

DSOySP

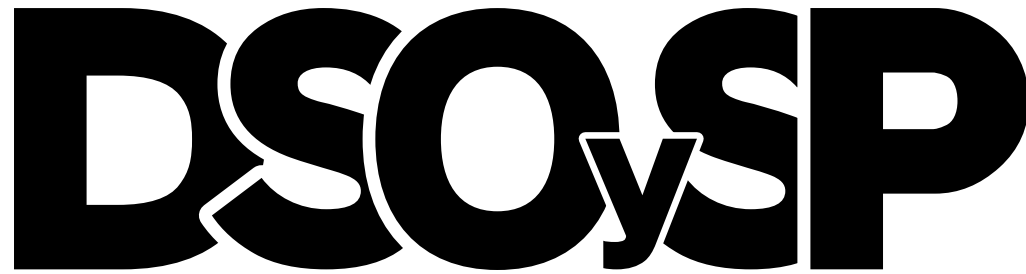
Módulos de DWSIM (I)

Intercambiadores de calor, Compresores,
Expansores, Válvulas y Bomba.
Bloques de control, ajuste y recicló

Profesor: Dr. Nicolás J. Scenna

JTP: Dr. Néstor H. Rodríguez

Aux. 1ra: Dr. Juan I. Manassaldi



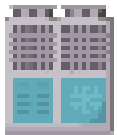
Intercambiadores de calor en DWSIM

Profesor: Dr. Nicolás J. Scenna
JTP: Dr. Néstor H. Rodríguez
Aux. 1ra: Dr. Juan I. Manassaldi

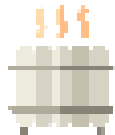
Introducción

Nos centraremos en tres módulos para representar equipos de transferencia de calor:

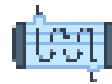
- Cooler (Simple cooler model): Es un equipo simple, permite conocer cuál es la energía necesaria para enfriar una corriente.
- Heater (Simple heater model): Es un equipo simple, permite conocer cuál es la energía necesaria para calentar una corriente.
- Heat Exchanger (Rigorous Heat Exchanger model): Modelo riguroso de un intercambiador de calor de tubo y coraza. El intercambio de energía se da entre dos corrientes.



Cooler



Heater



Heat Exchanger

Cooler



Cooler

CL-1 (Cooler)

General Info

Object

CL-1

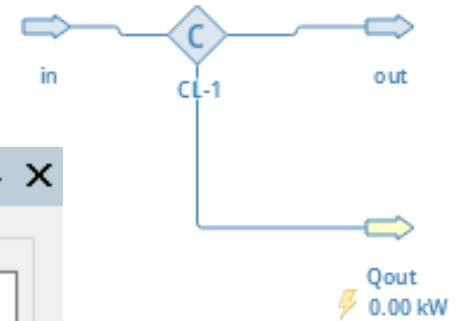
Status

Calculated (18/06/2025 9:34:01)

Linked to

Connections

Inlet Stream	in		
Outlet Stream	out		
Energy Stream (Primary)	Qout		
Energy Stream (Secondary)			



Se deben conectar una corriente de entrada, una de salida y una corriente energética de salida

Como cualquier equipo de DWSIM se debe establecer un nombre y conectar las corrientes que intervienen

Parámetros de cálculo (cooler)

Tipo de algoritmo de calculo

Caída de presión en el equipo

Eficiencia del intercambio

Temperatura de salida de la corriente

Cambio de Temperatura en el equipo

Fracción de vapor a la salida

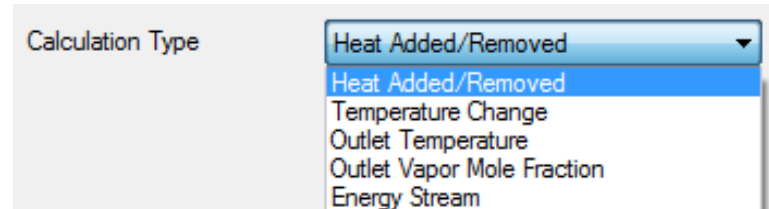
Calor extraído en el enfriamiento

Calculation Parameters		
Calculation Type	Heat Added/Removed ▼	
Pressure Drop	0	Pa ▼
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	298.15	K ▼
Temperature Change	2.1796155E-06	K. ▼
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	0	kW ▼

La caída de presión y la eficiencia deben definirse en primer lugar y son independientes del tipo de algoritmo de cálculo seleccionado.

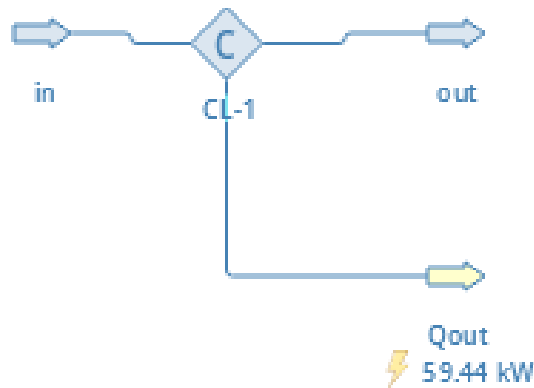
Algoritmos de cálculo para un enfriador

- Heat Added/Removed: Se debe ingresar el calor que se desea extraer y a partir de éste se calculan las condiciones de salida de la corriente.
- Temperature Change: Se debe ingresar el cambio de temperatura que se desea y a partir de éste se calculan las condiciones de salida de la corriente y el calor necesario.
- Outlet Temperature: Se debe ingresar la temperatura de salida y a partir de ésta se calculan las condiciones de salida de la corriente y el calor necesario.
- Outlet Vapor Mole Fraction: Se debe ingresar la fracción de vapor de salida y a partir de ésta se calculan las condiciones de salida de la corriente y el calor necesario.
- Energy Stream: El calor que se desea extraer corresponde al valor de la corriente de energía (No disponible actualmente para enfriadores).



Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de 1 kg/s de Agua a 450 K y 1 atm

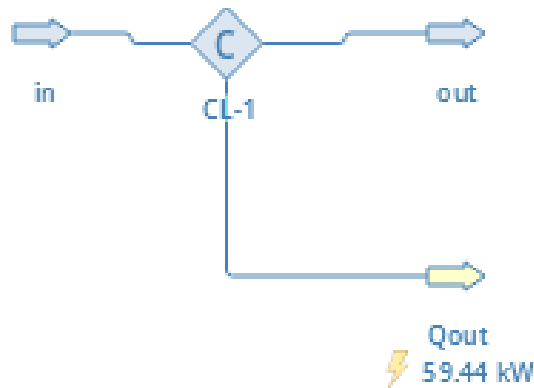


Calculation Parameters		
Calculation Type	Heat Added/Removed ▼	
Pressure Drop	0	Pa ▼
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	420	K ▼
Temperature Change	-30	K. ▼
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	59.438444	kW ▼

Al seleccionar el algoritmo de “Heat Added/Removed” solo permite ingresar el valor del calor extraído

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de 1 kg/s de Agua a 450 K y 1 atm



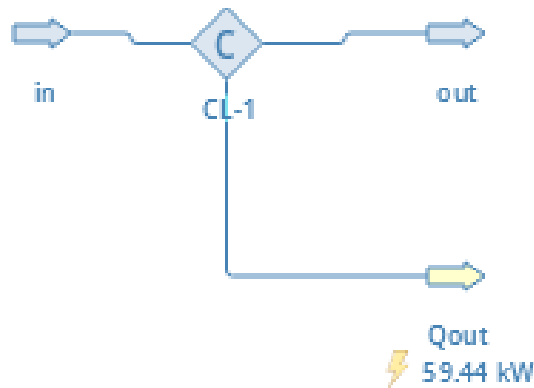
Calculation Parameters

Calculation Type	Temperature Change ▼	
Pressure Drop	0	Pa ▼
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	420	K ▼
Temperature Change	-30	K ▼
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	59.438444	kW ▼

Al seleccionar el algoritmo “Temperature Change” solo permite ingresar el valor del cambio de temperatura.

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de 1 kg/s de Agua a 450 K y 1 atm



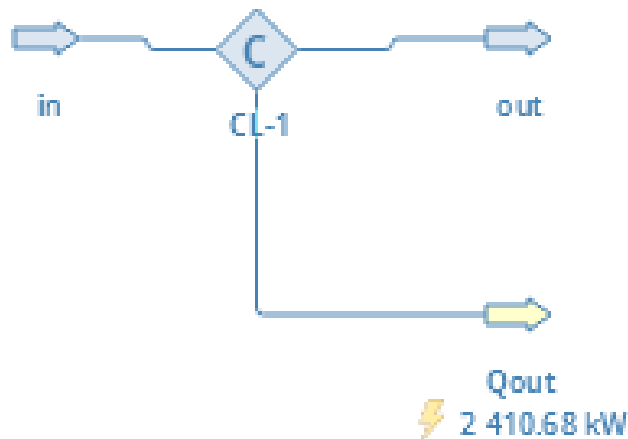
Calculation Parameters

Calculation Type	Outlet Temperature ▼	
Pressure Drop	0	Pa ▼
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	420	K ▼
Temperature Change	-30	K ▼
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	59.438444	kW ▼

Al seleccionar el algoritmo “Outlet Temperature” solo permite ingresar el valor de la temperatura de salida.

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de 1 kg/s de Agua a 450 K y 1 atm



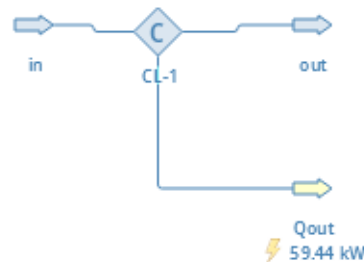
Calculation Parameters

Calculation Type	Outlet Vapor Mole Fraction ▼	
Pressure Drop	0	Pa ▼
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	373.1243	K ▼
Temperature Change	-76.8757	K. ▼
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	2410.6813	kW ▼

Al seleccionar el algoritmo “Outlet Vapor Mole Fraction” solo permite ingresar el valor de la fracción de vapor de la corriente de salida. En este ejemplo el agua saldrá como liquido saturado.

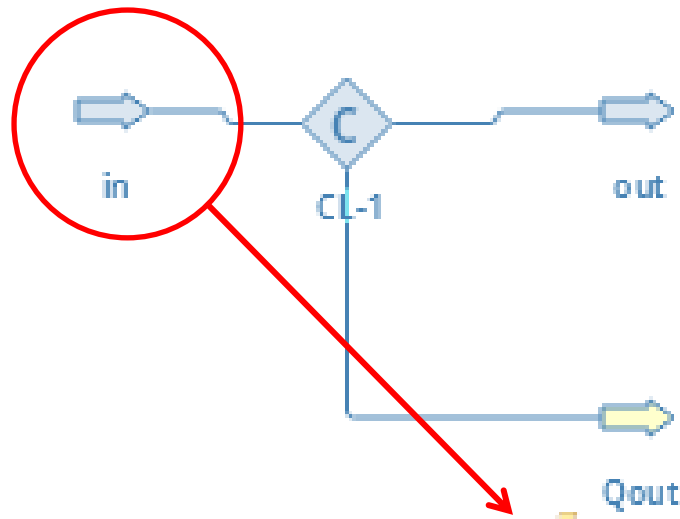
Algunas cuestiones para recordar y discutir

- DWSIM es un simulador del tipo modular secuencial puro. Para poder calcular las salidas de un equipo sus entradas deben estar perfectamente definidas.
- Supongamos que se conocen las condiciones de salida de un equipo y se desean conocer las de entrada (sentido inverso de calculo). ¿Es posible encontrar esta solución en un simulador modular secuencial puro como DWSIM?
- Ejemplo: Se dispone de una corriente Agua a 60 °C y se la desea enfriar hasta 30 °C. El equipo de enfriamiento solo puede aportar 500 kW. ¿Qué caudal de agua se va a poder enfriar?



Ejemplo

Se dispone de una corriente Agua a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se la desea enfriar hasta $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ambas a 1 atm). El equipo de enfriamiento solo puede aportar 500 kW . ¿Qué caudal de agua se va a poder enfriar?



La corriente de entrada no está completamente definida porque no conocemos su caudal.

¿Qué hacemos?

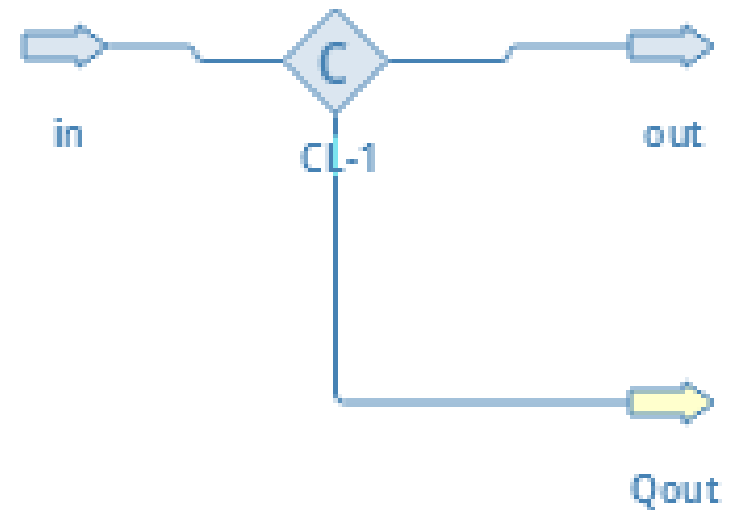
Ejemplo (estrategia de resolución)

Estrategia 1:

- Se define un caudal de entrada (1 kg/s).
- En el cooler se selecciona el algoritmo “Outlet Temperature” y se establece 30 °C como salida.

Calculation Parameters

Calculation Type	Outlet Temperature	
Pressure Drop	0	Pa
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	303.15	K
Temperature Change	-30	K.
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	125.38902	kW

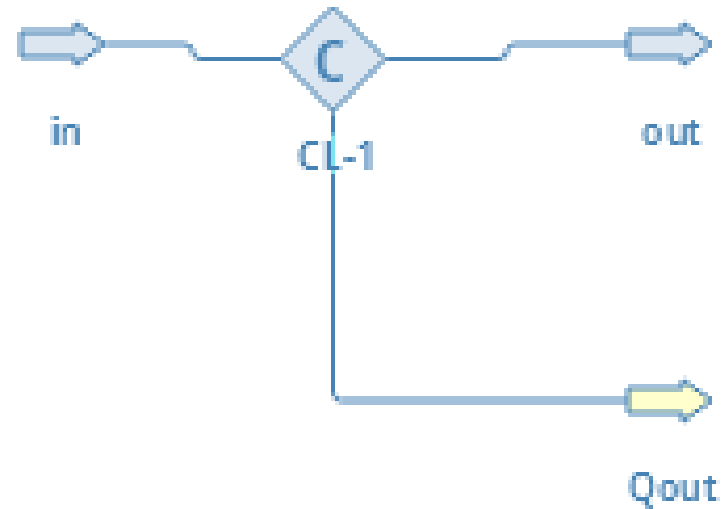


Habíamos elegido 1 kg/s
¿Es mucho o poco caudal?

Ejemplo (estrategia de resolución)

Calculation Parameters

Calculation Type	Outlet Temperature	
Pressure Drop	0	Pa
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	303.15	K
Temperature Change	-30	K.
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	125.38902	kW



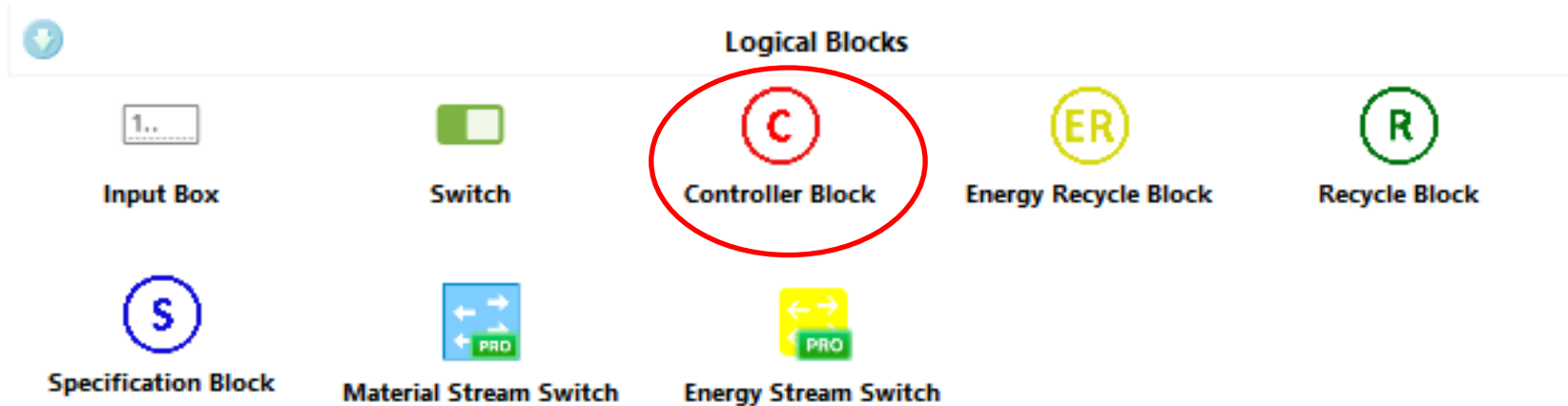
Para encontrar la solución del problema se debe variar el caudal de entrada hasta que el calor intercambiado sea de 500 kW

Variando de manera manual el caudal:

1 kg/s	125.389 kW
3 kg/s	376.167 kW
4 kg/s	501.556 kW
3.99 kg/s	500.3022 kW

Ejemplo (estrategia de resolución)

- Realizar esta búsqueda de manera manual resulta engorrosa por lo que el software cuenta con herramientas que automatizan este proceso.
- El modulo “Controller Block” permite manipular una variable hasta que otra tome un valor deseado.
- Para el ejemplo se debe manipular el caudal de la corriente de entrada hasta que el calor intercambiado en el enfriado se de 500 kW



Controller Block



Controller Block

General Info

Object 

Linked Objects

Manipulated Object

Manipulated Property

Current Value

Controlled Object

Controlled Property

Current Value

☐ **Reference Object**

Reference Property

Current Value

Parameters

☐ Converge/Solve with Flowsheet Solver

Set-Point/Offset (Controlled Property)

Tolerance (Maximum Error)

Control Panel

Parameters

Convergence method

Maximum iterations

Step size

Tolerance

Max/Min Limits

Nombre del bloque

Variable para manipular

Variable que se desea ajustar

Valor que se desea obtener de la variable a ajustar desde una referencia (opcional)

Valor que se desea obtener de la variable a ajustar desde un dato manual (opcional)

Solución del ejemplo

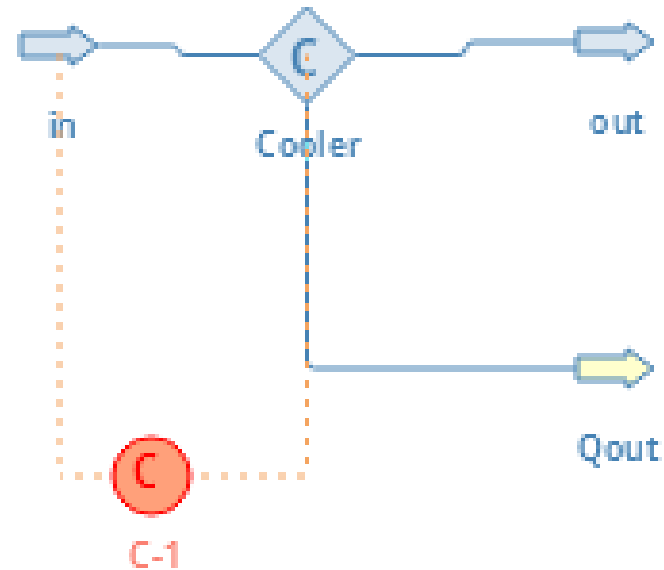
Linked Objects

Manipulated Object	in
Manipulated Property	Mass Flow
Current Value	1 kg/s
Controlled Object	Cooler
Controlled Property	Heat Removed
Current Value	125.389 (+124.389) kW
☐ Reference Object	
Reference Property	
Current Value	

Parameters

☐ Converge/Solve with Flowsheet Solver

Set-Point/Offset (Controlled Property)	500
Tolerance (Maximum Error)	0.0001



Objeto para manipular: Corriente "In"
Propiedad que se va a manipular: Flujo másico
Valor actual de la propiedad: 1 kg/s

Solución del ejemplo

Linked Objects

Manipulated Object:

Manipulated Property:

Current Value: 1 kg/s

Controlled Object:

Controlled Property:

Current Value: 125.389 (+124.389) kW

☐ Reference Object:

Reference Property:

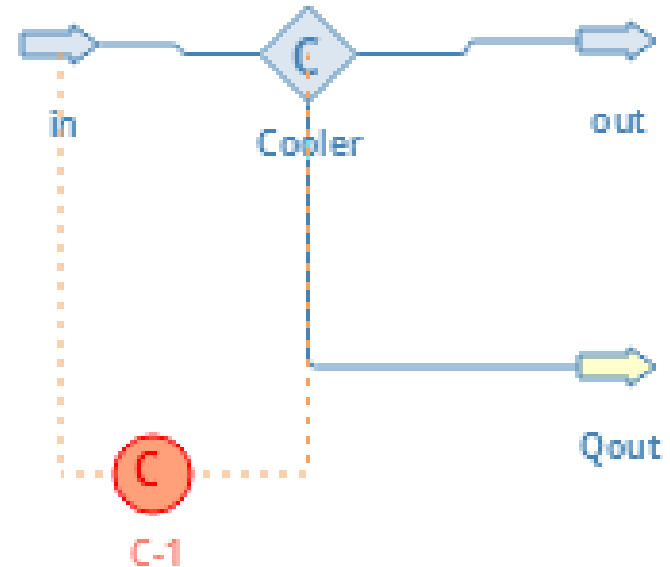
Current Value:

Parameters

☐ Converge/Solve with Flowsheet Solver

Set-Point/Offset (Controlled Property):

Tolerance (Maximum Error):



Objeto para controla: Equipo “cooler”

Propiedad que se va a controlar: Calor extraído

Valor actual de la propiedad: 125.38902 kW

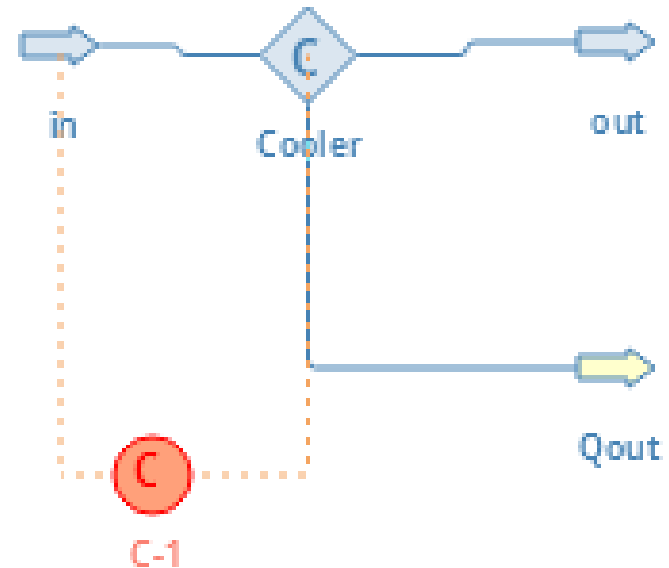
Solución del ejemplo

Linked Objects

Manipulated Object	in
Manipulated Property	Mass Flow
Current Value	1 kg/s
Controlled Object	Cooler
Controlled Property	Heat Removed
Current Value	125.389 (+124.389) kW
☐ Reference Object	
Reference Property	
Current Value	

Parameters

☐ Converge/Solve with Flowsheet Solver	
Set-Point/Offset (Controlled Property)	500
Tolerance (Maximum Error)	0.0001



Valor deseado de la propiedad controlada: 500 kW
Tolerancia: 0.0001

Solución del ejemplo

Linked Objects

Manipulated Object: in

Manipulated Property: Mass Flow

Current Value: 1 kg/s

Controlled Object: Cooler

Controlled Property: Heat Removed

Current Value: 125.389 (+124.389) kW

☐ Reference Object

Reference Property

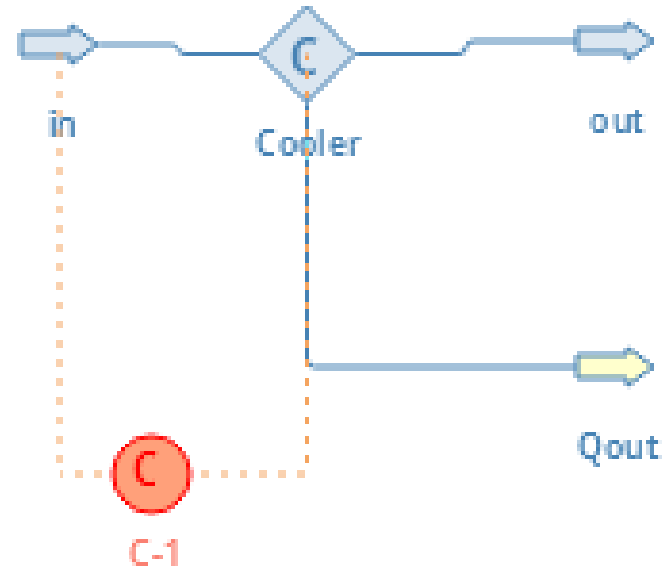
Current Value

Parameters

☒ Converge/Solve with Flowsheet Solver

Set-Point/Offset (Controlled Property): 500

Tolerance (Maximum Error): 0.0001



Seleccionando esta opción el modulo de ajuste estará siempre activo y se ejecutará junto con el solver del flowsheet.

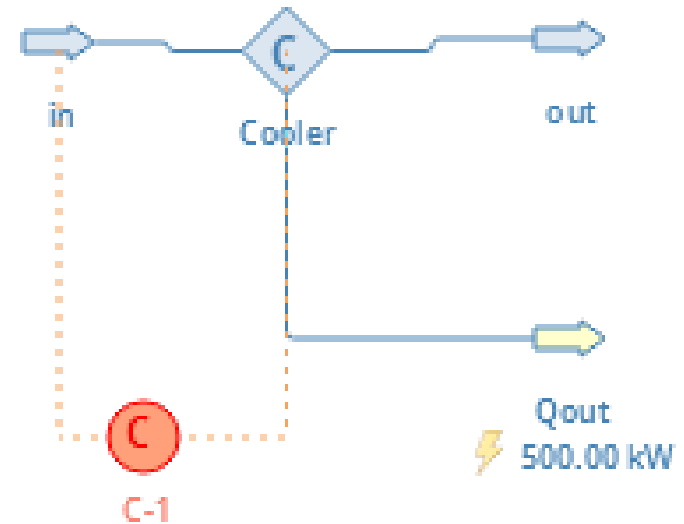
Solución del ejemplo

Parameters

☒ Solve Globally

Set-Point (Controlled Property) kW

Tolerance (Maximum Error)



“Solve Globally”: El bloque controlador se encuentra siempre activo.

Al resolver el flowsheet (F5) se llega a la solución del problema

Caudal de agua:

3.98759 kg/s

Calor intercambiado:

500 kW

Calculation Parameters

Calculation Type

Pressure Drop Pa

Efficiency (0-100%)

Outlet Temperature K

Temperature Change K

Outlet Vapor Fraction

Heating/Cooling kW

Ejemplo (estrategia de resolución)

Estrategia 2:

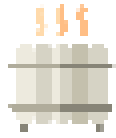
- Se define un caudal de entrada (Por ejemplo: 3 kg/s).
- En el cooler se selecciona el algoritmo “Heat Added/Removed” y se establece 500 kW.

Calculation Parameters

Calculation Type	Heat Added/Removed	
Pressure Drop	0	Pa
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	293.27976	K
Temperature Change	-39.870239	K
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	500	kW

Se debe realizar el ajuste del caudal hasta que la temperatura de salida sea 30 °C

Heater



Heater

heater (Heater)

General Info

Object

heater

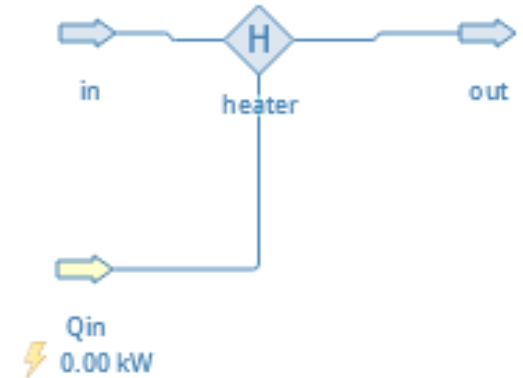
Status

Calculated (18/06/2025 9:50:11)

Linked to

Connections

Inlet Stream	in		
Outlet Stream	out		
Energy Stream (Primary)	Qin		
Energy Stream (Secondary)			



Se deben conectar una corriente de entrada, una de salida y una corriente energética de entrada

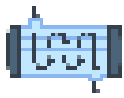
Como cualquier equipo de DWSIM se debe establecer un nombre y conectar las corrientes que intervienen

Algoritmos de calculo para un Calentador

El modulo calentador es análogo al enfriador pero la energía ingresa en vez de salir. Cuanta con los mismos algoritmos de calculo:

- Heat Added/Removed: Se debe ingresar el calor que se desea extraer y a partir de éste se calculan las condiciones de salida de la corriente.
- Temperature Change: Se debe ingresar el cambio de temperatura que se desea y a partir de éste se calculan las condiciones de salida de la corriente y el calor necesario.
- Outlet Temperature: Se debe ingresar la temperatura de salida y a partir de ésta se calculan las condiciones de salida de la corriente y el calor necesario.
- Outlet Vapor Mole Fraction: Se debe ingresar la fracción de vapor de salida y a partir de ésta se calculan las condiciones de salida de la corriente y el calor necesario.
- Energy Stream: El calor que se desea extraer corresponde al valor de la corriente de energía.

Heat Exchanger



Heat Exchanger

heat Exchanger (Heat Exchanger)

General Info

Object

Nombre

heat Exchanger

Status

Calculated (18/06/2025 10:17:18)

Linked to

Conexiones

Inlet Stream 1

out hot

Outlet Stream 1

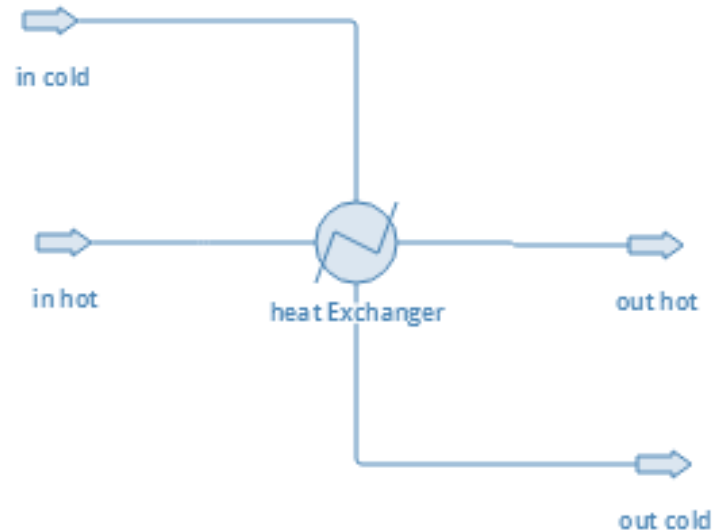
out hot

Inlet Stream 2

in cold

Outlet Stream 2

out cold



Se deben conectar dos corrientes de entrada y dos de salida.

Como cualquier equipo de DWSIM se debe establecer un nombre y conectar las corrientes que intervienen

Parámetros de calculo (Heat Exchanger)

Tipo de algoritmo de calculo

Dirección de los flujos

(cocorriente o contracorriente)

Caída de presión de la corriente fría

Caída de presión de la corriente cálida

Temperatura de salida de la corriente fría

Temperatura de salida de la corriente cálida

Coeficiente global de intercambio de calor

Área Total de intercambio de calor

Calor intercambiado

Mínima diferencia de temperatura

Calculation Parameters		
Calculation Type	Calculate Outlet Temperatures (UA) ▾	
Flow Direction	Counter Current ▾	
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties		
Cold Fluid Pressure Drop	0	Pa ▾
Hot Fluid Pressure Drop	0	Pa ▾
Cold Fluid Outlet Temperature	310.704	K ▾
Hot Fluid Outlet Temperature	350.653	K ▾
Global Heat Transfer Coefficient	1000	W/[m2.K] ▾
Heat Exchange Area	1	m2 ▾
Heat Exchanged	52.4745	kW ▾
Min Temperature Difference	0	K. ▾
Heat Loss	0	kW ▾
Heat Transfer Efficiency	19.2876	% ▾
Outlet Vap. Mol. Frac. (Stream 1)	0	
Outlet Vap. Mol. Frac. (Stream 2)	0	
☒ Ignore LMTD Error		
☐ Force Pinch Point Location to Outlets		
☐ Calculate Heat Exchange Profile		

Algoritmos de calculo para un intercambiador de calor

- **Calculate hot fluid outlet temperature:** Se ingresa la temperatura de salida de la corriente fría y se calcula la temperatura de salida de la corriente cálida.
- **Calculate Cold Fluid Outlet Temperature:** Se ingresa la temperatura de salida de la corriente cálida y se calcula la temperatura de salida de la corriente fría.
- **Calculate both temperatures:** Se debe ingresar el calor intercambiado y se calculan las temperaturas de salida.
- **Calculate area:** Se debe ingresar el coeficiente de intercambio, la temperatura de salida de alguna corriente y se calcula el área necesaria.
- **Rate a Shell and Tube exchanger:** Se debe ingresar el diseño detallado del intercambiador de calor. Se debe definir que corriente circula por la coraza y cual por los tubos.
- **Pinch-Point:** Resuelve el intercambiador respetando una diferencia mínima de temperatura en la salida.
- **Specify Outlet Vapor Fraction (Stream 1 or Stream 2):** Se ingresa la fracción de vapor de alguna corriente de salida.

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 25 °C y 1 atm.

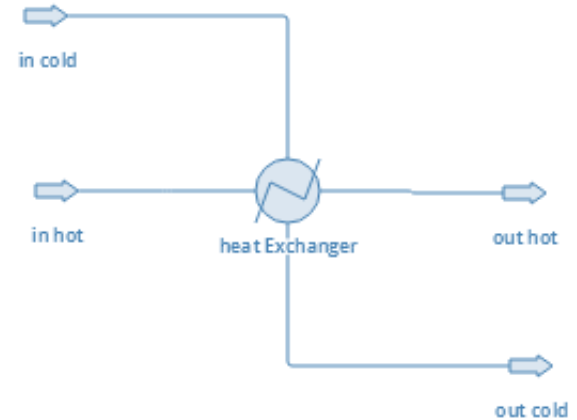
Calculation Parameters

Calculation Type: Calculate Hot Fluid Outlet Temperature

Flow Direction: Counter Current

Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties

Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	50	C
Hot Fluid Outlet Temperature	70.1128	C
Global Heat Transfer Coefficient	2318.95	cal/[cm ² s.C]
Heat Exchange Area	1	m ²
Heat Exchanged	89839.7	kcal/h
Min Temperature Difference	0	C.



Se fija la salida de la corriente fría en 50 °C

La temperatura de salida de la corriente cálida resultó de 70.11 °C

Si definimos el área se calcula el coeficiente de intercambio

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 25 °C y 1 atm.

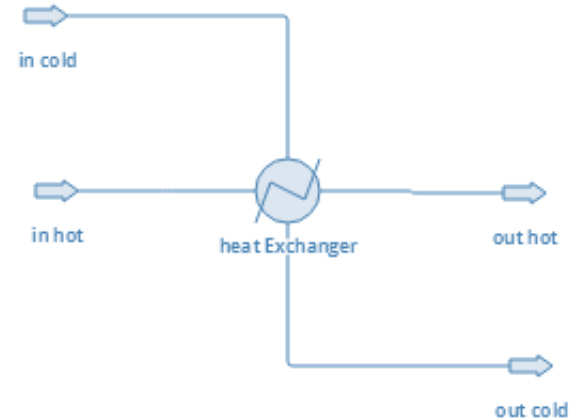
Calculation Parameters

Calculation Type: Calculate Cold Fluid Outlet Temperature

Flow Direction: Counter Current

Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties

Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	50.113	C
Hot Fluid Outlet Temperature	70	C
Global Heat Transfer Coefficient	2335.29	cal/[cm ² .s.C]
Heat Exchange Area	1	m ²
Heat Exchanged	90245.9	kcal/h
Min Temperature Difference	0	C.



La temperatura de salida de la corriente cálida resultó de 50.11 °C

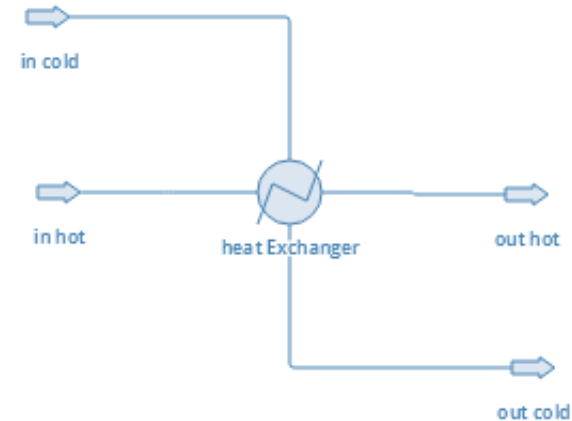
Se fija la salida de la corriente cálida en 70 °C

Si definimos el área se calcula el coeficiente de intercambio

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 25 °C y 1 atm.

Calculation Parameters		
Calculation Type	Calculate Outlet Temperatures	
Flow Direction	Counter Current	
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties		
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	50.1235	C
Hot Fluid Outlet Temperature	69.9895	C
Global Heat Transfer Coefficient	2336.82	cal/[cm2.s.(
Heat Exchange Area	1	m2
Heat Exchanged	105	kW
Min Temperature Difference	0	C.



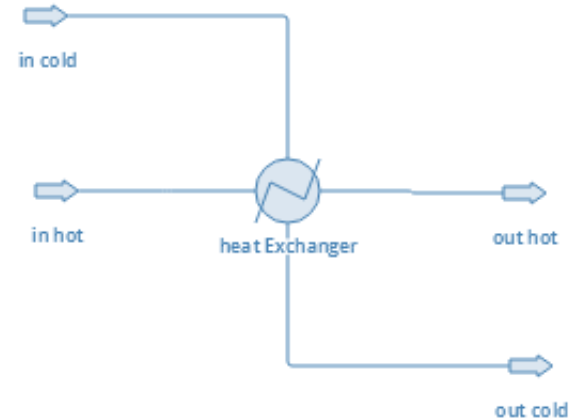
Las temperaturas de salida resultaron de 50.12 °C y 69.98 °C

Se fija el calor intercambiado en 105 kW

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 25 °C y 1 atm.

Calculation Parameters		
Calculation Type	Calculate Outlet Temperatures (UA) ▾	
Flow Direction	Counter Current ▾	
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties		
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm ▾
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm ▾
Cold Fluid Outlet Temperature	50.1455	C ▾
Hot Fluid Outlet Temperature	69.9676	C ▾
Global Heat Transfer Coefficient	2340	W/[m ² .K] ▾
Heat Exchange Area	1	m ² ▾
Heat Exchanged	105.092	kW ▾
Min Temperature Difference	0	C. ▾



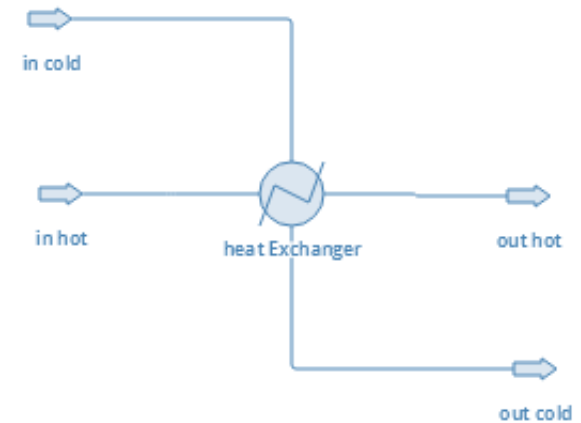
Las temperaturas de salida resultaron de 50.14 °C y 69.96 °C

Se fija el área en 1 m² y el coeficiente de intercambio en 2340 W/(m² K)

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 25 °C y 1 atm.

Calculation Parameters		
Calculation Type	Pinch Point	
Flow Direction	Counter Current	
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties		
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	84.9975	C
Hot Fluid Outlet Temperature	35.0599	C
Global Heat Transfer Coefficient	2340	W/[m2.K]
Heat Exchange Area	10.677	m2
Heat Exchanged	251.05	kW
Min Temperature Difference	10	C



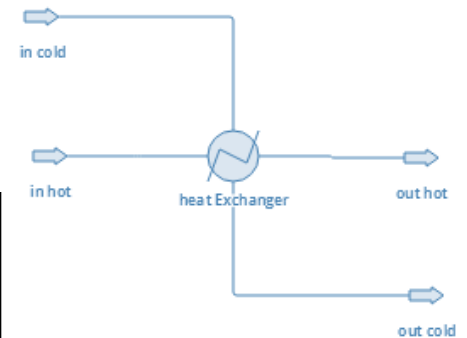
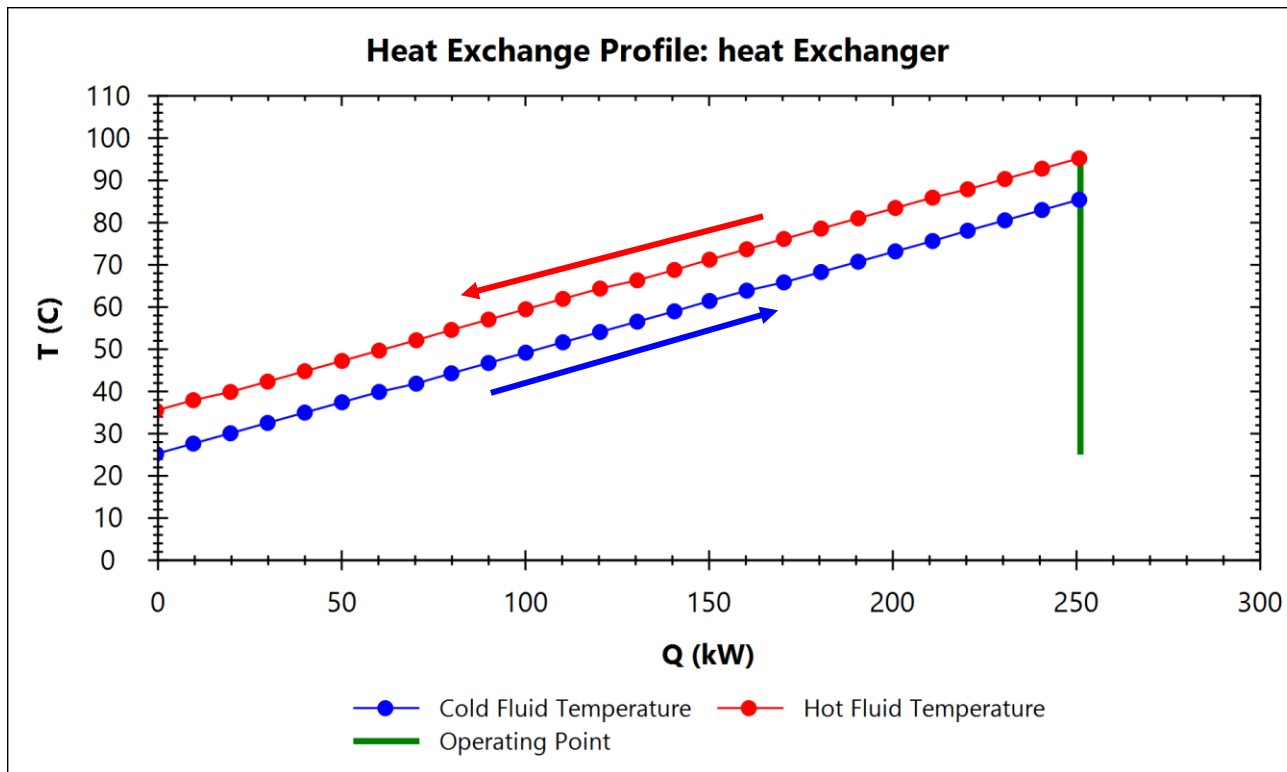
Diferencia mínima de temperatura

Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 25 °C y 1 atm.

Results

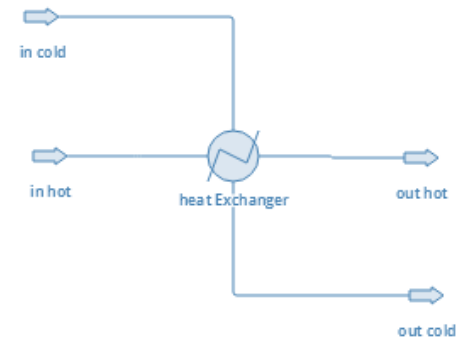
View Temperature vs. Heat Exchanged Profile



Ejemplo de aplicación

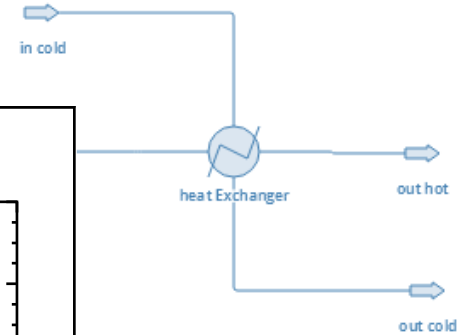
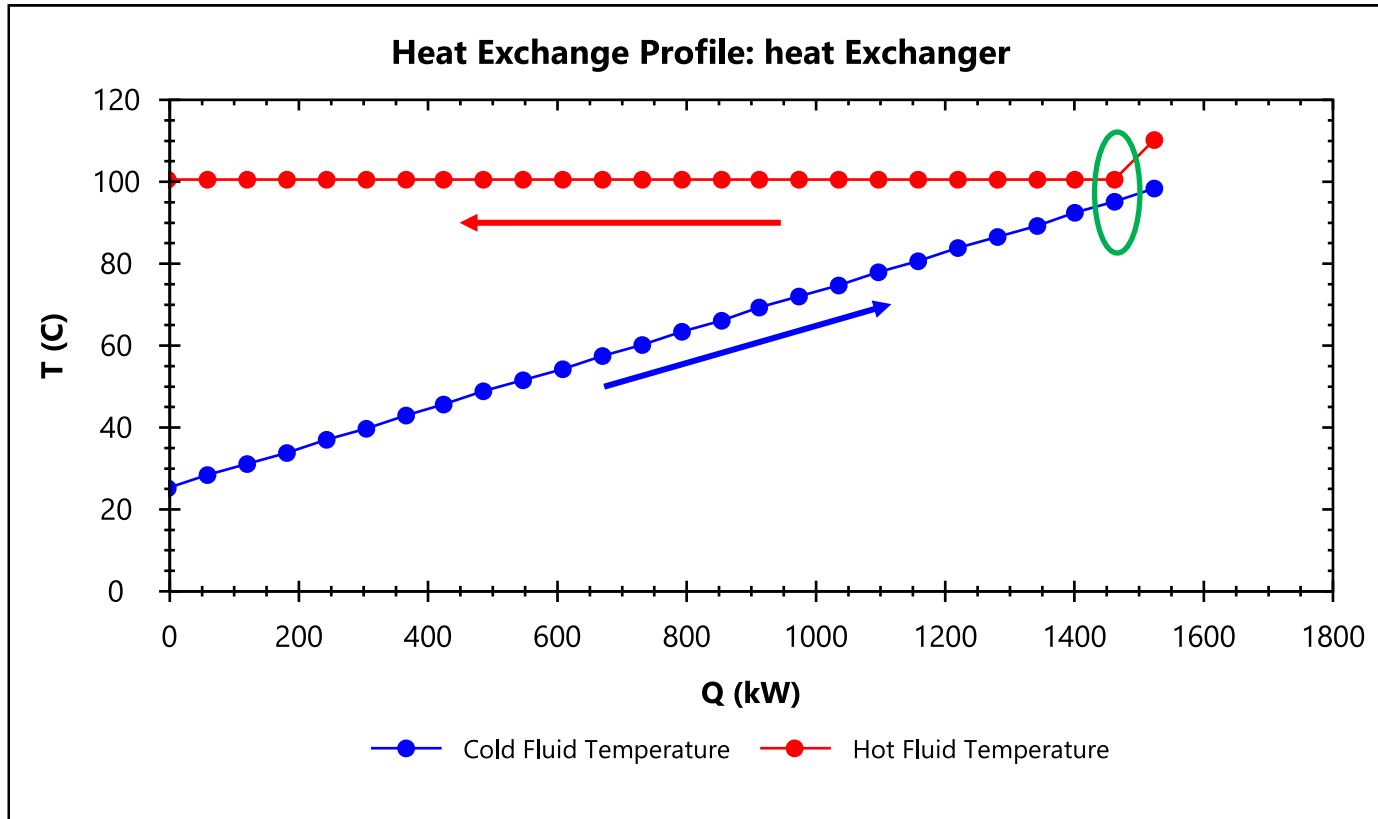
Se debe calentar una corriente de agua de 5 kg/seg a 25 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 110 °C y 1 atm.

Calculation Parameters		
Calculation Type	Pinch Point	
Flow Direction	Counter Current	
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties		
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	97.873	C
Hot Fluid Outlet Temperature	99.9743	C
Global Heat Transfer Coefficient	2340	W/[m ² .K]
Heat Exchange Area	27.5132	m ²
Heat Exchanged	1526.01	kW
Min Temperature Difference	5	C.



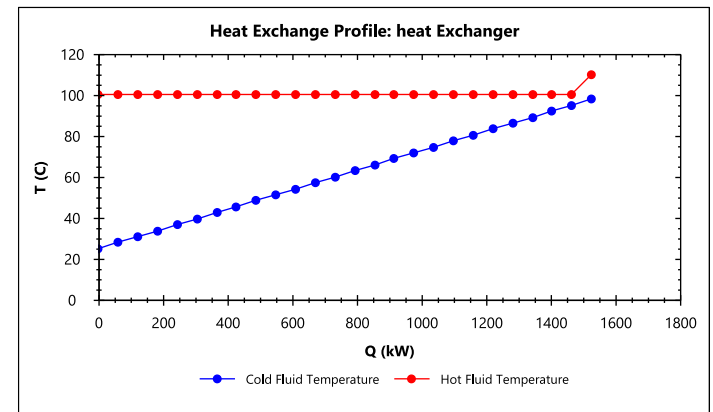
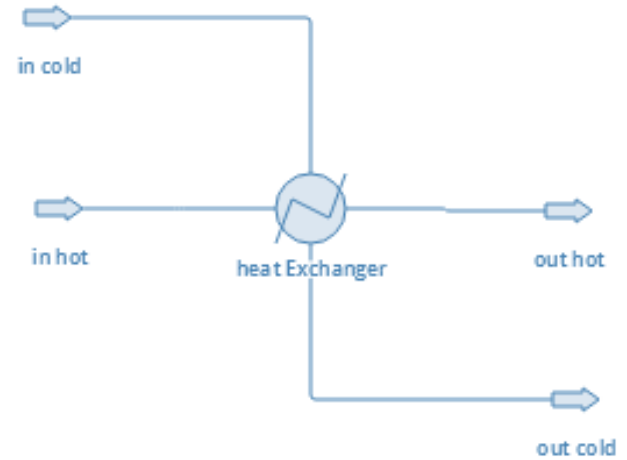
Ejemplo de aplicación

Se debe calentar una corriente de agua de 5 kg/seg a 25 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 110 °C y 1 atm.



Ejemplo de aplicación

Heat Exchanged (kW)	Cold Fluid Temperature (C)	Hot Fluid Temperature (C)	DT
0	25	99.9743	74.9743
61.0408	27.9197	99.9743	72.0546
122.082	30.8402	99.9743	69.1341
183.122	33.7612	99.9743	66.2131
244.163	36.6825	99.9743	63.2918
305.204	39.6041	99.9743	60.3702
366.245	42.5257	99.9743	57.4486
427.285	45.4473	99.9743	54.527
488.326	48.3686	99.9743	51.6057
549.367	51.2895	99.9743	48.6848
610.408	54.2099	99.9743	45.7644
671.448	57.1298	99.9743	42.8445
732.489	60.0489	99.9743	39.9254
793.53	62.9671	99.9743	37.0072
854.571	65.8843	99.9743	34.09
915.611	68.8004	99.9743	31.1739
976.652	71.7152	99.9743	28.2591
1037.69	74.6287	99.9743	25.3456
1098.73	77.5407	99.9743	22.4336
1159.77	80.4511	99.9743	19.5232
1220.82	83.3597	99.9743	16.6146
1281.86	86.2665	99.9743	13.7078
1342.9	89.1714	99.9743	10.8029
1403.94	92.0742	99.9743	7.9001
1464.98	94.9747	99.9743	4.9996
1526.02	97.873	110	12.127



Ejemplo de aplicación

Una corriente de gas natural (**NG in**) se enfría con una corriente de nitrógeno (**N2 in**).

PROPERTIES TABLE			
N2 in	Temperature	-105.15	C
N2 in	Pressure	4.4	bar
N2 in	Mass Flow	5	kg/s
N2 in	Molar Fraction (Mixture) / Nitrogen	1	

Calculation Parameters

Calculation Type

Pinch Point

Flow Direction

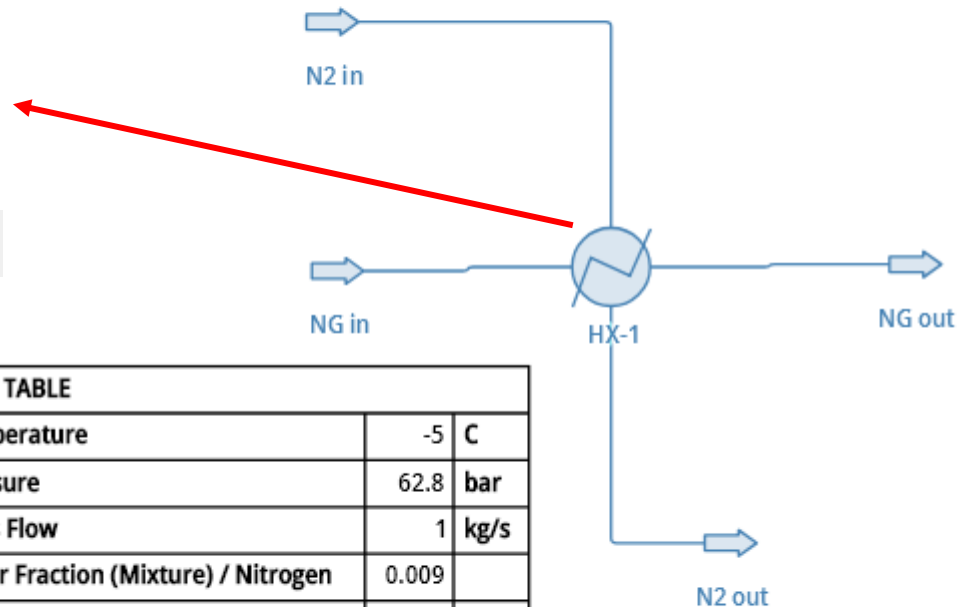
Counter Current

Min Temperature Difference

3

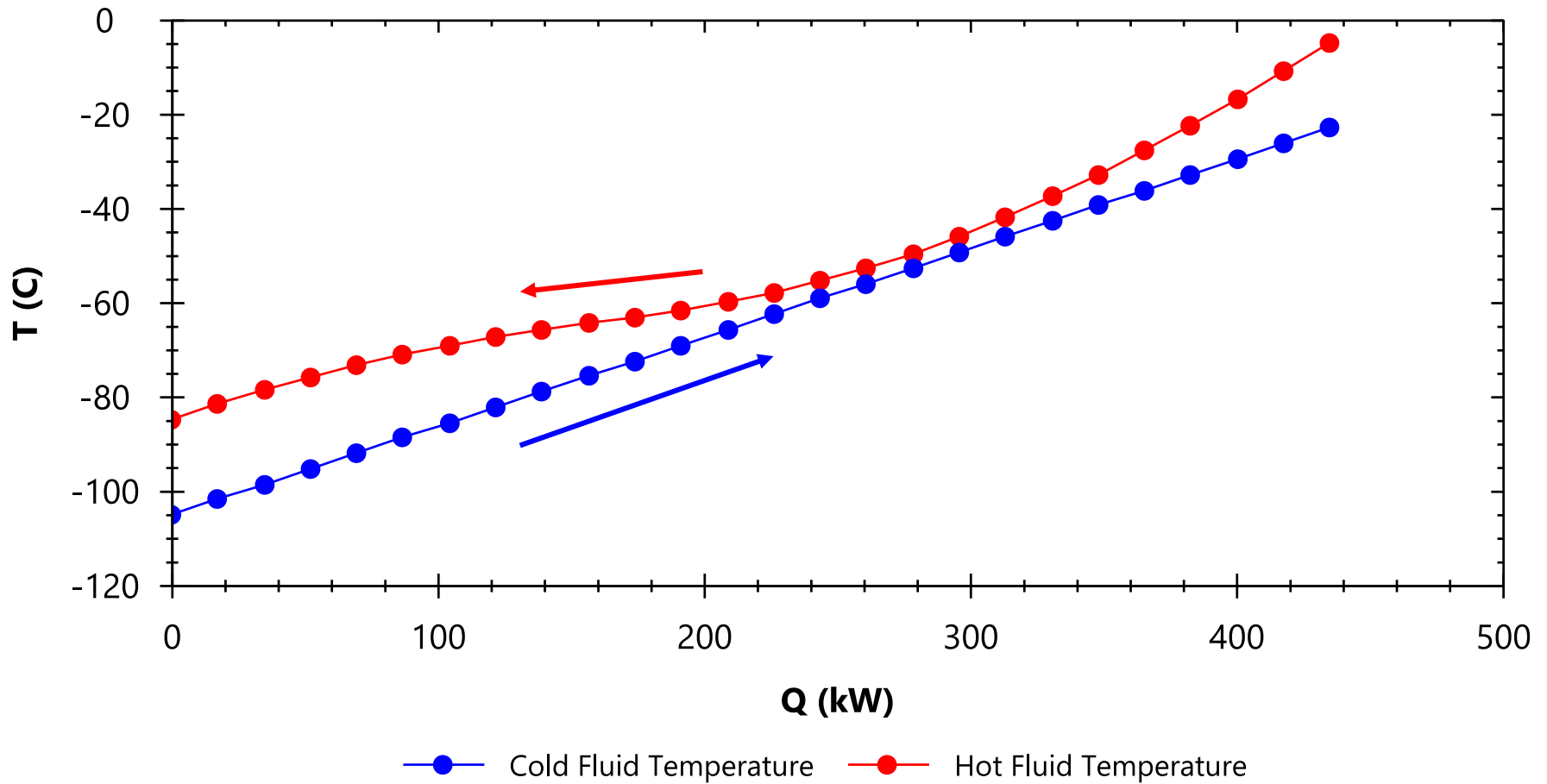
K.

PROPERTIES TABLE			
NG in	Temperature	-5	C
NG in	Pressure	62.8	bar
NG in	Mass Flow	1	kg/s
NG in	Molar Fraction (Mixture) / Nitrogen	0.009	
NG in	Molar Fraction (Mixture) / Methane	0.94	
NG in	Molar Fraction (Mixture) / Ethane	0.031	
NG in	Molar Fraction (Mixture) / Propane	0.013	
NG in	Molar Fraction (Mixture) / N-butane	0.004	
NG in	Molar Fraction (Mixture) / Isobutane	0.003	

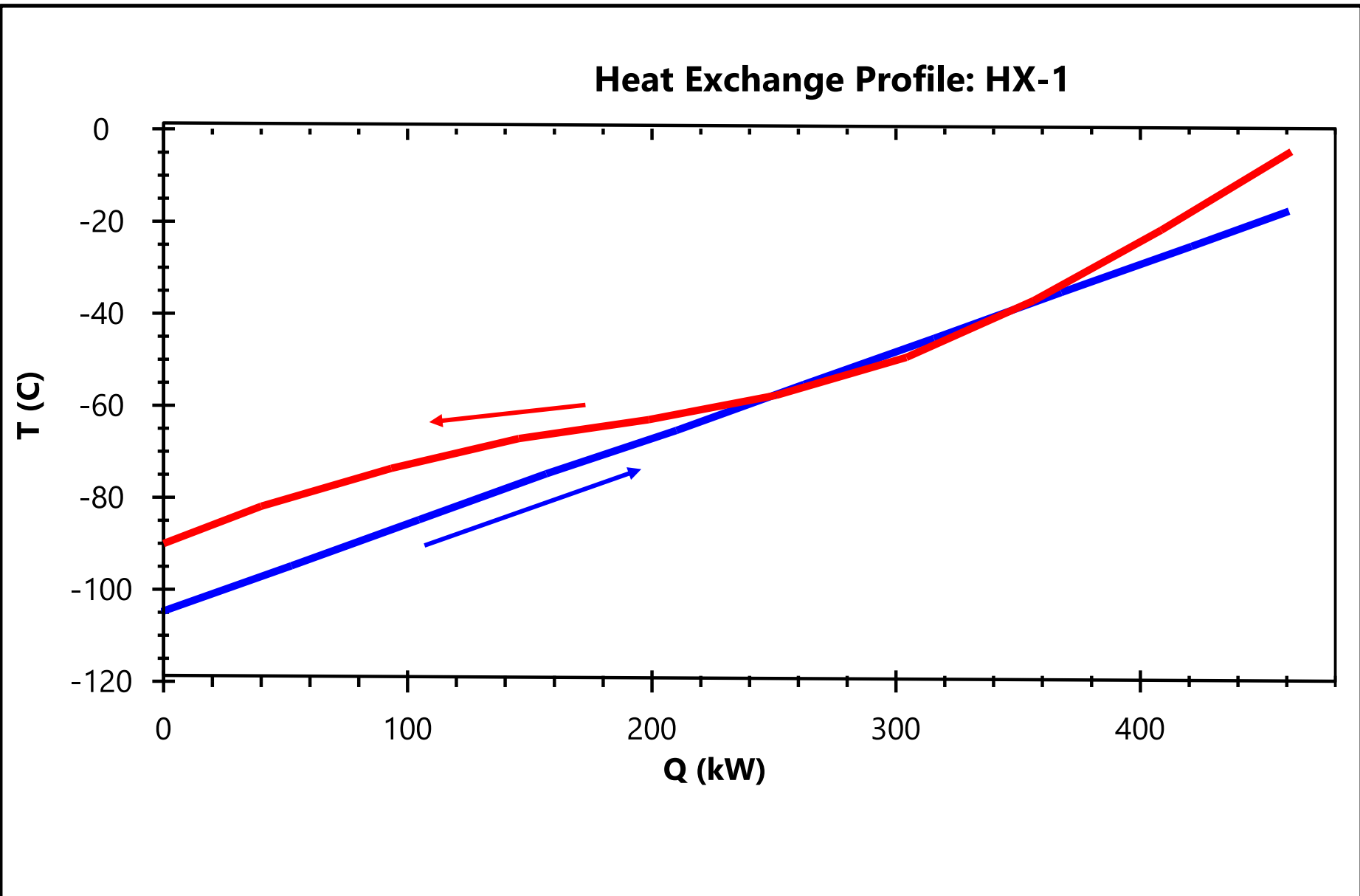


Ejemplo de aplicación (ΔT min 3 °C)

Heat Exchange Profile: HX-1



Ejemplo de aplicación (Thot out -90 °C)



Ejemplo de aplicación

Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 25 °C y 1 atm.

Calculation Parameters

Calculation Type: Shell and Tubes Exchanger Ra

Flow Direction: Counter Current

Cold Fluid Pressure Drop: 0 atm

Hot Fluid Pressure Drop: 0 atm

Cold Fluid Outlet Temperature: 50 C

Hot Fluid Outlet Temperature: 70.112785 C

Overall Heat Transfer Coefficient: 2300 W/[m².K]

Heat Exchange Area: 1.0082409 m²

Heat Exchanged: 104.48365 kW

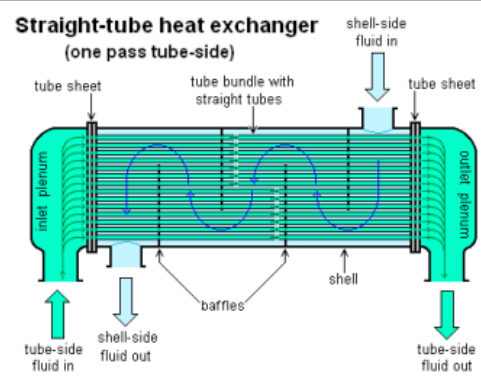
Minimum Temperature Difference: 0 C

☒ Ignore LMTD Error

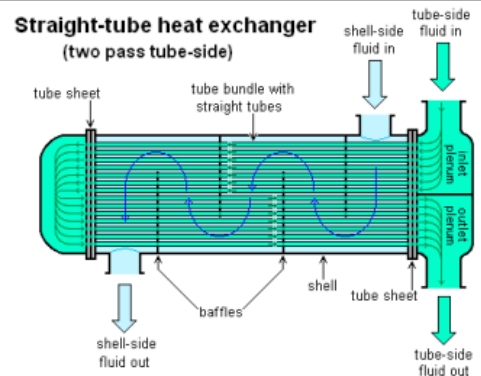
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties

Shell and Tube Exchanger Properties

Straight-tube heat exchanger (one pass tube-side)



Straight-tube heat exchanger (two pass tube-side)



Shell

Shells in Series: 1

Shell Passes: 2

Internal Diameter: 500 mm

Fouling Factor: 0 K.m²/W

Baffle Spacing: 250 mm

Baffle Cut (% diameter): 20 %

Baffle Type: Single

Baffle Orientation: Vertical

Tubes

Internal Diameter: 50 mm

External Diameter: 60 mm

Length: 5 m

Fouling Factor: 0 K.m²/W

Roughness: 0.045 mm

Thermal Conductivity: 70 W/[m.K]

Passes per Shell: 2

Tubes per Shell: 160

Tube Spacing: 40 mm

Tube Layout: Triangle

Fluid in Tubes: ☐ Hot ☒ Cold

Ejemplo de aplicación (II)

Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm hasta 60 °C utilizando otra corriente de agua a 25 °C y 1 atm que solo se puede calentar hasta 40 °C.

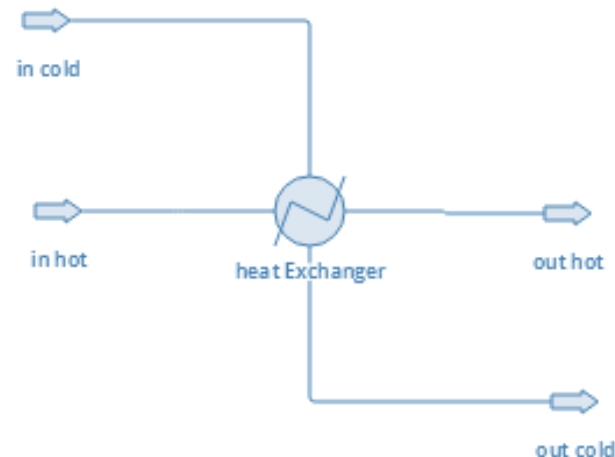
Debido a la naturaleza modular secuencial pura del simulador será necesario realizar un ajuste de la corriente de agua de enfriamiento para encontrar el caudal.

Ejemplo (estrategia de resolución)

Estrategia 1:

- Se define un caudal de entrada de la corriente fría (1 kg/s).
- En el intercambiador de calor se selecciona el algoritmo “Cold Fluid Outlet Temperature” y se establece 60 °C como salida de la corriente cálida.

Calculation Parameters		
Calculation Type	Calculate Cold Fluid Outlet Temperature	
Flow Direction	Counter Current	
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties		
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	60.1231	C
Hot Fluid Outlet Temperature	60	C



Para estas condiciones la salida de la corriente fría resultó de 60.123 °C
¿Se debe aumentar o disminuir el caudal?

Ajuste del caudal

Linked Objects

Manipulated Object: in cold

Manipulated Property: Mass Flow

Current Value: 2.34163 kg/s

Controlled Object: heat Exchanger

Controlled Property: Cold fluid outlet temperature

Current Value: 40 (0) C

☐ Reference Object

Reference Property

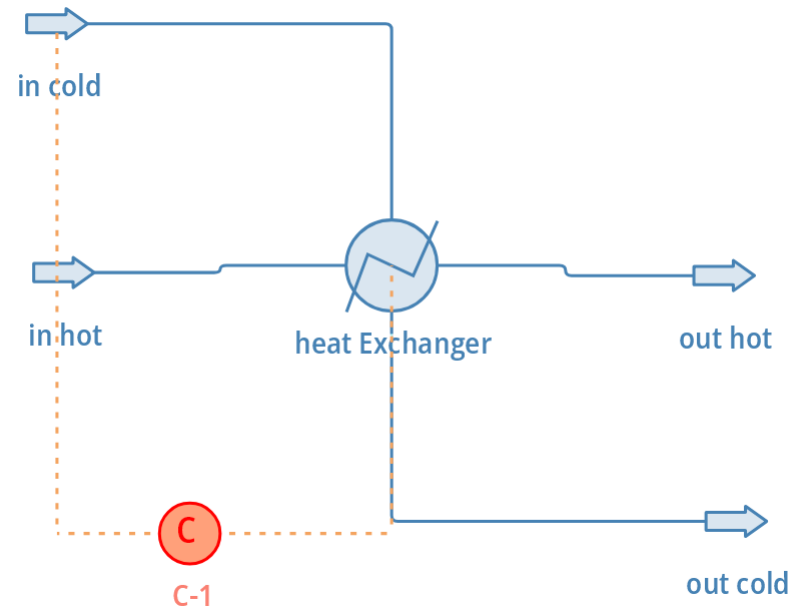
Current Value

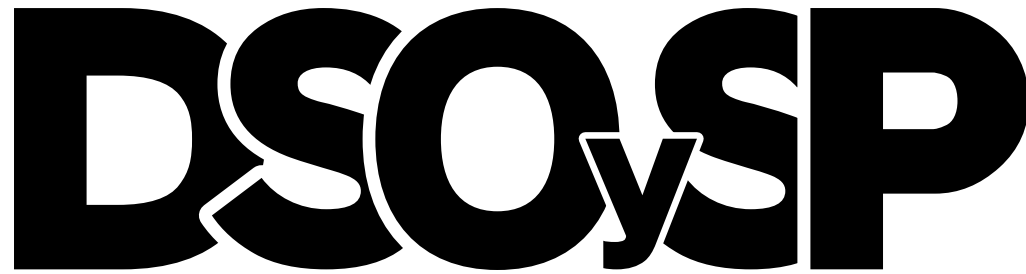
Parameters

☒ Converge/Solve with Flowsheet Solver

Set-Point/Offset (Controlled Property): 40

Tolerance (Maximum Error): 0.0001





Compresores, Expansores, Valvulas y Bombas en DWSIM

Profesor: Dr. Nicolás J. Scenna
JTP: Dr. Néstor H. Rodríguez
Aux. 1ra: Dr. Juan I. Manassaldi

Introducción

- Adiabatic Compressor: Modelo de compresión a partir del rendimiento isentrópico (consume energía).
- Adiabatic Expander: Modelo de expansión a partir del rendimiento isentrópico (genera energía).
- Valve: Evolución isoentálpica de una corriente
- Centrifugal Pump: Elevación de presión de fluidos



Orifice Plate



Compressor



Pipe Segment



Pump



Expander (Turbine)



Valve



Pipe Network Unit
Operation



Pipe Network

Adiabatic Compressor

Nombre

Object: C-1

Status: Calculated (2/7/2023 16:51:01)

Conexiones

Stream Type	Stream Name	Icon 1	Icon 2
Inlet Stream	in		
Outlet Stream	out		
Energy Stream	W		

Se deben conectar una corriente de entrada, una de salida y una corriente energética de entrada

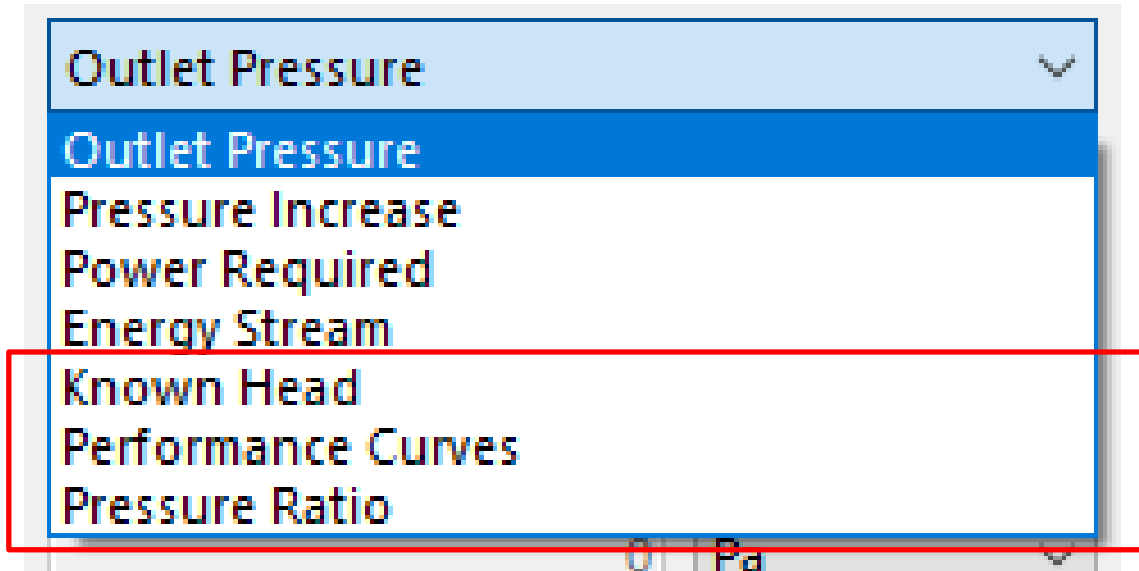
Como cualquier equipo de DWSIM se debe establecer un nombre y conectar las corrientes que intervienen

Parámetros de calculo (compresor)

Calculation Parameters		
Calculation Type	Outlet Pressure ▾	
Thermodynamic Process	Adiabatic ▾	
Performance Curves	Edit Performance Curves	
Rotation Speed	1500	rpm
Pressure Increase	202650	Pa ▾
Outlet Pressure	303975	Pa ▾
Adiabatic Efficiency (0-100)	75	%
Polytropic Efficiency (0-100)	78,4581	%
Power Required	147,27	kW ▾
Outlet Temperature	444,084	K ▾
Temperature Change	145,934	K. ▾
Adiabatic Coefficient	1,40075	
Polytropic Coefficient	1,57124	
Adiabatic Head	11786,6	m ▾
Polytropic Head	12330	m ▾

Algoritmos de calculo para un compresor

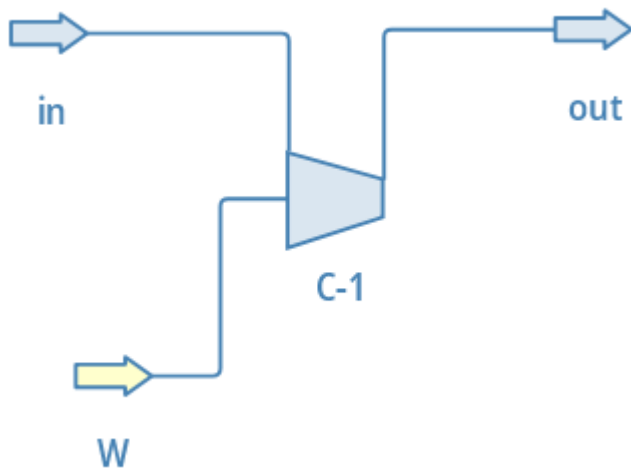
- Outlet Pressure: Se debe ingresar la presión de descarga del compresor.
- Pressure Increase/Decrease: Se debe ingresar la diferencia de presión (diferencia de presión, **NO** la relación de compresión).
- Power Required/Generated: Se debe ingresar la potencia que ingresa al compresor.
- Energy Stream: La potencia que ingresa corresponde al valor de la corriente de energía.



¡Nuevos!

Ejemplo de aplicación

Se debe comprimir una corriente de aire de 1 kg/seg a 25 °C y 1 atm hasta 3 atm.



Calculation Parameters		
Calculation Type	Outlet Pressure	
Thermodynamic Process	Adiabatic	
Performance Curves	Edit Performance Curves	
Rotation Speed	1500	rpm
Pressure Increase	202650	Pa
Outlet Pressure	303975	Pa
Adiabatic Efficiency (0-100)	75	%
Polytropic Efficiency (0-100)	78,4581	%
Power Required	147,27	kW
Outlet Temperature	444,084	K

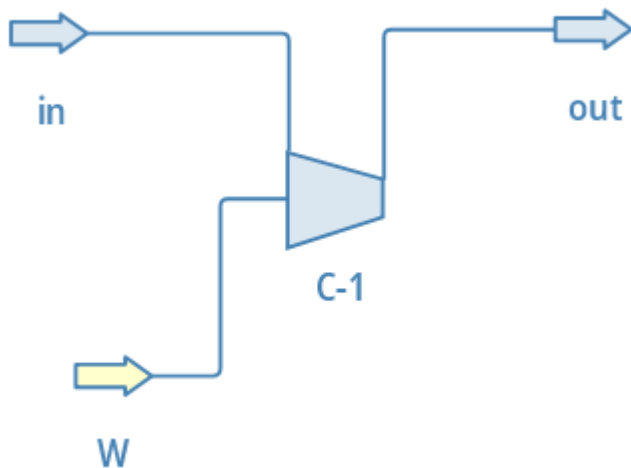
Al seleccionar el algoritmo de “Outlet Pressure” se ingresa la presión de salida (3 atm).

La temperatura de salida resultó de 170 °C (444 K)

Se requieren de 147.24 kW

Ejemplo de aplicación

Se debe comprimir una corriente de aire de 1 kg/seg a 25 °C y 1 atm en un compresor que consume 150 kW.



Calculation Parameters		
Calculation Type	Power Required	
Thermodynamic Process	Adiabatic	
Performance Curves	Edit Performance Curves	
Rotation Speed	1500	rpm
Pressure Increase	207997	Pa
Outlet Pressure	309322	Pa
Pressure Ratio	3.05277	
Adiabatic Efficiency (0-100)	75	%
Polytropic Efficiency (0-100)	78.5056	%
Power Required	150	kW
Outlet Temperature	446.761	K

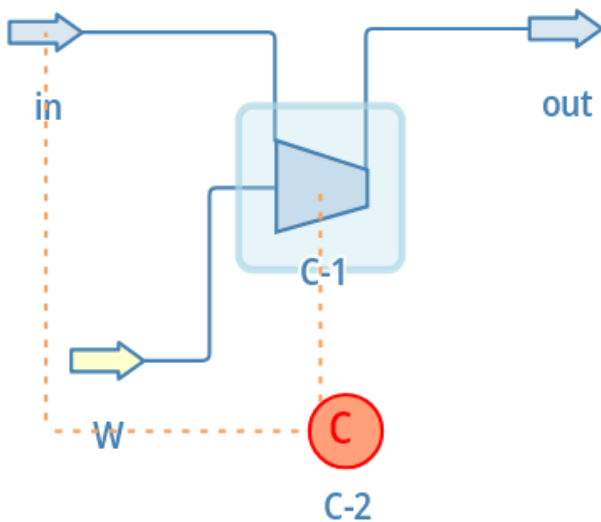
Al seleccionar el algoritmo de “Power Required” se ingresa el valor de 150 kW.

La temperatura de salida resultó de 173.6 °C (446.76 K)

Se comprimió hasta 3.093 bar (309322 Pa)

Ejemplo de aplicación

Se debe comprimir una corriente de aire a 25 °C y 1 atm en un compresor que consume 150 kW. Por limitaciones operativas, el aire de salida no puede superar los 150 °C



Pressure Increase	163158	Pa
Outlet Pressure	264483	Pa
Pressure Ratio	2.61024	
Adiabatic Efficiency (0-100)	75	%
Polytropic Efficiency (0-100)	78.0705	%
Power Required	150	kW
Outlet Temperature	423.15	K
Temperature Change	125	K

En las condiciones actuales solamente se van a poder comprimir 1.19087 kg/s de aire.

Adiabatic Expander

Adiabatic Expander: expansor

Nombre

Object: expansor

Status: Calculated (29/08/2017 03:39:28 p.m.)

Conexiones

Stream Type	Stream Name	Icon 1	Icon 2
Inlet Stream	in	⚡	🔧
Outlet Stream	out	⚡	🔧
Energy Stream	Power Out	⚡	🔧

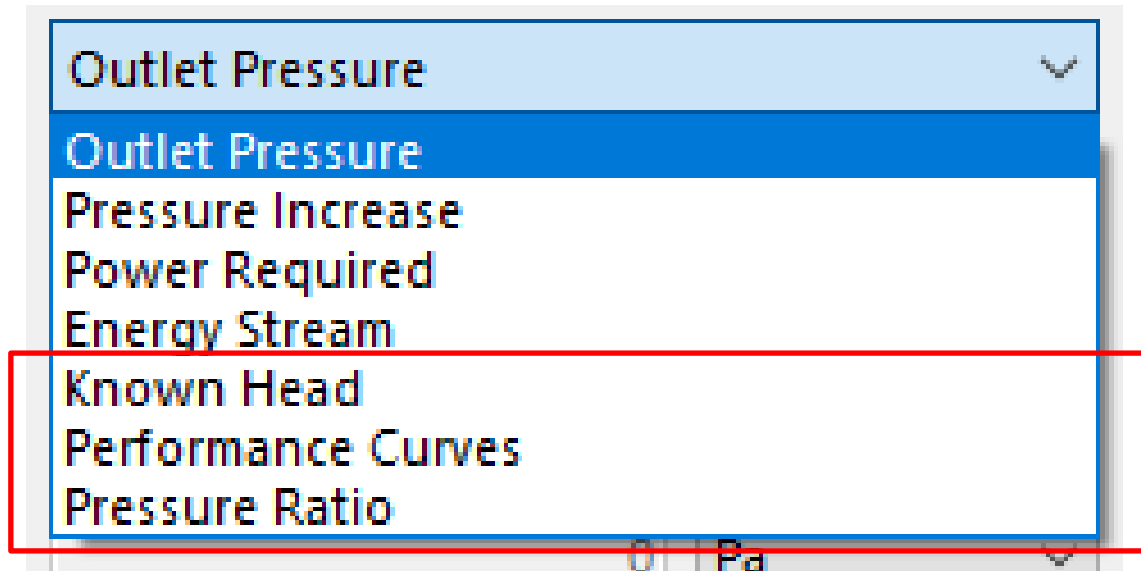
Se deben conectar una corriente de entrada, una de salida y una corriente energética de salida

Como cualquier equipo de DWSIM se debe establecer un nombre y conectar las corrientes que intervienen

Algoritmos de cálculo para un expansor

El módulo del expansor es análogo al compresor, pero la energía sale en vez de entrar. Cuenta con los mismos algoritmos de cálculo:

- Outlet Pressure: Se debe ingresar la presión de descarga del expansor.
- Pressure Increase/Decrease: Se debe ingresar la diferencia de presión.
- Power Required/Generated: Se debe ingresar la potencia que se desea producir.
- Energy Stream: La potencia que sale corresponde al valor de la corriente de energía.



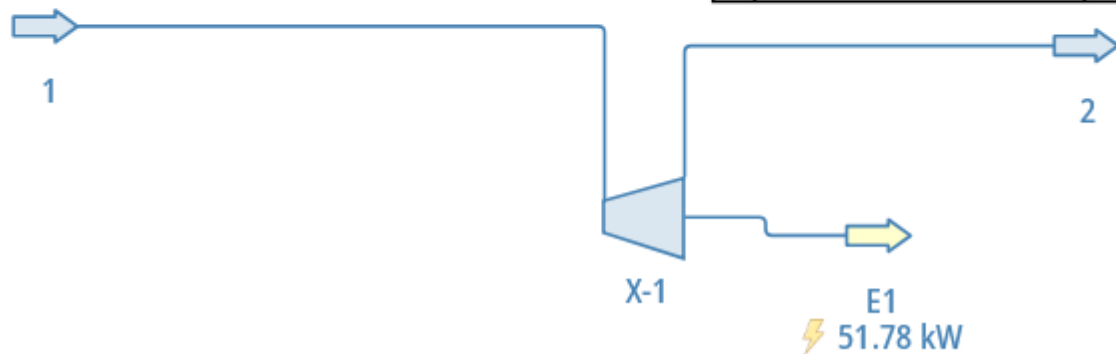
¡Nuevos!

Ejemplo de aplicación

Se expande una corriente de N₂ y CH₄ de 1 kg/seg a -93 °C y 39.6 bar hasta 6 bar.

PROPERTIES TABLE			
1	Temperature	-93	C
1	Pressure	39.6	bar
1	Mass Flow	1	kg/s
1	Molar Fraction (Mixture) / Methane	0.205	
1	Molar Fraction (Mixture) / Nitrogen	0.795	
1	Phases	V	

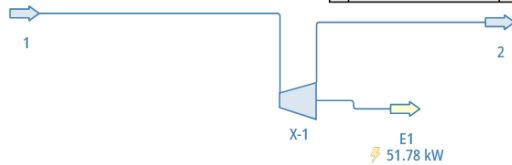
PROPERTIES TABLE			
2	Temperature	-158.633	C
2	Pressure	6	bar
2	Mass Flow	1	kg/s
2	Molar Fraction (Vapor)	0.995608	
2	Phases	V+L	



Ejemplo de aplicación

Se expande una corriente de N₂ y CH₄ de 1 kg/seg a -93 °C y 39.6 bar hasta 6 bar.

PROPERTIES TABLE		
1	Temperature	-93 C
1	Pressure	39.6 bar
1	Mass Flow	1 kg/s
1	Molar Fraction (Mixture) / Methane	0.205
1	Molar Fraction (Mixture) / Nitrogen	0.795
1	Phases	V



PROPERTIES TABLE		
2	Temperature	-158.633 C
2	Pressure	6 bar
2	Mass Flow	1 kg/s
2	Molar Fraction (Vapor)	0.995608
2	Phases	V+L

Outlet Pressure	6	bar
Pressure Ratio	0.151515	
Adiabatic Efficiency (0-100)	75	%
Polytropic Efficiency (0-100)	75.795	%
Power Generated	51.7805	kW
Outlet Temperature	-158.633	C

Al seleccionar el algoritmo de “Outlet Pressure” se ingresa la presión de salida (6 bar).

La temperatura de salida resultó de -158.6 °C

Se generan 51.78 kW



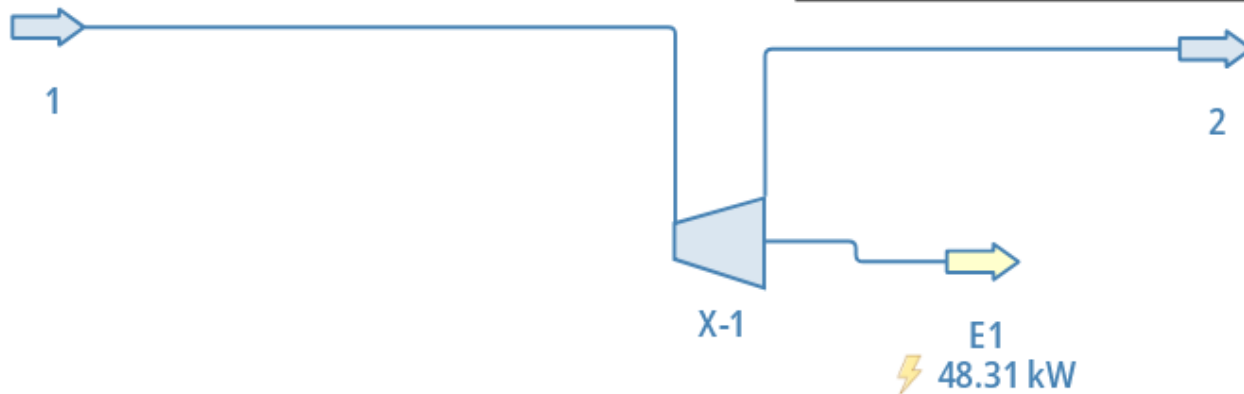
Hay presencia de liquido en la salida
¿Qué hacemos?

Ejemplo de aplicación

Expandimos hasta 7 bar...

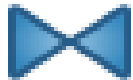
PROPERTIES TABLE			
1	Temperature	-93	C
1	Pressure	39.6	bar
1	Mass Flow	1	kg/s
1	Molar Fraction (Mixture) / Methane	0.205	
1	Molar Fraction (Mixture) / Nitrogen	0.795	
1	Phases	V	

PROPERTIES TABLE			
2	Temperature	-155.471	C
2	Pressure	7	bar
2	Mass Flow	1	kg/s
2	Molar Fraction (Vapor)	1	
2	Phases	V	



Propuesta: Encontrar la presión hasta la que se puede expandir si deseamos un vapor recalentado en 2 K en la corriente de salida.

Valve



Valve

Isenthalpic Valve model

Valve: valve

Nombre

Object: valve

Status: Calculated (29/08/2017 04:07:37 p.m.)

Linked to:

Conexiones

Inlet Stream: in

Outlet Stream: out



Se deben conectar una corriente de entrada y una de salida.

Como cualquier equipo de DWSIM se debe establecer un nombre y conectar las corrientes que intervienen

Parámetros de calculo (valve)

Calculation Parameters

Calculation Type Pressure Drop

PressureDrop 0 Pa

Outlet Pressure 101325 Pa

Flow Coefficient Type ☒ Kv ☐ Cv

Kv[Cv](max) (IEC 60534) 100 Calculate

☐ Use Opening (%) versus Kv[Cv]/Kv[Cv]max (%) relationship

Kv[Cv]/Kv[Cv]max (%) = f(OP(%)) expression

1.0*OP

Valve Opening (%) 50

Calculation Parameters

Calculation Type

- Pressure Drop
- Outlet Pressure
- Pressure Drop
- Liquid Service Kv/Cv (Deprecated)
- Gas Service Kv/Cv (Deprecated)
- Steam Service Kv/Cv
- General Service Kv/Cv (IEC 60534)

¡Nuevos!

Centrifugal Pump



Centrifugal Pump Centrifugal Pump model

Centrifugal Pump: bomba

Nombre

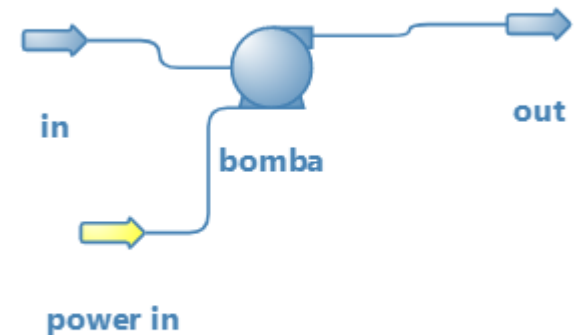
Object: bomba

Status: Calculated (29/08/2017 04:16:25 p.m.)

Linked to:

Conexiones

Inlet Stream	in		
Outlet Stream	out		
Energy Stream	Power in		



Se deben conectar una corriente de entrada, una de salida y una de entrada de energía

Como cualquier equipo de DWSIM se debe establecer un nombre y conectar las corrientes que intervienen

Parámetros de calculo (bombas)

Tipo de algoritmo de calculo

Incremento de presión

Presión de salida

Eficiencia

Temperatura de salida

Variación de temperatura

Potencia necesaria

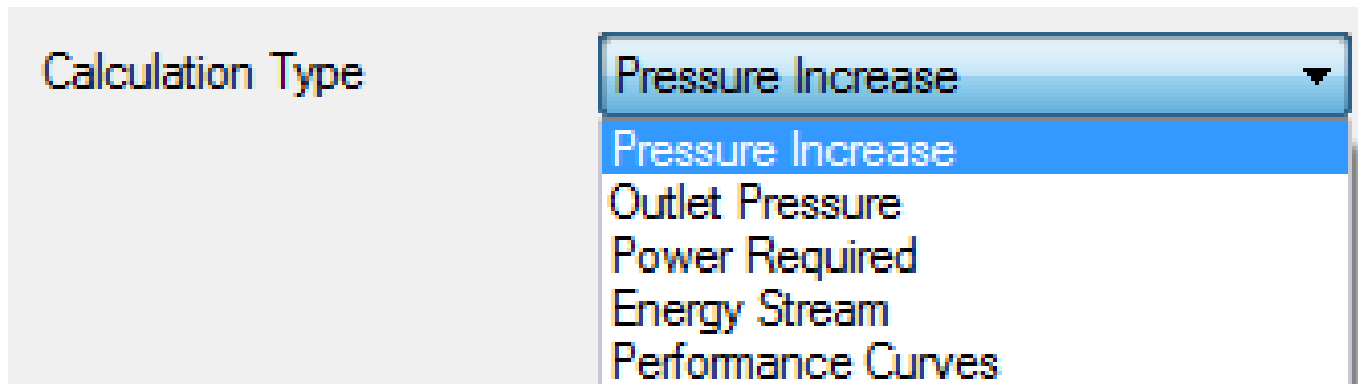
Curvas de rendimiento

Calculation Parameters

Calculation Type	Pressure Increase ▼	
Pressure Increase	2	atm ▼
Outlet Pressure	0	atm ▼
Efficiency (0-100%)	75	
Outlet Temperature	25.019935	C ▼
Temperature Change	0.019935176	C. ▼
Power Required	0.271012	kW ▼
Performance Curves	Edit Performance Curves	

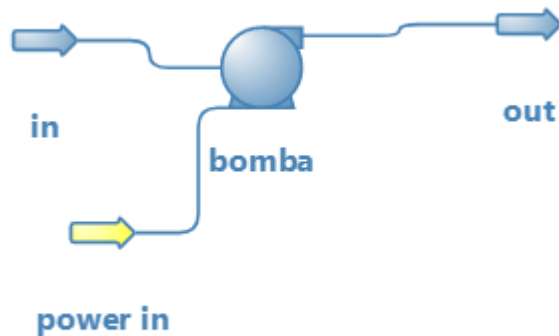
Algoritmos de calculo para una bomba

- Pressure Increase/Decrease: Se debe ingresar la diferencia de presión.
- Outlet Pressure: Se debe ingresar la presión de descarga de la bomba.
- Power Required: Se debe ingresar la potencia que ingresa a la bomba.
- Energy Stream: La potencia que ingresa corresponde al valor de la corriente de energía.
- Performance Curves: Los cálculos se realizan a partir de las curvas de rendimiento



Ejemplo de aplicación

Se debe bombear una corriente de agua de 1 kg/seg a 25 °C y 1 atm venciendo una caída de presión de 2 atm.



Calculation Parameters	
Calculation Type	Pressure Increase ▼
Pressure Increase	2 atm ▼
Outlet Pressure	0 atm ▼
Efficiency (0-100%)	75
Outlet Temperature	25.019935 C ▼
Temperature Change	0.019935176 C. ▼
Power Required	0.271012 kW ▼
Performance Curves	Edit Performance Curves

Seleccionamos el algoritmo de “Pressure Increase” y se ingresa la variación de presión (2 atm).

La potencia necesaria resultó de 0.2710 kW

Curvas de Performance

En la siguiente ventana se pueden ingresar los datos de performance de las bombas centrífugas.

UIPumpCurvesEditorForm

Pump type: Database:

Impeller diameter: 200 mm Revolutions: 1450 rpm

Configure Curves **Graph**

Head

☒ Enable

ID: HEAD

Flow Rate:

Head:

Flow Rate	Head
-----------	------

Power

☒ Enable

ID: POWER

Flow Rate:

Power:

Flow Rate	Power
-----------	-------

Efficiency

☒ Enable

ID: EFF

Flow Rate:

Efficiency:

Flow Rate	Efic.
-----------	-------

Required NPSH

☒ Enable

ID: NPSH

Flow Rate:

NPSHr:

Flow Rate	NPSHr
-----------	-------

System Head

☒ Enable

ID: SYSTEM

Flow Rate:

System H.:

Flow Rate	Head
-----------	------

Saved

Ejemplo de aplicación

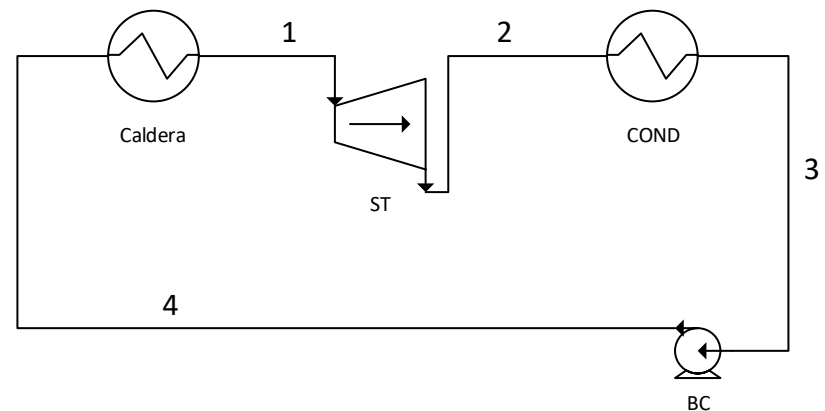
En el siguiente flowsheet se ilustra un ciclo Rankine que tiene como fluido de trabajo agua.

Las condiciones de operación de la turbina son:

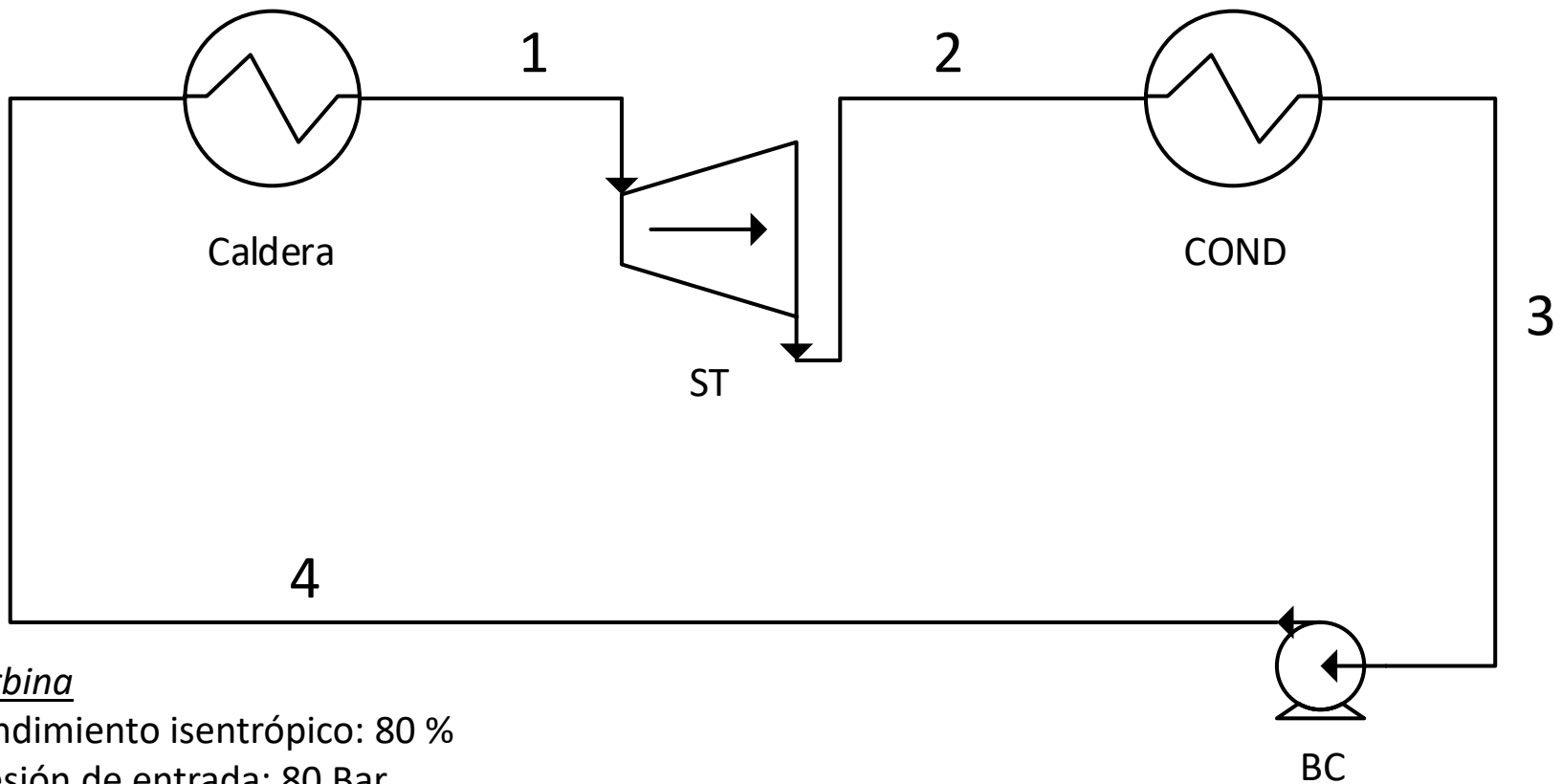
- Rendimiento isentrópico: 80 %
- Presión de entrada: 80 Bar
- Presión de descarga: 1.3 Bar
- Temperatura de entrada: 500 °C
- Caudal de alimentación: 8 kg/s

Intercambiadores de Calor:

- Se desprecia la caída de presión
- El condensador subenfria 3 °C



Ejemplo de aplicación



Turbina

Rendimiento isentrópico: 80 %

Presión de entrada: 80 Bar

Presión de descarga: 1.3 Bar

Temperatura de entrada: 500 °C

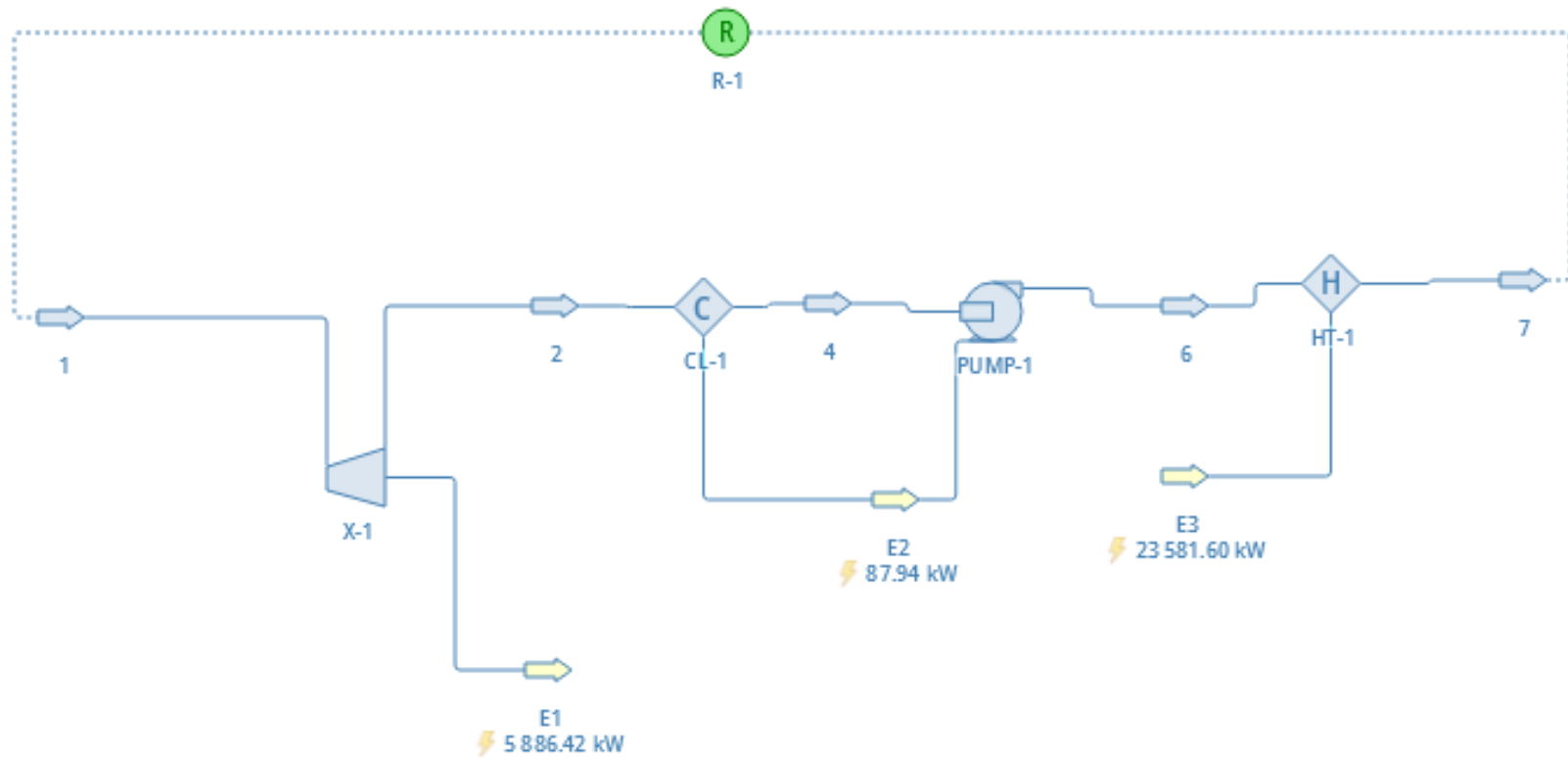
Caudal de alimentación: 8 kg/s

Intercambiadores de Calor

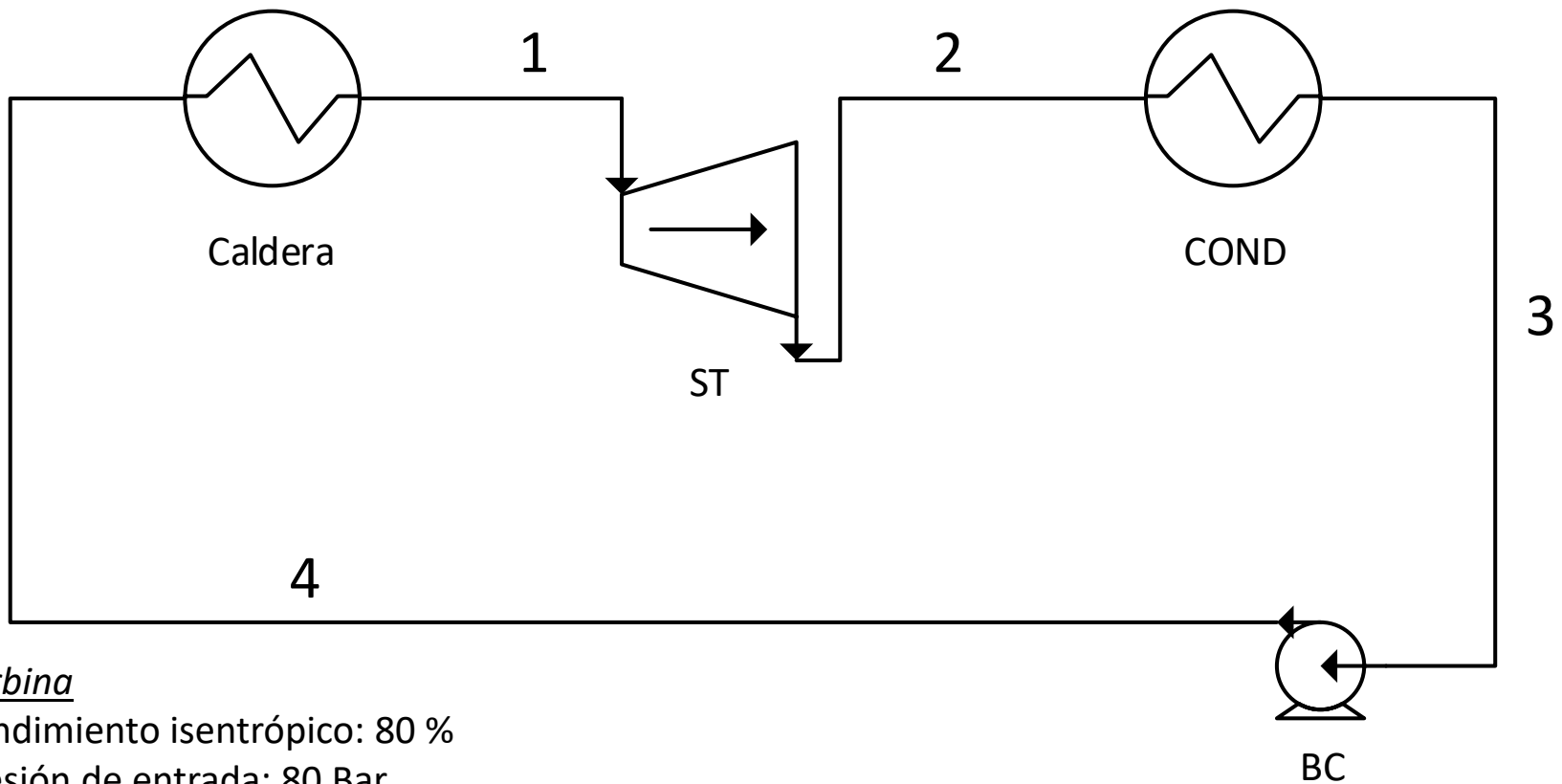
Se desprecia la caída de presión

El condensador subenfria 3 °C

Ejemplo de aplicación



Ejemplo de aplicación



Turbina

Rendimiento isentrópico: 80 %

Presión de entrada: 80 Bar

Presión de descarga: 1.3 Bar

Caudal de alimentación: 8 kg/s

Intercambiadores de Calor

La caldera entrega 22000 kW

Se desprecia la caída de presión

El condensador subenfria 3 °C