

GUIA DE USUÁRIO

FERRAMENTA DIDÁTICA: CICLO DE RANKINE

ÍNDICES

1. BEM-VINDOS À FERRAMENTA DIDÁTICA: CICLO DE RANKINE	3
1.1 O que é?.....	3
1.2 Principais Funcionalidades.....	3
1.3 Ambientes suportados	3
1.4 Como usar este Manual	3
1.5 Contato de suporte.....	3
2 HOME / CALCULADORA DE PROPRIEDADES.....	4
2.4 Exemplo para Calculadora de Propriedades.....	5
3. CICLO DE RANKINE SIMPLES.....	6
3.1 Exemplo Ciclo de Rankine Simples.....	6
4. CICLO DE RANKINE REAQUECIMENTO	8
4.1 Exemplo 1 do Ciclo de Rankine com Reaquecimento	8
4.2 Exemplo 2 do Ciclo de Rankine com Reaquecimento	10
5. CICLO DE RANKINE REGENERATIVO.....	12
5.1 Exemplo do Ciclo de Rankine Regenerativo	12
6. CICLO DE RANKINE REGENERATIVO COM REAQUECIMENTO	13
6.1 Exemplo do Ciclo de Rankine Regenerativo com Reaquecimento	13
7. UNIDADES	15
8. DESENVOLVIMENTO E TECNOLOGIAS UTILIZADAS	15
8.1 Back-End.....	15
8.2 Front-End	15
9. VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO SOFTWARE	16
9.1 Vantagens do Software.....	16
9.2 Limitações do Software.....	16
10. COMO SE TORNAR UM DESENVOLVEDOR DO SOFTWARE.....	16
10.1 Contato Inicial.....	16
10.2 Apresentação da Ideia:	16
10.3 Habilidades em Programação.....	16
10.4 Revisão e Avaliação:.....	16
10.5 Colaboração e Desenvolvimento:.....	16
10.6 Feedback e Melhorias Contínuas:	16
REFERÊNCIAS	18

1. BEM-VINDOS À FERRAMENTA DIDÁTICA: CICLO DE RANKINE

Este guia auxilia no uso do software e fornece informações detalhadas para o usuário sobre a ferramenta. Sinta-se à vontade para utilizar.

1.1 O que é?

Ferramenta Didática: Ciclo de Rankine é um software que auxilia estudantes das disciplinas de Termodinâmica Básica, Termodinâmica Aplicada, Sistemas Térmicos entre outras disciplinas da Universidade Federal do Oeste da Bahia a resolver questões de forma mais rápida e eficiente. Nesse sentido, o uso do software possibilita obter resultados dos ciclos e propriedades de forma intuitiva devido a interface gráfica de simples e intuitiva.

1.2 Principais Funcionalidades

- Calcular propriedades termodinâmicas;
- Calcular alguns Ciclos de Rankine, como o Simples, com Reaquecimento, Regenerativo e Regenerativo com Reaquecimento.

1.3 Ambientes suportados

- Windows 8 e superiores, 32 e 64 bits

1.4 Como usar este Manual

Este manual foi projetado para ser um recurso abrangente que o guiará através do uso eficaz do Ferramenta Didática: Ciclo de Rankine Cada seção aborda aspectos específicos do software e fornece instruções detalhadas sobre como realizar determinadas tarefas.

1.5 Contato de suporte

Se você tiver alguma dúvida ou precisar de suporte adicional, não hesite em entrar em contato conosco por meio do e-mail: mauricio.a3347@ufob.edu.br.

Nosso software é de código aberto e estamos abertos a novos desenvolvedores que desejam contribuir. Se você está interessado em adicionar novos recursos, corrigir bugs ou melhorar a experiência do usuário, nós valorizamos e encorajamos sua participação. Junte-se a nós e faça parte do nosso esforço para tornar nosso software ainda melhor. No Índice 10 há detalhes de como se torna um desenvolvedor.

2 HOME / CALCULADORA DE PROPRIEDADES

Ferramenta Didática Ciclo de Rankine

Universidade Federal do Oeste da Bahia
Campus Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa
Colegiado de Engenharia Mecânica

Desenvolvido por: Maurício Fernandes

Calculadora de Propriedades

Fluido:

Selecione a propriedade 1: Valor da propriedade 1:

Selecione a propriedade 2: Valor da propriedade 2:

Inicio Simples Reaquecimento Regenerativo Regenerativo Com Reaquecimento Contato Sobre

1. Seleciona qual propriedade deseja buscar.

- Pressão
- Temperatura
- Volume específico
- Energia interna
- Entalpia
- Entropia
- Título

2. Seleciona qual fluido será procurada as propriedades.

Encontra-se como opções:

- 1-Butene
- Acetone
- Ammonia
- Benzene
- CarbonDioxide
- CarbonMonoxid
e
- Ethane
- Ethanol
- Helium
- Hydrogen
- Methane
- Methanol
- Nitrogen
- Oxygen
- Propyne
- R113
- R114
- R115
- R116
- R123
- R124
- R125
- R134a
- R141b
- R142b
- R143a
- R218
- R410A
- Water

3. Seleciona a primeira dependência para buscar a propriedade desejada.

Encontra-se como opções:

- Pressão
- Temperatura
- Volume específico
- Energia interna
- Entalpia
- Entropia
- Título

4. Campo para inserir o valor da primeira dependência.
5. Seleciona a segunda dependência para buscar a propriedade desejada.

Encontra-se como opções:

- Pressão
- Temperatura
- Volume específico
- Energia interna
- Entalpia
- Entropia
- Título

6. Seleciona a segunda dependência para buscar a propriedade desejada.
7. Botão “Calcular” procura a propriedade desejada com os parâmetros inseridos.
8. Botão “Limpar” remove os dados inseridos e encontrados da CALCULADORA DE PROPRIEDADES
9. “MENU” onde encontra mais outras opções do software como Ciclos de Rankine, Informações, Contatos e Responsáveis.

2.4 Exemplo para Calculadora de Propriedades

Os resultados são exibidos na mesma página a qual é inserido os dados para facilitar a visualização do input com output. Por exemplo, para calcular o volume específico:

- 1- Fluido: ‘Water’ / Água
- 2- Propriedade 1: Pressão
- 3- Valor da propriedade 1: 10 kPa
- 4- Propriedade 2: Entropia
- 5- 7 kJ/kg
- 6- Botão Calcular

Ferramenta Didática Ciclo de Rankine

Universidade Federal do Oeste da Bahia
Campus Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa
Colegiado de Engenharia Mecânica

Desenvolvido por: Maurício Fernandes

Calculadora de Propriedades

Fluido: **Water**

Selecione a propriedade 1: **Pressão** Valor da propriedade 1: **10**

Selecione a propriedade 2: **Entropia** Valor da propriedade 2: **7**

CALCULAR **LIMPAR**

	Pressão (kPa)	Temperatura (°C)	Energia interna (kJ/kg)	Entalpia (kJ/kg)	Entropia (kJ/kg K)
Resultado	10.0	45.8063	2093.2046	2217.4352	7.0
Líquido Saturado	10.0	45.8063	191.7958	191.8059	0.6492
Vapor Saturado	10.0	45.8063	2437.1574	2583.8587	8.1488

Menu: Inicio, Simples, Reaquecimento, Regenerativo, Regenerativo Com Reaquecimento, Contato, Sobre

Há três resultados exibidos, o primeiro que calcula o valor real de acordo com a entropia já fazendo a interpolação e os outros nos estados de saturação: líquido saturado e vapor saturado.

Importante ressaltar que para determinar o título de duas propriedades deve-se selecionar *Título* na propriedade desejada, sendo exclusivamente dessa forma. Além disso, ao inserir o valor do título deve se colocar em casas decimais, por exemplo, quando for 80% deve ser inserido 0.8.

Outrossim, todos os números reais com casas decimais são colocados PONTO (.) e não vírgula.

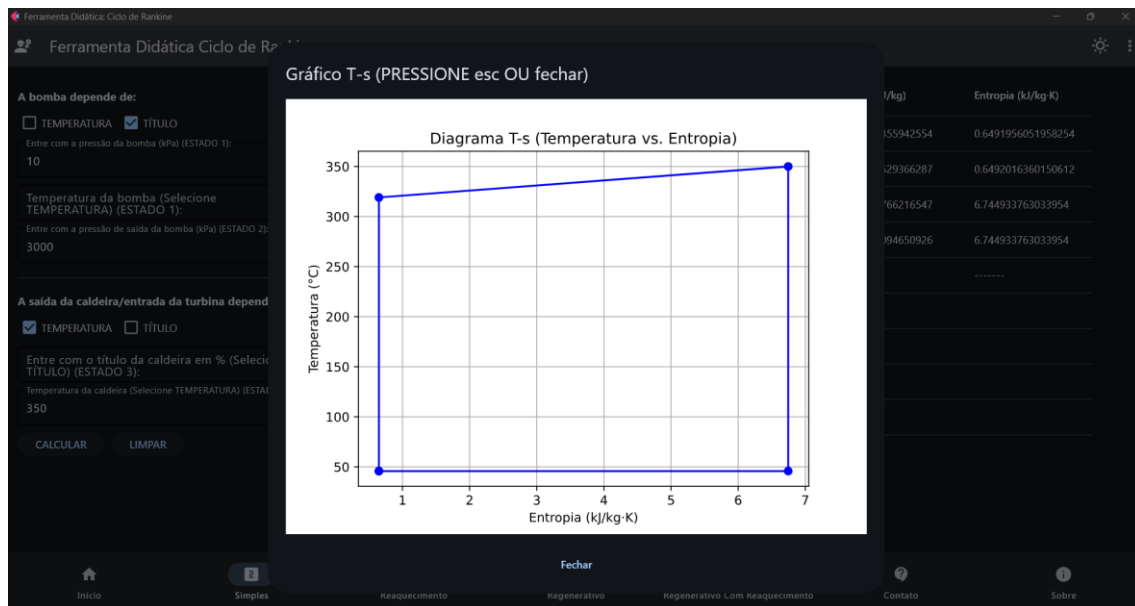
3. CICLO DE RANKINE SIMPLES

3.1 Exemplo Ciclo de Rankine Simples

Exemplo de Ciclo Rankine
Exemplo 10.3 - Çengel 7ª Edição

Considere uma usina a vapor de água operando segundo o ciclo de Rankine ideal. Vapor entra na turbina a 3 MPa e 350 °C e é condensado no condensador à pressão de 10 kPa. Determine (a) a eficiência térmica dessa usina, (b) a eficiência térmica se o vapor for superaquecido a 600 °C e não a 350 °C, e (c) a eficiência térmica se a pressão da caldeira for elevada até 15 MPa enquanto a temperatura na entrada da turbina é mantida a 600 °C.

Aplicando o Exemplo 10.3 na interface:



Ferramenta Didática Ciclo de Rankine

A bomba depende de:

☐ TEMPERATURA ☒ TÍTULO

Entre com a pressão da bomba (kPa) (ESTADO 1):

10

Temperatura da bomba (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 1):

Entre com a pressão de saída da bomba (kPa) (ESTADO 2):

3000

A saída da caldeira/entrada da turbina depende de:

☒ TEMPERATURA ☐ TÍTULO

Entre com o título da caldeira em % (Selecione TÍTULO) (ESTADO 3):

Temperatura da caldeira (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 3):

350

CALCULAR LIMPAR

Estado	Temperatura (°C)	Pressão (kPa)	Entalpia (kJ/kg)	Entropia (kJ/kg·K)
ESTADO 1	45.806328923937826	10.0	191.80594455942554	0.6491956051958254
ESTADO 2	319.0556552547338	3000.0	194.82665529366287	0.6492016360150612
ESTADO 3	350.0	3000.0	3116.0633766216547	6.744933763033954
ESTADO 4	45.806328923937826	10.0	2136.0802094650926	6.744933763033954

Resultados Ciclo

Eficiência	0.3344345390736423
Trabalho da turbina (kJ/kg)	979.9831671565622
Trabalho da bomba (kJ/kg)	-3.0207107342373054
Calor da caldeira (kJ/kg)	2921.2367213279917

Início Simples Reaquecimento Regenerativo Regenerativo Com Reaquecimento Contato Sobre

A seguir é descrito o passo a passo na interpretação da questão e como foi analisado para inserir nos campos.

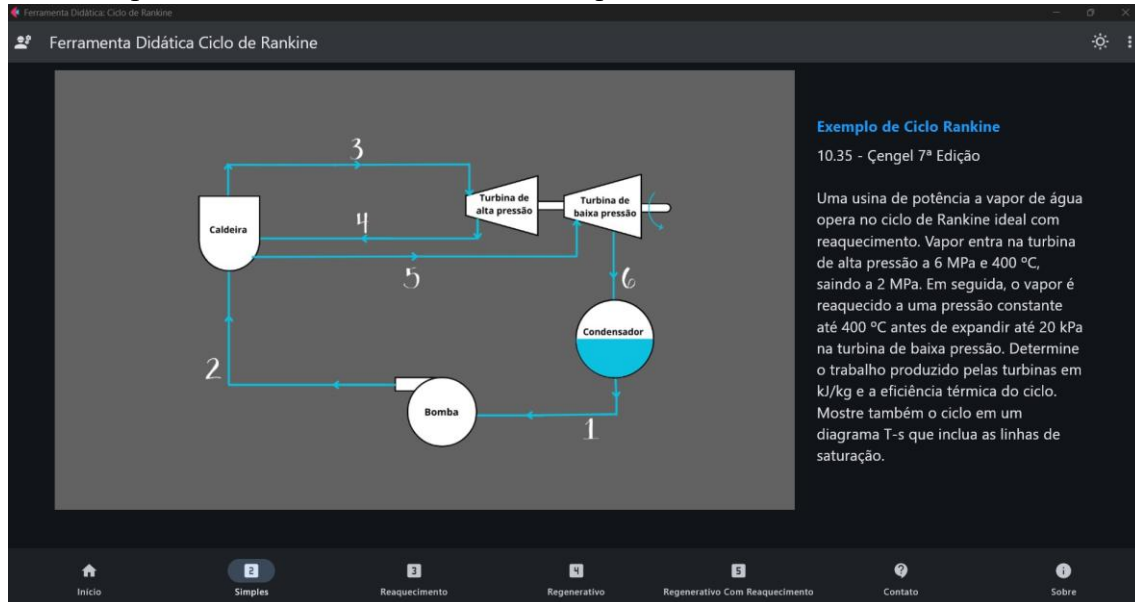
1. Como a questão não menciona temperatura no Estado 1, selecionou Título;
2. A questão menciona que é condensado a 10 kPa, como é um trocador de calor é a pressão constante. Logo, a entrada da bomba (Estado 1) também é 10 kPa;
3. Campo para inserir a temperatura do Estado 1, caso seja selecionado Temperatura;
4. Para o Ciclo de Rankine Simples, a saída da bomba é o Estado de pressão máxima. Logo, para o Estado 2 foi inserido 3000 kPa.
5. A questão menciona que a temperatura entra na turbina a 350 °C, logo é selecionado Temperatura;
6. Campo para inserir o título caso seja selecionado título;
7. Campo para inserir a temperatura, 350 °C (Estado 3);

8. Botão calcular;

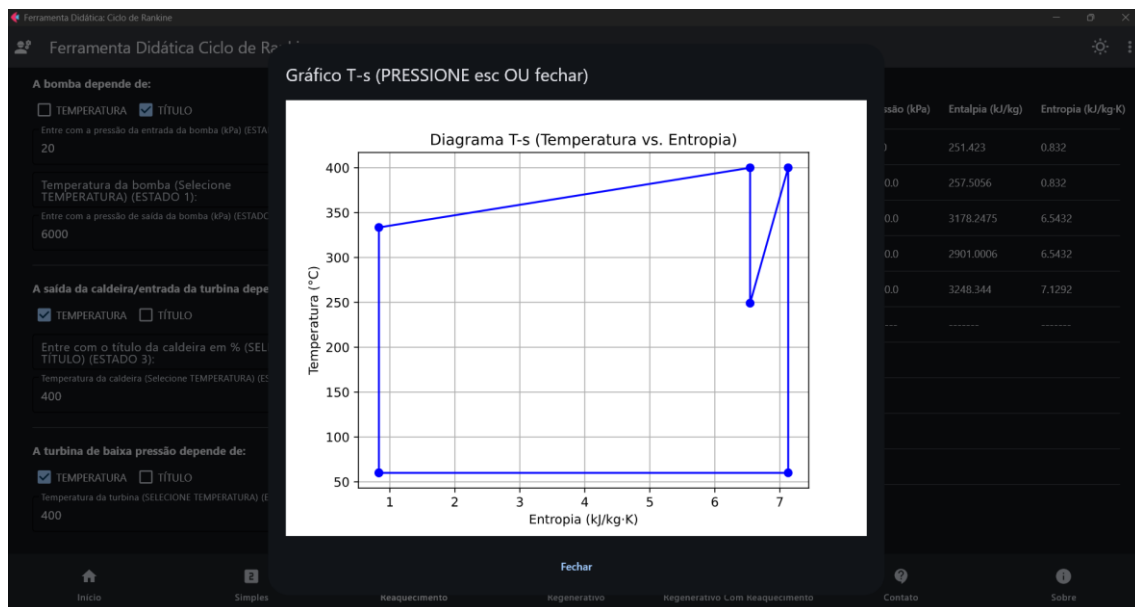
Como resultado é retornado eficiência, trabalho da turbina, trabalho da bomba, calor da caldeira e o gráfico. No exemplo acima, a eficiência encontrada para o ciclo foi em torno de 33,44%.

4. CICLO DE RANKINE REAQUECIMENTO

4.1 Exemplo 1 do Ciclo de Rankine com Reaquecimento



Aplicando o Exemplo 10.35 na interface:



Ferramenta Didática Ciclo de Rankine

A bomba depende de:
☐ TEMPERATURA ☒ TÍTULO
 Entre com a pressão de entrada da bomba (kPa) (ESTADO 1): 20
 Temperatura da bomba (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 1):
 Entre com a pressão de saída da bomba (kPa) (ESTADO 2): 6000
 Entre com o título da turbina em % (SELECIONE TÍTULO) (ESTADO 5):
 Pressão intermediária (kPa) (ESTADO 4): 2000
 CALCULAR OTIMIZAR LIMPAR

A saída da caldeira/entrada da turbina depende de:
☒ TEMPERATURA ☐ TÍTULO
 Entre com o título da caldeira em % (SELECIONE TÍTULO) (ESTADO 3):
 Temperatura da caldeira (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 3): 400

A turbina de baixa pressão depende de:
☒ TEMPERATURA ☐ TÍTULO
 Temperatura da turbina (SELECIONE TEMPERATURA) (ESTADO 5): 400

Estado	Temperatura (°C)	Pressão (kPa)	Entalpia (kJ/kg)	Entropia (kJ/kg K)
ESTADO 1	60.058	20.0	251.423	0.832
ESTADO 2	333.4632	6000.0	257.5056	0.832
ESTADO 3	400.0	6000.0	3178.2475	6.5432
ESTADO 4	249.1259	2000.0	2901.0006	6.5432
ESTADO 5	400.0	2000.0	3248.344	7.1292

Resultados Ciclo

Eficiência	0.358
Trabalho da turbina (kJ/kg)	1175.9111
Trabalho da bomba (kJ/kg)	-6.0826
Calor da caldeira (kJ/kg)	3268.0854

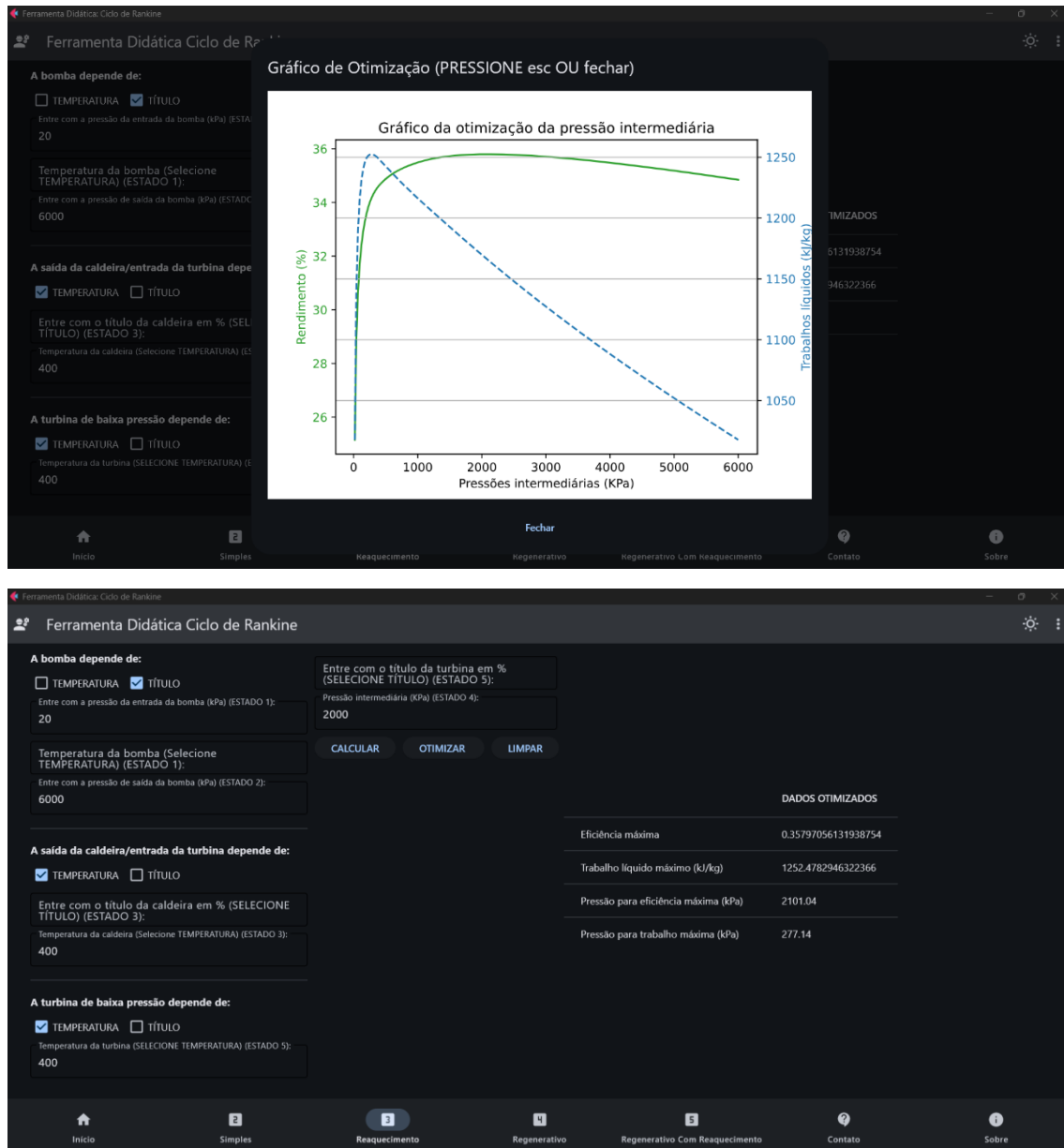
Inicio Simples **3** Reaquecimento Regenerativo Regenerativo Com Reaquecimento Contato Sobre

A seguir é descrito o passo a passo na interpretação da questão e como foi analisado para inserir nos campos.

1. Seleciona a dependência da bomba, como não falou de temperatura, selecionou título;
2. A pressão de entrada da bomba é 20 kPa (Estado 2);
3. Como não foi marcado temperatura, não será considerado temperatura;
4. Campo para pressão de saída da bomba, é onde há a pressão máxima do ciclo, 6000 kPa (Estado 3);
5. Selecionar a dependência da turbina de alta: Foi selecionado temperatura pois a questão indica uma temperatura de 400 °C;
6. Campo não preenchido pois é de título e foi selecionado temperatura;
7. Foi inserido 400 °C para temperatura da turbina de alta;
8. A pressão intermediária ou pressão de saída da turbina de alta para o reaquecimento a questão indica que é 2000 kPa;
9. A dependência da turbina de baixa foi marcada Temperatura;
10. Foi inserido a temperatura de 400 °C;
11. Como foi selecionado temperatura na dependência de turbina de baixa, foi deixado em branco;
12. Botão calcular.

O resultado retornado foi de 35,79% para eficiência, 1175 kJ/kg para o trabalho da turbina, -6 kJ/kg para o trabalho da bomba, 3268 kJ/kg para o calor da caldeira além do gráfico gerado.

Outra opção para esse ciclo é a otimização da pressão intermediária dada acionada pelo botão Otimizar. Ao otimizar o ciclo do exemplo acima, temos:



A eficiência máxima encontrada foi de 35,797% e o ponto de pressão intermediária para essa eficiência foi de 2101,040 kPa. É possível observar que para a eficiência máxima tem uma diferença pequena comparado ao resultado encontrado com o exemplo. No entanto, como é uma questão do livro, geralmente as pressões intermediárias consideram próximo da eficiência máxima. Além disso, é possível utilizar outros exemplos para analisar a otimização de forma mais clara.

4.2 Exemplo 2 do Ciclo de Rankine com Reaquecimento

- 1- Altere 20 kPa por 10 kPa;
- 2- Altere a pressão máxima, 6000 kPa para 4000 kPa;
- 3- Mantém as temperaturas;
- 4- Altere a pressão intermediária de 2000 kPa para 400 kPa.

Ao clicar em calcular, obtemos:

Ferramenta Didática: Ciclo de Rankine

Ferramenta Didática Ciclo de Rankine

A bomba depende de:

☐ TEMPERATURA

☒ TÍTULO

Entre com a pressão de entrada da bomba (kPa) (ESTADO 1):
20

Temperatura da bomba (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 1):
Entre com a pressão de saída da bomba (kPa) (ESTADO 2):
4000

A saída da caldeira/entrada da turbina depende de:

☒ TEMPERATURA

☐ TÍTULO

Entre com o título da caldeira em % (SELECIONE TÍTULO) (ESTADO 3):
Temperatura da caldeira (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 3):
400

A turbina de baixa pressão depende de:

☒ TEMPERATURA

☐ TÍTULO

Temperatura da turbina (SELECIONE TEMPERATURA) (ESTADO 5):
400

Entre com o título da turbina em % (SELECIONE TÍTULO) (ESTADO 5):
Pressão intermediária (kPa) (ESTADO 4):
400

CALCULAR

OTIMIZAR

LIMPAR

Estado	Temperatura (°C)	Pressão (kPa)	Entalpia (kJ/kg)	Entropia (kJ/kg K)
ESTADO 1	60.058	20.0	251.423	0.832
ESTADO 2	333.3775	4000.0	255.4713	0.832
ESTADO 3	400.0	4000.0	3214.4727	6.7714
ESTADO 4	143.6084	400.0	2686.3212	6.7714
ESTADO 5	400.0	400.0	3273.9099	7.9002
-----	-----	-----	-----	-----
Resultados Ciclo				
Eficiência	0.3359			
Trabalho da turbina (kJ/kg)	1195.4533			
Trabalho da bomba (kJ/kg)	-4.0483			
Calor da caldeira (kJ/kg)	3546.5902			

Início

Simples

3

Reaquecimento

4

Regenerativo

5

Regenerativo Com Reaquecimento

6

Contato

7

Sobre

Ao realizar o cálculo com as alterações indicadas acima, obteve-se uma eficiência de 33,593%, 1195,453 kJ/kg de trabalho da turbina, -4,048 kJ/kg de trabalho da bomba, 3546,59 kJ/kg de calor da caldeira e o gráfico do diagrama T-s.

O intuito é avaliar a função otimizar para obter a pressão intermediária que corresponde a maior eficiência e o maior trabalho líquido. Nesse sentido, com os parâmetros acima, ao clicar o botão otimizar, temos:

Ferramenta Didática: Ciclo de Rankine

Ferramenta Didática Ciclo de Rankine

A bomba depende de:

☐ TEMPERATURA

☒ TÍTULO

Entre com a pressão da entrada da bomba (kPa) (ESTADO 1):
20

Temperatura da bomba (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 1):
Entre com a pressão de saída da bomba (kPa) (ESTADO 2):
4000

Entre com o título da turbina em % (SELECIONE TÍTULO) (ESTADO 5):
Pressão intermediária (kPa) (ESTADO 4):
400

CALCULAR

OTIMIZAR

LIMPAR

A saída da caldeira/entrada da turbina depende de:

☒ TEMPERATURA

☐ TÍTULO

Entre com o título da caldeira em % (SELECIONE TÍTULO) (ESTADO 3):
Temperatura da caldeira (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 3):
400

A turbina de baixa pressão depende de:

☒ TEMPERATURA

☐ TÍTULO

Temperatura da turbina (SELECIONE TEMPERATURA) (ESTADO 5):
400

DADOS OTIMIZADOS

Eficiência máxima	0.34203334758872517
Trabalho líquido máximo (kJ/kg)	1199.0191527936095
Pressão para eficiência máxima (kPa)	1233.9
Pressão para trabalho máxima (kPa)	246.86

Início

Simples

3

Regenerativo

5

Regenerativo Com Reaquecimento

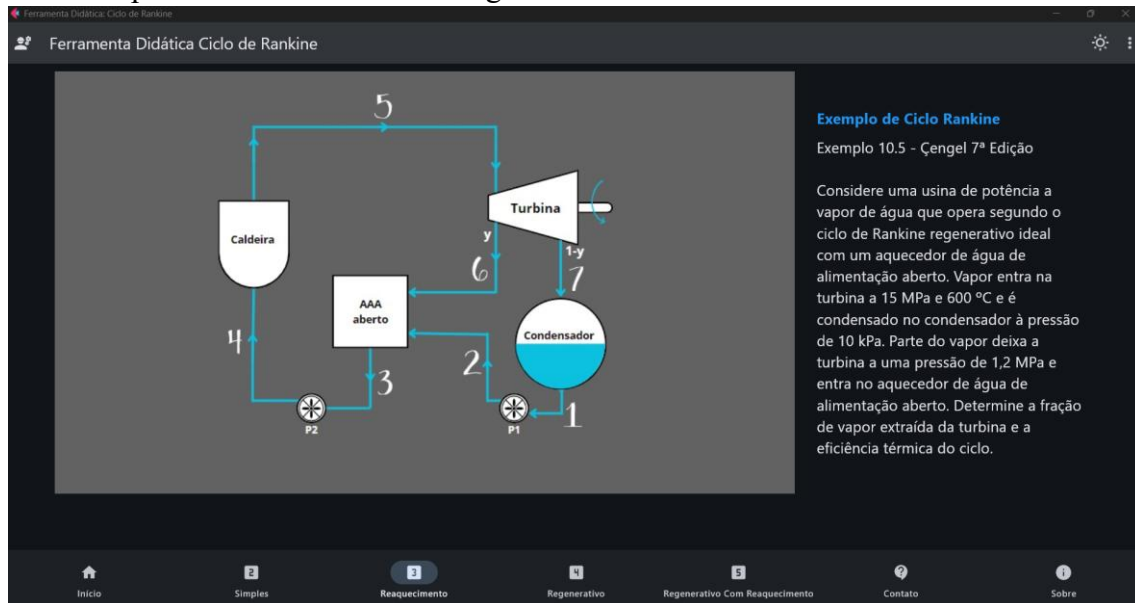
Contato

Sobre

Como resultado, obteve-se uma eficiência máxima de 34,203% no ponto de pressão intermediária de 1233,9 kPa e um trabalho líquido máximo de 1199,019 kJ/kg no ponto de pressão intermediária de 246,86 kPa.

5. CICLO DE RANKINE REGENERATIVO

5.1 Exemplo do Ciclo de Rankine Regenerativo



Aplicando na interface:

A interface da Ferramenta Didática Ciclo de Rankine apresenta os seguintes campos de entrada e resultados:

A bomba depende de:

- ☐ TEMPERATURA ☒ TÍTULO
- Entre com a pressão da entrada da bomba (kPa) (ESTADO 1): 10
- Temperatura da bomba (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 1):
- Entre com a pressão de saída da bomba (kPa) (ESTADO 2): 1200

A Bomba 2 depende de:

- ☐ ENTALPIA PELA 1ª LEI NO AQUECEDOR ☒ TÍTULO
- Entre com a fração y (SELECIONE A PRIMEIRA LEI):

A turbina de baixa pressão depende de:

- ☒ TEMPERATURA ☐ TÍTULO
- Temperatura da turbina (SELECIONE TEMPERATURA) (ESTADO 5): 600

Entre com o título da turbina em % (SELECIONE TÍTULO) (ESTADO 5): 15000

Pressão da turbina de saída (kPa) (ESTADO 5): 15000

Resultados Ciclo

Estado	Temperatura (°C)	Pressão (kPa)	Entalpia (kJ/kg)	Entropia (kJ/kg K)
ESTADO 1	45.8063	10.0	191.8059	0.6492
ESTADO 2	45.8457	1200.0	193.0082	0.6492
ESTADO 3	187.9567	1200.0	798.3287	2.2159
ESTADO 4	190.017	15000.0	814.04	2.2161
ESTADO 5	600.0	15000.0	3583.1318	6.6796
ESTADO 6	217.1262	1200.0	2858.7789	6.6796
ESTADO 7	45.8063	10.0	2115.2383	6.6796

Resultados Ciclo

Eficiência	0.4631
Trabalho da turbina (kJ/kg)	1299.0566
Trabalho da bomba (kJ/kg)	-16.6406
Calor da caldeira (kJ/kg)	2769.0917
Fração Y	0.2271

A seguir é descrito o passo a passo na interpretação da questão e como foi analisado para inserir nos campos.

1. Como não menciona nada sobre temperatura no Estado 1, é selecionado título;
2. A questão menciona que é condensado a 10 kPa, como é um trocador de calor é pressão constante. Logo, a pressão que entra na Bomba 1 (Estado 1) é 10 kPa;
3. Caso seja selecionado Temperatura, campo para inserir a temperatura;

4. Pressão de saída da Bomba 1, pelo diagrama, a saída da bomba vai para uma AAA aberto o qual é misturado a pressão constante. Portanto, se parte do vapor sai a 1200 kPa, é mesma pressão do Estado 2;
5. Dependência da Bomba 2, como a questão solicita a fração y , considera-se título;
6. Campo caso seja marcado para resolver a questão pela Primeira Lei no Aquecedor fornecendo o valor da fração y ;
7. Dependência da turbina, como a questão menciona a temperatura que entra na turbina, seleciona Temperatura;
8. Campo para inserir a pressão (máxima) que entra na turbina;
9. Campo para inserir a temperatura que entra na turbina;
10. Campo para inserir o título, caso seja selecionado Título na dependência da turbina;
11. Botão para calcular o ciclo
12. Botão para limpar os dados preenchidos e os resultados.

Como resultado, obteve-se a eficiência de 46,31%, o trabalho da turbina de 1299 kJ/kg, o trabalho da bomba de -16,64 kJ/kg, o calor da caldeira de 2769 kJ/kg e a fração y de 0,227.

6. CICLO DE RANKINE REGENERATIVO COM REAQUECIMENTO

6.1 Exemplo do Ciclo de Rankine Regenerativo com Reaquecimento

Exemplo de Ciclo Rankine

10-60 - Çengel 7ª Edição

Uma usina de potência a vapor opera no ciclo de Rankine com reaquecimento e regeneração com um aquecedor de água de alimentação fechado. Vapor entra na turbina a 8 MPa e 500 °C com uma vazão de 15 kg/s e é condensado no condensador a uma pressão de 20 kPa. O vapor é reaquecido a 3 MPa até 500 °C. Parte do vapor, extraído da turbina de baixa pressão a 1,0 MPa, é completamente condensado no aquecedor de água de alimentação e bombeado até 8 MPa antes de se misturar à água de alimentação à mesma pressão. Considerando uma eficiência isentrópica de 88% para a turbina e para a bomba, determine (a) a temperatura do vapor na entrada do aquecedor de água de alimentação, (b) o fluxo de massa do vapor extraído da turbina para o aquecedor de água de alimentação, (c) a potência líquida e (d) a eficiência térmica.

Respostas: (a) 350 °C; (b) 2,64 kg/s; (c) 16,2 MW; (d) 36,7%.

🏠 Início
2 Simples
3 Reaquecimento
4 Regenerativo
5 Regenerativo Com Reaquecimento
🔍 Contato
📄 Sobre

Aplicando o Exemplo na interface, temos:

Ferramenta Didática Ciclo de Rankine

Entre com a vazão mássica do ciclo:
15

A bomba depende de:
☐ TEMPERATURA ☒ TÍTULO
 Entre com a pressão da entrada da bomba (kPa) (ESTADO 1):
20
 Temperatura da bomba (Selecione TEMPERATURA) (ESTADO 1):
Entre com a pressão de saída da bomba (kPa) (ESTADO 2):
8000

A Bomba 2 depende de:
☐ TEMPERATURA ☒ TÍTULO
 Entre com a pressão de entrada da bomba 2 (Estado 3):
1000
 Entre com a temperatura de saída da bomba 2:
8000

A turbina de alta pressão depende de:
☒ TEMPERATURA ☐ TÍTULO
 Temperatura da turbina (SELECIONE TEMPERATURA) (ESTADO 5):
500

A turbina de baixa pressão depende de:
☒ TEMPERATURA ☐ TÍTULO
 Entre com o título da turbina em % (SELECIONE TÍTULO) (ESTADO 7):
Temperatura da turbina (SELECIONE TEMPERATURA) (ESTADO 7):
500

Entre com as eficiências isentrópicas das bombas e turbinas
 Entre com a eficiência isentrópica das bombas:
88
 Entre com a eficiência isentrópica das turbinas:
88

Resultados do Ciclo

Eficiência	0.3659
Trabalho da turbina	16343.6857
Trabalho da bomba	-137.6787
Fluxo de massa extraído da turbina (kg/s)	2.6366
Calor da caldeira	44288.4586
Fração Y	0.1758
Temperatura Estado 8	349.8651
Potência Líquida	16206.007

Botões: CALCULAR, LIMPAR

Barra de Navegação: Início, Simples, Reaquecimento, Regenerativo, Regenerativo Com Reaquecimento (selecionado), Contato, Sobre

A seguir é descrito o passo a passo na interpretação da questão e como foi analisado para inserir nos campos.

1. O campo é preenchido com a vazão mássica de 15 kg/s;
2. Como não menciona temperatura no Estado 1, foi selecionado Título;
3. A pressão do condensador é 20 kPa, como é trocador de calor, é a mesma que entra na bomba 1;
4. Campo para inserir a temperatura do Estado 1, caso seja selecionado Temperatura;
5. Campo para inserir a pressão de saída da Bomba 1, observa que o trocador de calor é fechado, logo não há mistura de fluidos. Portanto, considera que as pressões permanecem constantes;
6. Como não menciona temperatura, seleciona Título para dependência da Bomba 2;
7. Campo para inserir a pressão de entrada da Bomba 2, a pressão de entrada da bomba 2 é igual a pressão do Estado 8 porque as pressões permanecem constantes no trocador de calor fechado;
8. Campo para inserir a temperatura, caso seja selecionado Temperatura na dependência da Bomba 2;
9. Selecionar a dependência da turbina de alta pressão, como a questão menciona temperatura, selecionou Temperatura;
10. Campo para inserir o valor da temperatura da turbina de alta pressão;
11. Campo para inserir o título da turbina de alta pressão, caso seja selecionado Título;
12. Campo para inserir a pressão de reaquecimento;
13. Selecionar dependência da turbina de baixa pressão, como a questão menciona temperatura de reaquecimento, seleciona Temperatura;
14. Campo para inserir o valor da Temperatura de reaquecimento;
15. Campo para inserir o título da turbina de baixa pressão, caso seja selecionado Título na dependência;

16. Campo para inserir a eficiência isentrópica da turbina;
17. Campo para inserir a eficiência isentrópica da bomba;
18. Botão para calcular o ciclo.

Como resultado, obteve-se a Temperatura do Estado 8: 349,865 °C, o fluxo de massa extraído: 2,637 kg/s, Eficiência do ciclo: 36,592%, Potência líquida: 16,206 MW.

7. UNIDADES

A Tabela 1 abaixo apresenta as unidades e a forma de cada propriedade.

PROPRIEDADE	UNIDADE
Pressão	kPa
Temperatura	°C
Volume específico	m³/kg
Energia interna	kJ/kg
Entalpia	kJ/kg
Entropia	kJ/kg
Título	Porcentagem ou decimal
Vazão mássica	Kg/s
Potência	kW ou MW

8. DESENVOLVIMENTO E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

8.1 Back-End

Python foi a linguagem escolhida para desenvolver o back-end deste software devido à sua flexibilidade, eficiência e vasta gama de bibliotecas disponíveis. Integrações cruciais foram realizadas utilizando bibliotecas como CoolProp, Matplotlib e NumPy para cálculos, visualizações e manipulação de dados. Especificamente, a biblioteca CoolProp desempenhou um papel fundamental ao fornecer propriedades termodinâmicas necessárias para os cálculos realizados pelo software. Utilizando dados precisos e atualizados, o CoolProp permitiu que o sistema realizasse análises termo-fluidodinâmicas precisas e confiáveis, contribuindo assim para a qualidade dos resultados obtidos.

8.2 Front-End

O Flet foi a tecnologia escolhida para desenvolver a interface gráfica de usuário deste software. O Flet oferece uma abordagem moderna e simplificada para a criação de GUIs, permitindo o desenvolvimento de interfaces responsivas diretamente em Python, sem a necessidade de HTML, CSS ou JavaScript. Sua integração nativa com a linguagem facilitou a implementação dos componentes visuais, proporcionando um fluxo de trabalho ágil e intuitivo. Além disso, o Flet permite a criação de interfaces funcionais e esteticamente agradáveis, garantindo uma experiência de usuário otimizada e compatível com diferentes dispositivos e plataformas.

9. VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO SOFTWARE

Esta seção destina-se a fornecer uma visão clara das capacidades do software, bem como suas limitações, para que os usuários possam entender completamente o que esperar ao utilizá-lo.

9.1 Vantagens do Software

- Respostas rápidas dos ciclos suportados;
- Propriedades termodinâmicas de forma rápida;
- Auxilia nos estudos;
- Interface mais acessível para os usuários comparado à software como EES;
- Ser aberto para novos desenvolvedores.

9.2 Limitações do Software

- Não ter opção para suportar ciclos não nativos;
- Não adicionar vazão mássica em todos os ciclos;
- Não calcular entropias reais em todos os ciclos.

10. COMO SE TORNAR UM DESENVOLVEDOR DO SOFTWARE

10.1 Contato Inicial

Entre em contato conosco através do e-mail: mauricio.a3347@ufob.edu.br, expressando seu interesse em se tornar um desenvolvedor colaborador do nosso projeto.

10.2 Apresentação da Ideia:

Apresente sua ideia para adicionar novos recursos, corrigir bugs ou melhorar a experiência do usuário. Descreva detalhadamente a proposta, incluindo sua relevância para o projeto e os benefícios esperados.

10.3 Habilidades em Programação

Demonstre suas habilidades em programação. Forneça informações sobre sua experiência anterior, projetos relevantes e linguagens de programação que você domina. Se possível, forneça exemplos de seu trabalho anterior ou um portfólio online.

10.4 Revisão e Avaliação:

Nossa equipe revisará sua proposta e avaliará suas habilidades em programação. Se sua proposta for considerada relevante e suas habilidades atenderem às nossas necessidades, entraremos em contato para discutir os próximos passos.

10.5 Colaboração e Desenvolvimento:

Se selecionado, você se tornará um membro da equipe de desenvolvimento e receberá acesso aos recursos necessários para contribuir para o projeto. Trabalharemos juntos para implementar sua ideia e garantir que ela atenda aos padrões de qualidade do projeto.

10.6 Feedback e Melhorias Contínuas:

Após a implementação da sua contribuição, incentivamos o feedback contínuo e colaboração para aprimorar ainda mais o projeto. Estamos comprometidos em criar um ambiente de desenvolvimento colaborativo e gratificante para todos os membros da nossa equipe.

A etapa 10.3 não é crucial para ser desenvolvedor, apenas um diferencial. Se estiver comprometido em fazer parte do projeto, não precisa saber programação desde que esteja comprometido em aprender.

Se você estiver interessado em se tornar um desenvolvedor colaborador do nosso projeto, não hesite em entrar em contato conosco para iniciar o processo de colaboração. Estamos ansiosos para trabalhar com você e fazer avanços significativos no nosso projeto junto.

REFERÊNCIAS

BOLES, M.; ÇENGEL, Y. Termodinâmica. 7ª edição. **São Paulo: AMGH Editora**, p. 6-7, 2013.

BELL, I. H.; WRONSKI, J.; QUOILIN, S.; LEMORT, V. Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 53, n. 6, p. 2498-2508, 2014. DOI: 10.1021/ie4033999.