

APÉNDICE 3

MANUAL DEL PROGRAMA

El programa utilizado para realizar los cálculos y obtener las gráficas se realizó en excel. Este programa consta de seis hojas de cálculo, denominadas: “datos”, “cálculos” , “exergía de entrada”, “destrucción de exergía”, “energía de entrada” y “resultados”. En la hoja de cálculo denominada “datos” se insertan los valores de presión, temperatura, flujo másico, entalpía y entropía de las corrientes así como los otros valores requeridos (mostrados en el apéndice 2). A partir de estos datos, el programa hace los cálculos en la hoja denominada “cálculos”, resume los resultados en la hoja denominada “resultados” y grafica estos últimos en las hojas denominadas “exergía de entrada”, “destrucción de exergía” y “energía de entrada”.

A fin de insertar correctamente los datos, se debe conocer y entender la lógica de la nomenclatura de las corrientes, la cual se explica a continuación.

- Las corrientes que entran a cada expansión de la turbina se denominan en orden ascendente con los números 1-9, siendo el 1 la corriente que entra a la primera expansión, el 2 la corriente que entra a la segunda, y así sucesivamente. Ya que en este caso hay seis expansiones, las corrientes van del 1-6.
- Las corrientes que salen de cada expansión de la turbina con dirección al tren de calentadores se denominan con los números 11-19, siendo el 11 la corriente que sale de la primera expansión, el 12 la que sale de la segunda, y así sucesivamente. En caso de salir más de una corriente de una determinada expansión, ésta(s) se distingue(n) de las otras por decimales. Así, en el caso de

las fugas que ocurren en la primera expansión de la turbina, éstas se denominan como 11.1, mientras que la corriente que va al tren se denomina únicamente 11.

- La corriente 21 es la que entra al condensador; la 22 es la que sale de éste.
- La corriente 23 es la que entra a la primera bomba o bomba1; la 24 es la que sale de ésta.
- La corriente 25 es la que entra a la segunda bomba o bomba2; la 26 es la que sale de ésta.
- Las corrientes frías –es decir, aquellas que van a calentarse al atravesar un intercambiador de calor,- que entran a los intercambiadores de calor del tren se denominan con los números 31-39, de modo que la que entra al intercambiador de calor número 2 es la corriente 32, la que entra al número 3 es la corriente 33, y así sucesivamente.
- Las corrientes frías que salen de los intercambiadores de calor del tren se denominan con los números 41-49, de modo que la que sale del intercambiador de calor número 2 es la corriente 42, la que sale del número 3 es la corriente 43, y así sucesivamente.
- Las corrientes calientes –es decir, aquellas que van a enfriarse al atravesar un intercambiador de calor,- que entran a los intercambiadores de calor del tren provenientes de la turbina se denominan con los números 51-59, de modo que la que entra al intercambiador de calor número 2 es la corriente 52, la que entra al número 3 es la corriente 53, y así sucesivamente. Las corrientes calientes que entran a un intercambiador de calor del tren provenientes del intercambiador de calor siguiente se denominan como 52.1 en el caso del intercambiador de calor número 2, 53.1 el número 3 y así sucesivamente. El resto de las corrientes calientes que entran a cada intercambiador de calor se denominan con el resto de los decimales. Para ejemplificar, considérese el caso del intercambiador de calor

número 2 del tren. En éste entra una corriente caliente proveniente de la turbina a la cual se le asigna el número 52, una proveniente del intercambiador de calor número 3 a la cual se le asigna el número 52.1 y otra proveniente de otra fuente a la cual se le asigna el número 52.2.

- Las corrientes calientes que salen de los intercambiadores de calor del tren se denominan con los números 61-69, de modo que la que sale del intercambiador de calor número 2 es la corriente 62, la que sale del número 3 es la corriente 63, y así sucesivamente. Nótese que para un intercambiador de calor abierto –como es el caso del número 4,- sólo existe una corriente que sale de éste la cual no se considera ni caliente ni fría, y por lo tanto posee una doble nomenclatura: 44 / 64 en este caso.
- La corriente que entra a la caldera se denota con el número 145 y la que sale de ésta con el número 146.
- Dentro de la caldera se denominan con letras consecutivas a las corrientes conforme entran y salen de cada intercambiador de calor. De este modo, la corriente que entra al economizador se denomina con la letra “A”, y la que sale con la letra “B”; la corriente que entra al vaporizador se denomina con la letra “C”, y la que sale con la letra “D”; la corriente que entra al primer sobrecalentador se denomina con la letra “E”, y la que sale con la letra “F”; finalmente, la corriente que entra al segundo sobrecalentador se denomina con la letra “G”, y la que sale con la letra “H”.

Una vez insertados los valores de presión, temperatura, flujo másico, entalpía y entropía de las corrientes, se procede a insertar otros datos necesarios. Estos son los siguientes: temperatura de salida del agua de enfriamiento del condensador, $T_{cond}(^{\circ}C)$; temperatura de salida de los gases de combustión de la chimenea, $T_{gas}(^{\circ}C)$; temperatura del aire

precalentado para la combustión, $T_{aire}(^{\circ}C)$; temperaturas máximas T_{max} y mínimas T_{min} de los gases de combustión que transfieren calor al economizador, $T_{eco}(^{\circ}C)$; temperaturas máximas T_{max} y mínimas T_{min} de los gases de combustión que transfieren calor a la vaporización, $T_{vap}(^{\circ}C)$; temperaturas máximas T_{max} y mínimas T_{min} de los gases de combustión que transfieren calor al sobrecalentador 1, $T_{sc1}(^{\circ}C)$; temperaturas de los gases de combustión que transfieren calor al sobrecalentador 2, $T_{sc2}(^{\circ}C)$; energía del combustible, $U_{comb}(kW)$, del aire precalentado, $Q_{aire}(kW)$ y de los gases de combustión ventilados a la atmósfera, $Q_{gas}(kW)$; temperatura ambiental, $T_o(^{\circ}C)$; presión ambiental, $p(\text{bar})$; entalpía, $h_o(\text{kJ/kg})$; entropía, $s_o(\text{kJ/kgK})$.

Estos datos aparecen en la hoja de “datos” en **negritas**, de modo que solamente los datos en negritas deben insertarse. Los otros datos los calcula automáticamente el programa a partir de éstos.

Por otro lado, en la hoja de cálculo denominada “cálculos”, para cada componente (expansiones de la turbina, condensador, intercambiadores de calor del tren, bombas, intercambiadores de calor de la caldera y combustión) el programa calcula el calor o trabajo transferido al ambiente, la destrucción de exergía, la pérdida de exergía, la exergía del recurso, la exergía del producto y la eficiencia exergética,

Estos resultados son resumidos en la hoja denominada “resultados” a partir de la cual se toman los valores para hacerse las gráficas de la distribución de la exergía de entrada, de la fracción de destrucción de exergía por componente y de distribución de la energía de entrada mostradas en las hojas de cálculo homónimas.

A la hora de utilizar –o modificar,- este programa debe tomarse en consideración lo siguiente. El programa contempla solamente las corrientes especificadas a pesar de que de acuerdo a la nomenclatura está definido un mayor numero de corrientes. En caso de incorporar nuevas corrientes a la base de datos, deben modificarse las fórmulas de la hoja “cálculos” para que los valores de estas corrientes sean incorporados a los cálculos.