

Integración IV

Módulos de DWSIM (I)

Intercambiadores de calor, Compresores,
Expansores, Válvulas y Bomba.

Bloques de control, ajuste y reciclo

2021

Profesor: Dr. Nicolás J. Scenna

JTP: Dr. Néstor H. Rodríguez

Aux. 1ra: Dr. Juan I. Manassaldi

Integración IV

Intercambiadores de calor en DWSIM

2021

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

Introducción

Existen tres módulos para representar equipos de transferencia de calor:

- Cooler (Simple cooler model): Es un equipo simple, permite conocer cual es la energía necesaria para enfriar una corriente.
- Heater (Simple heater model): Es un equipo simple, permite conocer cual 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.



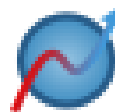
Cooler

Simple cooler model



Heater

Simple heater model



Heat Exchanger

Rigorous Heat Exchanger model

Cooler



Cooler

Simple cooler model

Cooler: cooler

General Info

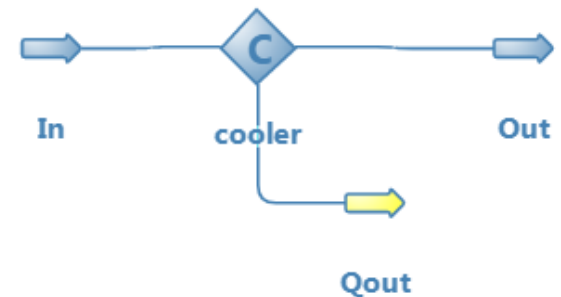
Object: cooler

Status: Calculated (29/08/2017 10:18:39 a.m.)

Linked to:

Conexiones

Inlet Stream	In		
Outlet Stream	out		
Energy Stream	Qout		



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 calculo (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

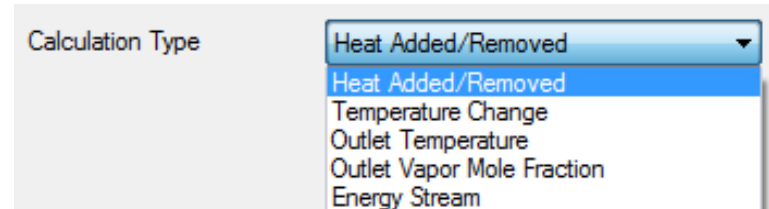
Calor extraído en el enfriamiento

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

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

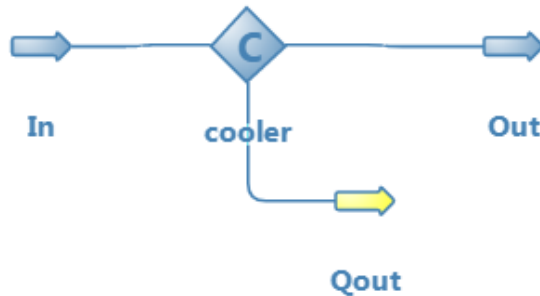
Algoritmos de calculo para un enfriador

- 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

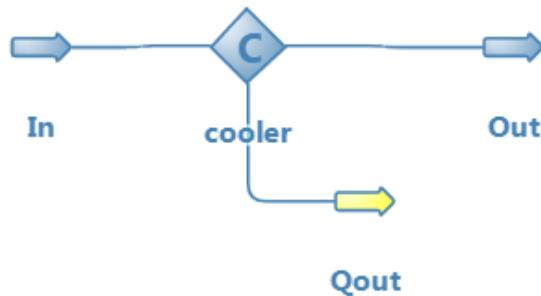


Calculation Parameters		
Calculation Type	Heat Added/Removed ▼	
Pressure Drop	0	Pa ▼
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	420	K ▼
Temperature Change	-30	K. ▼
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	59.438444	kW ▼

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



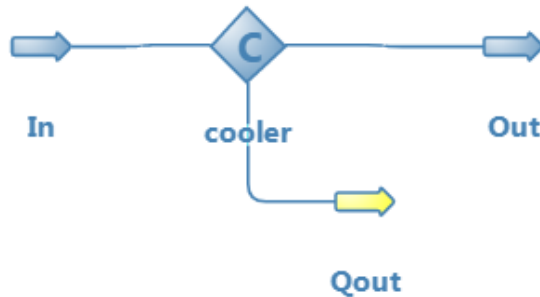
Calculation Parameters

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

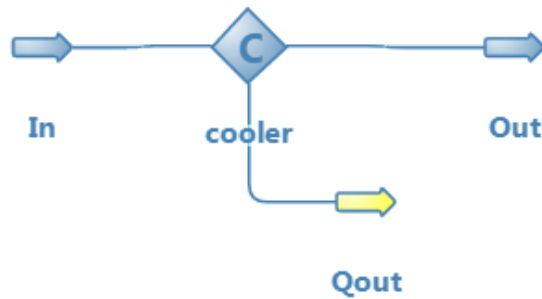


Calculation Parameters		
Calculation Type	Outlet Temperature ▼	
Pressure Drop	0	Pa ▼
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	420	K ▼
Temperature Change	-30	K ▼
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	59.438444	kW ▼

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



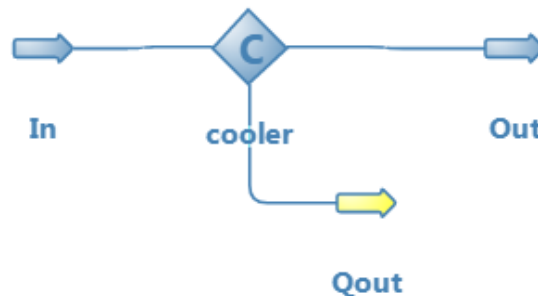
Calculation Parameters

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.

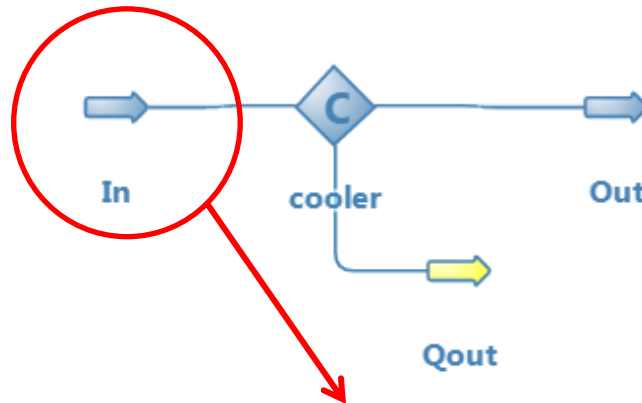
Algunas cuestiones para recordar y discutir

- 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 esta completamente definida porque no conocemos su caudal.

¿Qué hacemos?

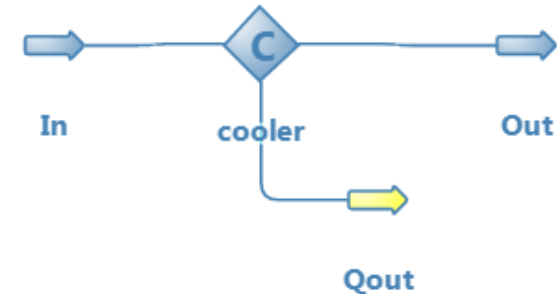
Ejemplo (estrategia de resolución)

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

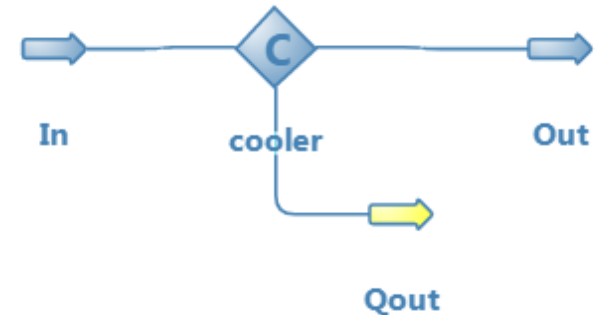


Habíamos elegido 1 kg/s
¿Es mucho o poco caudal?

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

Logical block for controlling a variable in the flowsheet

Controller Block



Controller Block

Logical block for controlling a variable in the flowsheet

Controller Block: ADJ-004

General Info

Object: ADJ-004

Linked Objects

Manipulated Object: [Dropdown]

Property: [Dropdown]

Value: [Text]

Controlled Object: [Dropdown]

Property: [Dropdown]

Value: [Text]

Parameters

☐ Solve Globally

Set-Point (Controlled Property): [Text]

Tolerance (Maximum Error): 0.0001

Open Adjust Control Panel

Nombre del bloque

Variable para manipular.

Variable que se desea controlar.

Valor que se desea obtener de la variable controlada y parámetros del algoritmo de búsqueda.

Solución del ejemplo

Linked Objects

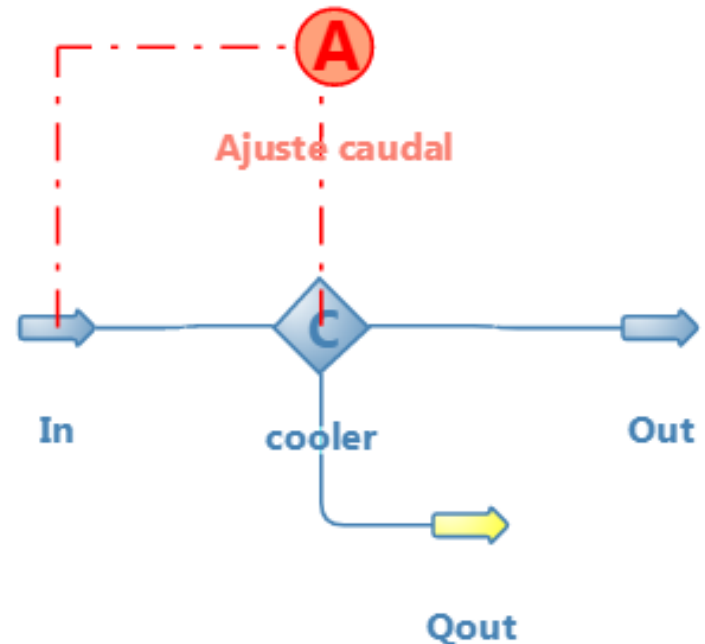
Manipulated Object	In
Property	Mass Flow
Value	1 kg/s
Controlled Object	cooler
Property	Heat Removed
Value	125.38902 (+124.389) kW

Parameters

☐ Solve Globally

Set-Point (Controlled Property) kW

Tolerance (Maximum Error)



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

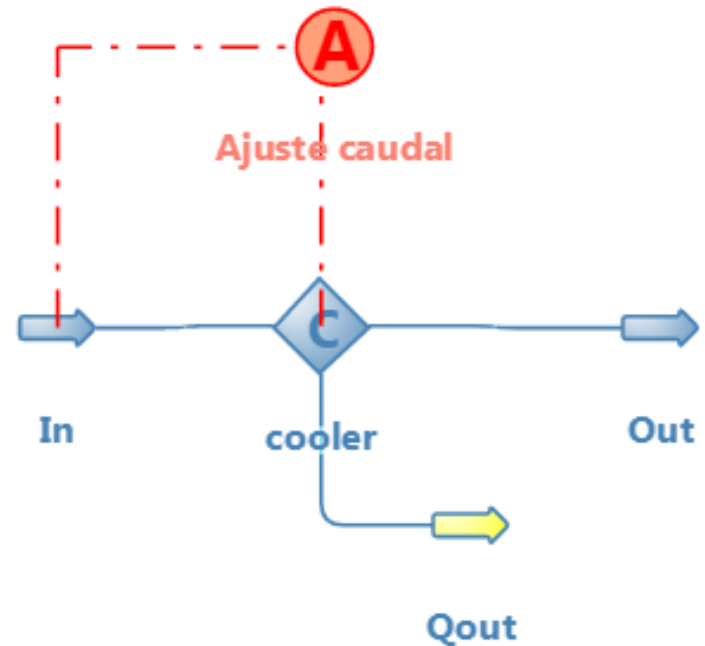
Manipulated Object	In
Property	Mass Flow
Value	1 kg/s
Controlled Object	cooler
Property	Heat Removed
Value	125.38902 (+124.389) kW

Parameters

☐ Solve Globally

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

Open Adjust Control Panel



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

Solución del ejemplo

Linked Objects

Manipulated Object	In
Property	Mass Flow
Value	1 kg/s
Controlled Object	cooler
Property	Heat Removed
Value	125.38902 (+124.389) kW

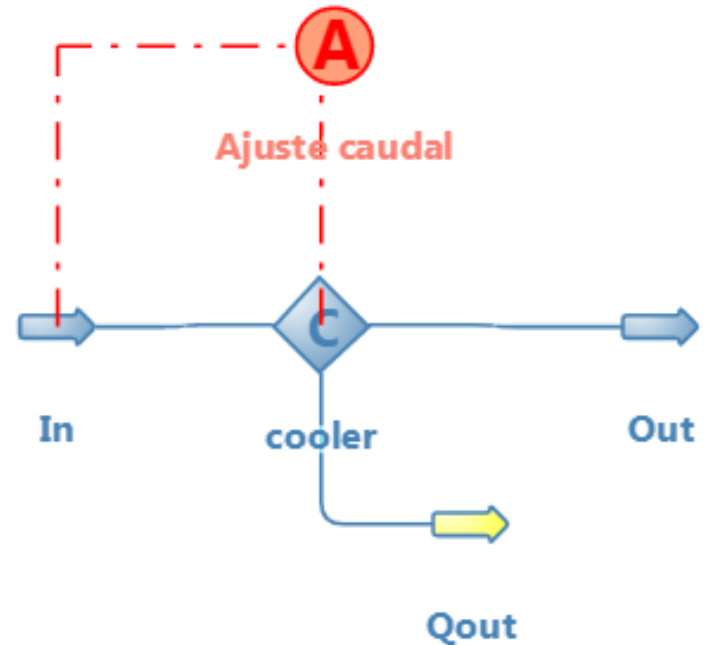
Parameters

☐ Solve Globally

Set-Point (Controlled Property) kW

Tolerance (Maximum Error)

Open Adjust Control Panel



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

Solución del ejemplo

Linked Objects

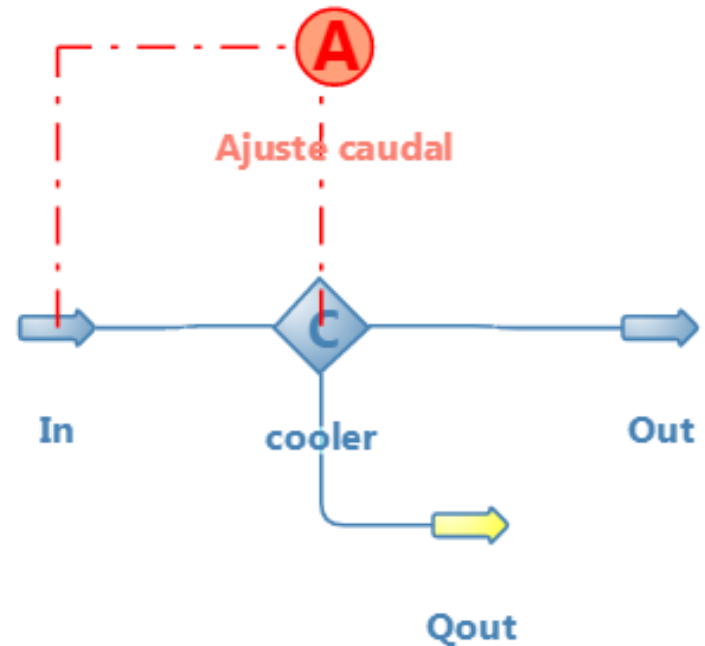
Manipulated Object	In
Property	Mass Flow
Value	1 kg/s
Controlled Object	cooler
Property	Heat Removed
Value	125.38902 (+124.389) kW

Parameters

☐ Solve Globally

Set-Point (Controlled Property) kW

Tolerance (Maximum Error)



En la ventana de ajustes se definen los parámetros del algoritmo de búsqueda.

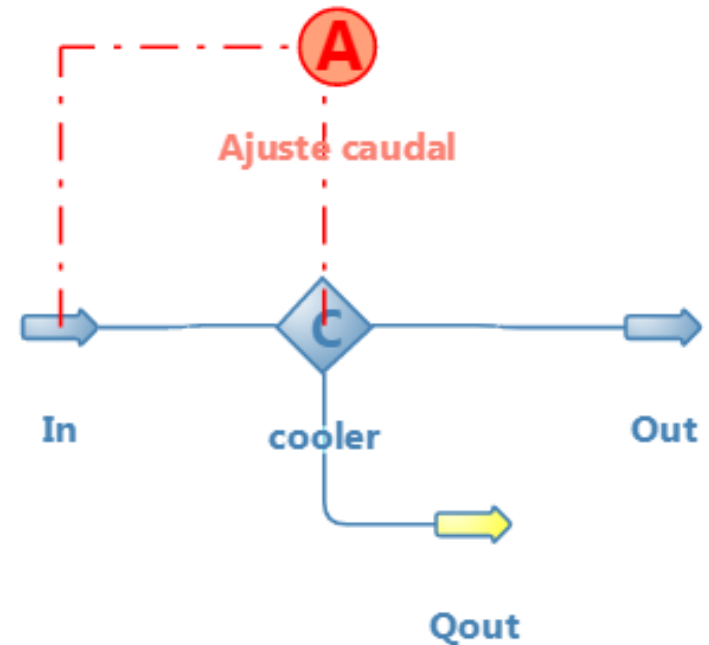
Solución del ejemplo

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:

3.9875899 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

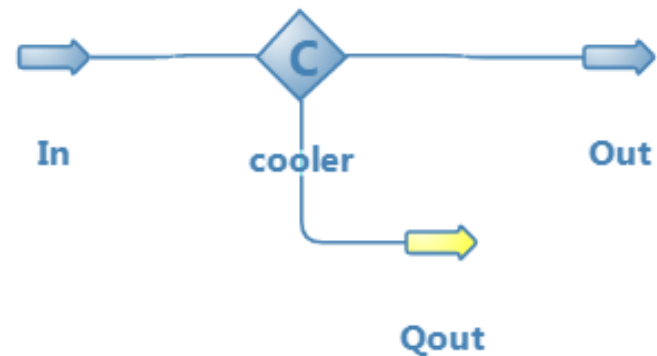
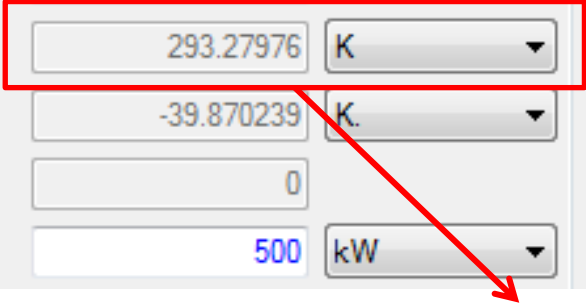
Ejemplo (estrategia de resolución)

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



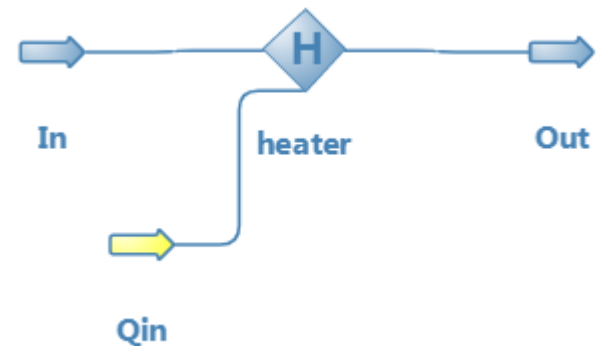
Heater

Simple heater model

Heater: heater

General Info	Nombre
Object	heater
Status	Calculated (29/08/2017 12:22:01 p.m.)
Linked to	

Connections	Conexiones
Inlet Stream	in
Outlet Stream	out
Energy Stream	Qin



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

Rigorous Heat Exchanger model

Heat Exchanger: Heat Exchanger

Nombre

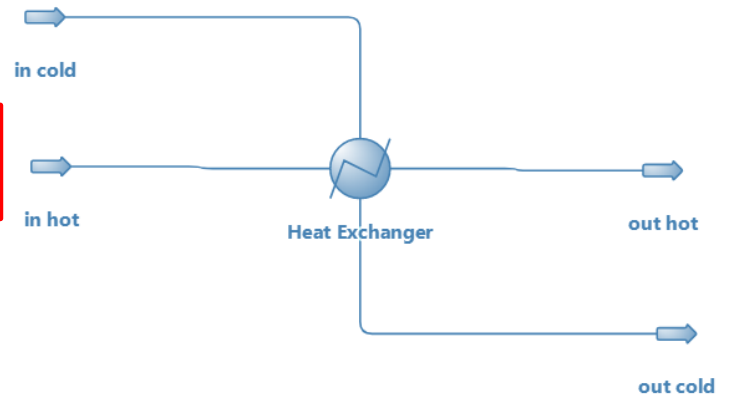
Object: Heat Exchanger

Status: Calculated (29/08/2017 01:00:02 p.m.)

Linked to:

Conexiones

Inlet Stream 1	in 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	Outlet Temperatures (UA) ▼	
Flow Direction	Counter Current ▼	
Cold Fluid Pressure Drop	0	Pa ▼
Hot Fluid Pressure Drop	0	Pa ▼
Cold Fluid Outlet Temperature	311.6714	K ▼
Hot Fluid Outlet Temperature	354.70453	K ▼
Overall Heat Transfer Coefficient	1000	W/[m2.K] ▼
Heat Exchange Area	1	m2 ▼
Heat Exchanged	56.516563	kW ▼
Minimum Temperature Difference	0	K ▼
<input checked="" type="checkbox"/> Ignore LMTD Error		
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties		

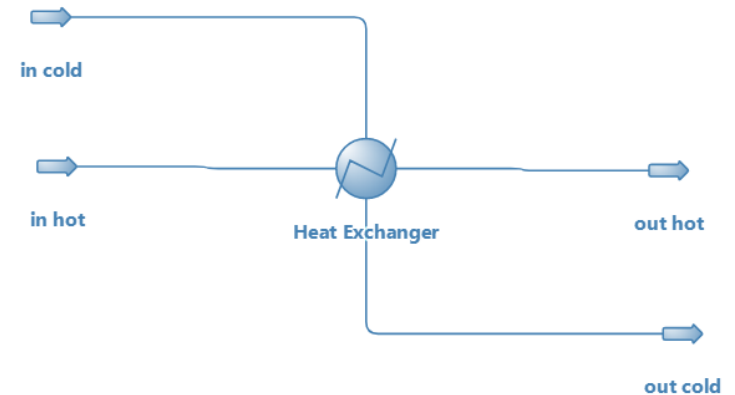
Algoritmos de calculo para un intercambiador de calor

- 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	Hot Fluid Outlet Temperature ▼	
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	2318.954	W/(m ² .K) ▼
Heat Exchange Area	1	m ² ▼
Heat Exchanged	104.48365	kW ▼
Minimum Temperature Difference	0	°C ▼



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

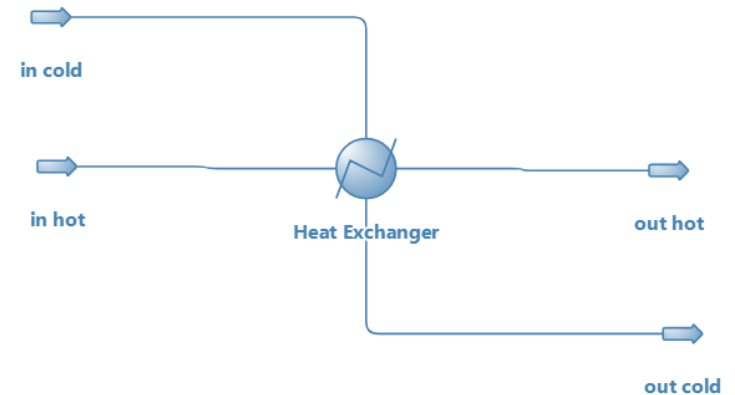
La temperatura de salida de la corriente cálida resultó de 70.11 °C

Si definimos el área se calcula el coeficiente de intercambio (o viceversa)

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	Cold Fluid Outlet Temperature ▼	
Flow Direction	Counter Current ▼	
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm ▼
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm ▼
Cold Fluid Outlet Temperature	50.113016	°C ▼
Hot Fluid Outlet Temperature	70	°C ▼
Overall Heat Transfer Coefficient	2335.2894	W/[m ² .K] ▼
Heat Exchange Area	1	m ² ▼
Heat Exchanged	104.956	kW ▼
Minimum Temperature Difference	0	°C ▼



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

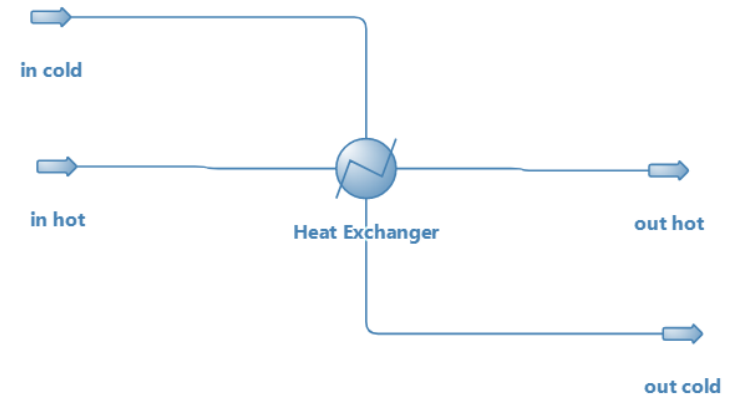
Se fija la salida de la corriente cálida en 70 °C

Si definimos el área se calcula el coeficiente de intercambio (o viceversa)

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	Outlet Temperatures	
Flow Direction	Counter Current	
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	50.123542	C
Hot Fluid Outlet Temperature	69.989495	C
Overall Heat Transfer Coefficient	2336.815	W/[m2.K]
Heat Exchange Area	1	m2
Heat Exchanged	105	kW
Minimum Temperature Difference	0	C.



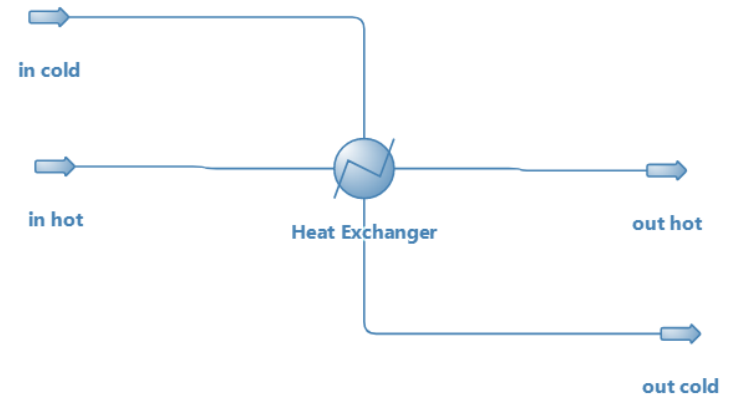
Las temperaturas de salida resultaron de 50.12 °C y 69.98 °C

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	Outlet Temperatures (UA) ▼	
Flow Direction	Counter Current ▼	
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm ▼
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm ▼
Cold Fluid Outlet Temperature	50.145502	°C ▼
Hot Fluid Outlet Temperature	69.967579	°C ▼
Overall Heat Transfer Coefficient	2340	W/[m ² .K] ▼
Heat Exchange Area	1	m ² ▼
Heat Exchanged	105.09178	kW ▼
Minimum Temperature Difference	0	°C ▼



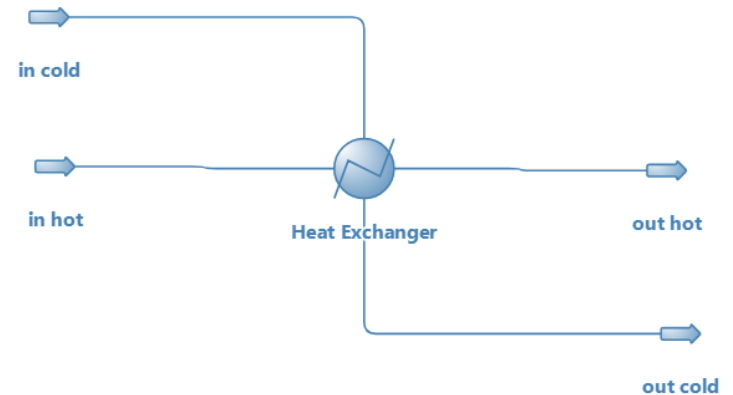
Las temperaturas de salida resultaron de 50.14 °C y 69.96 °C

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	Area ▼	
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/[m ² .K] ▼
Heat Exchange Area	1.0082409	m ² ▼
Heat Exchanged	104.48365	kW ▼
Minimum Temperature Difference	0	C. ▼



Se puede fija alguna de las temperaturas de salida

El coeficiente de intercambio permite calcular el área

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 Ratio

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

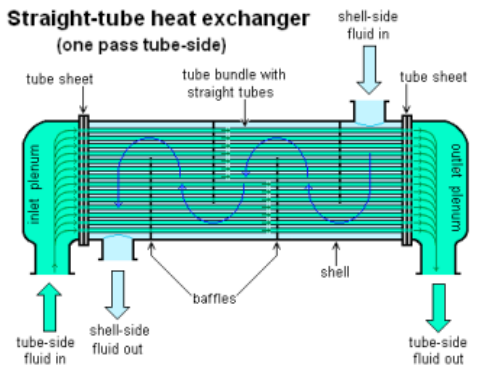
Minimum Temperature Difference: 0 C

☒ Ignore LMTD Error

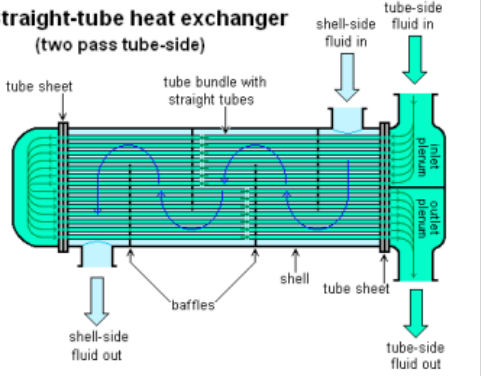
Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties

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

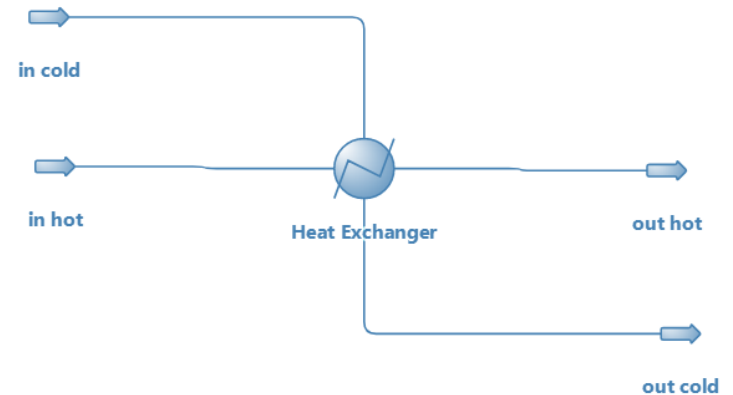
Tube Layout: Triangle

Fluid in Tubes: ☐ Hot ☒ Cold

Ejemplo de aplicación

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	
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	44.245189	C
Hot Fluid Outlet Temperature	75.856011	C
Overall Heat Transfer Coefficient	2300	W/[m ² .K]
Heat Exchange Area	0.68820865	m ²
Heat Exchanged	80.418836	kW
Minimum Temperature Difference	50	C



Las temperaturas de salida resultaron de 44.24 °C y 75.85 °C

Se debe definir el coeficiente de intercambio y el Pinch Point (50 °C)

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.

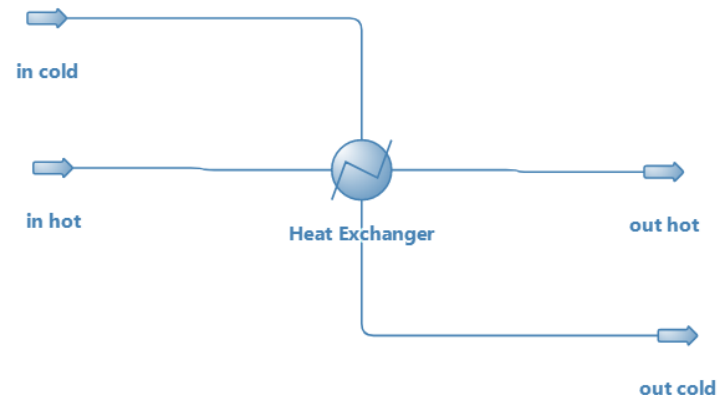
Debido a la naturaleza modular secuencial pura del simulador será necesario realizar un ajuste de la corriente de agua de enfriamiento para encontrar el caudal.

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	Cold Fluid Outlet Temperature	
Flow Direction	Counter Current	
Cold Fluid Pressure Drop	0	atm
Hot Fluid Pressure Drop	0	atm
Cold Fluid Outlet Temperature	60.123148	C
Hot Fluid Outlet Temperature	60	C
Overall Heat Transfer Coefficient	4201.9266	W/[m ² .K]
Heat Exchange Area	1	m ²
Heat Exchanged	146.80855	kW
Minimum Temperature Difference	50	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

Property: Mass Flow

Value: 1 kg/s

Controlled Object: Heat Exchanger

Property: Cold fluid outlet temperature

Value: 60.123148 (+20.1231) C

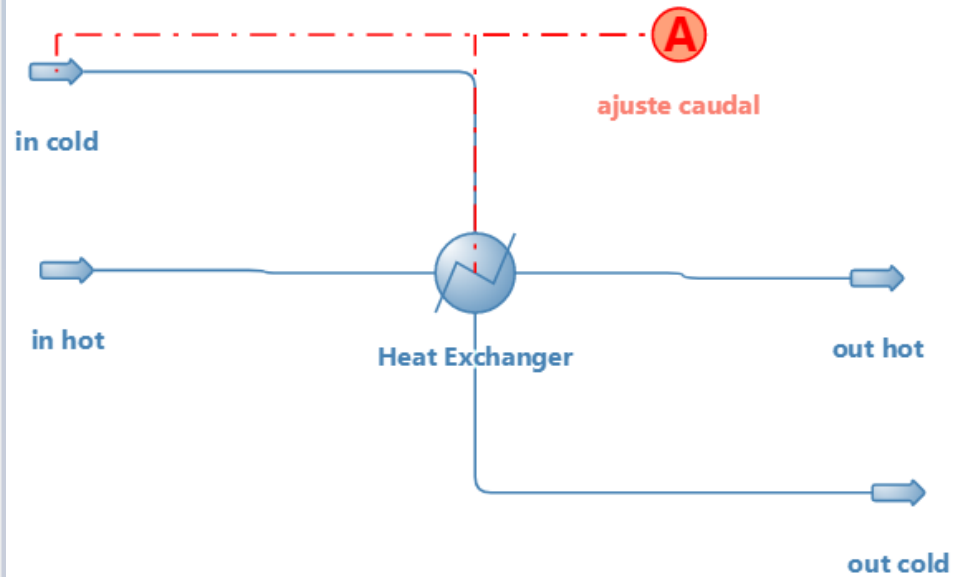
Parameters

☒ Solve Globally

Set-Point (Controlled Property): 40 C

Tolerance (Maximum Error): 0.0001

Open Adjust Control Panel



Valor actual de la variable controlada y el error actual

Ajuste del caudal

Linked Objects

Manipulated Object: In cold

Property: Mass Flow

Value: 2.3416301 kg/s

Controlled Object: Heat Exchanger

Property: Cold fluid outlet temperature

Value: 40 (0) C

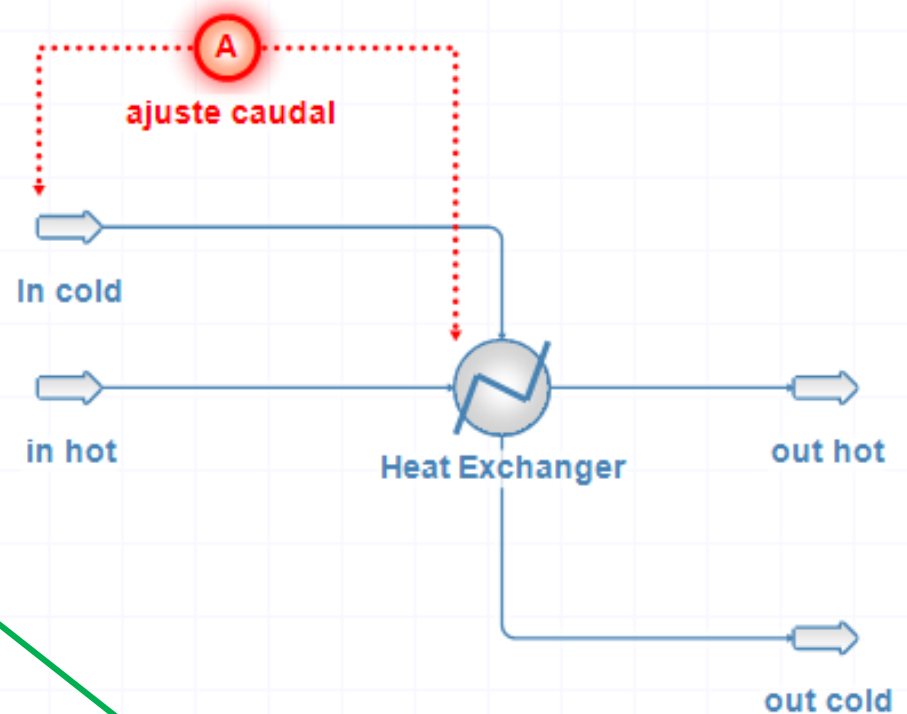
Parameters

☒ Solve Globally

Set-Point (Controlled Property): 40 C

Tolerance (Maximum Error): 0.0001

Open Adjust Control Panel



Al resolver nuevamente se llego a la solución del problema

Integración IV

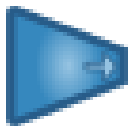
Compresores, Expansores, Valvulas y Bombas
en DWSIM

2019

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

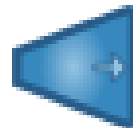
Introducción

- 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



Adiabatic Compressor

Model for an adiabatic (isentropic) compressor



Adiabatic Expander

Model for an adiabatic (isentropic) expander



Valve

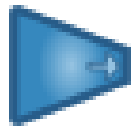
Isoenthalpic Valve model



Centrifugal Pump

Centrifugal Pump model

Adiabatic Compressor



Adiabatic Compressor

Model for an adiabatic (isentropic) compressor

Adiabatic Compressor: compresor

General Info

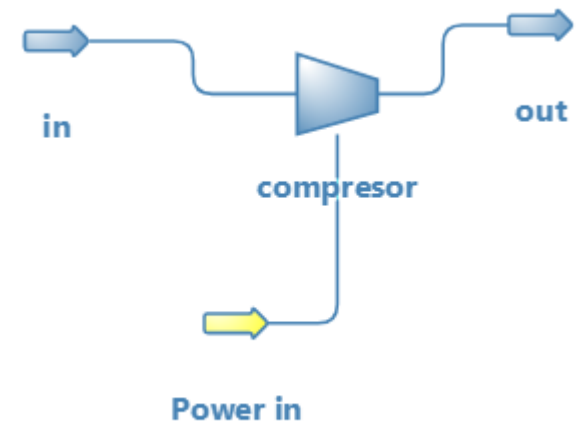
Object: **Nombre**
compresor

Status: Calculated (29/08/2017 03:05:36 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 corriente energética de entrada

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

Parámetros de calculo (compresor)

Tipo de algoritmo de calculo

Incremento de presión en el equipo

Presión de salida

Rendimiento isentrópico

Potencia que ingresa

Temperatura de salida

Variación de temperatura

Calculation Parameters		
Calculation Type	Pressure Increase/Decrease ▼	
Pressure Increase/Drop	202650	Pa ▼
Outlet Pressure	303975	Pa ▼
Efficiency (0-100%)	75	
Power Required/Generated	144.83456	kW ▼
Outlet Temperature	441.70118	K ▼
Temperature Change	143.55118	K. ▼

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** 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.

Calculation Parameters

Pressure Increase/Decrease ▼

Outlet Pressure

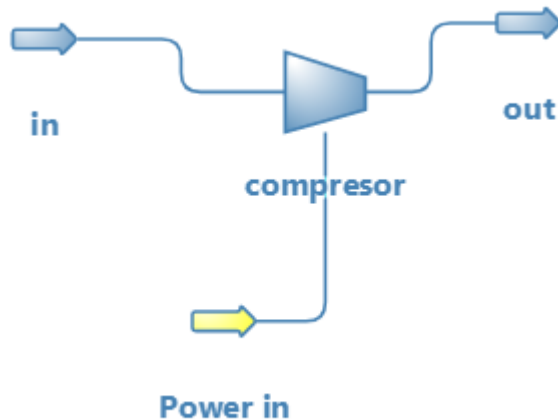
Pressure Increase/Decrease

Power Required/Generated

Energy Stream

Ejemplo de aplicación

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



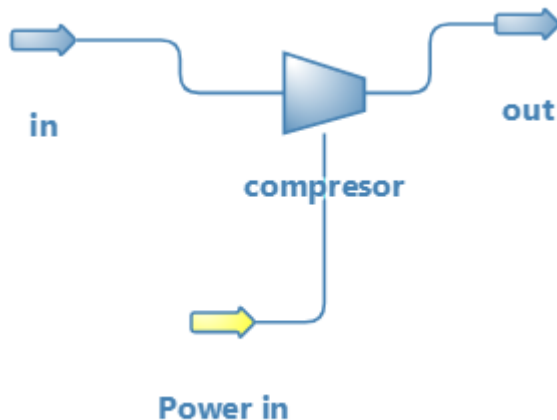
Calculation Parameters		
Calculation Type	Outlet Pressure ▼	
Pressure Increase/Drop	2	atm ▼
Outlet Pressure	3	atm ▼
Efficiency (0-100%)	75	
Power Required/Generated	144.83456	kW ▼
Outlet Temperature	168.55118	C ▼
Temperature Change	143.55118	C. ▼

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

La temperatura de salida resultó de 168.55 °C

Ejemplo de aplicación

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



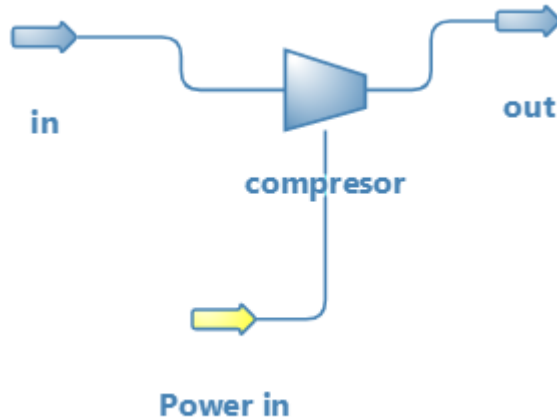
Calculation Parameters		
Calculation Type	Pressure Increase/Decrease ▼	
Pressure Increase/Drop	2	atm ▼
Outlet Pressure	3	atm ▼
Efficiency (0-100%)	75	
Power Required/Generated	144.83456	kW ▼
Outlet Temperature	168.55118	C ▼
Temperature Change	143.55118	C. ▼

Al seleccionar el algoritmo de “Pressure Increase/Decrease” se ingresa la variación de presión (2 atm).

La temperatura de salida resultó de 168.55 °C

Ejemplo de aplicación

Se debe comprimir una corriente de aire de 1 kg/seg a 25 °C y 1 atm utilizando 145 kW.



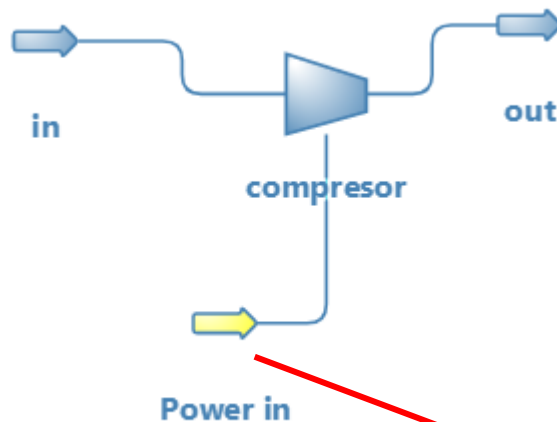
Calculation Parameters		
Calculation Type	Power Required/Generated	
Pressure Increase/Drop	1.9526574	atm
Outlet Pressure	2.9526574	atm
Efficiency (0-100%)	75	
Power Required/Generated	145	kW
Outlet Temperature	166.08803	C
Temperature Change	141.08803	C.

Al seleccionar el algoritmo de “Power Required/Generated” se ingresa el valor de la potencia (145 atm).

La temperatura de salida resultó de 166.06 °C y la presión de 2.95 atm

Ejemplo de aplicación

Se debe comprimir una corriente de aire de 1 kg/seg a 25 °C y 1 atm utilizando 150 kW

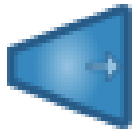


Calculation Parameters	
Calculation Type	Energy Stream
Pressure Increase/Drop	2.0484479 atm
Outlet Pressure	3.0484479 atm
Efficiency (0-100%)	75
Power Required/Generated	150 kW
Outlet Temperature	170.92997 C
Temperature Change	145.92997 C

Al seleccionar el algoritmo de "Energy Stream" se ingresa el valor de la potencia (150 kW) pero en las propiedades de la corriente Power in

Energy Stream: Power in	
General Info	
Object	Power in
Status	Calculated (29/08/2017 03:34:20 p.m.)
Linked to	
Connections	
Inlet Connection	
Outlet Connection	compresor
Calculation Parameters	
Energy Flow / Power	150 kW

Adiabatic Expander



Adiabatic Expander

Model for an adiabatic (isentropic) expander

Adiabatic Expander: expansor

Nombre

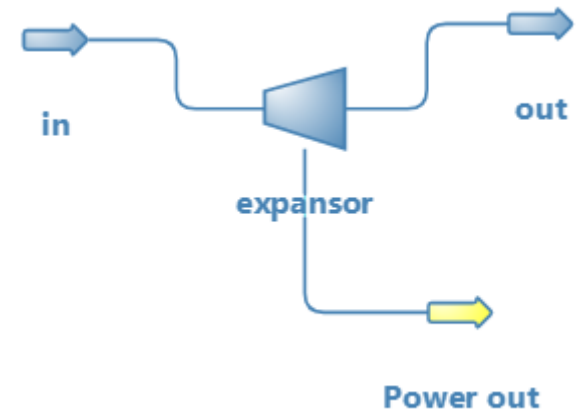
Object: expansor

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

Linked to:

Conexiones

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 calculo para un expansor

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

- 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.

Calculation Parameters

Pressure Increase/Decrease

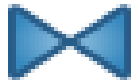
Outlet Pressure

Pressure Increase/Decrease

Power Required/Generated

Energy Stream

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)

Tipo de algoritmo de calculo

Caída de presión

Presión de salida

Temperatura de salida

Variación de temperatura

Calculation Parameters

Calculation Type	Outlet Pressure ▼	
PressureDrop	2	atm ▼
Outlet Pressure	1	atm ▼
Outlet Temperature	142.14016	C ▼
Temperature Change	-7.8598409	C. ▼

Cuenta con dos algoritmos de calculo:

- Outlet Pressure: Se debe ingresar la presión de descarga del compresor.
- Pressure Drop: Se debe ingresar la diferencia de presión

Calculation Type

PressureDrop

Outlet Pressure ▼

Outlet Pressure

Pressure Drop

Centrifugal Pump



Centrifugal Pump Centrifugal Pump model

Centrifugal Pump: bomba

Nombre

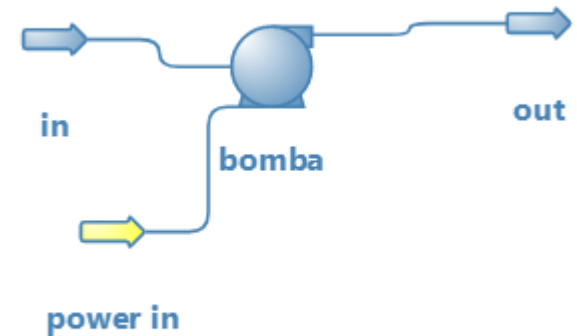
Object: bomba

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

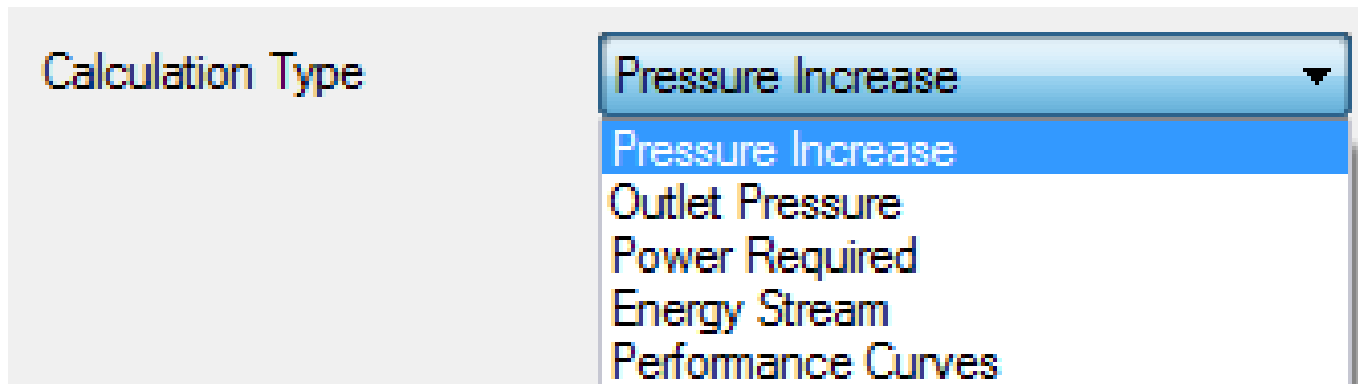
Curvas de rendimiento

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	

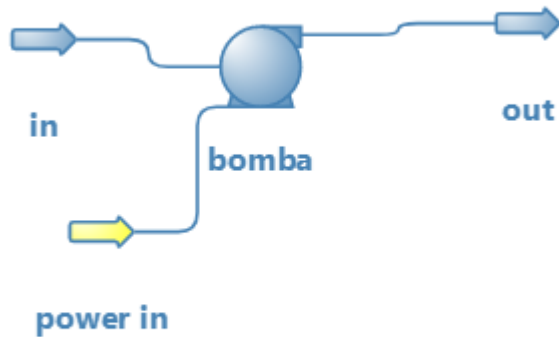
Algoritmos de calculo para una bomba

- 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
-----------	------

Ejemplo de aplicación

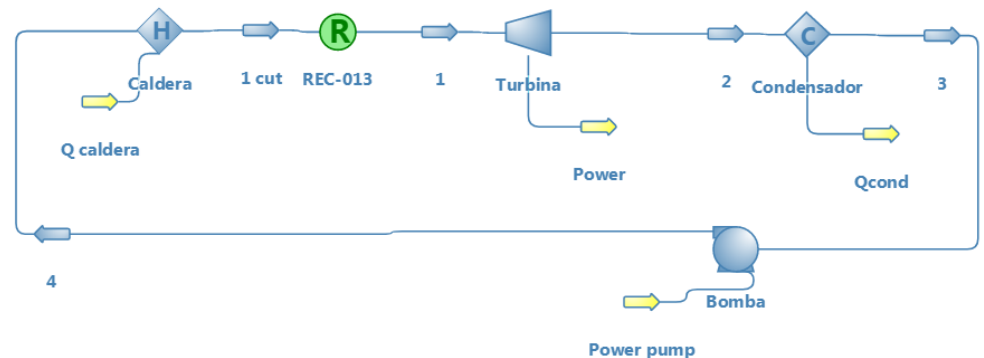
En el siguiente flowsheet se ilustra un ciclo Rankine que tiene como fluido de trabajo agua.

Las condiciones de operación de la turbina son:

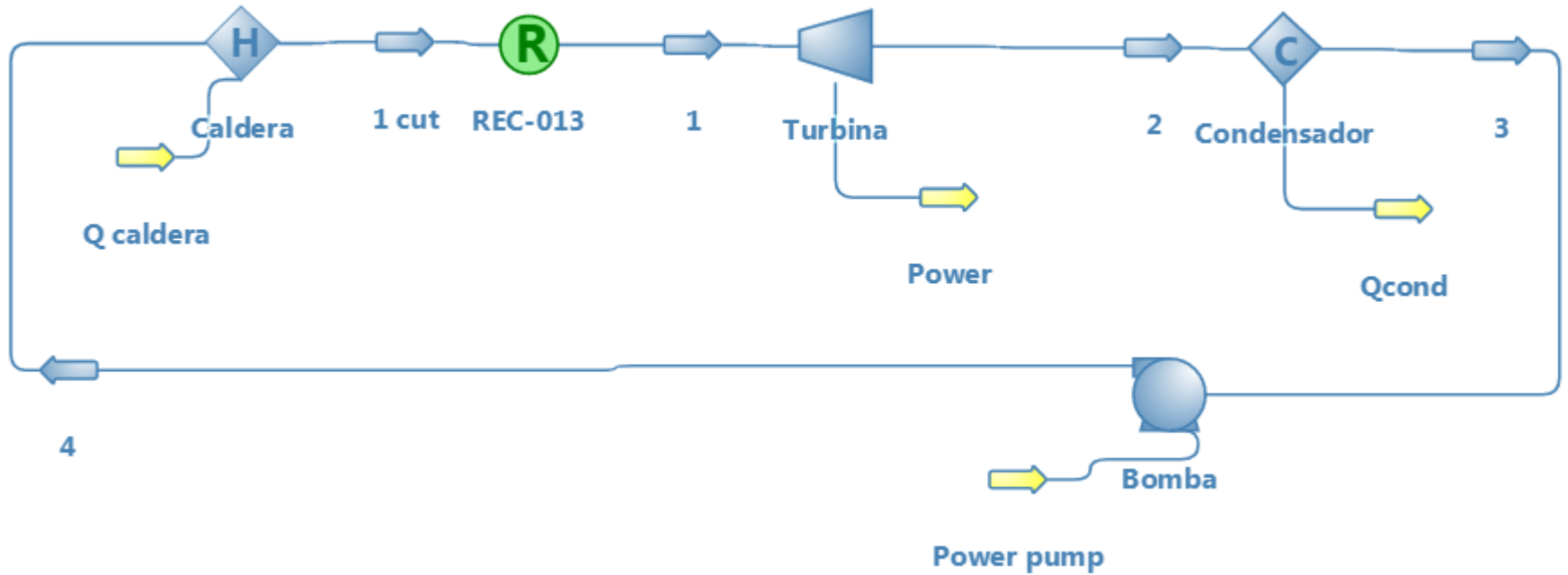
- Rendimiento isentrópico: 80 %
- Presión de entrada: 80 Bar
- Presión de descarga: 1.3 Bar
- Temperatura de entrada: 500 °C
- Caudal de alimentación: 8 kg/s

Intercambiadores de Calor:

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



Ejemplo de aplicación



Resolución

Input Data Compounds Phase Properties Annotations

Flash Spec: Temperature and Pressure (TP)

Temperature: 500 C

Pressure: 80 bar

Mass Flow: 8 kg/s

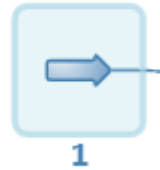
Molar Flow: 444.07438 mol/s

Volumetric Flow: 0.33415266 m³/s

Specific Enthalpy: 3399.3726 kJ/kg

Specific Entropy: 6.7263791 kJ/[kg.K]

Phase Mole Fraction: 1 ☒ Vapor ☐ Liquid ☐ Solid



Propiedades de la entrada a la turbina

Calculation Parameters

Calculation Type: Outlet Pressure

Pressure Increase/Drop: 78.7 bar

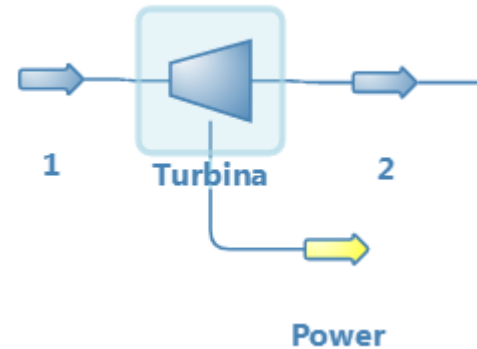
Outlet Pressure: 1.3 bar

Efficiency (0-100%): 80

Power Required/Generated: 5886.4195 kW

Outlet Temperature: 107.10945 C

Temperature Change: -392.89055 C

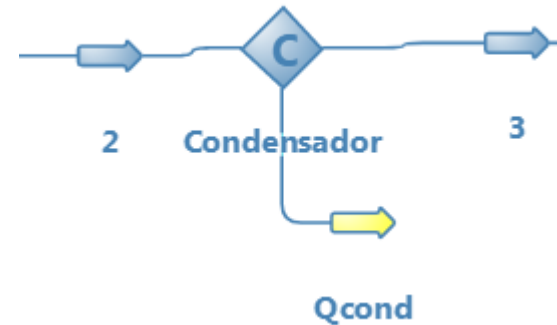


Parámetros de calculo de la turbina

Resolución

Calculation Parameters

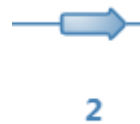
Calculation Type	Outlet Temperature	
Pressure Drop	0	bar
Efficiency (0-100%)	100	
Outlet Temperature	104.10945	C
Temperature Change	-3	C.
Outlet Vapor Fraction	0	
Heating/Cooling	17816.886	kW



La temperatura de salida del condensador es 3 °C menor que la de saturación.

Input Data

Compounds	Phase Properties	Annotations
Flash Spec	Pressure and Enthalpy (PH)	
Temperature	107.10945	C
Pressure	1.3	bar
Mass Flow	8	kg/s
Molar Flow	444.07438	mol/s
Volumetric Flow	10.494004	m3/s
Specific Enthalpy	2663.5702	kJ/kg
Specific Entropy	7.210127	kJ/[kg.K]
Phase Mole Fraction	0.98968528	<input checked="" type="radio"/> Vapor <input type="radio"/> Liquid <input type="radio"/> Solid



En este ejemplo la temperatura de saturación a la presión del condensador coincide con la temperatura de la corriente de entrada.

Resolución

¿Podemos definir de manera automática que la temperatura de salida sea 3 °C menor que la de entrada?

Si, DWSIM cuenta con una herramienta llamada “Specification Block”



Specification Block

Defines a dependent variable/object
from other variables/objects

En sus especificaciones se debe definir cuales son las variables intervinientes y la función matemática que las relaciona.

Resolución

Specification Block: SPEC-014

General Info

Object: SPEC-014

Linked Objects

Source Object: 2

Source Property: Temperature

Source Value: 107.109451666883 C

Target Object: Condensador

Target Property: Outlet Temperature

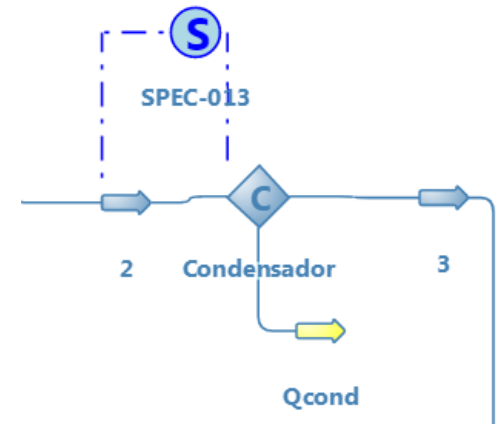
Target Value: 104.109451666883 C

Dependency Expression

$Y = f(X) = X - 3$

$Y = 104.109451666883 \text{ C}$

$Y = \text{Target Variable}, X = \text{Source Variable}$



Fuente de información

Variable para ajustar

Relación matemática

Resolución

Target Object	Condensador ▼
Target Property	Outlet Temperature ▼
Target Value	104.109451666883 C

- Como variable a definir se debe seleccionar la temperatura de salida del enfriador no la de la corriente 3.
- Esto es debido a que DWSIM es modular secuencial puro y la temperatura de la corriente 3 (salida) la calcula el condensador.
- Al ser una salida, las propiedades de la corriente 3 no se pueden manipular

Resolución

Source Object	2 ▼
Source Property	Dew Pressure at Stream Temperature ▼
Source Value	107.109451666883 C

- Como variable de información también se puede seleccionar directamente la temperatura de rocío (o burbuja) por si ocurre que la temperatura de la corriente 2 no sea la de saturación.

Resolución

Calculation Parameters

Calculation Type: **Outlet Pressure**

Pressure Increase: 78.7 bar

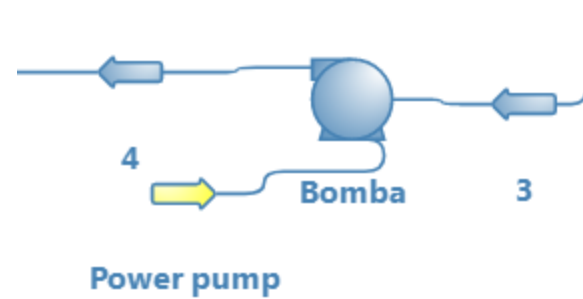
Outlet Pressure: 80 bar

Efficiency (0-100%): 75

Outlet Temperature: 105.33115 C

Temperature Change: 1.2216957 C.

Power Required: 87.868647 kW



Calculation Parameters

Calculation Type: **Outlet Temperature**

Pressure Drop: 0 bar

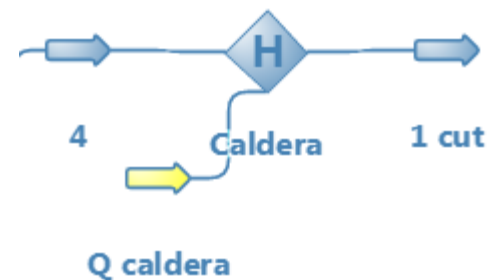
Efficiency (0-100%): 100

Outlet Temperature: 500 C

Temperature Change: 394.66885 C.

Outlet Vapor Fraction: 0

Heating/Cooling: 23615.437 kW



Resolución

Recycle Block: Reciclo

General Info

Object: Reciclo

Status: Calculated (30/08/2017 10:41:23 a.m.)

Linked to:

Connections

Inlet Stream: 1 cut

Outlet Stream: 1

Calculation Parameters

☒ Global Convergence (Broyden)

Convergence Tolerances and Current Errors

Mass Flow	0.01	0	kg/s
Temperature	0.1	0	C.
Pressure	1E-06	0	bar

