE PROJETO MECÂNICO			9,35	176,0			
5	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
6	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
7	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
8	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
9	ESQUEMA							
10	1298 mm							
11								
12	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...							
13	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES			
14	FLUÍDO	METANOL		SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO
15	COMP. CORROSIVOS	-		A				Alimentação
16	TEOR (% / ppm p)	-		B				Válvula de segurança
17	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) (1)	5,614		C				Venteio
18	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³)	809,1		D				Saída de gás
19	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	232		E				Indicador de nível superior
20	MATERIAL				F			Indicador de nível normal
21		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G			Indicador de nível inferior
22	Envolvente	AC	3 mm	-	H			Válvula de refluxo
23	Fundos	AC	3 mm	-	I			Purga com vapor
24	Internos	AC	3 mm	-	J			Bocal de inspeção
25	Isolamento	-						
26	NOTAS :							
27	(1) Densidade da fase vapor							
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE				EQUIPAMENTO nº C-104		
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de		
R	RECIPIENTES HORIZONTAIS							
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
v	EQUIPAMENTO nº	C-104						
1	SERVIÇO	RECIPIENTE PULMÃO						
2	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm ² g)	TEMPERATURA (°C)			
3	DE OPERAÇÃO NORMAL			6,30	123,6			
4	DE PROJETO MECÂNICO			8,05	153,6			
5	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
6	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
7	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
8	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
9	ESQUEMA							
10	1131 mm							
11								
12	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...							
13	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES			
14	FLUÍDO	METANOL		SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO
15	COMP. CORROSIVOS	-		A				Alimentação
16	TEOR (% / ppm p)	-		B				Válvula de segurança
17	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³) (1)	5,8		C				Venteio
18	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³)	705,3		D				Saída de gás
19	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	218		E				Indicador de nível superior
20	MATERIAL				F			Indicador de nível normal
21		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G			Indicador de nível inferior
22	Envolvente	AC	3 mm	-	H			Válvula de refluxo
23	Fundos	AC	3 mm	-	I			Purga com vapor
24	Internos	AC	3 mm	-	J			Bocal de inspeção
25	Isolamento	-						
26	NOTAS :							
27	(1) Densidade da fase vapor							
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

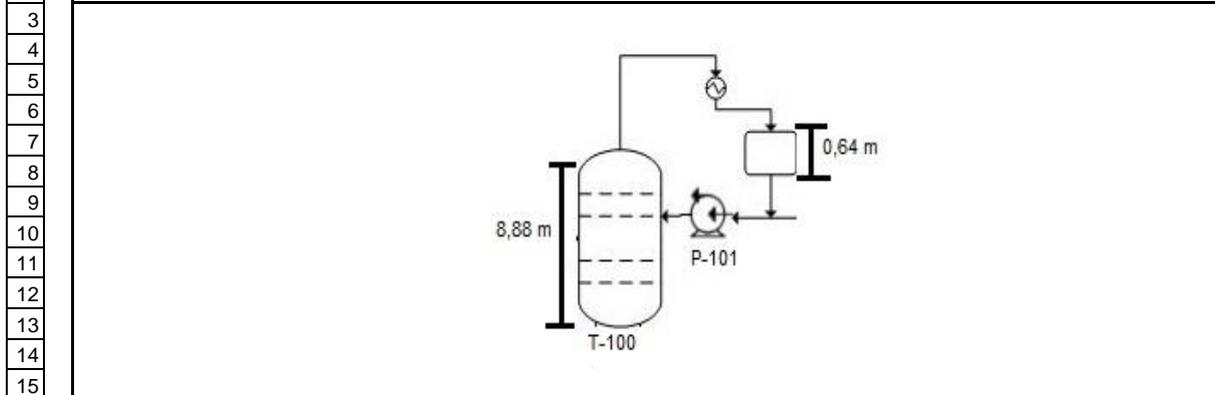
PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DO GÁS DE SÍNTESE				EQUIPAMENTO nº C-105		
UNIDADE		PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS				Pág. de		
R	RECIPIENTES HORIZONTAIS							
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
v	EQUIPAMENTO nº	C-105						
1	SERVIÇO	RECIPIENTE PULMÃO						
2	CONDIÇÕES			PRESSÃO (kg/cm ² g)	TEMPERATURA (°C)			
3	DE OPERAÇÃO NORMAL			6,30	123,6			
4	DE PROJETO MECÂNICO			8,05	153,6			
5	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)							
6	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
7	A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)							
8	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO							
9	ESQUEMA							
10	1076 mm							
11								
12	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...							
13	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES			
14	FLUÍDO	METANOL		SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO
15	COMP. CORROSIVOS	-		A				Alimentação
16	TEOR (% / ppm p)	-		B				Válvula de segurança
17	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m ³)	-		C				Venteio
18	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m ³)	705,3		D				Saída de gás
19	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	216,00		E				Indicador de nível superior
20	MATERIAL				F			Indicador de nível normal
21		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	G			Indicador de nível inferior
22	Envolvente	AC	3 mm	-	H			Válvula de refluxo
23	Fundos	AC	3 mm	-	I			Purga com vapor
24	Internos	AC	3 mm	-	J			Bocal de inspeção
25	Isolamento	-						
26	NOTAS :							
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO P-101	
		Pág. 1 de 6	
R	BOMBAS		
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
v			
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
2	CASO DE PROJETO		
3	SERVIÇO	Impulsão até T-100 / refluxo	
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	P-101	
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA	1	1
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)	Centrífuga	
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo)	Contínuo; paralelo	
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
9	NATUREZA DO FLUIDO	P	
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS	Não	Não
11	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)	-	-
12	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
13	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-
14	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	43,56
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m3	670,7
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	7,58E-02
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm2 a	7,4
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m3/h	1,35
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m3/h	0,67
21	VAZÃO NORMAL	m3/h	1,12
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm2 g	13,74
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm2 g	11,67
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm2	2,06
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	62,62
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	2,86E-04
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm2	2,47
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g	11,70
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm2 g	14,17
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	0,55 0,55
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		-
33	condições DE PROJETO MECÂNICO		
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	73,56
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g	15,34
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Motor elétrico Motor elétrico
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	kWh/h	0,034 0,034
39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
40	NOTAS :		
41	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
42	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
43	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
44	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
45	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
46	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

PROJETO : L ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIA	EQUIPAMENTO P-101
	Pág. 2 de 6

R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS
-------------	-----------------------------------

1	SERVIÇO / CASO : Impulsão até T-100 / refluxo
2	ESQUEMA DE FLUXO



NATUREZA DO FLUÍD		-	P		P. IMPULSÃO	Q Nor			Q Des.
T de BOMBEIO		°C	43,56			Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	
Viscosidade @T		cSt	7,58E-02		kg/cm2 g ó kg/cm2 (ΔP)				
Densidade @T		kg/m3	670,7		P. destino	12,60			14,76
Capacidade			Q Nor	Q des	DP distribuidor				
VAZÃO mássico		kg/h	645,6	774,72	Altura estática	0,20			2,00
VAZÃO volumétrico		m3/h	1,12	1,34	DP linha	0,30			0,30
P. ASPIRAÇÃO			Q Nor	Q des	DP filtro				
P. recipiente		kg/cm2 g	11,52	13,68	DP				
H (LT a center line)		kg/cm2	0,30	0,30	DP				
DP linha		kg/cm2	0,07	0,07	DP				
DP filtro		kg/cm2	-	-	DP placa				
DP otros		kg/cm2	-	-	DP Válv. Cont.	0,70			0,70
P. ASPIRAÇÃO		kg/cm2 g	11,67	13,47	P. IMPULSÃO	13,74			15,54
NPSH desPONÍVEL			Q Nor	Q des	P. Diferencial @ Q des		Q des		
PRESSÃO ASPIRAÇÃO		kg/cm2 a		13,47	P. IMPULSÃO		kg/cm2 g	15,54	
P. vapor @T		kg/cm2 a		7,40	P. ASPIRAÇÃO		kg/cm2 g	13,47	
Diferença		kg/cm2		6,07	P. Diferencial		kg/cm2	2,07	
NPSHA		m		2,86E-04	Altura Diferencial		m	62,62	
Consumo estimado ACIONAMENTO			Q Nor	Q des	P. máx. ASPIRAÇÃO				
HHP		CV	0,02	0,03	P. Recipiente (1)		kg/cm2 g	11,52	
Eficiência bomba		%	45	45	H (HHL-Center line)		kg/cm2	0,18	
BHP		CV	0,04	0,05	P máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm2 g	11,70	
Motor					P. máx. IMPULSÃO				
Eficiência motor		%	93	93	P difer. máx. motor (2)		kg/cm2 g	2,28	
Eletricidade		kWh/h	0,03	0,04	P difer. máx. turbina (2)		kg/cm2 g	-	
Turbina					P máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm2 g	14,17	
DH vapor isoentrópica.		kJ/Kg	-	-					
Eficiência turbina		%	-	-					
Consumo vapor		kg/h	-	-					

50	NOTAS :
51	(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração
52	(2) Especificar n veces a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.
53	(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.
54	
55	
56	
57	
58	

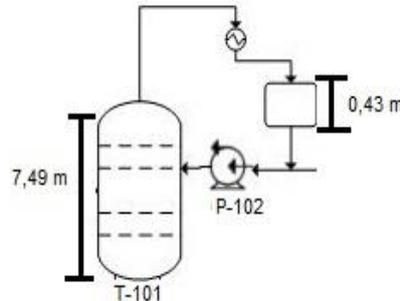
Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO P-102	
		Pág. 3	de 6
R	BOMBAS		
e	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
v			
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
2	CASO DE PROJETO		
3	SERVIÇO	Impulsão até T-101 /refluxo	
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	P-102	
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA	1	1
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)	Centrífuga	
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo)	Contínuo; paralelo	
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
9	NATUREZA DO FLUIDO	P	
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS	Não	Não
11	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)	-	-
12	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
13	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-
14	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	123,6
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m3	820,6
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0,18
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm2 a	0,75
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m3/h	0,44
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m3/h	0,22
21	VAZÃO NORMAL	m3/h	0,37
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm2 g	10,50
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm2 g	7,75
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm2	2,75
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	131,61
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	5,74E-04
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm2	3,30
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g	7,77
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm2 g	11,07
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	0,32 0,32
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)	-	
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)	-	
33	condições DE PROJETO MECÂNICO		
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	153,60
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g	12,35
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA	Motor elétrico	Motor elétrico
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	kWh/h	0,03 0,03
39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
40	NOTAS :		
41	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
42	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
43	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
44	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
45	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
46	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS	EQUIPAMENTO P-102 Pág. 4 de 6
--	---

R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS
-------------	-----------------------------------

1	SERVIÇO / CASO : Impulsão até T-101 / refluxo
2	ESQUEMA DE FLUXO



NATUREZA DO FLUÍD		P	Q Nor			Q Des.
			Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	
T de BOMBEIO	°C	123,6				
Viscosidade @T	cSt	0,18				
Densidade @T	kg/m3	820,6				
Capacidade			Q Nor	Q des		
VAZÃO mássico	kg/h	258,00	309,60			
VAZÃO volumétrico	m3/h	0,37	0,44			
P. ASPIRAÇÃO			Q Nor	Q des		
P. recipiente	kg/cm2 g	7,56	9,72			
H (LT a center line)	kg/cm2	0,3	0,3			
DP linha	kg/cm2	0,07	0,07			
DP filtro	kg/cm2	-	-			
DP otros	kg/cm2	-	-			
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g	7,75	9,55			
NPSH desPONÍVEL			Q Nor	Q des		
PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm2 a		9,55			
P. vapor @T	kg/cm2 a		0,75			
Diferença	kg/cm2		8,80			
NPSHA	m		5,74E-04			
Consumo estimado ACIONAMENTO			Q Nor	Q des		
HHP	CV	0,01	0,02			
Eficiência bomba	%	45	45			
BHP	CV	0,02	0,03			
Motor						
Eficiência motor	%	93	93			
Eletricidade	kWh/h	0,03	0,03			
Turbina						
DH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-			
Eficiência turbina	%	-	-			
Consumo vapor	kg/h	-	-			
P. IMPULSÃO			Q Nor	Q des.		
P. destino	kg/cm2 g ó kg/cm2 (ΔP)	8,64		10,8		
DP distribuidor		-		-		
Altura estática		0,24		2,04		
DP linha		0,3		0,3		
DP filtro						
DP						
DP						
DP						
DP placa						
DP Válv. Cont.		0,70		0,70		
P. IMPULSÃO		10,50		12,30		
P. Diferencial @ Q des			Q des			
P. IMPULSÃO	kg/cm2 g		12,30			
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g		9,55			
P. Diferencial	kg/cm2		2,75			
Altura Diferencial	m		131,61			
P. máx. ASPIRAÇÃO						
P. Recipiente (1)	kg/cm2 g		7,56			
H (HHL-Center line)	kg/cm2		0,21			
P máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g		7,77			
P. máx. IMPULSÃO						
P difer. máx. motor (2)	kg/cm2 g		3,025			
P difer. máx. turbina (2)	kg/cm2 g		-			
P máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm2 g		11,07			

50	NOTAS :
51	(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração
52	(2) Especificar n veces a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.
53	(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.
54	
55	
56	
57	
58	

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO		P-100	
R e v				Pág. 5 de 6			
BOMBAS							
CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
1	CASO DE PROJETO						
2	SERVIÇO						
3	Impulsão até CRV-100 / refluxo						
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA						
5	P-100						
6	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA						
7	1 1						
8	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)						
9	Centrifuga						
10	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)						
11	Contínuo; paralelo						
CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO							
12	NATUREZA DO FLUIDO						
13	P						
14	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS						
15	Não Não						
16	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)						
17	-						
18	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT) °C						
19	-						
20	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO °C						
21	-						
22	TEMPERATURA DE BOMBEIO °C						
23	123,97						
24	Densidade @T BOMBEIO kg/m3						
25	823						
26	Viscosidade @T BOMBEIO cSt						
27	0,18						
28	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO kg/cm2 a						
29	0,39						
CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA							
30	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1) m3/h						
31	0,38						
32	VAZÃO MÍNIMA DE PROCESSO (2) m3/h						
33	0,19						
34	VAZÃO NORMAL m3/h						
35	0,31						
36	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated kg/cm2 g						
37	19,87						
38	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated kg/cm2 g						
39	7,75						
40	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated kg/cm2						
41	12,12						
42	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1) m						
43	128,7						
44	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3) m						
45	7,84E-04						
46	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4) kg/cm2						
47	11,95						
48	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO kg/cm2 g						
49	7,77						
50	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO kg/cm2 g						
51	21,88						
52	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO polegadas						
53	0,32 0,32						
54	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)						
55	-						
56	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)						
57	-						
condições DE PROJETO MECÂNICO							
58	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO °C						
59	153,97						
60	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO kg/cm2 g						
61	21,86						
CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO							
62	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA						
63	Motor elétrico Motor elétrico						
64	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO kWh/h						
65	0,26 0,26						
66	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO Kg/h						
67	-						
NOTAS :							
68	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.						
69	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.						
70	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.						
71	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.						
72	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.						
73	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.						
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							
Para materiais ver la folha de seleção de materiais.							
101	Rev.	Por					
102	Data	Aprovado					

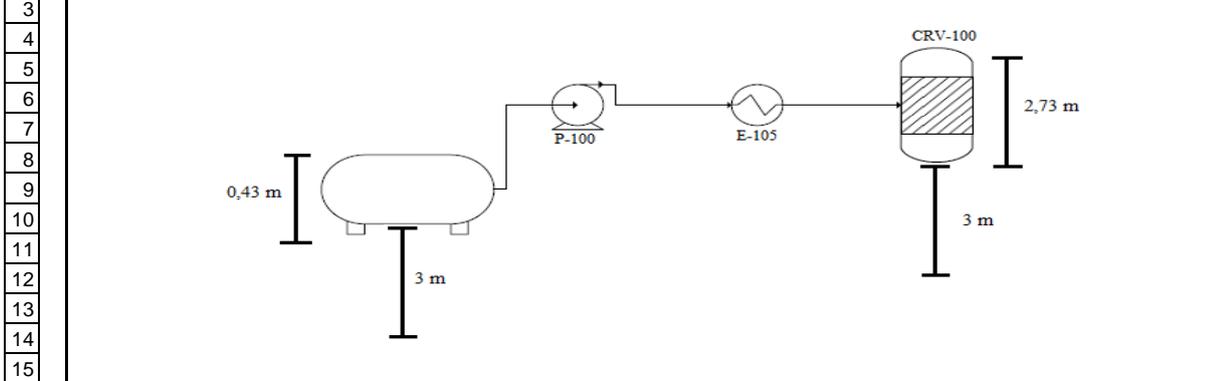
PROJETO :	PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS	EQUIPAMENTOS	P-100
		Pág.	6 de 6

R
e
v

FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS

1 SERVIÇO / CASO : **Impulsão até CRV-100/ refluxo**

2 ESQUEMA DE FLUXO



16	NATUREZA DO FLUÍDO	-	P
17	T de BOMBEO	°C	123,97
18	Viscosidade @T	cSt	0,18
19	Densidade @T	kg/m3	823

20					
21	Capacidade		Q Nor	Q des	
22	VAZÃO mássica	kg/h	258,02	309,62	
23	VAZÃO volumétrica	m3/h	0,31	0,38	

24					
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des	
26	P. recipiente	kg/cm2 g	7,56	9,72	
27	H (LT a center line)	kg/cm2	0,30	0,30	
28	DP linha	kg/cm2	0,07	0,07	
29	DP filtro	kg/cm2	-	-	
30	DP otros	kg/cm2	-	-	
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g	7,75	9,55	

32					
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des	
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm2 a		11,71	
35	P. vapor @T	kg/cm2 a		0,39	
36	Diferença	kg/cm2		11,32	
37	NPSHA	m		7,84E-04	

38

39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des	
40	HHP	CV	0,12	0,15	
41	Eficiência bomba	%	45,00	45,00	
42	BHP	CV	0,27		
43	Motor				
44	Eficiência motor	%	93	93	
45	Eletricidade	kWh/h	0,22	0,33	
46	Turbina				
47	DH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-	
48	Eficiência turbina	%	-	-	
49	Consumo vapor	kg/h	-	-	

P. IMPULSÃO	Q Nor		Q Des.
	Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3
	kg/cm2 g ó kg/cm2 (ΔP)		
P. destino	17,40		19,20
DP distribuidor	-		-
Altura estática	0,25		2,05
DP linha	0,30		0,30
DP trocador	1,00		1,00
DP	-		-
DP placa	-		-
DP Válv. Cont.	0,70		0,70
P. IMPULSÃO	19,87		21,86

P. Diferencial @ Q des		Q des
P. IMPULSÃO	kg/cm2 g	21,86
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g	9,55
P. Diferencial	kg/cm2	12,31
Altura Diferencial	m	128,7

P. máx. ASPIRAÇÃO		
P. Recipiente (1)	kg/cm2 g	7,56
H (HHL-Center line)	kg/cm2	2,37
P máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g	9,93
P. máx. IMPULSÃO		
P difer. máx. motor (2)	kg/cm2 g	12,18
P difer. máx. turbina (2)	kg/cm2 g	-
P máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm2 g	21,88

50 NOTAS :

- 51 (1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração
- 52 (2) Especificar n veces a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.
- 53 (3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.

54
55
56
57
58

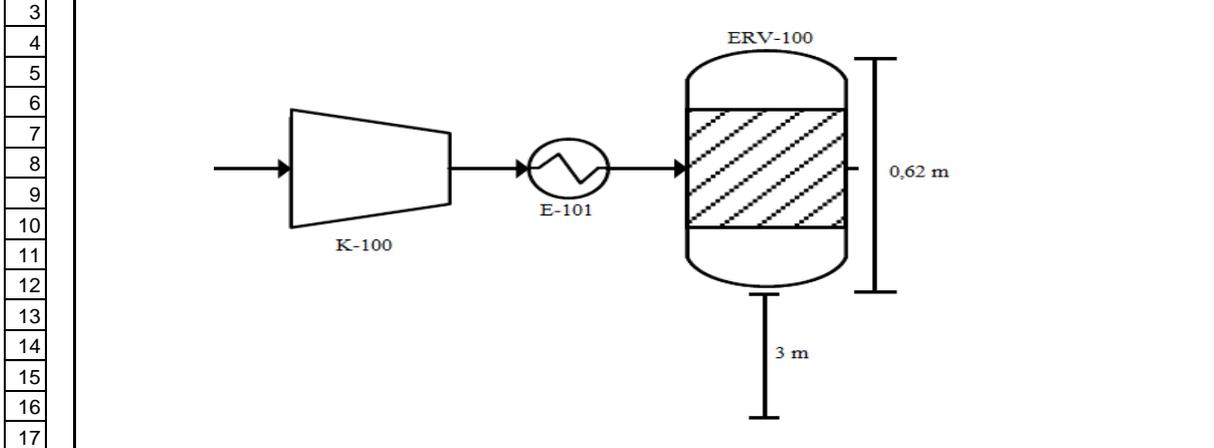
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO: PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO K-100										
		Pág. 1 de 2										
R e v	COMPRESSORES											
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO											
1	CASO DE PROJETO											
2	SERVIÇO	Aumento da pressão da corrente de alimentação										
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	k-100										
4	NÚMERO REQUERIDO OPERAÇÃO / RESERVA	1	-									
5	TIPO DE COMPRESOR (centrífugo / deslocamento positivo)	Centrífugo										
6	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	Contínuo										
7	VAZÕES E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO											
8	NÚMERO DE ETAPAS	5										
9	ETAPA	1	2	3	4	5						
10	NATUREZA DO FLUIDO	Gás	Gás	Gás	Gás	Gás						
11	COMPONENTES CORROSIVOS/TÓXICOS	Não	Não	Não	Não	Não						
12	VAZÃO MÁSSICA OPERAÇÃO	kg/h	60296,00	60296,00	60202,62	59913,00	59783,02					
13	VAZÃO MÁSSICA PROJETO	kg/h	66325,60	66325,60	66222,88	65904,30	65761,32					
14	CONDIÇÕES NA ASPIRAÇÃO											
15	PRESSIONO	kg/cm2 a	1,20	3,00	7,51	18,79	47,00					
16	TEMPERATURA	°C	41,77	40,00	40,00	40,00	40,00					
17	PESO MOLECULAR	kg/kmol	29,11	29,11	29,14	29,22	29,25					
18	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
19	Densidade @P,T	kg/m3	1,11	2,80	7,00	17,57	44,00					
20	K = Cp / Cv @P,T	-	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35					
21	PONTO DE ORVALHO @P ASPIRAÇÃO	°C	-	-	-	-	-					
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA PROJETO @P,T (1)	m3/h	81,11	81,11	81,02	80,72	80,59					
23	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO	polegadas	30,24	-	-	-	-					
24	CONDIÇÕES NA IMPULSÃO (2)											
25	PRESSIONO	kg/cm2 a	3,00	7,51	18,79	47,00	117,60					
26	TEMP. CALC. / MÁX. PERMITIDA PROCESSO	°C / °C	123,05	135,36	120,82	132,90	121,02	133,12	121,02	133,12	121,02	133,12
27	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
28	K = Cp / Cv @P,T	-	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO IMPULSÃO	polegadas	-	-	-	-	-	-	-	-	3,50	
30	CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO (2)											
31	RELAÇÃO DE COMPRESSÃO	-	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	
32	EFICIENCIA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	%	80,00	77,63	80,00	77,63	80,00	77,63	80,00	77,63	80,00	77,63
33	ALTURA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	kNm/kg	95,86	93,02	95,37	92,54	95,29	92,47	95,04	92,22	94,94	92,13
34	POTENCIA REQUERIDA PELO GÁS (3)	kW	2000,00	1996,00	1992,00	1977,00	1970,00	1970,00	1970,00	1970,00	1970,00	1970,00
35	POTENCIA TOTAL NO EIXO (3)	kW	12418,75									
36	REQUERIMENTOS DE CONTROLE E PROCESSO											
37	VAZÃO VOL. MÍNIMA DE PROCESSO (4)	m3/h	48,67	48,67	48,61	48,43	48,35	48,35	48,35	48,35	48,35	
38	CONTROLE DE CAPACIDADE	-										
39	TIPO DE CONTROLE	-										
40	INJEÇÃO DE LÍQUIDO DE FLUSHING (sim / não)	-										
41	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO											
42	PRESSIONO PROJETO NA ASPIRAÇÃO	kg/cm2 g	3,00	4,80	9,31	20,67	51,70	51,70	51,70	51,70	51,70	
43	PRESSIONO PROJETO NA IMPULSÃO	kg/cm2 g	4,80	9,31	20,67	51,70	129,36	129,36	129,36	129,36	129,36	
44	TEMPERATURA DE PROJETO	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
45	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO											
46	TIPO DE ACIONAMENTO OPERAÇÃO / RESERVA	Motor elétrico					Motor elétrico					
47	EFICIENCIA ESTIMADA	%	80,00									
48	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO, Q Des.	kWh/h	16,79									
49	CONSUMO VAPOR ESTIMADO, Q Des.	t/h	-									
50	NOTAS :											
51	(1) Capacidade no ponto de garantia.											
52	(2) As condições interetapas e de funcionamento são estimações. A confirmar e. de detalhe/vendedor.											
53	(3) Potências para vazão de projeto. PERDAs mecânicas consideradas: %											
54	(4) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A E. de detalhe / vendedor devem especificar a vazão mínima requerida pelo compressor E o sistema de proteção / recirculação no seu caso.											
55												
56												
57												
58	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.											
	Rev.	Por										
	Data	Aprovado										

PROJETO : **PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS** EQUIPAMEN **K-100**
 Pág. 2 de 2

COMPRESSORES

1 SERVIÇO / CASO :
 2 ESQUEMA DE FLUXO



COMPOSIÇÃO NA ASPIRAÇÃO

ETAPA		1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
COMPONENTES / PSEUDO.	PM	%mol				
21	Metanol	46,07	0,00	0,28	0,27	0,24
22	Dimetil éter	46,07	0,00	0,00	0,00	0,00
23	Água	18,02	12,98	1,39	1,16	0,45
24	Hidrogênio	2,00	32,42	11,38	11,41	11,49
25	Dióxido de carbono	44,01	13,88	26,91	26,97	27,17
26	Monóxido de carbono	28,01	16,15	8,58	8,60	8,66
27	Metano	16,04	0,77	1,61	1,62	1,63
28	Nitrógeno	28,00	23,53	49,27	49,39	49,76
29	Argônio	39,95	0,28	0,59	0,59	0,60
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48	Água	18,00				
49	Total		100,00	100,00	100,00	100,00
50	VAZÃO total úmida (kg/h)		60296,00	60296,00	60202,62	59913,00
51	VAZÃO total úmida (kmol/h)		2071,29	2071,29	2066,20	2050,77

52 NOTAS :
 53
 54
 55
 56
 57
 58

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO E-101 Pág. 1 de 7				
R	TROCADORES DE CALOR					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO Nº	E-101				
3	CASO DE DESENHO	Aquecer a corrente de saída do compressor K100				
4	SERVIÇO	Aquecedor				
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	casco-tubo	TIPO TEMA		AFU	
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	horizontal	Circulação (Termosif., forçada)		termosifão	
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1	Em série / paralelo			
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
9	LADO	CASCO			TUBOS	
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	Não			Não	
11	NATUREZA	Vapor de água			Gás	
12		Entrada	Saída	Entrada	Saída	
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	2722,96	2722,96	59783,03	59783,03
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	2722,96	2722,96	59800,00	59800,00
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	59000,00	59000,00
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	2722,96	2722,96	61,85	61,85
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	534,46	534,46
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	-	-
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	-	-	-
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	29,11	29,25
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	19,48	19,48	1,11	69,76
24	VISCOSIDADE @T	cP	0,02	0,02	0,02	0,03
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,05	0,05	0,03	0,04
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,93	0,93	7,62	8,12
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para h					
28	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	-	-
29	VISCOSIDADE @T	cSt	-	-	-	-
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	-	-
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	-	-
33	TEMPERATURA	°C	250,00	250,00	146,80	220,00
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	39,00		98,90	
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,20		0,20	
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0002		0,0002	
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	1,20		1,20	
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	70,00		70,00	
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,10		1,00	
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	40,80	290,00	100,70	260,00
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm ² g ; °C				
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm ² g ; °C				
45		kg/cm ² g ; °C				
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm ² g ; °C				
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS E LIMITAÇÕES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	60"	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)			
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 polegada)	3/4"	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)			BWG 14
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6,1 m	PITCH (1 pulgada) / TIPO			△ □ ◇
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)			
52	NOTAS :					
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.					
54						
55						
56						
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.					
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO E-102 Pág. 2 de 7				
R e v	TROCADORES DE CALOR					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO Nº	E-102				
3	CASO DE DESENHO	resfriar a corrente que sai do ERV-100				
4	SERVIÇO	Resfriamento				
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	tubo duplo		TIPO TEMA		
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	horizontal		Circulação (Termosif., forçada)		
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1		Em série / paralelo		
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
9	LADO	INTERNO			EXTERNO	
#	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	Não		Não		
#	NATUREZA	Gás			Água de refrigeração	
#		Entrada	Saída	Entrada	Saída	
#	VAZÃO TOTAL	kg/h	59800,00	59800,00	35516,24	35519,80
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	59800,00	59800,00	-	-
#	INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...)	kg/h	58000,00	58000,00	-	-
#	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	103,66	103,66	-	-
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	1630,00	1629,01	-	-
#	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h			35516,24	35519,80
#	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	-	35516,24	35519,80
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol	30,13	30,13	-	-
#	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	70,55	76,11	-	-
#	VISCOSIDADE @T	cP	0,03	0,03	-	-
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,04	0,04	-	-
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	8,26	8,15	-	-
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para h					
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	996,24	990,21
#	VISCOSIDADE @T	cSt	-	-	0,83	0,60
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,61	0,64
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	1,00	1,00
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	-	-
#	TEMPERATURA	°C	220,00	183,00	28,00	45,00
#	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	96,90		1,00	
#	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,20		0,20	
#	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0002		0,0003	
#	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,60		0,60	
#	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	70,00		70,00	
#	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,10		0,10	
#	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
#	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
#	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	98,60	260,00	2,80	85,00
#	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm ² g ; °C				
#	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm ² g ; °C				
#		kg/cm ² g ; °C				
#	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm ² g ; °C				
#	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS E LIMITAÇÕES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
#	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	60"	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)			
#	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 polegada)	3/4"	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)			BWG 14
#	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6,1 m	PITCH (1 polegada) / TIPO			△ □ ◇
#	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)			
#	NOTAS :					
#	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.					
#						
#						
#						
#	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.					
#	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO nº E-103		
		Pág. 3		de 7		
R	TROCADORES DE CALOR					v
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO Nº	E-103				
3	CASO DE DESENHO	Aquecer a corrente de saída do compressor K100				
4	SERVIÇO	Aquecedor				
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	casco-tubo	TIPO TEMA		AEU	
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	horizontal	Circulação (Termosif., forçada)		termosifão	
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1	Em série / paralelo		x	
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
9	LADO	CASCO		TUBOS		
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	Não		Não		
11	NATUREZA	Água de refrigeração		Gás		
12		Entrada	Saída	Entrada	Saída	
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	150476,06	150491,13	59780,00	
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	59800,00	
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	58000,00	
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	103,66	
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	7,10	
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	150476,06	150491,13	1629,01	
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	150476,06	150491,13	728,97	
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	1027,00	
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	30,13	
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	-	-	76,11	
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	109,70	
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,03	
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	0,02	
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)					
28	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	996,24	990,21	0,04	
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0,83	0,60	8,15	
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,61	0,64	7,64	
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	1,00	1,00	-	
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	26,05	
33	TEMPERATURA	°C	28,00	45,00	33,22	
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	1,00		183,00	
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,20		40,00	
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0003		96,60	
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,22		0,20	
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	70,00		0,22	
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,10		70,00	
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	2,80	85,00	98,46	
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm ² g ; °C			223,00	
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm ² g ; °C				
45		kg/cm ² g ; °C				
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm ² g ; °C				
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS E LIMITAÇÕES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	60"	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)			
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 polegada)	3/4"	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		BWG 14	
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6,1 m	PITCH (1 pulgada) / TIPO		△ □ ◇	
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)			
52	NOTAS :					
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.					
54						
55						
56						
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.					
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO n		E-104		
				Pág. 4		de 7		
R	TROCADORES DE CALOR							v
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
2	EQUIPAMENTO Nº	E-104						
3	CASO DE DESENHO	começar a aquecer a corrente de entrada do reator CRV-100						
4	SERVIÇO	aquecimento						
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	tubo duplo		TIPO TEMA				
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	horizontal		Circulação (Termosif., forçada)				
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1		Em série / paralelo				
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO							
9	LADO	INTERNO			EXTERNO			
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	Não		Não				
11	NATUREZA	Gás			Vapor de água			
12		Entrada		Saída				
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	59800,00	59800,00	189,87	189,87		
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	59800,00	59800,00	189,87	189,87		
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	58000,00	58000,00	-	-		
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	103,66	103,66	189,87	189,87		
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	1630,00	1629,01	-	-		
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h						
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	-	-	-		
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-		
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)							
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	30,13	30,13	-	-		
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	70,55	76,11	19,48	19,48		
24	VISCOSIDADE @T	cP	0,03	0,03	0,02	0,02		
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,04	0,04	0,05	0,05		
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	8,26	8,15	0,93	0,93		
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)							
28	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	-	-		
29	VISCOSIDADE @T	cSt	-	-	-	-		
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	-	-		
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-		
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	-	-		
33	TEMPERATURA	°C	39,04	122,90	250,00	250,00		
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	14,47		39,00			
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,20		0,20			
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0002		0,0002			
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,08		0,08			
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	70,00		70,00			
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,10		0,10			
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO							
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura		
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	98,60	260,00	40,80	290,00		
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm ² g ; °C						
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm ² g ; °C						
45		kg/cm ² g ; °C						
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm ² g ; °C						
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS E LIMITAÇÕES NO PROJETO TÉRMICO (1)							
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	60"	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)					
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 polegada)	3/4"	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)				BWG 14	
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6,1 m	PITCH (1 polegada) / TIPO				△ □ ◇	
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)					
52	NOTAS :							
53	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.							
54								
55								
56								
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexe se procede.							
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.							
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO E-105 Pág. 5 de 7				
R e v	TROCADORES DE CALOR					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO Nº	E-105				
3	CASO DE DESENHO	Aquecer a corrente de entrada do reator CRV-100				
4	SERVIÇO	Aquecedor				
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	casco-tubo	TIPO TEMA		AFU	
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	horizontal	Circulação (Termosif., forçada)		termosifão	
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1	Em série / paralelo			
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
9	LADO	CASCO			TUBOS	
#	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	Não		Não		
#	NATUREZA	Vapor de água			Gás	
#		Entrada	Saída	Entrada	Saída	
#	VAZÃO TOTAL	kg/h	941,10	941,10	1285,00	1285,00
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	941,10	941,10	36,70	1285,00
#	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	23,01	30,56
#	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	941,10	941,10	0,72	135,23
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	12,87	1119,45
#	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	1249,00	-
#	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	-	134,51	-
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	1106,47	-
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	35,77	29,75
#	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	19,48	19,48	16,28	9,91
#	VISCOSIDADE @T	cP	0,02	0,02	0,03	0,01
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,05	0,05	0,04	0,03
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0,93	0,93	8,12	13,52
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para h					
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	697,30	-
#	VISCOSIDADE @T	cSt	-	-	0,26	-
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,17	-
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	29,35	-
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	21,47	-
#	TEMPERATURA	°C	250,00	250,00	123,30	250,40
#	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	39,00		14,60	
#	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,20		0,20	
#	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0002		0,0002	
#	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,39		0,39	
#	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	70,00		70,00	
#	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,10		1,00	
#	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
#	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
#	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	40,80	290,00	16,06	290,40
#	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm ² g ; °C				
#	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm ² g ; °C				
#		kg/cm ² g ; °C				
#	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm ² g ; °C				
#	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS E LIMITAÇÕES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
#	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	60"	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)			
#	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 polegada)	3/4"	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)			BWG 14
#	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6,1 m	PITCH (1 pulgada) / TIPO			△ □ ◇
#	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)			
#	NOTAS :					
#	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.					
#						
#						
#						
#	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.					
#	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO E-106 Pág. 6 de 7				
R e v	TROCADORES DE CALOR					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO Nº	E-106				
3	CASO DE DESENHO	resfriar a corrente que sai do CRV-100				
4	SERVIÇO	Resfriamento				
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	tubo duplo	TIPO TEMA			
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	horizontal	Circulação (Termosif., forçada)			
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1	Em série / paralelo			
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
9	LADO	INTERNO			EXTERNO	
#	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	Não		Não		
#	NATUREZA	Gás			Água de refrigeração	
#		Entrada	Saída	Entrada	Saída	
#	VAZÃO TOTAL	kg/h	1285,00	1285,00	27290,72	27293,46
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	1285,00	128,50	-	-
#	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	30,56	25,51	-	-
#	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	386,93	2,35	-	-
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	867,76	100,64	-	-
#	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	1156,73	27290,72	27293,46
#	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	384,57	27290,72	27293,46
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	767,12	-	-
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol	29,75	42,59	-	-
#	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	76,11	18,12	-	-
#	VISCOSIDADE @T	cP	0,02	0,01	-	-
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,04	0,02	-	-
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	15,76	15,52	-	-
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para h					
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	996,24	990,21
#	VISCOSIDADE @T	cSt	-	-	0,83	0,60
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0,61	0,64
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	1,00	1,00
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	-	-
#	TEMPERATURA	°C	364,00	100,00	28,00	45,00
#	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	12,94		1,00	
#	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,20		0,20	
#	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0003		0,0003	
#	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,46	0,46		
#	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	70,00		70,00	
#	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,10		0,10	
#	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
#	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
#	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	98,60	260,00	2,80	85,00
#	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm ² g ; °C				
#	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm ² g ; °C				
#		kg/cm ² g ; °C				
#	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm ² g ; °C				
#	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS E LIMITAÇÕES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
#	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	60"	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)			
#	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 polegada)	3/4"	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)			BWG 14
#	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6,1 m	PITCH (1 pulgada) / TIPO			
#	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)				
#	NOTAS :					
#	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.					
#						
#						
#						
#	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.					
#	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		EQUIPAMENTO E-107 Pág. 7 de 7				
R e v	TROCADORES DE CALOR					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO Nº	E-107				
3	CASO DE DESENHO	resfriar a corrente final de processo				
4	SERVIÇO	Resfriamento				
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	tubo duplo	TIPO TEMA			
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	horizontal	Circulação (Termosif., forçada)			
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	1	Em série / paralelo			
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
9	LADO	INTERNO		EXTERNO		
#	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	Não		Não		
#	NATUREZA	Gás		Água de refrigeração		
#		Entrada	Saída	Entrada	Saída	
#	VAZÃO TOTAL	kg/h	351,00	351,00	2415,04	2415,28
#	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	37,89	-	-	-
#	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	0,00	-	-	-
#	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	36,49	-	-	-
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	1,39	-	-	-
#	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	313,06	351,00	2415,04	2415,28
#	ÁGUA LIVRE	kg/h	311,35	347,84	2415,04	2415,28
#	HIDROCARBONETOS	kg/h	1,72	3,11	-	-
#	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
#	PESO MOLECULAR	kg/kmol	18,31	-	-	-
#	DENSIDADE @P,T	Kg/m ³	0,86	-	-	-
#	VISCOSIDADE @T	cP	0,01	-	-	-
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0,02	-	-	-
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	9,55	-	-	-
#	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para h					
#	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	985,50	996,24	990,21
#	VISCOSIDADE @T	cSt	-	0,59	0,83	0,60
#	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	0,55	0,61	0,64
#	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	18,21	1,00	1,00
#	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	67,43	-	-
#	TEMPERATURA	°C	110,80	50,53	28,00	45,00
#	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm ² g	0,50		1,00	
#	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm ²	0,20		0,20	
#	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m ² h°C / kcal	0,0002		0,0003	
#	CALOR TROCADO	Gcal/h	0,04	0,04		
#	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	70,00		70,00	
#	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm ²	0,10		0,10	
#	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
#	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
#	PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g ; °C	2,30	150,80	2,80	85,00
#	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm ² g ; °C				
#	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm ² g ; °C				
#		kg/cm ² g ; °C				
#	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm ² g ; °C				
#	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS E LIMITAÇÕES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
#	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	60"	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)			
#	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 polegada)	3/4"	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		BWG 14	
#	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	6,1 m	PITCH (1 pulgada) / TIPO			
#	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)			
#	NOTAS :					
#	(1) Anotar se há limitações diferentes às normais indicadas e/ou requerimentos de processo.					
#						
#						
#						
#	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.					
#	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO :		Produção de dimetil éter a partir de gás de síntese proveniente de materiais lignocelulósicos						Instrumentos de vazão				
UNIDADE :		Instrumentos						Pág.	1	de	5	
R e v	INSTRUMENTOS DE VAZÃO											
	1	INSTRUMENTO Nº	F-02	F-03	F-04	FC-05	FC-08	F-09				
	2	SERVIÇO	Gás síntese	Entrada K-100	Saída K-100	Vapor E-101	Resfriamento ERV-100	Saída ERV				
	3	CASO DE PROJETO										
	4											
	5	NATUREZA DO FLUIDO	P	P	P	Água	Água	P				
	6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)										
	7	FASE (1)	G	G	G	V	L	G				
	8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C	m³/h									
	9	GÁS @ 0°C y 1 atm.	Nm³/h									
	10	VAPOR DE ÁGUA	kg/h									
	11	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA	%									
	12	TEMPERATURA ENTRADA	°C	55	41,77	146,8	250	28	220			
	13	PRESSÃO ENTRADA	kg/cm² g	-1,35E-02	-1,35E-02	98,9	98,9	97,8	96,86			
	14	PROPRIEDADES DO FLUIDO										
	15	PESO MOLECULAR GÁS										
	16	DENSIDADE LÍQUIDO @15,4 °C	Sp. Gr.									
	17	POUR POINT DO LÍQUIDO	°C									
	18	DENSIDADE @ P, T	kg/m³	0,749	1,112	82,08	805,6	1000,5	70,55			
	19	VISCOSIDADE @T	cP (G) / cSt (L)	1,51E-02	1,77E-02	2,37E-02	0,107	0,831	2,63E-02			
	20	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO										
	21	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO										
	22	SITUAÇÃO(2)	P	P	P	P	P	P	P			
	23	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)										
	24	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%									
	25	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%									
	26	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%									
	27	TRACEJADO / DIAFRAGMA / FLUSHING										
28	LOCALIZADO EM TAMANHO/ IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO	1	1.1	2	-	-	4					
29	NOTAS :											
30	(1)	Especificar se é gás (G), líquido (L) ou vapor de água (V).										
31	(2)	Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).										
32												
33												
34												
	Rev.	Por										
	Data	Aprovado										

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS						Instrumentos de vazão	
								Pág. 2 de 5	
R	INSTRUMENTOS DE VAZÃO								
e	1	INSTRUMENTO Nº	FIC-10	FIC-11	FIC-13	FIC-15	FIC-16	FIC-17	
v	2	SERVIÇO	Resfriamento E-102	Resfriamento E-103	Saída V-101	Entrada P-100	Vapor E-104	Entrada E-105	
	3	CASO DE PROJETO							
	4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO							
	5	NATUREZA DO FLUIDO	Água	Água	P	P	Água	P	
	6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)							
	7	FASE (1)	L	L	GeL	L	V	GeL	
	8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C	m ³ /h						
	9	GAS @ 0°C y 1 atm.	Nm ³ /h						
	#	VAPOR DE AGUA	kg/h						
	#	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA	%						
	#	TEMPERATURA ENTRADA	°C	28	28	40	123,6	250	123,3
	#	PRESSÃO ENTRADA	kg/cm ² g	96,86	96,66	95,64	5,39	14,47	14,26
	#	PROPRIEDADES DO FLUIDO							
	#	PESO MOLECULAR GAS							
	#	DENSIDADE LÍQUIDO @15,4 °C	Sp. Gr.						
	#	POUR POINT DO LIQUIDO	°C						
	#	DENSIDADE @ P, T	kg/m ³	1000,5	1000,4	798,8	705,3	6,61	317,7
	#	VISCOSIDADE @T	cP (G) / cSt (L)	0,831	0,831	0,4576	0,184	1,80E-02	0,181
	#	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO							
	#	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO							
	#	SITUAÇÃO (2)	P	P	P	P	P	P	P
	#	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)							
	#	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%						
	#	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%						
	#	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%						
	#	TRACEJADO / DIAFRAGMA / FLUSHING							
	#	LOCALIZADO EM TAMANHO/ IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO	-	-	8	19	-	11	
	#	NOTAS :							
	#	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V).							
	#	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).							
	#								
	#								
	#								
	#								
		Rev.	Por						
		Data	Aprovado						

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Instrumentos de vazão						
		Pág. 3 de 5						
R e v	INSTRUMENTOS DE VAZÃO							
	1	INSTRUMENTO Nº	FIC-18	FI-21	FIC-22	FI-23	FI-25	FIC-27
	2	SERVIÇO	Vapor E-105	Saída CRV-100	Resfriamento E-106	Saída VLV-101	Saída C-101	Vapor Refervedor T-100
3	CASO DE PROJETO							
4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO							
5	NATUREZA DO FLUIDO	Água	P	Água	P	P	Água	
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)							
7	FASE (1)	V	G	L	GeL	GeL	V	
8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C	m ³ /h						
9	GAS @ 0°C y 1 atm.	Nm ³ /h						
#	VAPOR DE AGUA	kg/h						
#	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA	%						
#	TEMPERATURA ENTRADA	°C	250	364	28	94,6	99,8	250
#	PRESSÃO ENTRADA	kg/cm ² g	14,26	12,94	12,94	9,57	9,57	10,6
#	PROPRIEDADES DO FLUIDO							
#	PESO MOLECULAR GAS							
#	DENSIDADE LÍQUIDO @15,4 °C	Sp. Gr.						
#	POUR POINT DO LIQUIDO	°C						
#	DENSIDADE @ P, T	kg/m ³	6,61	7,69	996,81	88,56	151,1	4,6
#	VISCOSIDADE @T	cP (G) / cSt (L)	1,80E-02	1,85E-02	0,832	0,1525	0,1398	1,80E-02
#	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO							
#	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO							
#	SITUAÇÃO (2)		P	p	P	P	P	
#	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)							
#	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%						
#	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%						
#	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%						
#	TRACEJADO / DIAFRAGMA / FLUSHING							
#	LOCALIZADO EM TAMANHO/ IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO		-	13	-	15	15	-
#	NOTAS :							
#	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V).							
#	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).							
#								
#								
#								
#								
	Rev.	Por						
	Data	Aprovado						

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS					Instrumentos de vazão		
							Pág 4	de 5	
R	INSTRUMENTOS DE VAZÃO								
e	1	INSTRUMENTO Nº	FC-29	FI-30	FIC-31	FIC-34	FIC-36	FIC-39	
v	2	SERVIÇO	Refluxo T-100	DME	Saída fundo T-100	Vapor Refervedor T-101	Refluxo T-101	Saída fundo T-101	
	3	CASO DE PROJETO							
	4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO							
	5	NATUREZA DO FLUIDO	P	P	P	Água	P	Água	
	6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)							
	7	FASE (1)	L	L	GeL	V	L	L	
	8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C	m ³ /h						
	9	GAS @ 0°C y 1 atm.	Nm ³ /h						
	#	VAPOR DE AGUA	kg/h						
	#	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA	%						
	#	TEMPERATURA ENTRADA	°C	43,56	43,56	159	250	123,6	165,8
	#	PRESSÃO ENTRADA	kg/cm ² g	8,76	8,76	10,6	6,44	5,39	6,4
	#	PROPRIEDADES DO FLUIDO							
	#	PESO MOLECULAR GAS							
	#	DENSIDADE LÍQUIDO @15,4 °C	Sp. Gr.						
	#	POUR POINT DO LIQUIDO	°C						
	#	DENSIDADE @ P, T	kg/m ³	575,7	575,7	790,5	6,71	886,1	
	#	VISCOSIDADE @T	cP (G) / cSt (L)	7,58E-02	7,58E-02	0,1347	1,80E-02	8,90E-02	
	#	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO							
	#	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO							
	#	SITUAÇÃO (2)	P	P	P	P	P	P	
	#	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)							
	#	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%						
	#	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%						
	#	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%						
	#	TRACEJADO / DIAFRAGMA / FLUSHING							
	#	LOCALIZADO EM TAMANHO/ IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO	16	16	17	-	19	20	
	#	NOTAS :							
	#	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V).							
	#	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).							
	#								
	#								
	#								
	#								
		Rev.	Por						
		Data	Aprovado						

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Instrumentos de vazão					
		5 de 5					
R e v	INSTRUMENTOS DE VAZÃO						
	1	INSTRUMENTO Nº	FI-41	FIC-41.1	FI-42	FI-43	FI-44
	2	SERVIÇO	Saída E-107	Resfriamento E-107	Entrada Purga	Rejeitos	Reciclo
3	CASO DE PROJETO						
4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO						
5	NATUREZA DO FLUIDO	Água	Água	P	P	P	
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)						
7	FASE (1)	L	L	G	G	G	
8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C	m ³ /h					
9	GAS @ 0°C y 1 atm.	Nm ³ /h					
#	VAPOR DE AGUA	kg/h					
#	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA						
#	TEMPERATURA ENTRADA	°C	50,53	28	40,25	40,25	40,25
#	PRESSÃO ENTRADA	kg/cm ² g	0,19	0,19	9,57	9,57	-1,35E-02
#	PROPRIEDADES DO FLUIDO						
#	PESO MOLECULAR GAS						
#	DENSIDADE LÍQUIDO @15,4 °C	Sp. Gr.					
#	POUR POINT DO LIQUIDO						
#	DENSIDADE @ P, T	kg/m ³	985,5	996,26	12,03	12,03	1,16
#	VISCOSIDADE @T	cP (G) / cSt (L)	0,577	0,832	1,82E-02	1,82E-02	1,80E-02
#	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO						
#	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO						
#	SITUAÇÃO (2)		P	P	P	P	P
#	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)						
#	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%					
#	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%					
#	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%					
#	TRACEJADO / DIAFRAGMA / FLUSHING						
#	LOCALIZADO EM TAMANHO/ IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO		21.1	-	7	23	22.1
#	NOTAS :						
#	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V).						
#	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).						
#							
#							
#							
#							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

PROJETO : Produção de dimetil éter a partir de gás de síntese proveniente de materiais lignocelulósicos		Instrumentos de NÍVEL					
UNIDADE : Instrumentos		Pág. 3 de 5					
R e v	INSTRUMENTOS DE NÍVEL						
1	INSTRUMENTO Nº	LG-31	LC-31	LG-32	LT-32	LC-32	LG-36
2	SERVIÇO	Nível T-100	Nível T-100	Nível C-103	Nível C-103	Nível C-103	Nível C-104
3	CASO DE PROJETO						
4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO						
5	NATUREZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR	P/Água	P/Água	P/Água	P/Água	P/Água	P
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)						
7	TIPO DE INTERFASE (1)	G e L	G e L	G e L	G e L	G e L	L
8	TEMPERATURA	°C	159	159	159	159	123,6
9	PRESSÃO	kg/cm ² g	10,6	10,6	10,6	10,6	5,39
10	PROPRIEDADES DO FLUIDO						
	DENSIDADE FASE SUP. @ P, T	kg/m ³	7,6	7,6	7,6	7,6	705,3
	VISCOSIDADE FASE SUP. @ T	cP / cSt	1,07E-02	1,07E-02	1,07E-02	1,07E-02	0,184
11	DENSIDADE FASE SUP. @ P, T	kg/m ³	790,8	790,8	790,8	790,8	
12	VISCOSIDADE FASE INF. @ T	cP / cSt	0,135	0,135	0,135	0,135	
13	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO						
14	TIPO ELEMENTO PRIMARIO						
15	SITUAÇÃO (2)	L	P	L	L	P	L
16	PONTOS CONSIGNA (NÍVEL NORMAL :) (3)						
17	ALARME ALTO / MUITO ALTO	mm	173,6	173,6	1038,6	1038,6	904,8
18	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	mm	43,4	43,4	259,6	259,6	226,2
19	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	mm					
20	TRACEJADO, FLUSHING						
21	LOCALIZADO EM RECIPIENTE	T-100	T-100	C-103	C-103	C-103	C-104
22	NOTAS :						
23	(1)	Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V)					
24	(2)	Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL)					
25	(3)	Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medida e os pontos de consigna de ALARMEs e encravamentos nas mesmas unidades					
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		Instrumentos de NÍVEL					
		Pág. 4 de 5					
R e v	INSTRUMENTOS DE NÍVEL						
1	INSTRUMENTO Nº	LT-36	LC-36	LG-38	LT-38	LC-38	LG-39
2	SERVIÇO	Nível C-104	Nível C-104	Nível C-105	Nível C-105	Nível C-105	Nível T-101
3	CASO DE PROJETO						
4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO						
5	NATUREZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR	P	P	P	P	P	Água
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)						
7	TIPO DE INTERFASE (1)	L	L	L	L	L	L
8	TEMPERATURA	°C	123,6	123,6	123,6	123,6	165,8
9	PRESSÃO	kg/cm ² g	5,39	5,39	5,39	5,39	6,4
#	PROPRIEDADES DO FLUIDO						
	DENSIDADE FASE SUP. @ P, T	kg/m ³	705,3	705,3	705,3	705,3	886,1
	VISCOSIDADE FASE SUP. @ T	cP / cSt	0,184	0,184	0,184	0,184	8,96E-02
#	DENSIDADE FASE SUP. @ P, T	kg/m ⁵					
#	VISCOSIDADE FASE INF. @ T	cP / cSt					
#	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO						
#	TIPO ELEMENTO PRIMARIO						
#	SITUAÇÃO (2)	L	P	L	L	P	L
#	PONTOS CONSIGNA (NÍVEL NORMAL :) (3)						
#	ALARME ALTO / MUITO ALTO	mm	904,8	904,8	904,8	904,8	239,2
#	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	mm	226,2	226,2	226,2	226,2	59,8
#	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	mm					
#	TRACEJADO, FLUSHING						
#	LOCALIZADO EM RECIPIENTE	C-104	C-104	C-105	C-105	C-105	T-101
#	NOTAS :						
#	(1) Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V)						
#	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL)						
#	(3) Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medida e os pontos de consigna de ALARMEs e encravamentos nas mesmas unidades						
#							
#							
#							
#							
#							
#							
#							
#							
#							
#							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS												Instrumentos de PRESSÃO						
												Pág. 1 de 2						
R e v	INSTRUMENTOS DE PRESSÃO																	
	1	INSTRUMENT Nº	SERVIÇO	CASO DE PROJETO	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO (2)							CARACTERÍSTICAS INSTRUMENTO						
					NATUREZA FLUIDO	COMPOSTOS CORROSIVOS	FASE (1)	TEMP. (°C)	PRES. (kg/cm ² g)			SITUAÇÃO (3)	PONTOS CONSIGNA (kg/cm ² g)				TRAC. (sim /não)	LOCALIZADO EM TUBULAÇÃO / RECIPIENTE
									MÍN	NORM.	MAX.		ALARMES		ENCRAV.			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
	PI-02	Gás síntese		P		G	55	0	1,35	3,15	P						1	
	PI-03	Entrada		P		G	41,7	0	1,35	3,15	P						1.1	
	PIC-04	Saída Turbina		P		G	146,8	95,9	98,9	100,7	P						2	
	PI-06	Entrada ERV-10		P		G	220	95,69	98,69	100,5	P			99,39			3	
	PI-09	Saída ERV-100		P		G	220	93,86	96,86	98,66	P						4	
#	PI-10	Saída E-102		P		G	183	93,6	96,6	98,4	P						5	
#	PI-11	Entrada V-101		P		GeL	40	92,64	95,64	97,44	P						6	
#	PI-13	Saída V-101		P		GeL	40	92,64	95,64	97,44	P						8	
#	PI-14.1	Impulsão		P		L	124	12,2	15,2	17	P						19,1	
#	PI-14.2	Impulsão		P		L	124	12,2	15,2	17	P						19,1	
#	PI-14	Admissão		P		L	123,6	2,4	5,4	7,2	P						19	
#	PI-16	Saída E-104		P		GeL	122,9	11,26	14,26	16,06	P						10	
#	PI-17	Entrada E-105		P		GeL	123,3	11,26	14,26	16,06	P						11	
#	PI-18	Saída E-105		P		G	250,4	10,75	13,75	15,55	P						12	
#	PI-19	Entrada CRV-10		P		G	250,4	10,75	13,75	15,55	P			14,45			12	
#	PI-21	Saída CRC-100		P		G	364	9,94	12,94	14,74	P						13	
#	PI-22	Saída E-106		P		GeL	100	9,43	12,43	14,23	P						14	
#	PI-23	Entrada C-101		P		GeL	94,6	6,6	9,6	11,4	P						14	
#	PIC-26	Saída C-101		P		GeL	99,8	6,6	9,6	11,4	P			10,3			15	
#	PI-27	Refrigerador T-10		P		L	159	7,6	10,6	12,4	P						-	
#	PIC-28	Topo T-100		P		L	43,56	5,76	8,76	10,56	P			9,46				
#	NOTAS :																	
#	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L), vapor de agua (V) o mista (M).																	
#	(2) Especificam-se condições de operação. Para condições de projeto mecânico referir-se às condições da tunulação ou equipamento associado.																	
#	(3) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) o painel local (PL).																	
#																		
#																		
#																		
#																		
#																		
#																		
#	Rev.	Por																
#	Data	Aprovado																

	PROJETO :	Produção de dimetil éter a partir de gás de síntese proveniente de materiais				Válvula de CONTROLE	
	UNIDADE :	Instrumentos				Pág.	12 de 12
2	VÁLVULAS DE CONTROLE						
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS						
2	Nº DE VÁLVULA	FCV-39			FCV-41		
3	SERVIÇO	Fundo T-101			Resfriamento E-107		
4	CASO						
5	LOCALIZADA EM P&ID	20			-		
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO						
7		ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA		
8	NATUREZA DO FLUIDO	Água			Água		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p					
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	351	351	2413,4	2413,4	
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-	
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h			-	-	
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	60/120		60/120		
14	TEMPERATURA	°C	165,8	165,8	28	45	
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	886,1	886,1	1000,4	994,3	
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt					
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm ² a					
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm ² a					
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-					
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m ³					
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-					
22	Cp / Cv	-					
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm ² g					
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm ² g					
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm ² g					
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO					
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%					
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FC		FA		
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO					
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -					
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-					
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-					
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-					
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE						
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-					
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-					
39	NOTAS :						
40	(1)	Válvula estagnada significa classe V o VI.					
41	(2)	Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3)	Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4)	Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS										TUBULAÇÕES de PROCESSO										
										Pág. 1 de 3										
Rev	TUBULAÇÕES DE PROCESSO																			
1	TUBULAÇÃO Nº	1	1.1	2	3	4	5	6	7	8										
2	P&Id nº																			
3	DE			K-100	E-101	ERV-100	E-102	E-103	V-101	V-101										
4																				
5	A		K-100	E-101	ERV-100	E-102	E-103	V-101		VLV-100										
6																				
7	NATUREZA, FASE E VAZÃO																			
8	NATUREZA DO FLUIDO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P									
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / pp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
10	FASE (1) / VAPORIZADO (% peso)	V	100	V	100	V	100	V	100	M	98,28	V	100	L	0					
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T	m³/h	5,99E+03	4,42E+04	7,28E+02	8,57E+02	8,47E+02	7,86E+02	5,36E+02	4887										
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T	m³/h	-	-	-	-	-	-	1,29	-				1,29						
13	PROPRIEDADES																			
14	PESO MOLECULAR GAS	20,45	29,11	20,25	29,25	30,13	30,13	30,13	30,13	30,14	-									
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	kg/m³	0,7495	-	1,112	-	82,08	-	69,76	-	70,55	-	76,11	-	109,7	798,8	12,03	-	-	798,8
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	cP (G) / cSt (L)	1,5E-02	-	1,8E-02	-	2,4E-02	-	2,6E-02	-	2,6E-02	-	2,5E-02	-	2,0E-02	4,6E-01	1,8E-02	-	-	4,6E-01
17	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C																		
18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																			
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJE	°C	5,5E+01	8,5E+01	4,2E+01	7,2E+01	1,5E+02	1,8E+02	2,2E+02	2,5E+02	2,2E+02	2,5E+02	1,8E+02	2,1E+02	4,0E+01	7,0E+01	4,0E+01	7,0E+01	4,0E+01	7,0E+01
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	kg/cm² g	-1,4E-02	1,8E+00	-1,4E-02	1,8E+00	9,9E+01	1,0E+02	9,9E+01	1,0E+02	9,7E+01	9,9E+01	9,7E+01	9,8E+01	9,6E+01	9,7E+01	9,6E+00	1,1E+01	9,6E+01	9,7E+01
21	DADOS TUBULAÇÃO																			
22	DIÂMETRO NOMINAL	polegadas	12	32	4	4	4	4	4	4	10	0,75								
23	ΔP CALCULADA / PERMITIDA (2)	kg/cm²/km	-	0,2 - 0,3	-	0,2 - 0,3	-	0,4 - 0,5	-	0,2 - 0,3	-	0,2 - 0,3	-	0,2 - 0,3	-	-	-	0,2 - 0,3	-	0,3 - 0,5
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (3)	m/s	-	<35	-	<35	-	<35	-	<35	-	<35	-	<35	3,84	-	-	<35	-	0,3 - 1,8
25	ISOLAMENTO, TRACEJADO (3)		P	NA	H	H	H	H	H	H	P	P	P							
26	NOTAS:																			
27	(1)	Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M).																		
28	(2)	Indicar Δp e velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc.																		
29	(3)	Se é requerido especificar, P : proteção pessoal, H : conservação decalor, C : conservação frio, ST : tracejado com vapor, ET : tracejado elétrico, SJ : encamisado com vapor, etc.																		
30																				
31																				
32																				
33																				
34		Para materiais ver a folha de seleção de materiais.																		
	Rev.	Por																		
	Data	Aprovado																		

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS										TUBULAÇÕES de PROCESSO								
												Pág. 2 de 3								
R e v	TUBULAÇÕES DE PROCESSO																			
	1	TUBULAÇÃO Nº	9	10	11	12	13	14	15	16	17									
2	P&I d nº																			
3	DE	VLV-100	E-104		E-105	CRV-100	E-106	VLV-101	T-100	T-100										
4																				
5	A	E-104		E-105	CRV-100	E-106	VLV-101	T-100		VLV-102										
6																				
7	NATUREZA, FASE E VAZÃO																			
8	NATUREZA DO FLUIDO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P						
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / pp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
10	FASE (1) / VAPORIZADO (% peso)	M	1,4	M	3,2	M	2,38	V	100	V	100	M	6,9	M	98,28	L	0	L	0	
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T	m3/h	8,16E-01	2,39E+00	2,26E+00	1,30E+02	1,67E+02	7,09E+00	6,62E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T	m3/h	1,27	1,42	1,79	-	-	-	-	1,67	1,68	1,12	0,77							
13	PROPRIEDADES																			
14	PESO MOLECULAR GAS	38,41	35,91	35,77	29,75	29,75	42,59	43,47	-	-										
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	kg/m3	22,49	792,3	16,36	695,3	16,28	697,3	9,91	-	7,69	-	18,12	689,8	14,58	688,5	-	575,7	-	790,8
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	cP (G) / cSt (L)	0,02	0,47	0,01	0,18	0,01	0,18	0,01	-	0,02	-	0,01	0,14	0,01	0,14	-	0,08	-	0,13
17	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C																		
18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																			
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	°C	39,04	69,04	122,90	152,90	123,30	153,30	250,40	280,40	364,00	394,00	100,00	130,00	99,80	129,80	43,56	73,56	159,00	189,00
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	kg/cm2 g	14,47	16,27	14,26	16,06	14,26	16,06	13,75	15,55	12,94	14,74	12,43	14,23	9,75	11,55	8,76	10,56	10,60	12,40
21	DADOS TUBULAÇÃO																			
22	DIÂMETRO NOMINAL	polegadas	0,75	0,75	0,75	2,00	2,00	1,00	1,00	0,75	0,75									
23	ΔΠ ΧΑΛΧΥΛΛΑΔΑ / ΠΕΡΜΙΤΙΔΑ (2)	kg/cm2/ km				-	0,2 - 0,3	-	0,2 - 0,3	-	-	-	-	-	0,3 - 0,5	-	0,3 - 0,5	-	0,3 - 0,5	
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA	m/s	1,89	-	1,84	-	1,87	-	<35	-	<35	1,9	-	1,71	-	0,3 - 1,8	-	0,3 - 1,8		
25	ISOLAMENTO, TRACEJADO (3)		P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	P	H					
26	NOTAS:																			
27	(1)	Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M).																		
28	(2)	Indicar Dp e velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc.																		
29	(3)	Se é requerido especificar, P : proteção pessoal, H : conservação decalor, C : conservação frio, ST : tracejado com vapor, ET : tracejado elétrico, SJ : encamisado com vapor, etc.																		
30																				
31																				
32																				
33																				
34	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.																			
	Rev.	Por																		
	Data	Aprovado																		

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS										TUBULAÇÕES de PROCESSO						
												Pág. 3 de 3						
R e v	TUBULAÇÕES DE PROCESSO																	
	1	TUBULAÇÃO Nº	18		19		19.1		20		21		22		22.1			
2	P&Id nº																	
3	DE	VLV-102		T-101		P-100		T-101		VLV-103				VLV-104				
4		A	T-101		P-100				VLV-103		E-107		VLV-104					
5																		
6	NATUREZA, FASE E VAZÃO																	
7																		
8	NATUREZA DO FLUIDO	P		P		P		P		P		P		P				
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / pp)	0		0		0		0		0		0		0				
10	FASE (1) / VAPORIZADO (% peso)	M	21,8	L	0	L	0	L	0	M	10,7	V	100	V	100			
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T	m3/h	4,81E+00		-		-		-		4,40E+01		4,64E+03		4,83E+04			
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T	m3/h	0,72		0,37		0,36		0,39		0,33		-		-			
13	PROPRIEDADES																	
14	PESO MOLECULAR GAS	25,74		-		-		-		18,31		42,59		30,14				
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	kg/m3	5,6	809,1	-	705,3	-	706,2	-	886,1	0,9	937,2	12,0	-	1,2	-		
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	cP (G) / cSt (L)	0,0	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,1	0,0	0,2	0,0	-	0,0	-		
17	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C																
18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																	
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	°C	146,0	176,0	123,6	153,6	124,0	154,0	165,8	195,8	110,8	140,8	40,3	70,3	40,3	70,3		
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	kg/cm2 g	6,7	8,5	5,4	7,2	15,2	17,0	6,4	8,2	0,5	2,3	9,6	11,4	0,0	1,8		
21	DADOS TUBULAÇÃO																	
22	DIÂMETRO NOMINAL	polegadas	0,75		0,5		0,5		1		1		10		30			
23	ΔΠ ΧΑΛΥΛΑΔΑ / ΠΕΡΜΙΤΙΑ (2)	kg/cm2/km			-	0,3 - 0,5	-	0,3 - 0,5			-		-	0,2 - 0,3	-	0,2 - 0,3		
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA	m/s	1,47	-	-	0,3 - 1,8	-	0,3 - 1,8	0,246	-	0,246	-	-	<35	-	<35		
25	ISOLAMENTO, TRACEJADO (3)		H		H		H		H		H		P		P			
26	NOTAS:																	
27	(1)	Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M).																
28	(2)	Indicar Dp e velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc.																
29	(3)	Se é requerido especificar, P : proteção pessoal, H : conservação decalor, C : conservação frio, ST : tracejado com vapor, ET : tracejado elétrico, SJ : encamisado com vapor, etc.																
30																		
31																		
32																		
33																		
34	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.																	
	Rev.	Por																
	Data	Aprovado																

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		SERVIÇOS A Pág. 1 de 4	
R e v	CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (AGUA DE REFRIGERAÇÃO)		
	CASO DE PROJETO :		
1	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	CONSUMO (m³/h) (1,2)
2			NOTAS
3			
4	Trocador E-102	Resfriamento da corrente 4	35,7
5	Trocador E-103	Resfriamento da corrente 5	151,22
6	Trocador E-106	Resfriamento da corrente 13	27,38
7	Trocador E-107	Resfriamento da corrente 21	2,42
8	Reator ERV-100		40,09
9	Coluna T-100	Condensador de topo da coluna	14,38
10	Coluna T-101	Codensador de topo da coluna	11,15
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41	TOTAL		
42	NOTAS :		
43	(1) Os valores com sinais positivos são vazões circundantes de água refrigeração com o deltaT do projeto. Indicar deltaT considerado para queles casos onde seja diferente do normal (ex. condensadores de turbina,...).		
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

PROJET		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS									SERVIÇOS AUX	
R e v		CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (CONSUMO DE VAPOR E GERAÇÃO DE CONDENSADOS)									Pág. 2 de 4	
1	CASO DE PRC											
2	EQUIPAMENTO	VAPOR (kg/h)					CONDENSADOS (kg/h)					NOTAS
3		MUITO ALTA	ALTA	MEDIA	BAIXA	MUITO BAIXA	MUITO ALTA	ALTA	MEDIA	BAIXA	MUITO BAIXA	
4		39 kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	kg/cm ² g	
5	#	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
6	Trocador E-101	2772,96										
7	Trocador E-104	189,88										
8	Trocador E-105	941,1										
9	Coluna T-100	534,77										
10	Coluna T-101	395,83										
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25	TOTAL											
26	NOTAS :											
27	(1) Valores com sinais positivos são consumo, valores com sinais negativos são produções											
28	(2) Os valores entre parênteses são consumos de equipamentos em reserva não aditivos para o consumo total da unidade											
29	(3) Os valores entre aspas são consumos intermitentes para alguma operação especial. Nestes casos se se adicionará uma nota indicando a circunstância em que se nec											
30												
31												
32												
33												
34												
	Rev.	Por										
	Data	Aprovado										

PROJETO : PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS		SERVIÇOS AUXILIAR Pág. 3 de 4	
R e v	CONSUMO DE SERVIÇOS AUXILIARES (ELETRICIDADE)		
	CASO DE PROJETO :		
1	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	CONSUMO (kwh/h)
2			NOTAS
3			
4	Bomba P-100	Bomba para impulsao da corrente 19	0,22
5	Bomba P-101	Bomba de refluxo da coluna T-100	0,03
6	Bomba P-102	Bomda de refluxo da coluna T-101	0,03
7	Compressor K-100	Compressor	16,79
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41	TOTAL		
42	NOTAS :		
43	(1) Valores com sinais positivos são consumo, valores com sinais negativos são produções		
44	(2) Os valores entre parênteses são consumos de equipamentos em reserva não aditivos para o consumo total da		
45	(3) Os valores entre aspas são consumos intermitentes para alguma operação especial. Nestes casos se se		
46	adicionará uma nota indicando a circunstância em que se necessita o serviço.		
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
					Pág. 1 de 12	
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
e		CARACTERÍSTICAS GERAIS				
v		VÁLVULA Nº		PSV-1		
1		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		Recipiente	C-100	
2		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)		Pulmão		
3		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	1,02		
4		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	55		
5		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	2,8		
6		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	85		
7		NATUREZA DO FLUIDO		Gás		
8		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)				
9		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		Fogo	Bloqueio	
10		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
11		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	2,8	2,8	
12		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	
13		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	3,08	3,08	
14		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	85	85	
15		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	4346,29	5988,72	
16		PESO MOLECULAR	kg/kmol	20,45	20,45	
17		Cp/Cv	-			
18		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
19		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h			
20		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³			
21		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt			
22		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA				
23		TEMPERATURA	°C	85	85	
24		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-		
25		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
26		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
27		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	0	0	
28		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	0,00	0,00	
29		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	
30		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g			
31		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g			
32		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30	
33		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
34		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g			
35		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g			
36		BALANCEADA (sim/não)	~			
37		PILOTADA (sim/não)	~			
38		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
39		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
40		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
41		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g			
42		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g			
43		BALANCEADA (sim/não)	~			
44		PILOTADA (sim/não)	~			
45		ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
46		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
47		NOTAS :				
48		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.			
49		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.			
50		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.			
51		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
		Rev.	Por			
		Date	Aprovado			

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
					Pág. 2 de 12	
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
e		CARACTERÍSTICAS GERAIS				
v		VÁLVULA Nº	PSV-2			
1		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Reator	ERV-100		
2		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)	Reator			
3		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	99,73		
4		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	220		
5		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	109,7		
6		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	250		
7		NATUREZA DO FLUIDO	Processo			
8		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)				
9		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Falha de serviço		
10		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
11		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	109,7	109,7	
12		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	
13		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	120,67	120,67	
14		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	250	250	
15		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-		
16		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
17		Cp/Cv	-			
18		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
19		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	0,11	2,28	
20		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	705,33	705,33	
21		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	6,81E-02	6,81E-02	
22		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA				
23		TEMPERATURA	°C	250	250	
24		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-		
25		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
26		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
27		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	0,11	2,28	
28		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	705,33	705,33	
29		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	
30		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g			
31		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g			
32		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30	
33		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
34		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g			
35		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g			
36		BALANCEADA (sim/não)	~			
37		PILOTADA (sim/não)	~			
38		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
39		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
40		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
41		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g			
42		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g			
43		BALANCEADA (sim/não)	~			
44		PILOTADA (sim/não)	~			
45		ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
46		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
47		NOTAS :				
48		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.			
49		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.			
50		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.			
51		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
		Rev.	Por			
		Data	Aprovado			

	PROJETO :	PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
					Pág.	3 de 12
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
e		1 CARACTERÍSTICAS GERAIS				
v		VÁLVULA Nº		PSV-3		
1		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		Recipiente	V-101	
2		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)		separador bifásico		
3		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	15,50		
4		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	40,00		
5		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	17,28		
6		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	50,00		
7		NATUREZA DO FLUIDO		Processo		
8		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)				
9		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		Fogo	Bloqueio	
10		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
11		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	17,28	17,28	
12		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	
13		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	19,008	19,008	
14		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	50,00	50,00	
15		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-	-	
16		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
17		Cp/Cv	-			
18		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
19		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	7,08	1,29	
20		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	798,80	798,80	
21		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	5,73E-01	5,73E-01	
22		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA				
23		TEMPERATURA	°C	50,00	50,00	
24		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-	-	
25		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
26		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
27		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	7,08	1,29	
28		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	798,80	798,80	
29		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	
30		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g			
31		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g			
32		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30	
33		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
34		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g			
35		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g			
36		BALANCEADA (sim/não)	~			
37		PILOTADA (sim/não)	~			
38		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
39		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
40		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
41		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g			
42		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g			
43		BALANCEADA (sim/não)	~			
44		PILOTADA (sim/não)	~			
45		ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
46		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
47		NOTAS :				
48		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.			
49		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.			
50		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.			
51		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
		Rev.	Por			
		Data	Aprovado			

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
					Pág.	4 de 12
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
e		CARACTERÍSTICAS GERAIS				
v		VÁLVULA Nº	PSV-4			
1		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Reator	CRV-100		
2		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)	Reator			
3		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	14,79		
4		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	364		
5		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	16,57		
6		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	394		
7		NATUREZA DO FLUIDO	Processo			
8		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)				
9		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Falha de serviço		
10		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
11		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	16,57	16,57	
12		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	
13		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	18,23	18,23	
14		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	394	394	
15		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-		
16		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
17		Cp/Cv	-			
18		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
19		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	0,19	0,009	
20		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1413,74	1413,74	
21		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	9,69E-02	9,69E-02	
22		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA				
23		TEMPERATURA	°C	394	394	
24		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-		
25		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
26		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
27		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	0,19	0,009	
28		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1413,74	1413,74	
29		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	
30		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g			
31		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g			
32		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30	
33		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
34		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g			
35		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g			
36		BALANCEADA (sim/não)	~			
37		PILOTADA (sim/não)	~			
38		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
39		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
40		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
41		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g			
42		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g			
43		BALANCEADA (sim/não)	~			
44		PILOTADA (sim/não)	~			
45		ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
46		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
47		NOTAS :				
48		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.			
49		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.			
50		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.			
51		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
		Rev.	Por			
		Data	Aprovado			

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
					Pág.	5 de 12
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
e		CARACTERÍSTICAS GERAIS				
v		VÁLVULA Nº	PSV-5			
1		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Recipiente		C-101	
2		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)	Pulmão			
3		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	10,62		
4		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	99,8		
5		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	12,39		
6		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	129,8		
7		NATUREZA DO FLUIDO	Processo			
8		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)				
9		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Bloqueio		
10		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
11		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	12,39	12,39	
12		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	
13		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	13,63	13,63	
14		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	129,8	129,8	
15		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-		
16		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
17		Cp/Cv	-			
18		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
19		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	0,57	1,68	
20		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	688,47	688,47	
21		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	2,03E-01	2,03E-01	
22		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA				
23		TEMPERATURA	°C	129,8	129,8	
24		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-		
25		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
26		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
27		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	0,57	1,68	
28		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	688,47	688,47	
29		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	
30		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g			
31		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g			
32		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30	
33		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
34		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g			
35		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g			
36		BALANCEADA (sim/não)	~			
37		PILOTADA (sim/não)	~			
38		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
39		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
40		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
41		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g			
42		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g			
43		BALANCEADA (sim/não)	~			
44		PILOTADA (sim/não)	~			
45		ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
46		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
47		NOTAS :				
48		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.			
49		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.			
50		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.			
51		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
		Rev.	Por			
		Data	Aprovado			

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
					Pág.	6 de 12
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
	v					
1		CARACTERÍSTICAS GERAIS				
2		VÁLVULA Nº	PSV-6			
3		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Coluna	T-100		
4		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)	Torre de destilação			
5		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	10,61		
6		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	159,00		
7		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	12,54		
8		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	189,00		
9		NATUREZA DO FLUIDO	Processo			
10		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)				
11		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Falha serviço		
12		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
13		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	12,54	12,54	
14		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	
15		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	13,79	13,79	
16		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	189,00	189,00	
17		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-	-	
18		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
19		Cp/Cv	-			
20		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
21		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	1,03	4,40E+00	
22		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	747,91	575,7	
23		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	1,93E-01	1,32E-01	
24		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA				
25		TEMPERATURA	°C	189	189	
26		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-	-	
27		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
28		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
29		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	1,03	4,4	
30		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	747,91	575,7	
31		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	
32		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g			
33		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g			
34		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30	
35		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
36		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g			
37		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g			
38		BALANCEADA (sim/não)	~			
39		PILOTADA (sim/não)	~			
40		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
41		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
42		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
43		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g			
44		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g			
45		BALANCEADA (sim/não)	~			
46		PILOTADA (sim/não)	~			
47		ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
48		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
49		NOTAS :				
50		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.			
51		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.			
52		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.			
53		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
54						
55						
56						
57						
58						
		Rev.	Por			
		Data	Aprovado			

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança		
					Pág.	7	de 12
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA					
e		1 CARACTERÍSTICAS GERAIS					
v		VÁLVULA Nº		PSV-7			
		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		Recipiente		C-102	
		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)		Pulmão			
		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	9,79			
		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	43,56			
		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	11,57			
		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	73,56			
		NATUREZA DO FLUIDO		Processo			
		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)					
		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		Fogo	Bloqueio		
		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA					
		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	11,57	11,57		
		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10		
		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	12,73	12,73		
		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	73,56	73,56		
		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-			
		PESO MOLECULAR	kg/kmol				
		Cp/Cv	-				
		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-				
		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	2,65	3,34		
		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	575,70	575,70		
		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	1,32E-01	1,32E-01		
		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA					
		TEMPERATURA	°C	73,56	73,56		
		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-			
		PESO MOLECULAR	kg/kmol				
		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-				
		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	2,65	3,34		
		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	575,70	575,70		
		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha		
		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g				
		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g				
		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30		
		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g				
		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g				
		BALANCEADA (sim/não)	~				
		PILOTADA (sim/não)	~				
		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2				
		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~				
		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g				
		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g				
		BALANCEADA (sim/não)	~				
		PILOTADA (sim/não)	~				
		ORIFÍCIO API INSTALADO	~				
		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~				
		NOTAS :					
		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
		Rev.	Por				
		Data	Aprovado				

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
R e v					Pág.	8 de 12
VÁLVULAS DE SEGURANÇA						
CARACTERÍSTICAS GERAIS						
1	VÁLVULA Nº		PSV-8			
2	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		Recipiente		C-103	
3	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)		Pulmão			
4	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO		kg/cm ² g	7,75		
5	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO		°C	146		
6	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO		kg/cm ² g	9,53		
7	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO		°C	176		
8	NATUREZA DO FLUIDO		Processo			
9	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)					
10	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		Fogo	Bloqueio		
11	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA					
12	PRESSÃO DE ACIONAMENTO		kg/cm ² g	9,53	9,53	
13	MÁXIMA SOBREPRESSÃO		%	10	10	
14	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)		kg/cm ² g	10,48	10,48	
15	TEMPERATURA DE DESCARGA		°C	176	176	
16	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR		kg/h	-		
17	PESO MOLECULAR		kg/kmol			
18	Cp/Cv		-			
19	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE		-			
20	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)		m ³ /h	0,19	0,72	
21	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T		kg/m ³	809,10	809,10	
22	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T		cSt	1,87E-01	1,87E-01	
23	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA					
24	TEMPERATURA		°C	176	176	
25	VAZÃO DE GAS O VAPOR		kg/h	-		
26	PESO MOLECULAR		kg/kmol			
27	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE		-			
28	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T		m ³ /h	0,19	0,72	
29	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T		kg/m ³	809,10	809,10	
30	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)		-	tocha	tocha	
31	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED		kg/cm ² g			
32	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP		kg/cm ² g			
33	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA		kg/cm ² g	0,30	0,30	
34	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
35	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)		kg/cm ² g			
36	PRESSÃO DE DISPARO (outras)		kg/cm ² g			
37	BALANCEADA (sim/não)		~			
38	PILOTADA (sim/não)		~			
39	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA		polegadas 2			
40	ORIFÍCIO API ESTIMADO		~			
41	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
42	MARCA E MODO DA VÁLVULA		kg/cm ² g			
43	PRESSÃO DE DISPARO		kg/cm ² g			
44	BALANCEADA (sim/não)		~			
45	PILOTADA (sim/não)		~			
46	ORIFÍCIO API INSTALADO		~			
47	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)		~			
48	NOTAS :					
49	(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
50	(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
51	(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
52	(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
53						
54						
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
					Pág. 9	de 12
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
e		1				
v		CARACTERÍSTICAS GERAIS				
		VÁLVULA Nº	PSV-9			
		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Coluna	T-101		
		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)	Torre de destilação			
		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	7,75		
		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	165,80		
		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	9,18		
		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	195,80		
		NATUREZA DO FLUIDO	Processo			
		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)				
		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Falha serviço		
		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	9,18	9,18	
		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	
		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	10,10	10,10	
		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	195,80	195,80	
		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-	-	
		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
		Cp/Cv	-			
		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	0,43	9,50E-01	
		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	882,88	705,33	
		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	1,02E-01	2,61E-01	
		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA				
		TEMPERATURA	°C	195,8	195,8	
		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-	-	
		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	0,43	0,95	
		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	882,88	705,33	
		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	
		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g			
		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g			
		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30	
		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g			
		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g			
		BALANCEADA (sim/não)	~			
		PILOTADA (sim/não)	~			
		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g			
		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g			
		BALANCEADA (sim/não)	~			
		PILOTADA (sim/não)	~			
		ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
		NOTAS :				
		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.			
		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.			
		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.			
		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
		Rev.	Por			
		Data	Aprovado			

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança	
					Pág.	10 de 12
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
e		CARACTERÍSTICAS GERAIS				
v		VÁLVULA Nº	PSV-10			
1		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	Recipiente		C-104	
2		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)	Pulmão			
3		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	6,42		
4		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	123,6		
5		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	8,26		
6		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	153,6		
7		NATUREZA DO FLUIDO	Processo			
8		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)				
9		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	Fogo	Bloqueio		
10		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
11		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	8,26	8,26	
12		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10	
13		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	9,09	9,09	
14		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	153,6	153,6	
15		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-		
16		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
17		Cp/Cv	-			
18		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
19		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	0,28	0,59	
20		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	705,33	705,33	
21		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	2,61E-01	2,61E-01	
22		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA				
23		TEMPERATURA	°C	153,6	153,6	
24		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-		
25		PESO MOLECULAR	kg/kmol			
26		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-			
27		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	0,28	0,59	
28		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	705,33	705,33	
29		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	
30		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g			
31		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g			
32		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30	
33		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
34		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g			
35		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g			
36		BALANCEADA (sim/não)	~			
37		PILOTADA (sim/não)	~			
38		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2			
39		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~			
40		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
41		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g			
42		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g			
43		BALANCEADA (sim/não)	~			
44		PILOTADA (sim/não)	~			
45		ORIFÍCIO API INSTALADO	~			
46		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~			
47		NOTAS :				
48		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.			
49		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.			
50		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.			
51		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.			
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
		Rev.	Por			
		Data	Aprovado			

PROJETO :		PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTESE PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS			Válvulas de segurança			
					Pág.	11	de	12
R		VÁLVULAS DE SEGURANÇA						
e		CARACTERÍSTICAS GERAIS						
v		VÁLVULA Nº		PSV-11				
1		Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		Recipiente		C-105		
2		EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)		Pulmão				
3		PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	6,42				
4		TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	123,6				
5		PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	8,26				
6		TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	153,6				
7		NATUREZA DO FLUIDO		Processo				
8		COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)						
9		CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		Fogo	Bloqueio			
10		CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA						
11		PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	8,26	8,26			
12		MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	10			
13		PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	9,09	9,09			
14		TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	153,6	153,6			
15		VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-				
16		PESO MOLECULAR	kg/kmol					
17		Cp/Cv	-					
18		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-					
19		VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	0,26	0,37			
20		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	705,33	705,33			
21		VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	2,61E-01	2,61E-01			
22		CONDIÇÕES DE DESCARGA À SAÍDA DA VÁLVULA						
23		TEMPERATURA	°C	153,6	153,6			
24		VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-				
25		PESO MOLECULAR	kg/kmol					
26		FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-					
27		VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	0,26	0,37			
28		DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	705,33	705,33			
29		VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha			
30		CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g					
31		CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g					
32		CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	0,30	0,30			
33		CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
34		PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g					
35		PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g					
36		BALANCEADA (sim/não)	~					
37		PILOTADA (sim/não)	~					
38		ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2					
39		ORIFÍCIO API ESTIMADO	~					
40		COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
41		MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g					
42		PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g					
43		BALANCEADA (sim/não)	~					
44		PILOTADA (sim/não)	~					
45		ORIFÍCIO API INSTALADO	~					
46		VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~					
47		NOTAS :						
48		(1)	Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.					
49		(2)	No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-á vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.					
50		(3)	Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.					
51		(4)	Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
		Rev.	Por					
		Data	Aprovado					

		PROJETO:	PRODUÇÃO DE DIMETIL ÉTER A PARTIR DE GÁS DE SÍNTese PROVENIENTE DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS											Resumo Válv. de segurança						
		UNIDADE												Pág.	12	de	12			
R e v		RESUMO DE VÁLVULAS DE SEGURANÇA																		
		VÁLVULA	SERVIÇO (1)	TAMANHO (2) E TIPO (3)	SET Pres. kg/cm ² g	CASOS DE DESCARGA												CASO (4)		
						FOGO			FALHA CW			FALHA ELÉTRICA			VAPOR		LÍQUIDO			
						m³/h	PM	(°C)	m³/h	PM	(°C)	kg/h	PM	(°C)	m³/h	PM	m³/h		Dens.	°C
1		PSV-1	C-100	-	2,80	4346,3	-	85,00	-	-	-	-	-	-	5988,7	20,45	-	-	-	
2		PSV-2	ERV-100	-	109,7	0,11	-	250,00	2,28E+00	-	250,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
3		PSV-3	V-101	-		7,08	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	798,80	50	
4		PSV-4	CRV-100	-	16,57	0,19	-	394	0,009	-	394	-	-	-	-	-	-	-	-	
5		PSV-5	C-101	-	12,39	0,57	-	129,8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	688,47	129,8	
6		PSV-6	T-100	-	12,54	1,03	-	189	4,4	-	189	-	-	-	-	-	-	-	-	
7		PSV-7	C-102	-	11,57	2,65	-	73,56	-	-	-	-	-	-	-	-	3,34	575,70	73,56	
8		PSV-8	C-103	-	9,53	0,19	-	176	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72	809,10	176	
9		PSV-9	T-101	-	9,18	0,43	-	195,8	0,95	-	195,8	-	-	-	-	-	-	-	-	
10		PSV-10	C-104	-	8,26	0,28	-	153,6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59	705,33	153,6	
11		PSV-11	C-105	-	8,26	0,26	-	153,6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,37	705,33	153,6	
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27		TOTAL																		
28		NOTAS :																		
29		(1)	Equipamento protegido e descrição																	
30		(2)	Indicar tamanho do orifício																	
31		(3)	Balanceada (B) ou não (NB)																	
32		(4)	Bloqueio, falha válvula controle, falha refluxo, etc.																	
33																				
34																				
		Rev.	Por																	
		Data	Aprovado																	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMELAND, S. K. *et al.* **Process design and economical assessment of a methanol plant.** Norway: Norwegian University of Science and Technology, Department of Chemical Engineering, 2009.
- Aula N° 9. **Depreciação: Conceitos e métodos.** Disponível em: <<http://engenhariacivilunip.weebly.com.br>>. Acesso em 24 de junho de 2017.
- CABRA, L. *et al.* **Metodologías del diseño aplicado y gestión de proyectos para Ingenieros Químicos.** Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca, 2010.
- CHRISTY CATALYTICS. **Pressure drop calculations through fixed beds of PROX-SVERS® catalyst support balls.** Disponível em: <https://cdn2.hubspot.net/hub/55271/file-14603304-pdf/docs/prox-svers_pressure_drop_bulletin.pdf>. Acesso em: 16 de junho de 2017.
- DUEÑAS, L.C.; Martínez, A.L.; Fernández, F.R.; Ramos Marcos, M.J. **Metodologías del diseño aplicado y gestión de proyectos para ingenieros químicos.** Universidad de Castilla – La Mancha.
- Estimation of capital.** Disponível em: <https://processdesign.mccormick.northwestern.edu/index.php/Estimation_of_capital>. Acesso em 24 de junho de 2017.
- Ficha de informação de produto químico.** Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=DI%D3XIDO%20DE%20CARBONO> Acesso em: 04 de Junho de 2017.
- GOULART, A. K. **Dimensionamento de válvulas de segurança e alívio de pressão atuando com fluidos bifásicos.** Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2012.
- Identificação e análise dos impactos ambientais e proposição das medidas mitigadoras.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7205/volume-iii-capitulos-do-7-ao-10.pdf>> Acesso em 16 de Junho de 2017.
- KERN, D.; **Process Heat Transfer.** McGraw - Hill Book Company. New York, 1965.
- LÓPEZ, M., MORALES, M.. *Proyecto Columna Splitte.*
- MATHIAS, A. C. **Válvulas: Industriais, Segurança e Controle.** Ed. Artliber, Rio de Janeiro, Brasil, 2008.
- Monóxido de carbono: conheça origem, usos, efeitos e como evitar a intoxicação:** Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/63/2350-o-que-e-monoxido-de-carbono-co-origem-formacao-natureza-homem-vocs-micro-organismos-compostos-fonte-de-energia-utilizacao>>

acido-metanol-guerra-toxicidade-o2-hemoglobina-efeitos-exposicao-cronica-intoxicacao-desmaio-cefaleia-infarto-como-evitar.html> Acesso em: 04 de Junho de 2017.

NEVES, W. G. das. **Estudo da viabilidade econômico financeira para uma empresa de cosméticos**. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.

O que é e como funciona o capital de giro. Disponível em <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-e-como-funciona-o-capital-de-giro,a4c8e8da69133410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 26 de Junho de 2017.

RODRIGUES, K. F. de C.; ROZENFELD, H.. **Análise de Viabilidade Econômica**.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **Tubulações industriais**. Livros Técnicos e Científicos, 1976.

TEMA, **Tubular Exchanger Manufacturers Association**. New York, 2007.

TOWLER, G.; SINNOTT, R. Chemical Engineering Design: Principles. **Practice and Economics of Plant and Process Design**, v. 5, 2008.

Tubulações industriais. Disponível em: <http://sumitaniengenharia.com.br/tubulacoes_industriais.html> . Acesso em 19 de Junho de 2017.

TURTON, R. *et al.* **Analysis, synthesis and design of chemical processes**. Pearson Education, 2008.