

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

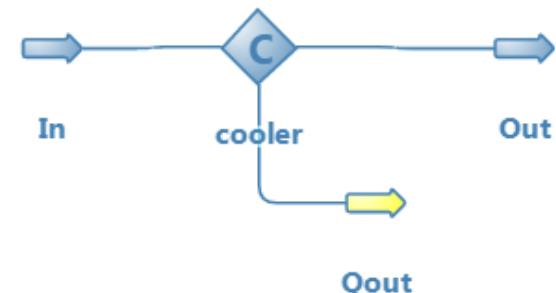


Cooler

Simple cooler model

Cooler: cooler

General Info	Nombre cooler
Object	Calculated (29/08/2017 10:18:39 a.m.) <input checked="" type="checkbox"/>
Status	
Linked to	
Connections	Conexiones
Inlet Stream	In <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="New"/> <input type="button" value="Edit"/>
Outlet Stream	out <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="New"/> <input type="button" value="Edit"/>
Energy Stream	Qout <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="New"/> <input type="button" value="Edit"/>



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

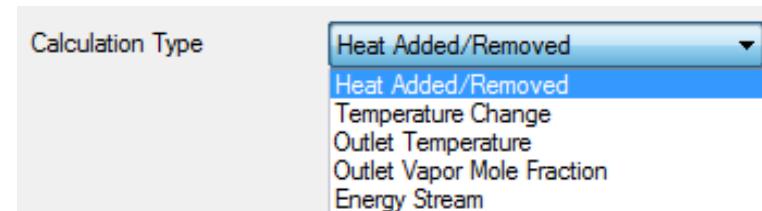
Calculation Parameters

Calculation Type	Heat Added/Removed
Pressure Drop	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 calculo seleccionado.

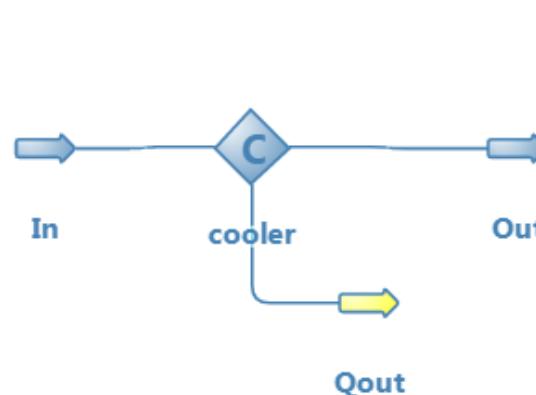
Algoritmos de calculo para un enfriador

- 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.
- Oulet 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.
- Oulet 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



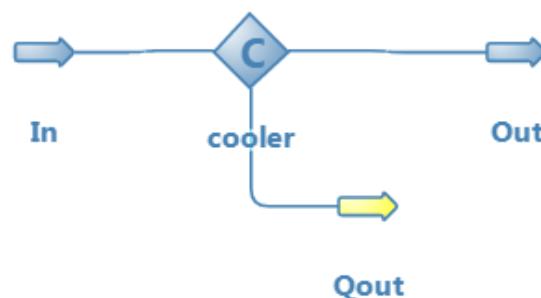
Calculation Parameters

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



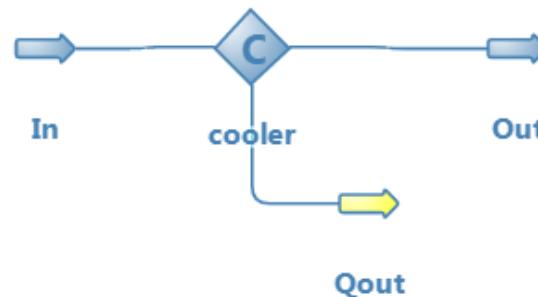
Calculation Parameters

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



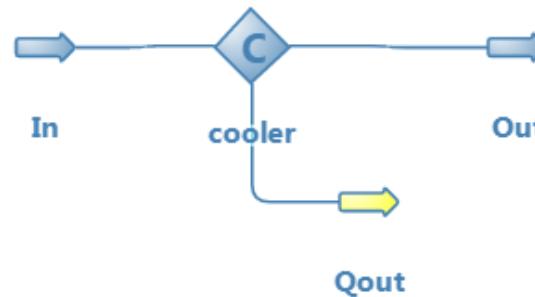
Calculation Parameters

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



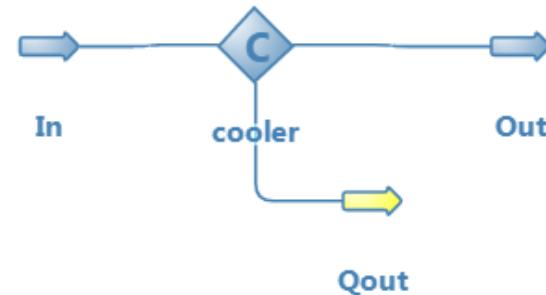
Calculation Parameters

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 líquido saturado.

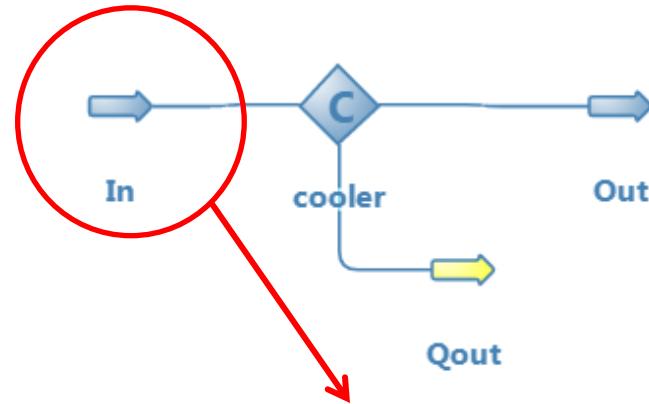
Algunas cuestiones para recordar y discutir

- 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 °C y se la desea enfriar hasta 30 °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?

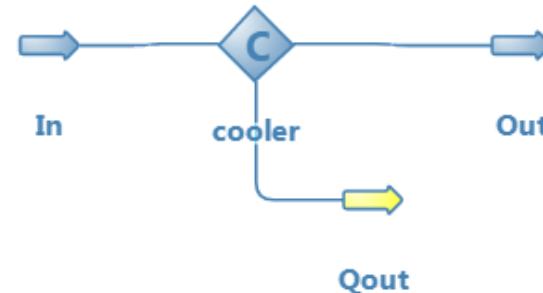
Ejemplo (estrategia de resolución)

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

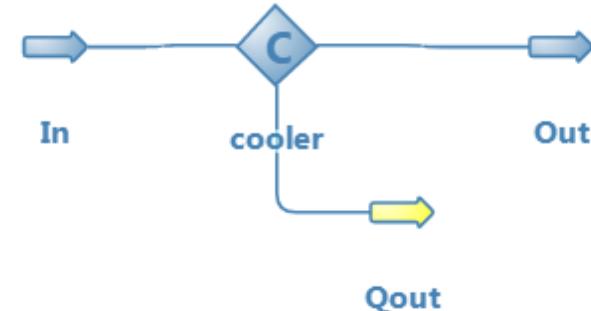


Habíamos elegido 1 kg/s
¿Es mucho o poco caudal?

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 sea de 500 kW



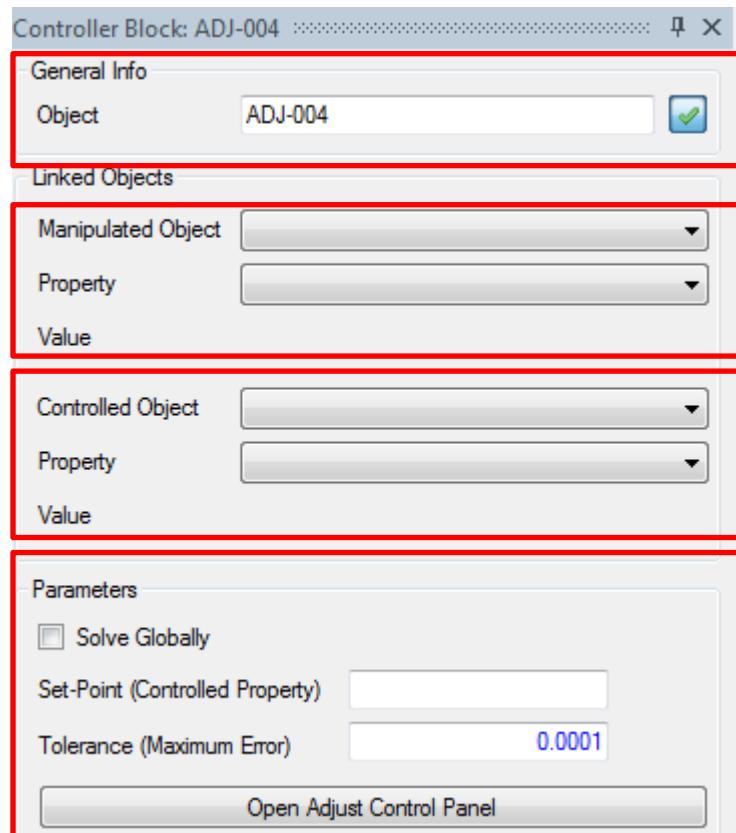
Controller Block

Logical block for controlling a variable in
the flowsheet

Controller Block

A Controller Block

Logical block for controlling a variable in the flowsheet



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

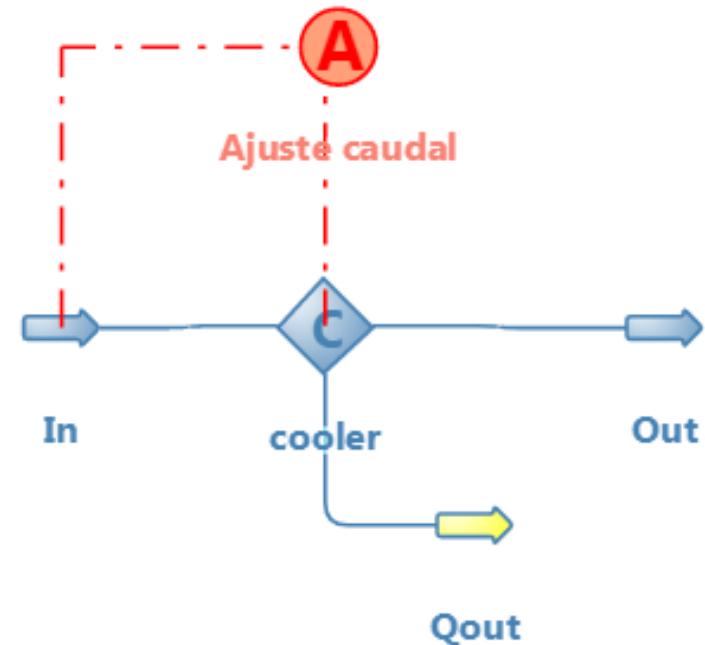
Parameters

Solve Globally

Set-Point (Controlled Property): 500 kW

Tolerance (Maximum Error): 0.0001

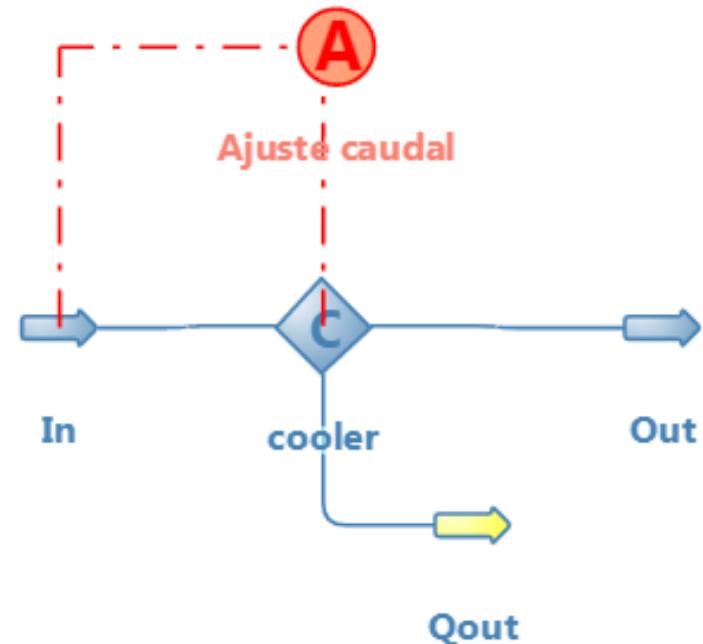
[Open Adjust Control Panel](#)



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

Solución del ejemplo

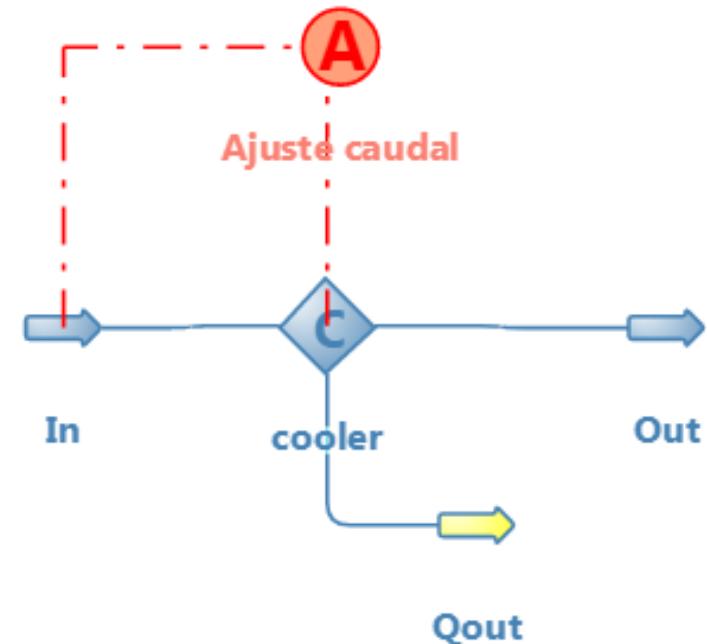
Linked Objects	
Manipulated Object	In
Property	Mass Flow
Value	1 kg/s
Controlled Object	cooler
Property	Heat Removed
Value	125.38902 (+124.389) kW
Parameters	
<input type="checkbox"/> Solve Globally	
Set-Point (Controlled Property)	500 kW
Tolerance (Maximum Error)	0.0001
Open Adjust Control Panel	



Objeto para controla: Equipo “cooler”
Propiedad que se va a controlar: Calor extraído
Valor actual de la propiedad: 125.38902 kW

Solución del ejemplo

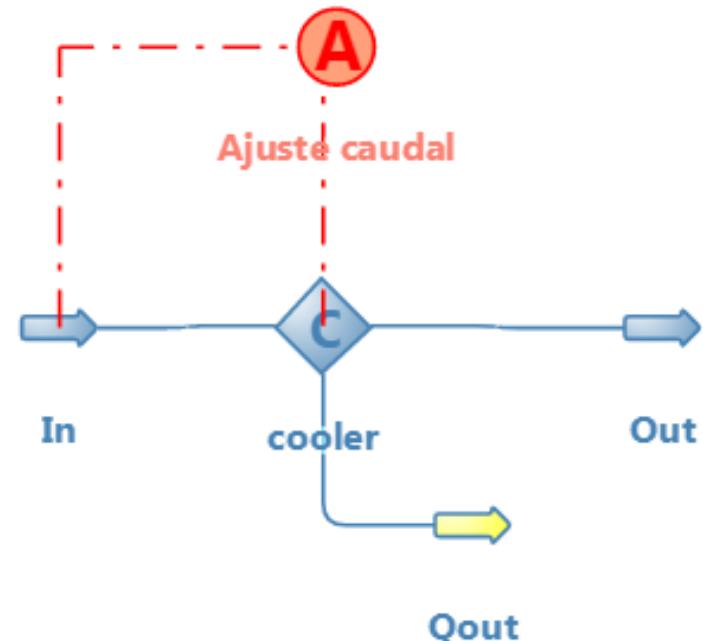
Linked Objects	
Manipulated Object	In
Property	Mass Flow
Value	1 kg/s
Controlled Object	cooler
Property	Heat Removed
Value	125.38902 (+124.389) kW
Parameters	
<input type="checkbox"/> Solve Globally	
Set-Point (Controlled Property)	500 kW
Tolerance (Maximum Error)	0.0001
Open Adjust Control Panel	



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

Solución del ejemplo

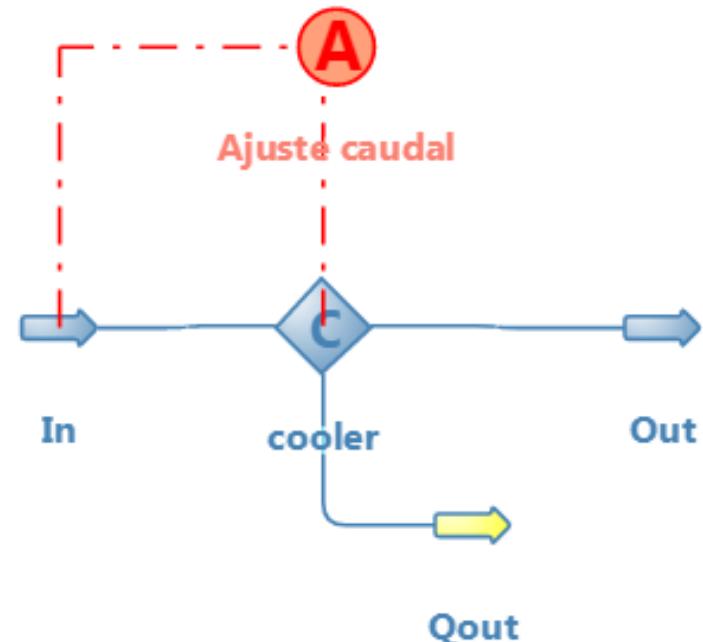
Linked Objects	
Manipulated Object	In
Property	Mass Flow
Value	1 kg/s
Controlled Object	cooler
Property	Heat Removed
Value	125.38902 (+124.389) kW
Parameters	
<input type="checkbox"/> Solve Globally	
Set-Point (Controlled Property)	500 kW
Tolerance (Maximum Error)	0.0001
Open Adjust Control Panel	



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	
<input type="checkbox"/> Solve Globally	
Set-Point (Controlled Property)	500 kW
Tolerance (Maximum Error)	0.0001
Open Adjust Control Panel	



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)

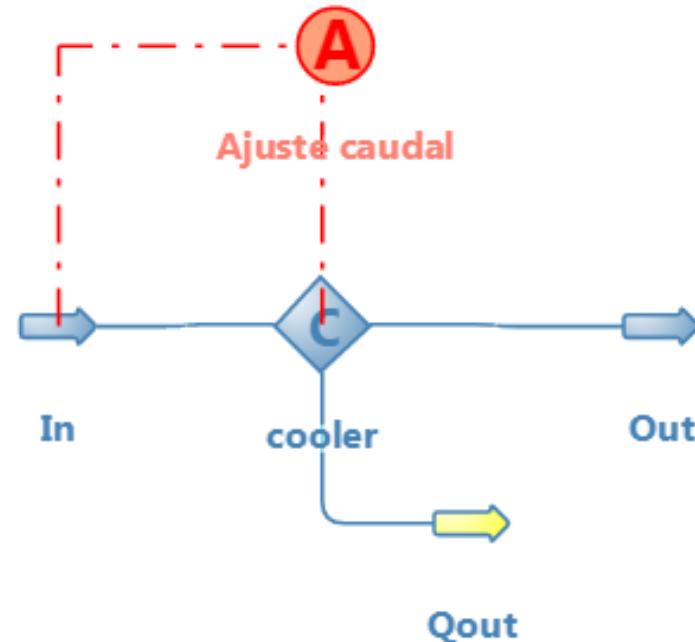
[Open Adjust Control Panel](#)

“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	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	500 kW

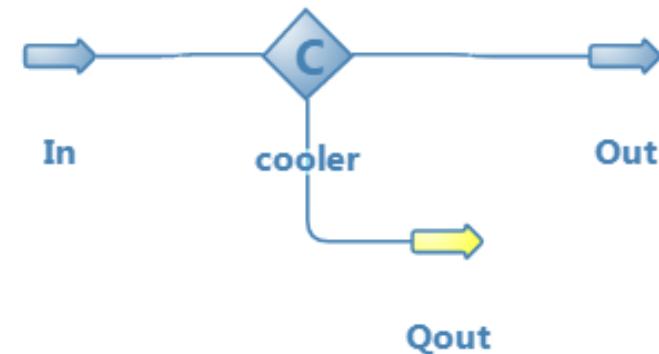
Ejemplo (estrategia de resolución)

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

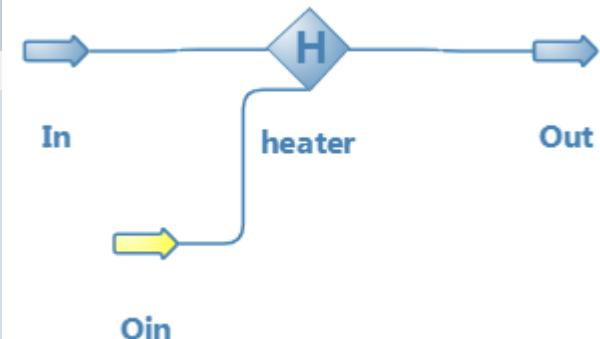


Heater

Simple heater model

Heater: heater

General Info	Nombre heater
Object	Calculated (29/08/2017 12:22:01 p.m.) <input checked="" type="checkbox"/>
Status	
Linked to	
Connections	Conexiones
Inlet Stream	in <input type="button" value=""/>
Outlet Stream	out <input type="button" value=""/>
Energy Stream	Qin <input type="button" value=""/>



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.
- Oulet 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.
- Oulet 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 correinte de energía.

Heat Exchanger



Heat Exchanger

Rigorous Heat Exchanger model

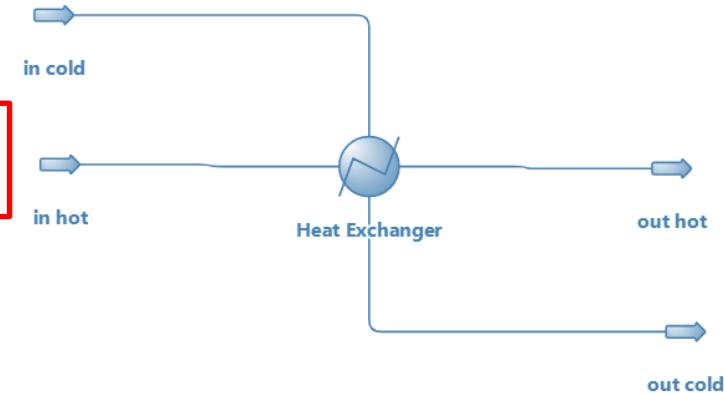
Heat Exchanger: Heat Exchanger

Nombre
Heat Exchanger

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

Linked to

Connections
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

Parameter	Value	Unit
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/[m ² .K]
Heat Exchange Area	1	m ²
Heat Exchanged	56.516563	kW
Minimum Temperature Difference	0	K.

Ignore LMTD Error

Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties

Algoritmos de calculo para un intercambiador de calor

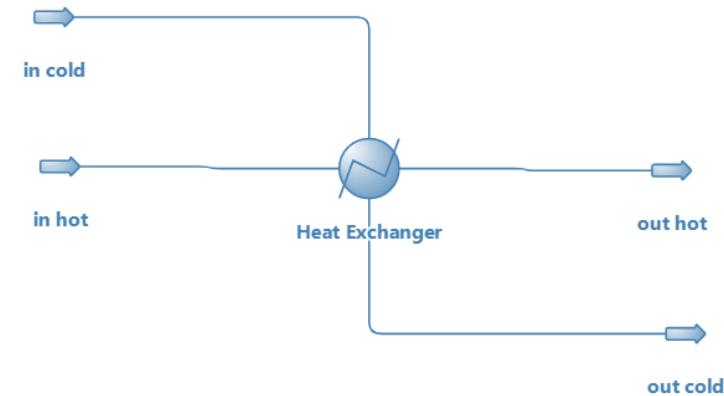
- Calculate hot fluid outlet temperature: Se ingresa la temperatura de salida de la corriente fría y se calcula la temperatura de salida de la corriente cálida.
- Calculate Cold Fluid Oulet Temperature: Se ingresa la temperatura de salida de la corriente cálida y se calcula la temperatura de salida de 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

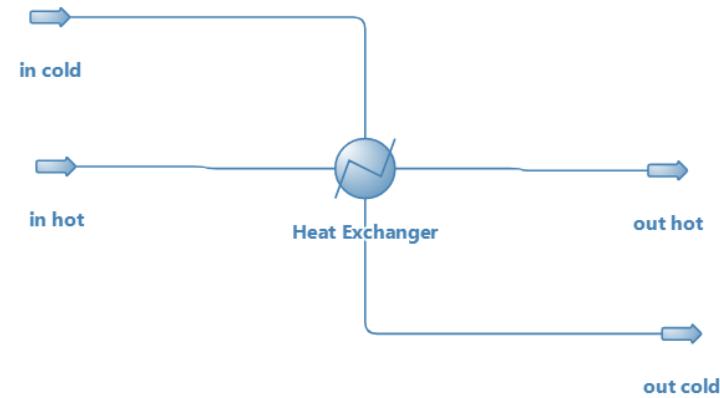
Si definimos el área se calcula el coeficiente de intercambio (o viceversa)

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

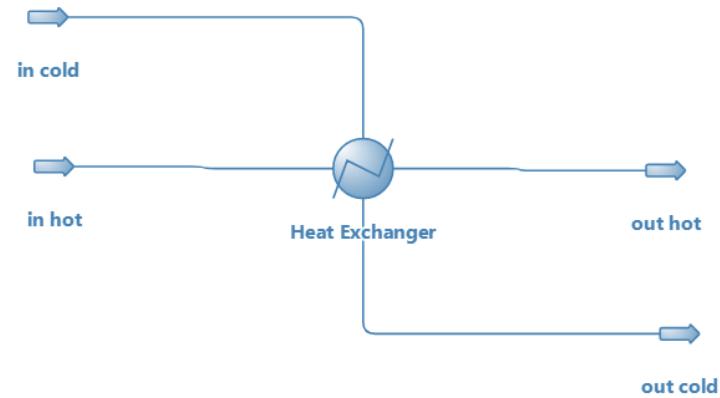
Si definimos el área se calcula el coeficiente de intercambio (o viceversa)

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/[m ² .K]
Heat Exchange Area	1 m ²
Heat Exchanged	105 kW
Minimum Temperature Difference	0 C.



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

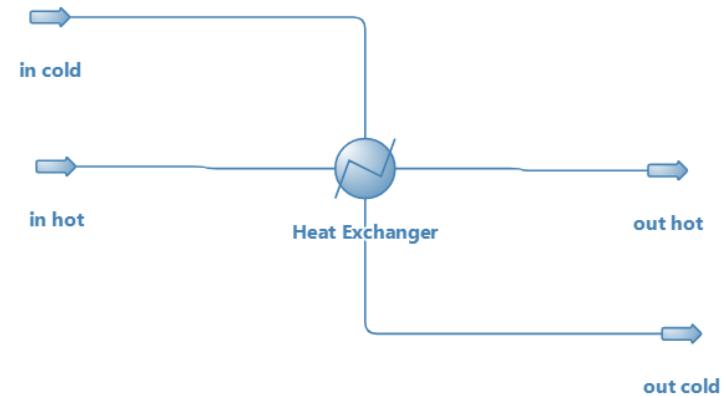
Se fija el calor intercambiado en 105 kW

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

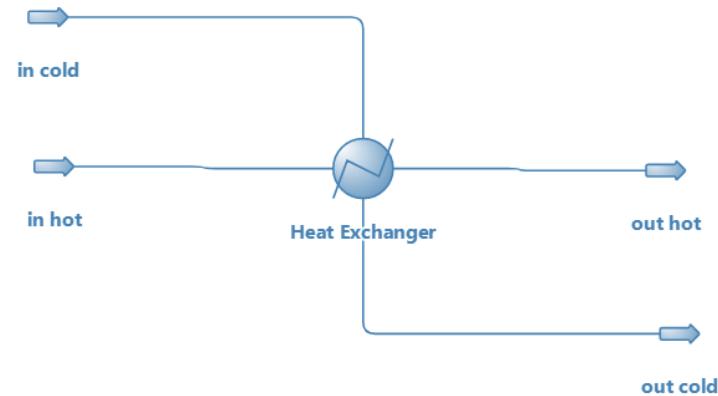
Se fija el área en 1 m² y el coeficiente de intercambio en 2340 W/(m² K)

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

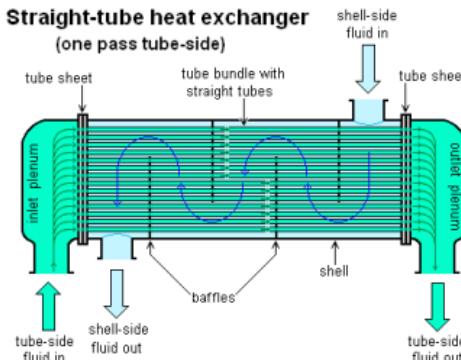
Se debe enfriar una corriente de agua de 1 kg/seg a 95 °C y 1 atm con otra corriente de agua de 1 kg/s a 25 °C y 1 atm.

Calculation Parameters	
Calculation Type	Shell and Tubes Exchanger Rate
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.
<input checked="" type="checkbox"/> Ignore LMTD Error	

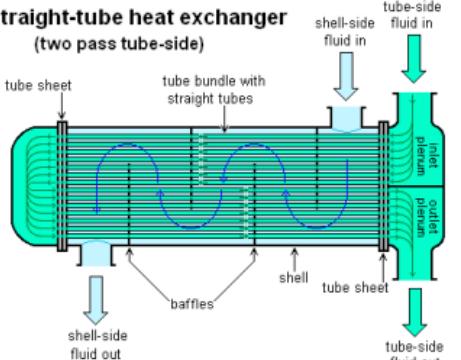
[Edit Shell and Tube Heat Exchanger Properties](#)

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	Baffle Spacing	250 mm
Shell Passes	2	Baffle Cut (% diameter)	20 %
Internal Diameter	500 mm	Baffle Type	Single
Fouling Factor	0 Km ² /W	Baffle Orientation	Vertical

Tubes

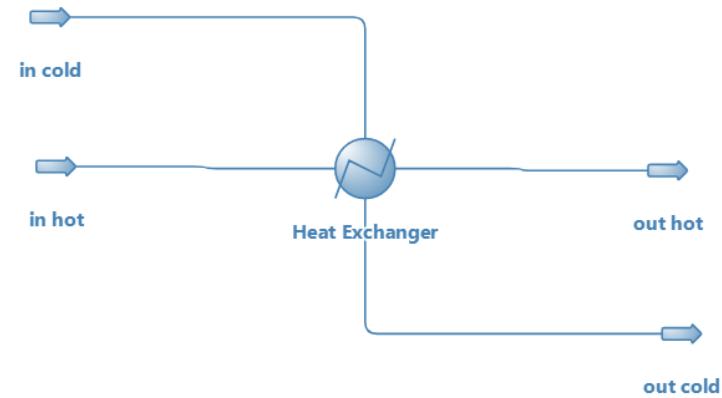
Internal Diameter	50 mm	Passes per Shell	2
External Diameter	60 mm	Tubes per Shell	160
Length	5 m	Tube Spacing	40 mm
Fouling Factor	0 K.m ² /W	Tube Layout	Triangle
Roughness	0.045 mm	Fluid in Tubes	<input type="radio"/> Hot <input checked="" type="radio"/> Cold
Thermal Conductivity	70 W/[m.K]		

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
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.

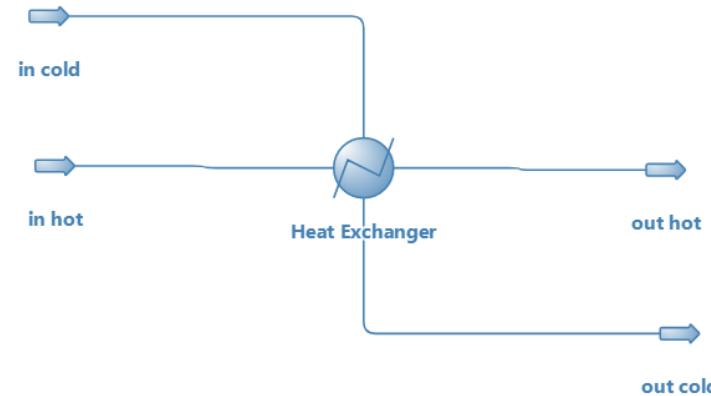
Debido a la naturaleza modular secuencial pura del simulador será necesario realizar un ajuste de la corriente de agua de enfriamiento para encontrar el caudal.

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 caliente.

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

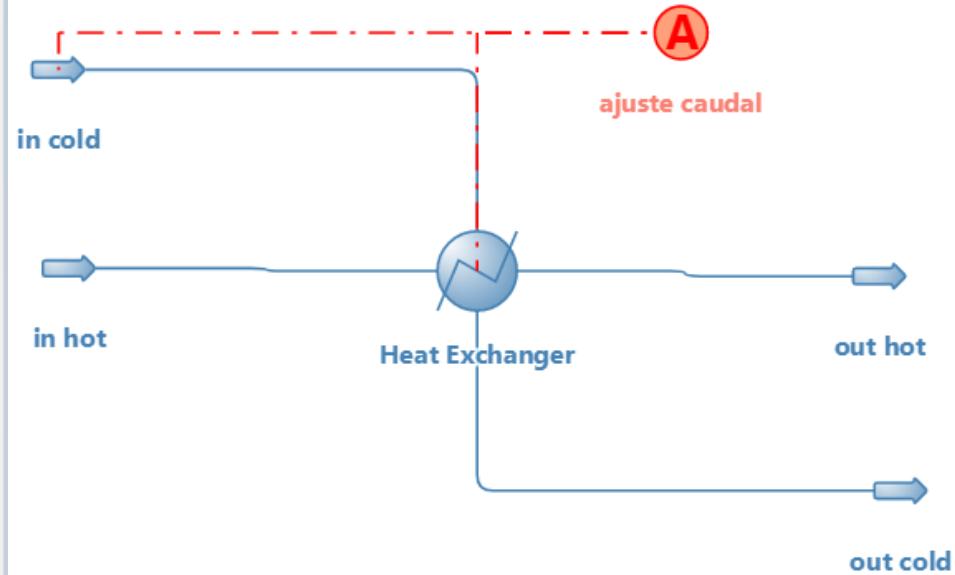
Linked Objects

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

<input checked="" type="checkbox"/> 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

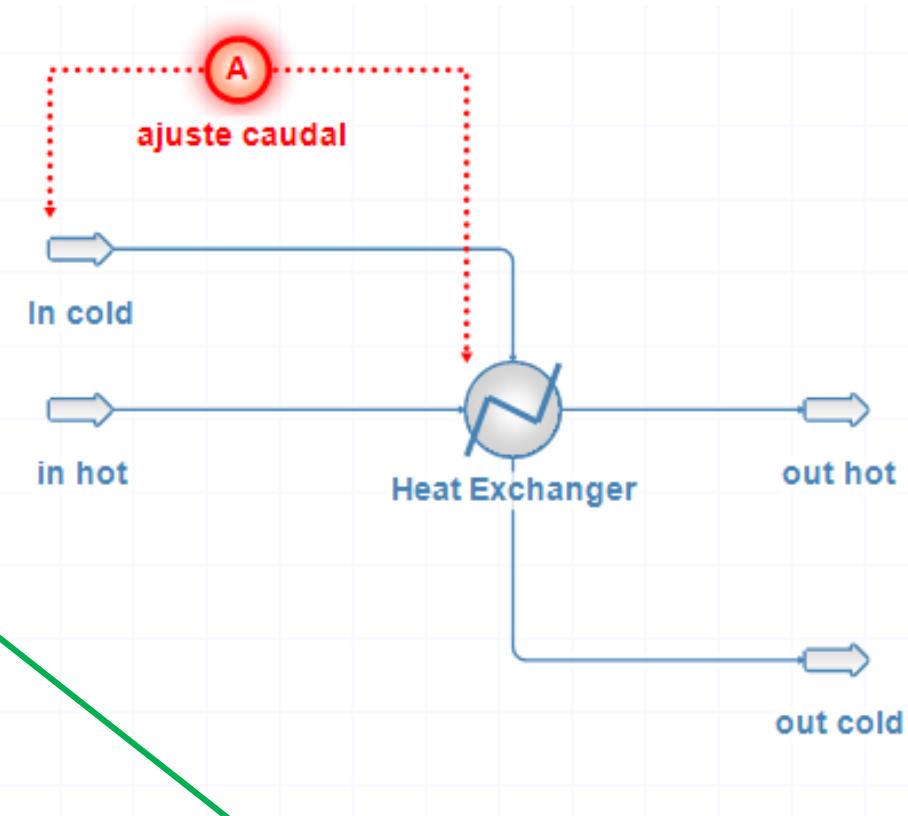
Parameters

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

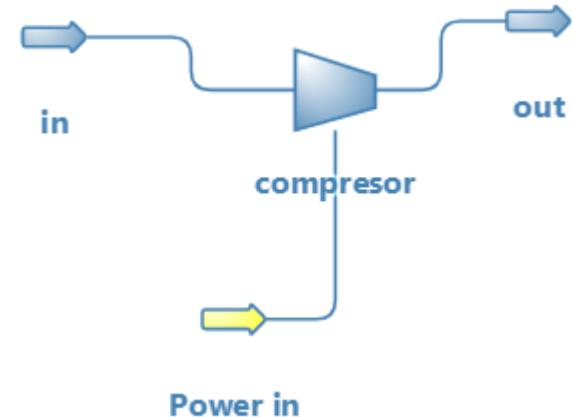
Adiabatic Compressor



Adiabatic Compressor
Model for an adiabatic (isentropic)
compressor

Adiabatic Compressor: compresor

General Info	Nombre
Object	compresor
Status	Calculated (29/08/2017 03:05:36 p.m.)
Linked to	
Connections	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



Calculation Parameters

Calculation Type

Pressure Increase/Decrease

Incremento de presión en el equipo



Pressure Increase/Drop

202650

Pa

Presión de salida



Outlet Pressure

303975

Pa

Rendimiento isentrópico



Efficiency (0-100%)

75

Potencia que ingresa



Power Required/Generated

144.83456

kW

Temperatura de salida



Outlet Temperature

441.70118

K

Variación de temperatura



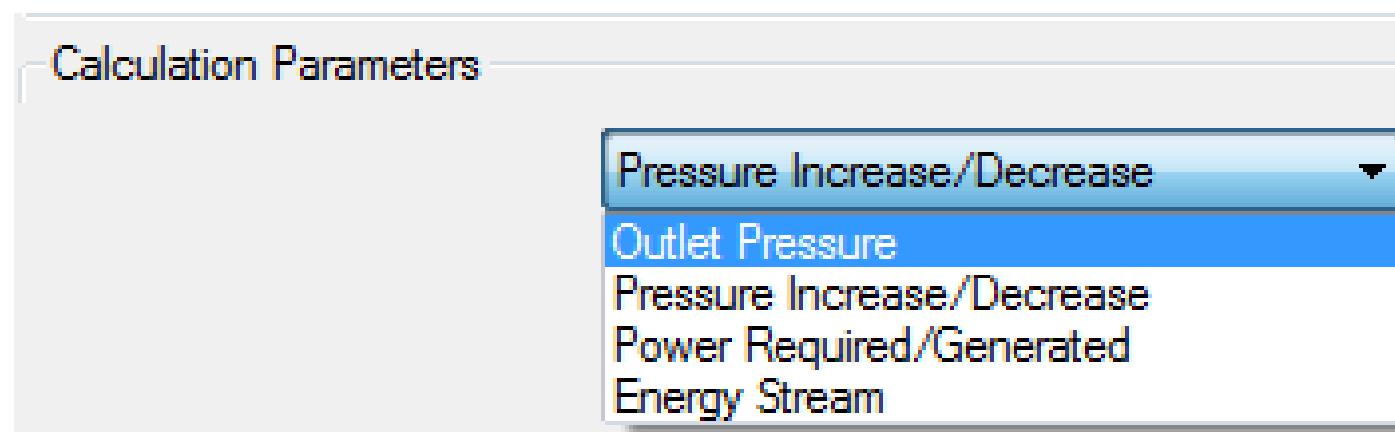
Temperature Change

143.55118

K

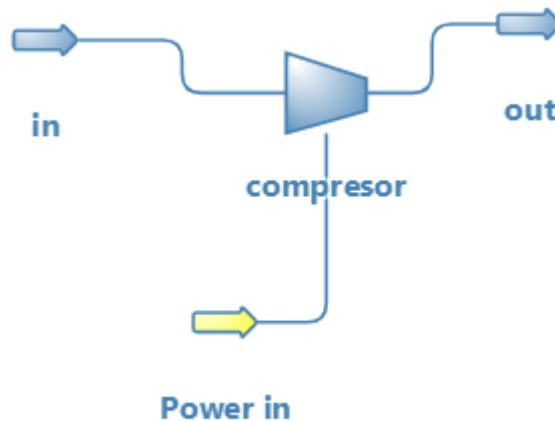
Algoritmos de calculo para un compresor

- 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.



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

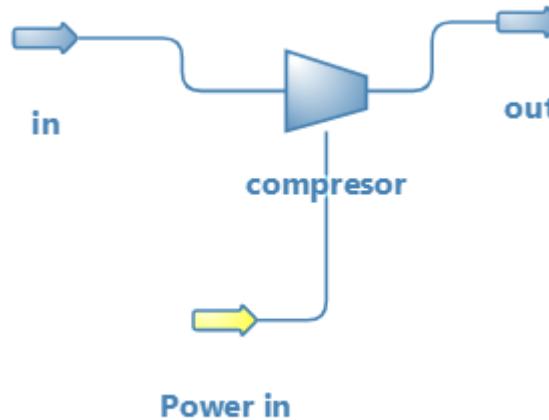
Calculation Type	Outlet Pressure
Pressure Increase/Drop	2 atm
Outlet Pressure	3 atm
Efficiency (0-100%)	75
Power Required/Generated	144.83456 kW
Outlet Temperature	168.55118 °C
Temperature Change	143.55118 C.

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

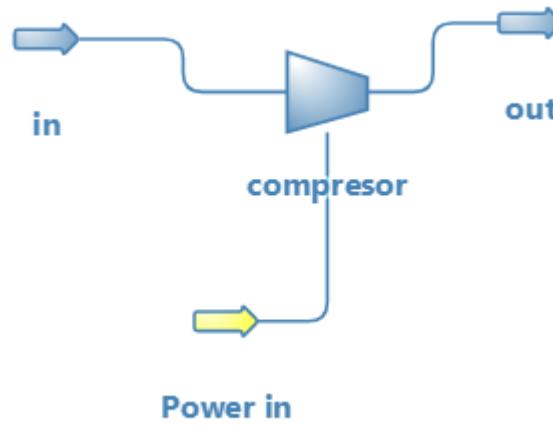
Calculation Type	Pressure Increase/Decrease
Pressure Increase/Drop	2 atm
Outlet Pressure	3 atm
Efficiency (0-100%)	75
Power Required/Generated	144.83456 kW
Outlet Temperature	168.55118 °C
Temperature Change	143.55118 °C

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

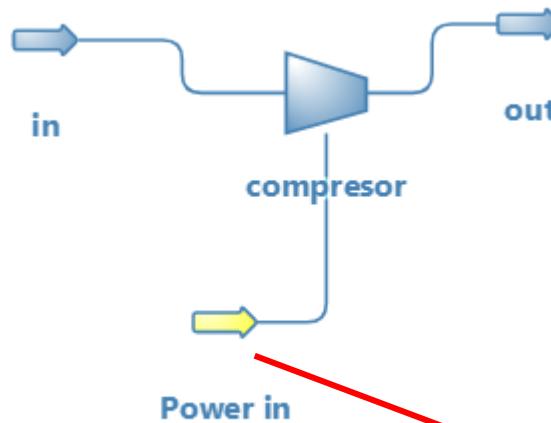
Calculation Type	Power Required/Generated
Pressure Increase/Drop	1.9526574 atm
Outlet Pressure	2.9526574 atm
Efficiency (0-100%)	75
Power Required/Generated	145 kW
Outlet Temperature	166.08803 °C
Temperature Change	141.08803 °C

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.

Energy Stream: Power in

General Info	
Object	Power in
Status	Calculated (29/08/2017 03:34:20 p.m.) <input checked="" type="checkbox"/>
Connections	
Inlet Connection	<input type="button"/> compresor
Outlet Connection	<input type="button"/> compresor
Calculation Parameters	
Energy Flow / Power	150 kW

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

Adiabatic Expander

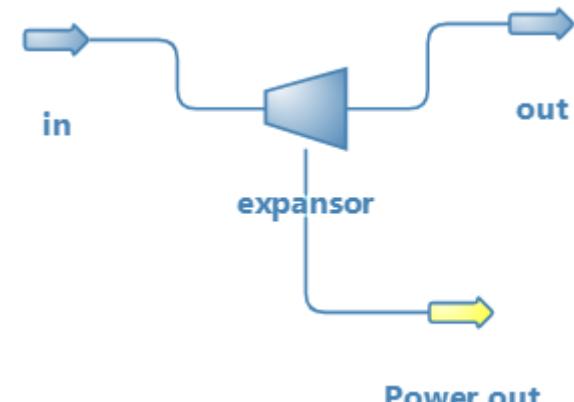


Adiabatic Expander

Model for an adiabatic (isentropic) expander

Adiabatic Expander: expander

General Info	Nombre expansor
Object	Calculated (29/08/2017 03:39:28 p.m.) <input checked="" type="checkbox"/>
Status	
Linked to	
Connections	Conexiones
Inlet Stream	in <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/>
Outlet Stream	out <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/>
Energy Stream	Power Out <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/>



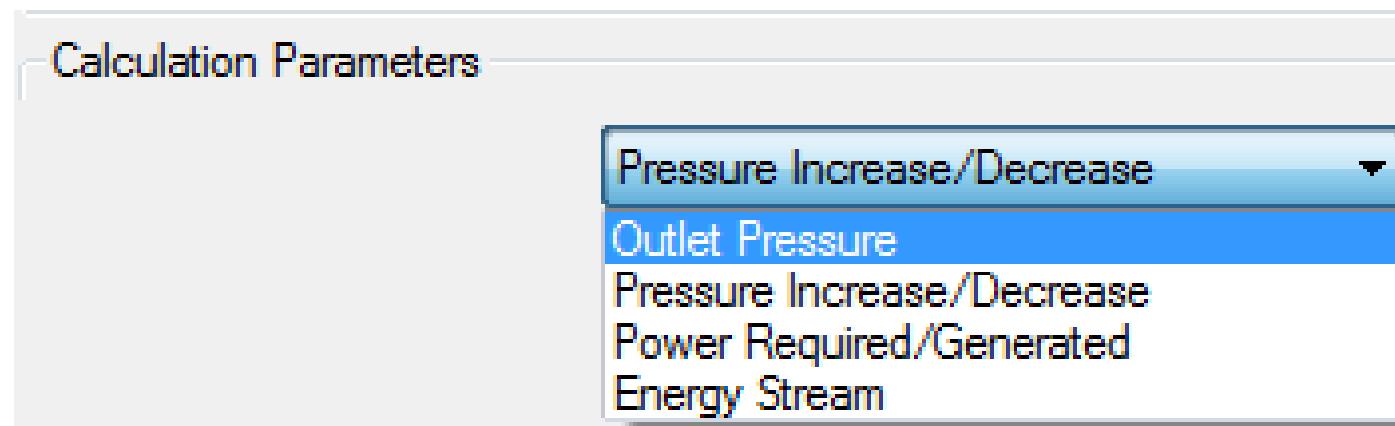
Se deben conectar una corriente de entrada, una de salida y una corriente energética de salida

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

Algoritmos de calculo para un expensor

El modulo del expensor 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 expensor.
- 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.



Valve



Valve

ISENTHALPIC Valve model

Valve: valve

General Info

Nombre: valve

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

Status:

Linked to:

Connections

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

2

atm

1

atm

142.14016

C

-7.8598409

C.

Pressure Drop

Outlet Pressure

Outlet Temperature

Temperature Change

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

Outlet Pressure

Pressure Drop

Outlet Pressure

Pressure Drop

Centrifugal Pump



Centrifugal Pump Centrifugal Pump model

Centrifugal Pump: bomba

General Info

Nombre: **bomba**

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

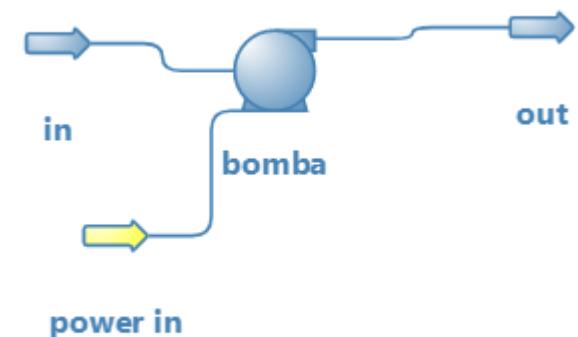
Linked to:

Connections

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

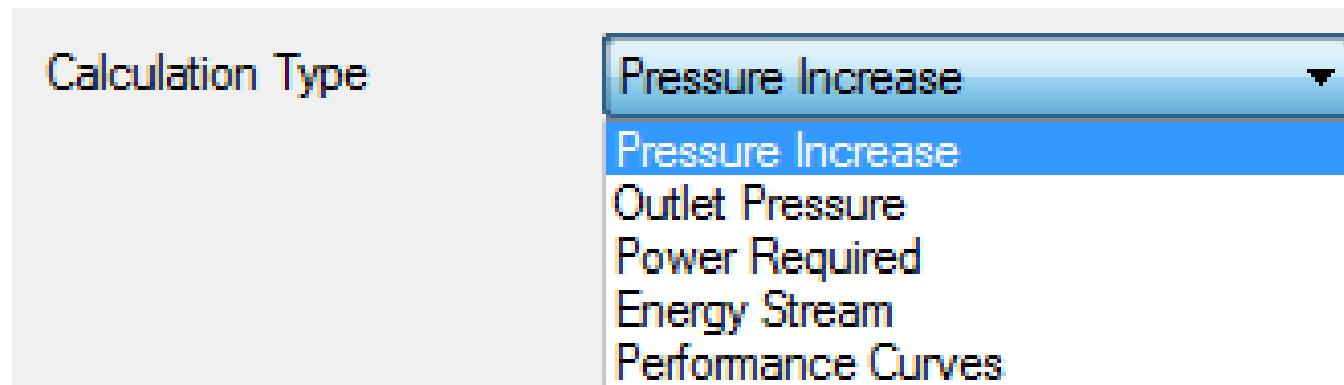
Temperature Change: 0.019935176 C.

Power Required: 0.271012 kW

Performance Curves: Edit Performance Curves

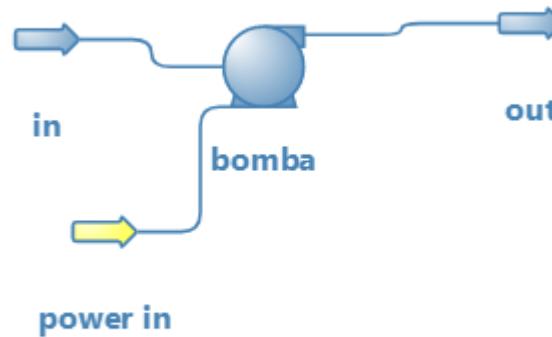
Algoritmos de calculo para una bomba

- 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.

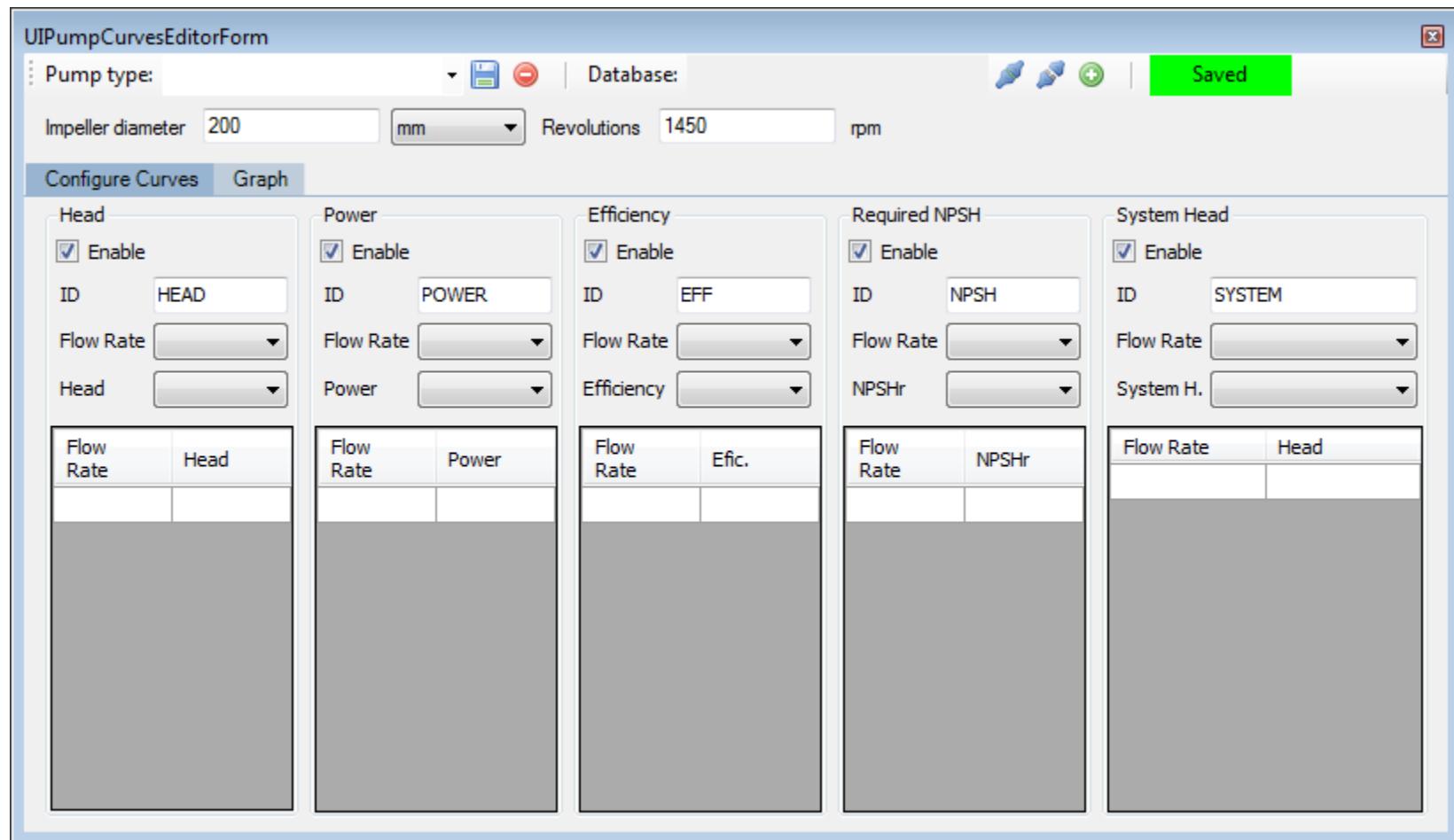
UIPumpCurvesEditorForm

Pump type: Database: Saved

Impeller diameter 200 mm Revolutions 1450 rpm

Configure Curves Graph

Head		Power		Efficiency		Required NPSH		System Head	
<input checked="" type="checkbox"/> Enable	ID HEAD	<input checked="" type="checkbox"/> Enable	ID POWER	<input checked="" type="checkbox"/> Enable	ID EFF	<input checked="" type="checkbox"/> Enable	ID NPSH	<input checked="" type="checkbox"/> Enable	ID SYSTEM
Flow Rate	▼	Flow Rate	▼	Flow Rate	▼	Flow Rate	▼	Flow Rate	▼
Head	▼	Power	▼	Efficiency	▼	NPSHr	▼	System H.	▼
Flow Rate	Head	Flow Rate	Power	Flow Rate	Efic.	Flow Rate	NPSHr	Flow Rate	Head



Ejemplo de aplicación

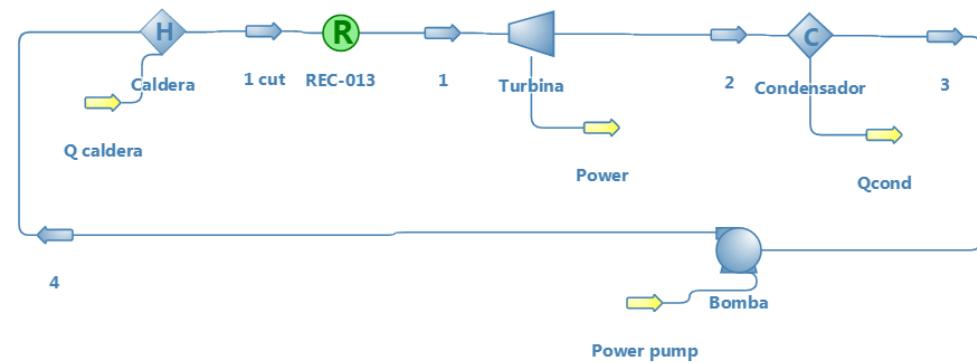
En el siguiente flowsheet se ilustra un ciclo Rankine que tiene como fluido de trabajo agua.

Las condiciones de operación de la turbina son:

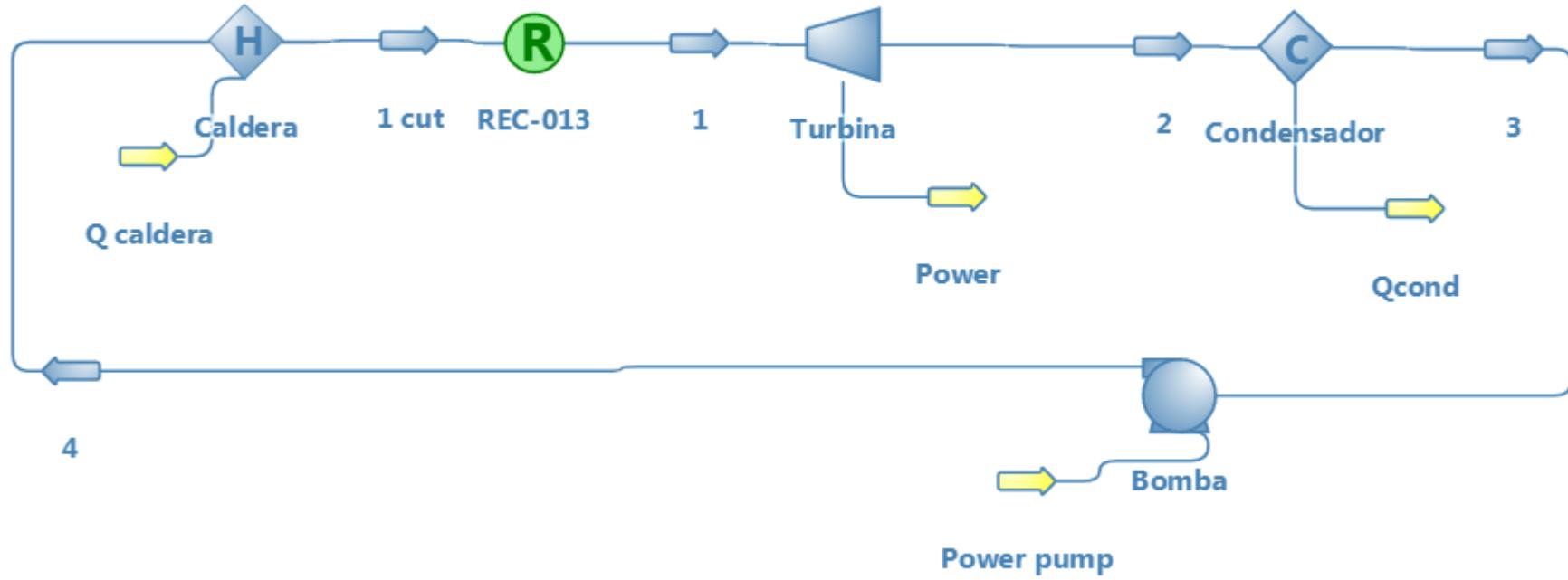
- Rendimiento isentrópico: 80 %
- Presión de entrada: 80 Bar
- Presión de descarga: 1.3 Bar
- Temperatura de entrada: 500 °C
- Caudal de alimentación: 8 kg/s

Intercambiadores de Calor:

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



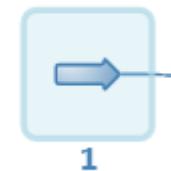
Ejemplo de aplicación



Resolución

Input Data | Compounds | Phase Properties | Annotations

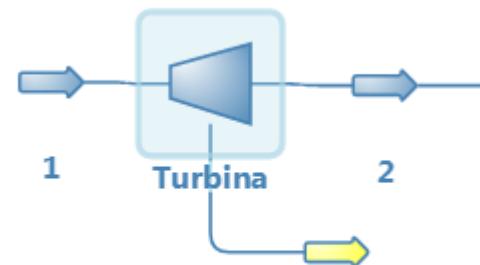
Flash Spec	Temperature and Pressure (TP)
Temperature	500 C
Pressure	80 bar
Mass Flow	8 kg/s
Molar Flow	444.07438 mol/s
Volumetric Flow	0.33415266 m ³ /s
Specific Enthalpy	3399.3726 kJ/kg
Specific Entropy	6.7263791 kJ/[kg.K]
Phase Mole Fraction	1
	<input checked="" type="radio"/> Vapor <input type="radio"/> Liquid <input type="radio"/> 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.



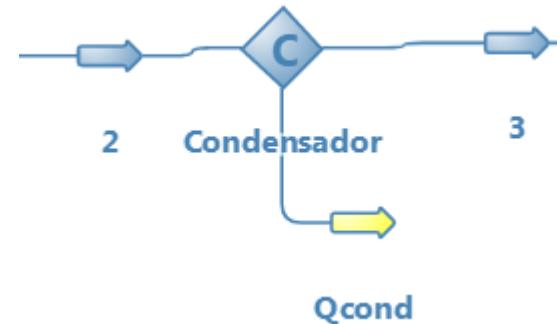
Power

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

Input Data	
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 m ³ /s
Specific Enthalpy	2663.5702 kJ/kg
Specific Entropy	7.210127 kJ/[kg.K]
Phase Mole Fraction	0.98968528 Vapor



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



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 interviniéntes 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

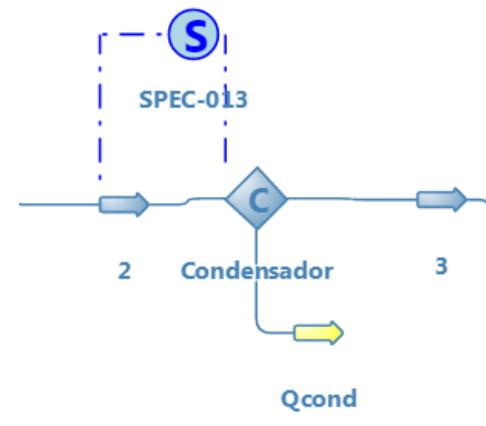
Target Value: 104.109451666883 C

Dependency Expression

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

$Y = 104.109451666883 C$

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



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

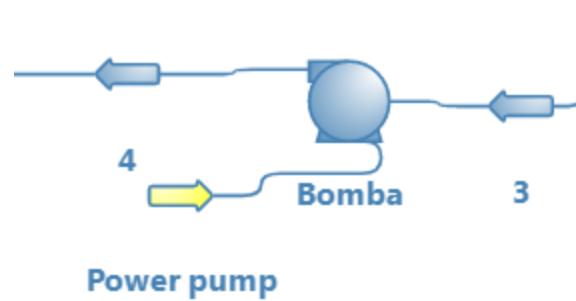
Source Object	<input type="text" value="2"/>
Source Property	<input type="text" value="Dew Pressure at Stream Temperature"/>
Source Value	107.109451666883 C

- 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

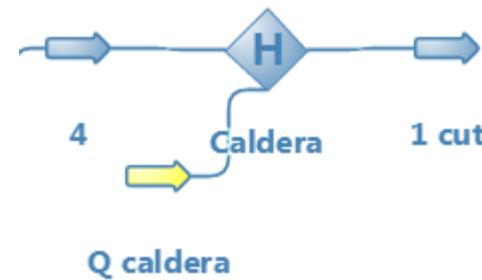
Calculation Parameters

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

