

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL ROSARIO

CÁTEDRA DE "Balances de Materia y Energía"



Práctica con simulador

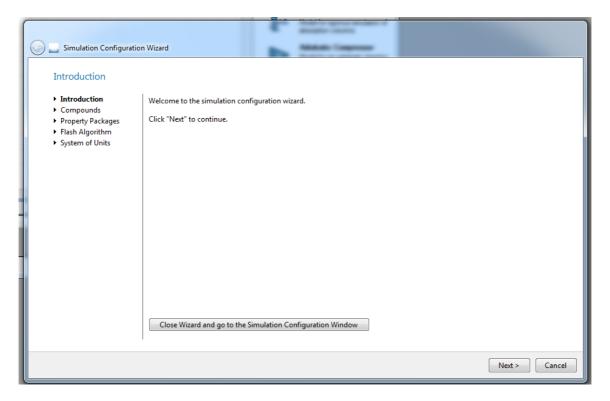
MMXXIV

Aplicación del simulador dwsim

1) Calentadores-enfriadores

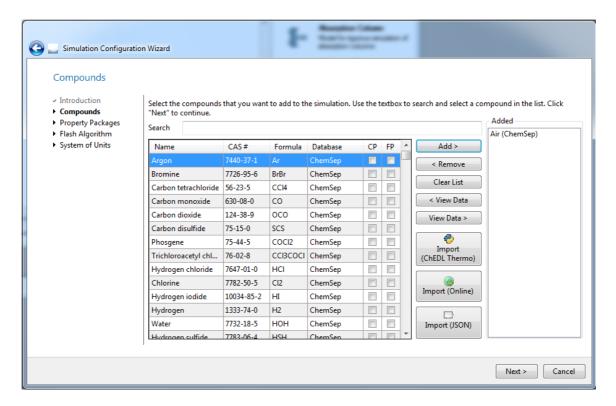
Una corriente de aire de 4 [kmol/hr] a una presión de 1 atm se calienta desde 30 ºC. Para ello se le incorpora 4000 [Kcal/hr]. Si no hay caída de presión, calcular la temperatura de salida.

1- <u>Iniciar caso nuevo:</u> Haciendo click () o "File"/"New Steady state Simulation":



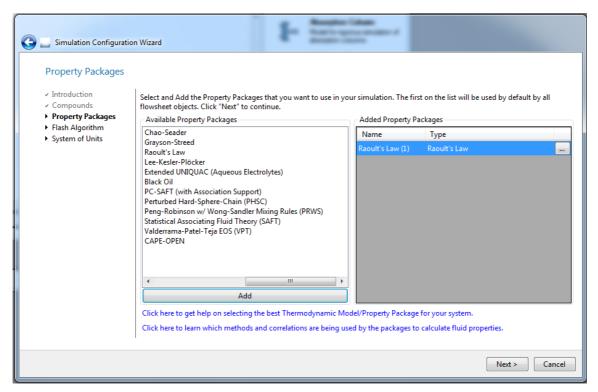
NEXT>

2- Elegir componentes: en este caso aire ("Air")



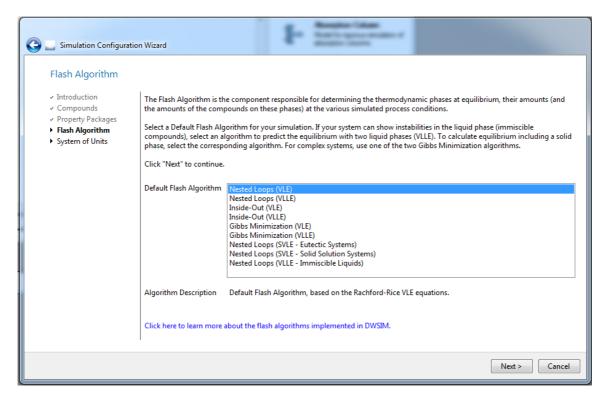
NEXT>

3- <u>Elegir paquete de propiedades fisicoquímicas:</u> en este caso Ley de Raoult ("Raoult's Law"). Presionar Add:



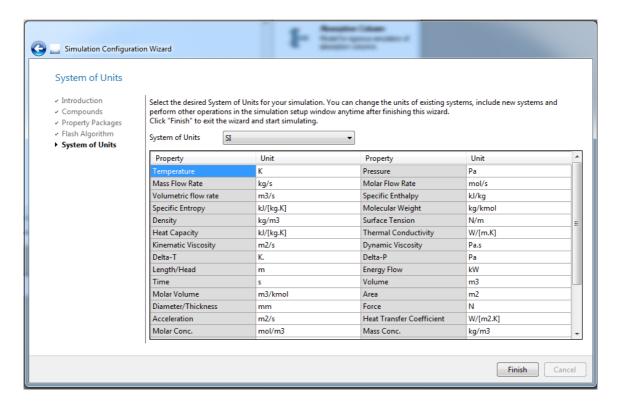
NEXT>

4- Elegir algoritmo de flash: en este caso "Nested Loop (VLE)":

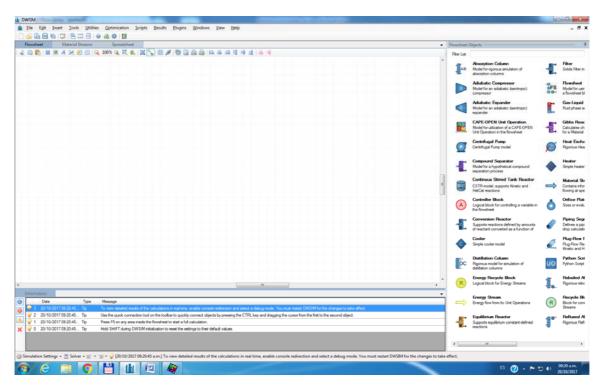


NEXT>

5- Elegir sistema de unidades: en este caso "SI":



FINISH

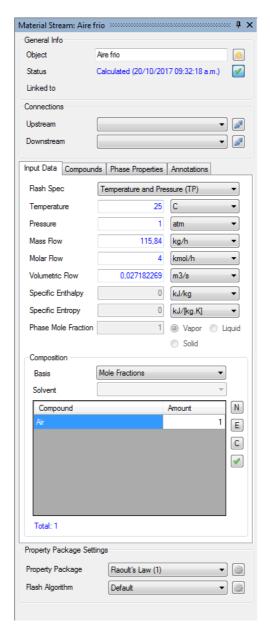


6- personalizar el sistema de unidades:

a-" Edit"/ "Simulation settings"/" Systems of units"/" Create New"

b- Cambiar "Temperature" a [ºC], "Pressure" a [atm], "Mass Flow Rate" a [Kg/h], "Molar Flow Rate" a [Kmol/h] y "Energy Flow" a [Kcal/h]

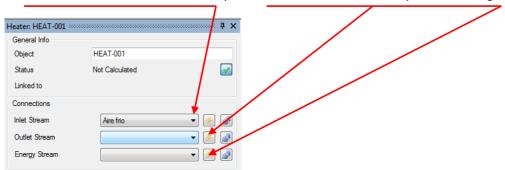
- c- Close
- d- Volver al Flowsheet (pestaña del mismo nombre)
- 7- Armado del caso:
- a-Insertar una "Material Strem" (clickear y arrastrar desde la barra de herramientas)
- b- Hacer doble click y editar como se visualiza:



c- Verificar convergencia o presionar F5

d- Insertar un "Heater". Hacer doble-click

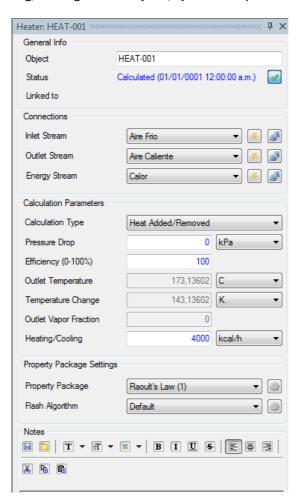
e- Conectar la corriente creada antes y crear nuevas, una de materia y otra de energía.



f- Cambiar nombres de las nuevas corrientes por "Aire caliente" a la material y "Calor" a la de energía.

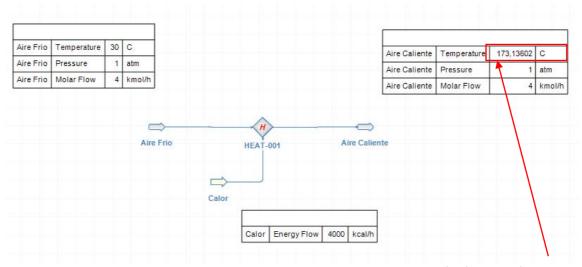
g- Editar el Heater

"Pressure drop" en 0, "Efficiency" en 100%, "Calculation Type" en "Heat Added/Removed", "Heating/Cooling" en 4000 [Kcal/h]. Debería quedar como en la figura:



Prof. Titular.: Ph.D. Néstor Hugo Rodríguez Aux 1°: Ing. Mabel Andrea Dupuy

Resultado:



Resultado manual: 170,8 ºC

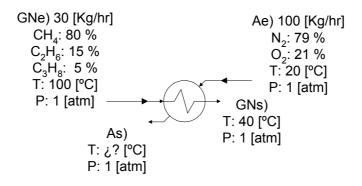
Para visualizar los datos en el flowsheet.

- a-"Insert"/ "Property Table"
- b- Editar haciendo doble click
- c- Elegir la corriente y propiedades de interes
- d- Hacerlo para las 3 corrientes.

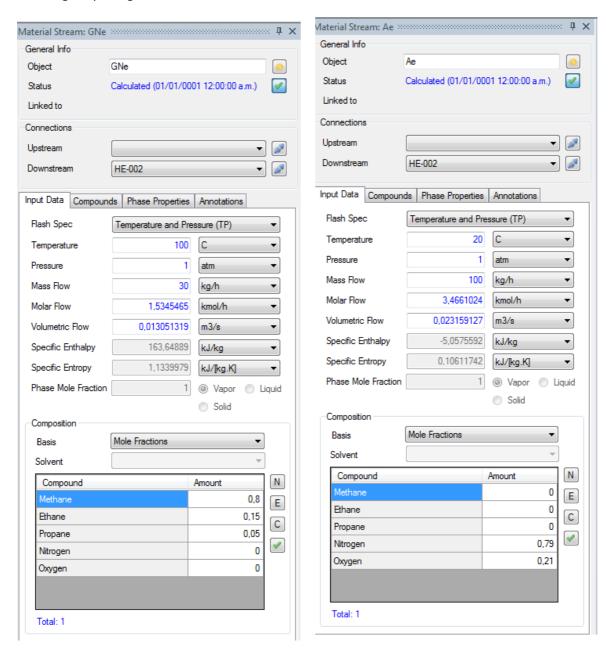
2) Intercambiadores de calor

Una corriente de gas de 30 Kg/hr cuya composición es de 80 % de metano, 15 % de etano y 5 % de propano (base molar) y 1 atm de presión, se enfría con aire desde 100 °C hasta 40 °C en un intercambiador en contracorriente. Para ello se emplea una corriente de aire frío cuyo flujo es de 100 Kg/hr, 1 atm de presión y una temperatura de 20 °C.

- a) Calcular la temperatura de salida de la corriente de aire
- b) Calcular el valor de (UA) y el ΔTln

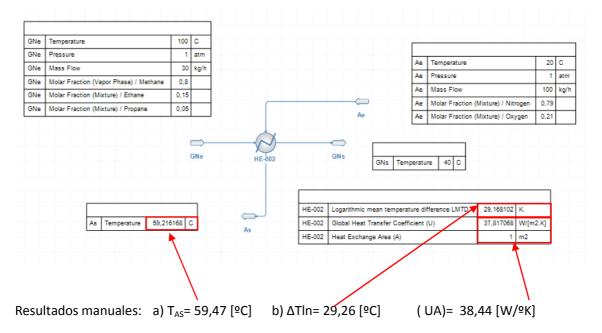


Repetir lo hecho en el punto 1) pero con los componentes "Methane", "Ethane", "Propane", "Nitrogen" y "Oxigen"con 2 "Material Streams"



y un "Heat Exchanger" configurandolo como sigue:

"Calculation Type" a "Cold Fluid Outlet Temperature", "Flow Direction" a "Counter Current", caidas de presión 0 em ambos casos, "Hot Fluid Outlet temperature" a 40 [ºC], "Heat Exchange Area" a 1 [m²]



3) Torre de enfriamiento

Una corriente de aire de 1000 Kg/hr a 27 °C, 1 atm de presión con una humedad relativa del 40 % ingresa a una torre de enfriamiento de la que sale totalmente saturado y a una temperatura de 30 °C para enfriar una corriente de agua de enfriamiento cuya temperatura es de 50 °C. El sistema está en equilibrio.

- a) Calcular la humedad absoluta de la corriente de aire que sale.
- b) Calcular la cantidad de agua de enfriamiento que se evapora.
- c) Calcular la cantidad de agua que puede enfriarse.

Como lo hecho en los casos anteriores se inicia un nuevo caso con aire y agua como componentes.

Antes de armar el caso necesitamos saber la composición del aire húmedo. Esto se puede hacer a mano o dentro del simulador.

En el 2º caso se agrega una corriente material ("Agua")

"Flash Spec" a "Temperature and Vapor Fraction (TVF)

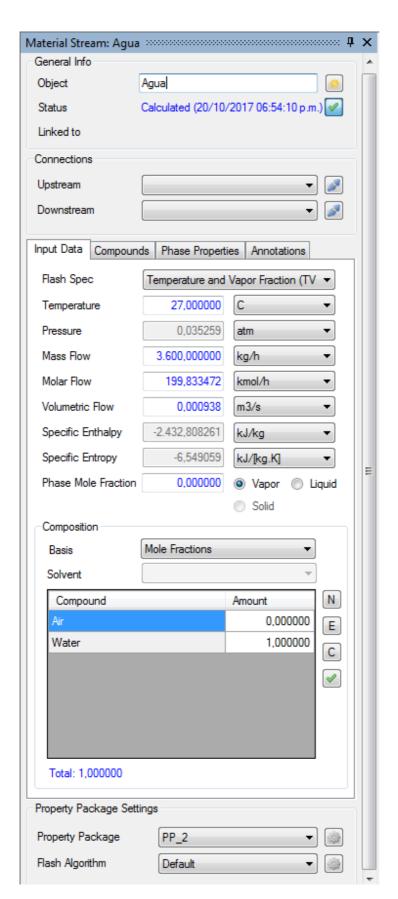
"Temperature" a 27 [ºC] (el aire que ingresa)

"Phase Mole Fraction" a "0,000" "Vapor"

Composición:

Aire: 0,000, Agua: 1,000

En estas condiciones la presión calculada será la de saturación del agua a 27 [ºC] y 1 [atm]



Prof. Titular.: Ph.D. Néstor Hugo Rodríguez Aux 1°: Ing. Mabel Andrea Dupuy

Con estos datos calcularemos la presión de vapor del agua, y las fracciones molares de agua y aire.

Para ello, yendo a la pestaña "Spreadsheet"

	Α	В
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10	Psat	0,035258
11	HR	40
12	Pv	0,014103
13	x agua	0,014103
14	x aire	0,985896

En la celda B10 se importa la presión de la corriente "Agua" (Pr de sat) en atm.

En la celda B11 irá la humedad relativa (40 %)

En la celda B12 la Presión de vapor como Psat*HR/100 o "=B10*B11/100"

En la celda B13 la fracción molar del agua como Pv/P o "=B12/1"

En la celda B14 la fracción molar de aire como 1-x_{AGUA} o "=1-B13"

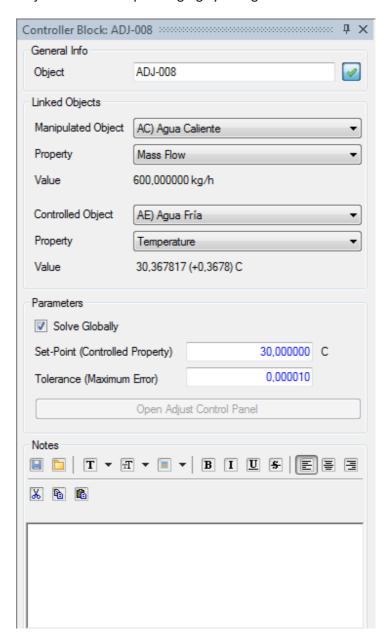
Estos dos ultimos datos son los que se usarán para la composición del aire de entrada. El resto de los datos se toman del problema, excepto el flujo de agua que al ser indeterminado se le asignará un número provisorio, ejemplo 1000 [Kg/hr].

Al armar el caso como se ilustra se nota que las temperaturas de salida de la torre de enfriamiento (asumida como de una etapa única) no corresponde con los 30 ºC requeridos.

Esto se debe a que el flujo no es el correcto. En efecto vemos que si modificamos, las temperaturas también cambian.

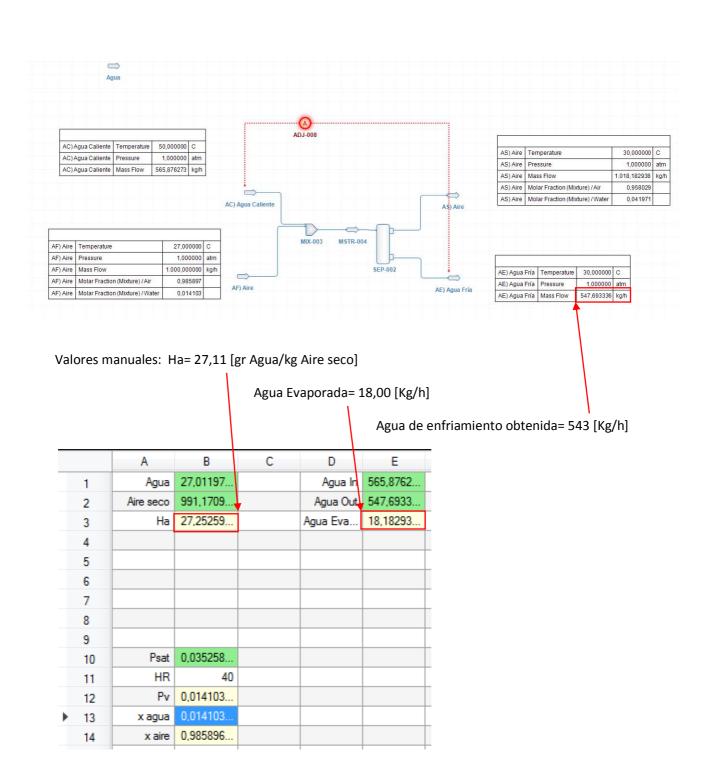
Flujo de Agua caliente [Kg/h]	Temperatura de salida [ºC]					
1000	33,810					
900	33,093					
800	32,293					
700	31,393					
600	30,368					

Como se aprecia, de esta manera se puede llegar "a mano" la solución. No obstante, el simulador cuenta con una herramienta de ajuste que hace precisamente eso pero en forma automática, es el "Controller Block" o ajuste de control que se agrega y configura como se ilustra:



De este modo (luego de seleccionar "Solve Globally" y presionado F5 el caso queda resuelto. Los datos se aprecian en la figura siguiente.

Cabe aclarar, que aprovechanmdo la misma spreadsheet se calculo la humedad absoluta del aire de salida y la cantidad de agua evaporada como diferencia entre el flujo masico de agua que entra y el que sale



4) Reactor de conversión

Sea la siguiente reacción:

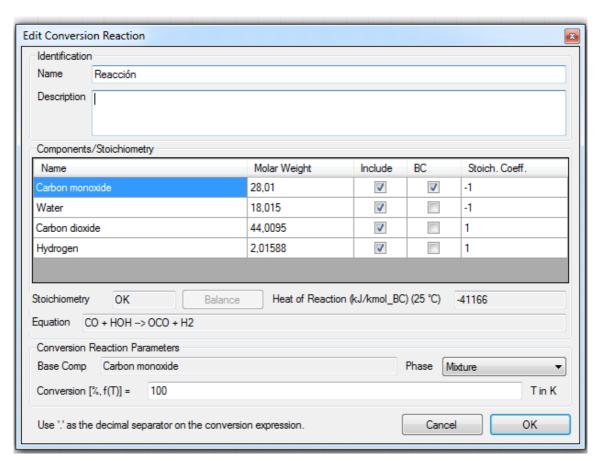
$$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_{2(g)}$$

- a) Calcular el calor (en Kcal) a entregar o retirar a 1 mol de CO si los reactantes entran a 600 ºF y los productos salen a 600 ºF.
- b) Si la reacción es adiabática e ingresa a 600 ºF ¿a qué temperatura sale?

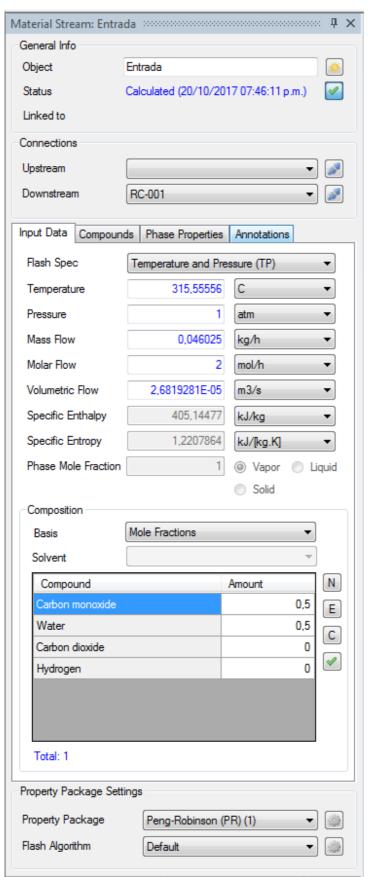
El caso se arma del modo habitual incorporando como componentes "Carbon monoxide", "water", "Carbon dioxide" y "Hydrogen" y "Peng Robinson" como base (apto para gases).

La reacción se incorpora de la siguiente manera:

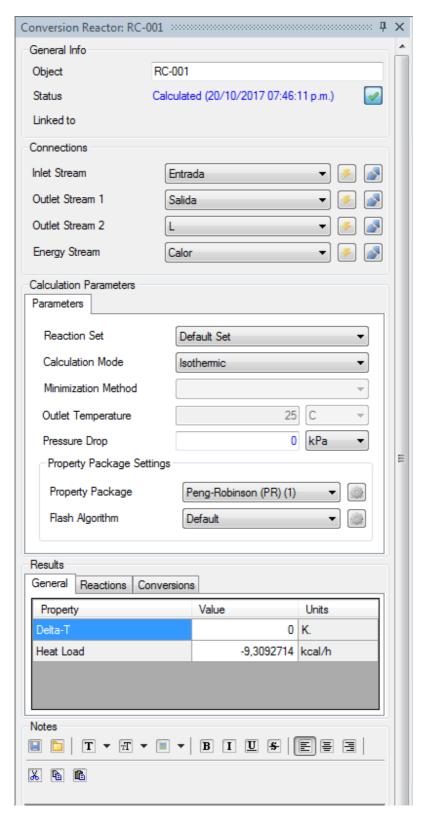
- a) "Tools"/"Reactions Manager"/"+"/"Conversion"
- b) completar el fomulario como se indica:



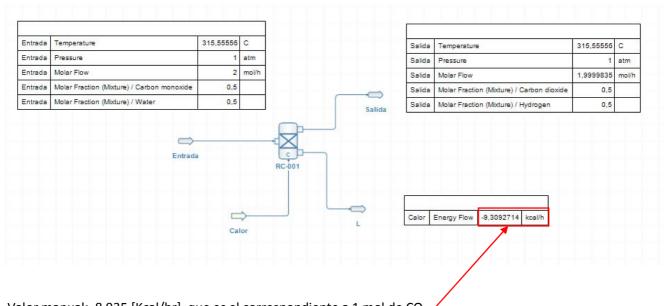
Se arma el caso especificando la entrada como:



Al armar el caso insertar un "Conversion Reactor", se lo conecta a la entrada creada y se le agrega las dos salidas materiales y la corriente energética. Finalmente se lo configura como isotérmico:

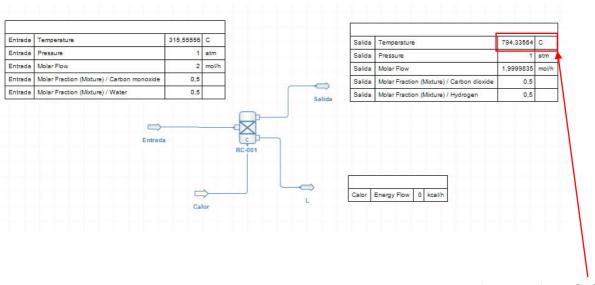


El resultado es:



Valor manual: 8,935 [Kcal/hr] que es el correspondiente a 1 mol de CO

Para el punto b se cambia la especificación del reactor como "Adiabatic" dando:



Valor manual: 753 [ºC]

Los errores obtenidos en ambos casos son entendibles dado que en el cálculo manual se asumieron lineales las correlaciones para las capacidades caloríficas.

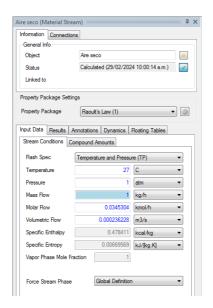
5) Operaciones de usuario con excel.

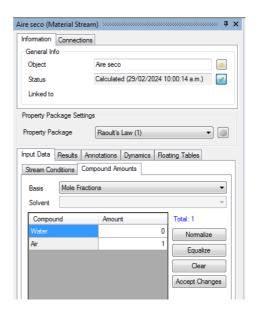
El simulador dwsim permite crear operaciones de usuario programables en lenguaje Phyton pero existe una opción más sencilla y rápida de implementar: planillas de cálculo.

En el ejemplo de psicrometría vimos que para cada corriente de aire húmedo hay que implementar de nuevo todas las ecuaciones. Veremos cómo hacerlo con una planilla de cálculo para una sóla corriente pero que puede escalarse para muchas casi sin esfuerzo adicional.

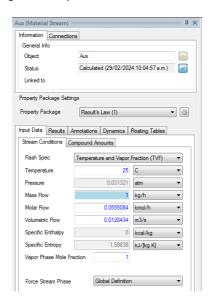
Sea por ejemplo ya hecho: una corriente de 1000 [kg/hr] de aire a 27 [ºC] y 40 % de h.

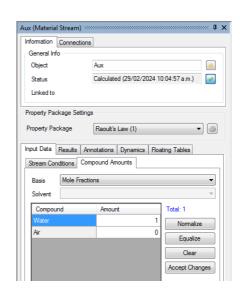
Se inicia un caso con aire y agua usando la ley de Raoult como paquete fisicoquímico. Se incorpora una corriente de aire seco de las siguientes características:





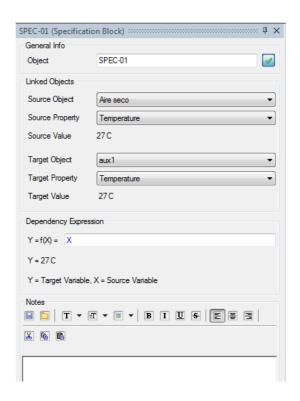
Y una de agua en su punto de saturación:





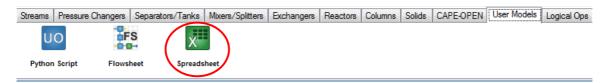
Mediante un bloque de especificación transferir el valor de temperatura de la corriente de aire seco a la aux:



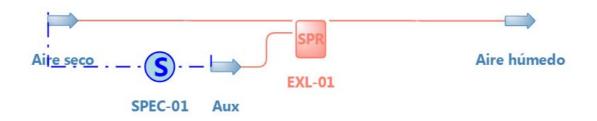


Entonces, en caso de cambiar la temperatura del aire también lo hará la del agua con lo que el cálculo de la presión de saturación también se actualizará.

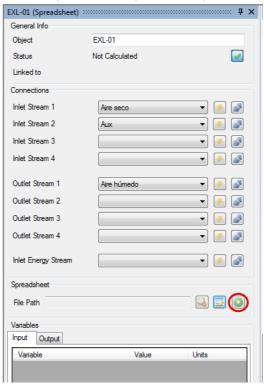
De la paleta de operaciones de usuario se agrega una hoja de cálculo:



Se conecta las dos entradas anteriores y una de salida nueva.

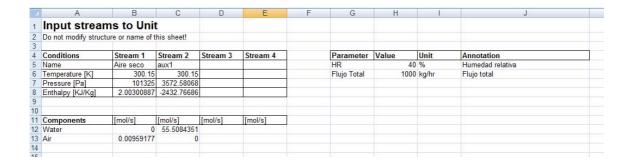


En File Path hay 3 botones, uno para buscar una planilla (el formato es muy específico como se verá después), otro para editarla y el tercero para crean una planilla nueva.

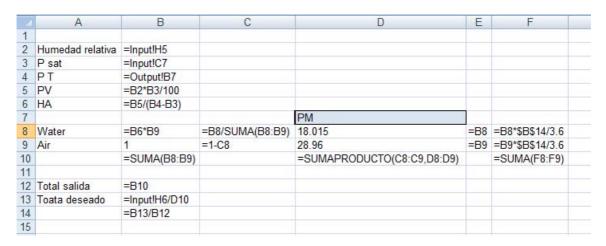


La hoja de cálculo contiene 3 hojas, una de entrada, otra de salida y una terceraa para los cálculos:

En la primer hoja (Input) agregamos dos parámetros HR (humedad relativa) y el flujo total deseado como se indica:

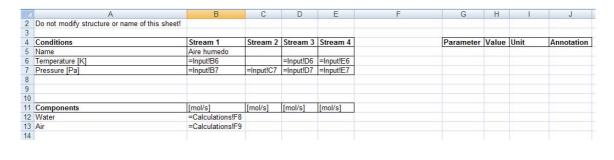


En la hoja Calculations se escribe el modelo:



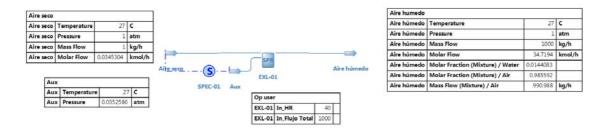
1	Α	В	С	D	E	F	
1							
2	Humedad relativa	40					
3	P sat	3572.580683					
4	PT	101325					
5	PV	1429.032273					
6	HA	0.014618894					
7	* *			PM			
8	Water	0.014618894	0.014408261	18.015	0.014618894	0.138957465	
9	Air	1	0.985591739	28.96	1	9.505333531	
10	7730	1.014618894		28.802		9.644290996	
11							
12	Total salida	1.014618894					
13	Toata deseado	34.71944758					
14		34.21920071					

Por último en la hoja de salida (Output) se toman los valores de flujo por componente de la columna F de los cálculos:

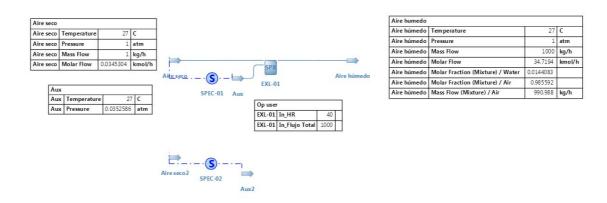


-4	A	В	С	D	E	F	G	Н	1	J
2	Do not modify structure or name of this sheet!									
3	25								,	
4	Conditions	Stream 1	Stream 2	Stream 3	Stream 4		Parameter	Value	Unit	Annotation
5	Name	Aire humedo								
6	Temperature [K]	300.15		0	0					
7	Pressure [Pa]	101325	3572.580683	0	0					
8										
9										
10										
11	Components	[mol/s]	[mol/s]	[mol/s]	[mol/s]					
12	Water	0.138957465								
	Air	9.505333531								
14										
15										

La planilla se cierra y guarda, para ejecutar la simulación se presiona F5. Del objeto spreadsheet se setean los valores deseados, HR=40 y flujo total =1000:



Para ejemplificar la practicidad haremos lo mismo para una corriente de 300 [kg/hr] de aire seco de 40 [ºC] para llevarlo a 60 % de humedad relativa. Repetimos los pasos anteriores para una nueva corriente de aire seco y otra auxiliar.



Se agrega otra operación de usuario y se vincula a la misma spreadsheet:



Se ajusta los datos (HR=60 y flujo=300). Al presionar F5 se actualiza el cálculo:

