

## PRÁCTICA 6. PSICROMETRÍA CON EES

OBJETIVO: Vamos a utilizar el software EES (Engineering Equation Solver) para resolver un problema de psicrometría.

La primera parte de la práctica consiste en resolver un problema “cerrado”, es decir, con todos los datos disponibles para aplicar las ecuaciones pertinentes y llegar a unos resultados. El enunciado es el siguiente:

*Un proceso industrial necesita disipar 70 MW de potencia térmica, para lo cual utiliza un circuito de ida y retorno de agua a una torre de refrigeración de tiro natural que trabaja a una presión atmosférica de 1,013 bar. El agua llega a la torre a 42 °C y retorna al proceso a 30 °C. El aire atmosférico entra a la torre con temperaturas de bulbo seco y húmedo de 23 y 16 °C, respectivamente, y sale saturado a 32 °C. Determinar:*

- Flujo másico del agua de enfriamiento
- Flujo volumétrico del aire a la entrada de la torre de enfriamiento
- Flujo másico del agua de reposición necesaria

Esta primera forma del problema se resolverá completamente con EES para lo cual se aprovechará la posibilidad que ofrece el programa de acceder a las propiedades termodinámicas de varios fluidos, entre ellos el aire húmedo (ver figura 1).

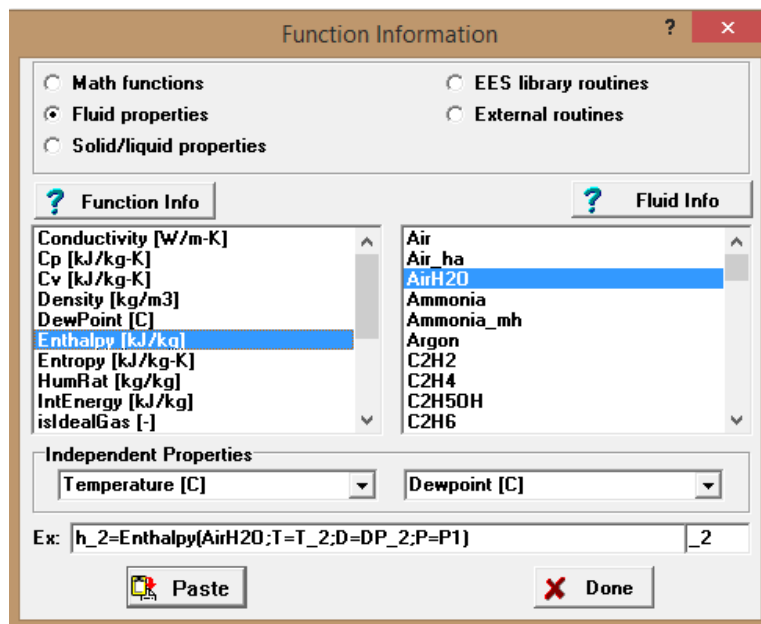


Figura 1. Options / Function info => Fluid properties, por ejemplo AirH2O (aire húmedo)

Recordad que en EES no es necesario despejar la variable que queremos calcular, por lo que es posible introducir los datos del problema, plantear los balances de masa de aire, masa de agua y potencia (cuidado con los subíndices y la nomenclatura de las variables) y finalmente calcular

todo. En definitiva, como una calculadora programable con su botón “solve”. De hecho ni siquiera es necesario introducir lo primero los datos y después las ecuaciones, aunque es conveniente ser ordenados. En este sentido, se pueden incluir comentarios o aclaraciones entre comillas o llaves para facilitar el seguimiento del código, los cuales obviamente EES ignorará cuando haga los cálculos.

Las propiedades del agua pueden obtenerse indistintamente si como fluido seleccionamos “water” o “steam”, pues al fin y al cabo el fluido es el mismo. Recordad que el agua entra y sale de la torre a presión atmosférica; una vez que sale por las boquillas aspersoras y cae al estanque está a presión atmosférica (recordad lo visto en la visita a Solvay – quienes hayáis ido)

En la segunda parte de la práctica lo que debe determinarse es el efecto de la **temperatura de bulbo húmedo de entrada del aire** sobre el flujo volumétrico necesario de aire y el flujo de agua de reposición cuando los demás datos de entrada no varían.

En este caso se trata de confeccionar una tabla paramétrica para que EES resuelva el ejercicio no ya para un valor de temperatura húmeda a la entrada de 16°C sino que lo haga dando valores a dicha variable de entre, por ejemplo, 13 y 22°C. ¿Podría ser la temperatura húmeda a la entrada mayor de 23°C?

Además de la tabla paramétrica, deberán obtenerse los resultados gráficamente utilizando para ello una doble escala vertical. Para ello hay que obtener una de las curvas, por ejemplo la de flujo volumétrico de aire en función de la temperatura húmeda (figura 2), y después añadir un segundo eje vertical con el flujo de agua de reposición (figura 3).

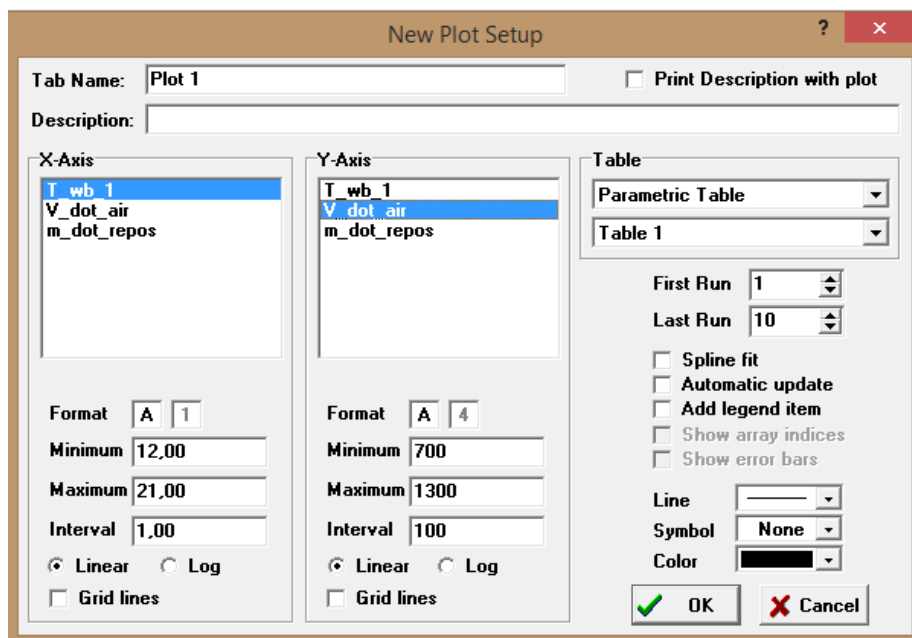


Figura 2. Plots / New plot window / X-Y plot

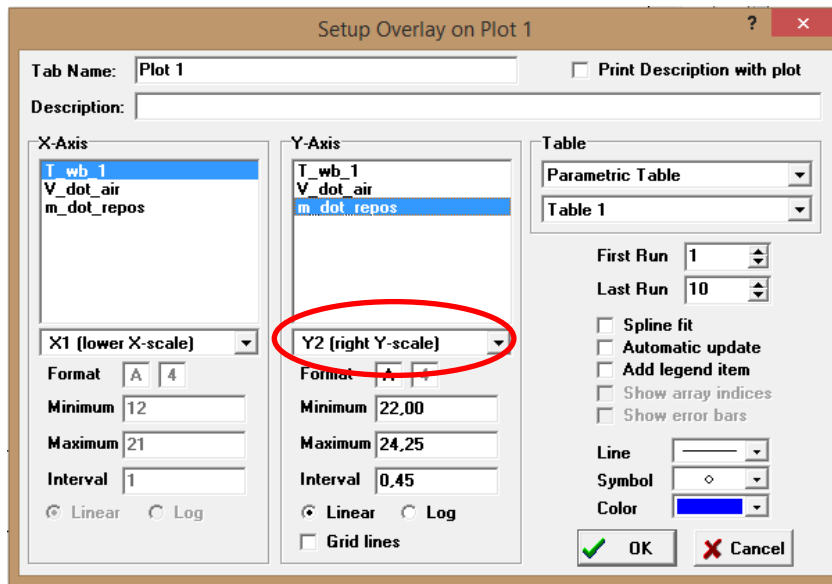


Figura 3. Plots / Overlay plot => Seleccionar un segundo eje vertical

Podéis llamar a cada variable como queráis. EES tiene su propio “idioma” para dar formato a los nombres de las variables. En este enlace podéis consultar cómo incluir subíndices, letras griegas, etc: [http://fchart.com/ees/eeshelp/greek\\_symbols.htm](http://fchart.com/ees/eeshelp/greek_symbols.htm)

En el documento Word se deben incluir también las fórmulas con formato, a través de *Windows / Formatted equations* o directamente tecleando Ctrl+F. Para volver a la vista original, *Windows / Equations* o tecleando Ctrl+E. En la vista con formato cobra sentido todo el tostón de teclear con cuidado los subíndices, superíndices, etc.

$$m\_dot\_repos \qquad \dot{m}_{repos}$$

Figura 4. Ecuaciones sin formato y con formato