

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



**PROGRAMACION APLICADA AL DISEÑO
DE EVAPORADORES TUBULARES CON FLUJO
PARALELO Y ESTADO ESTABLE**

T E S I S

QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

P R E S E N T A

JORGE ALBERTO MARTINEZ VALDEZ

MARIN, N. L.

ENERO 1989

T

TP363

M3

C.1



1080062174

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



PROGRAMACION APLICADA AL DISEÑO
DE EVAPORADORES TUBULARES CON FLUJO
PARALELO Y ESTADO ESTABLE

T E S I S

QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

P R E S E N T A

JORGE ALBERTO MARTINEZ VALDEZ

MARIN, N. L.

ENERO 1989

3673

T
TP 363
M3



(62174)

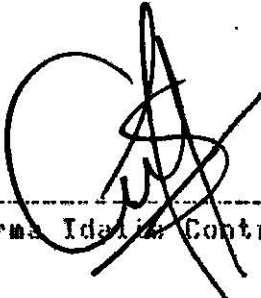
040.001
FA1
1989
C.5

'Programacion aplicada al diseño de evaporadores
tubulares con flujo paralelo y estado estable'.

Tesis que presenta: Jorge Alberto Martínez Valdez como requisito par-
cial para obtener el título de:

Ingeniero en Industrias Alimentarias


COMISION REVISORA



Ins. Norma Idalia Contreras Montes de Oca



Lic. Macario Hernandez Garza



Ins. Rómulo Flores de la Peña

DEDICATORIAS

A mis padres:

Sr. Carlos Martínez López

Sra. Paulina Valdez de Martínez

Por todo el apoyo y cariño que me dieron a lo largo de mis estudios.

A mis hermanos:

Carlos

Miriam Maricela

Elia Diadira

Paula Janeth

Con el cariño de siempre.

A mis familiares:

Por todo el apoyo que me dieron.

A mis amigos:

Por todos los momentos, buenos y malos, que hemos pasado juntos y por todo el afecto, confianza y sinceridad que me brindaron en el transcurso de mi carrera.

A los del rincón.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores:

Ins. Norma Idalia Contreras Montes de Oca
Lic. Macario Hernandez Garza
Ins. Rómulo Flores de la Peña

Por su gran apoyo y orientación durante el desarrollo de este trabajo.

Al centro de informática

Por la invaluable ayuda y amistad que me brindaron durante la realización de este trabajo.

A mis maestros y compañeros

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Conceptos básicos inseneriles	4
2.2. Operaciones unitarias	6
2.3. Balance de materia	9
2.3.1. Tipos de balance de materia	10
2.4. Balance de energía	12
2.4.2. Transmisión de la energía	13
2.4.3. Transmisión de calor	14
2.4.4. Transmisión de fluidos con cambio de fase	15
2.4.5. Transmisión de calor desde vapores condensantes	16
2.5. Evaporación	16
2.5.1. Generalidades	16
2.5.2. Factores del proceso	17
2.5.3. Clasificación de los evaporadores	19
2.5.4. Características de los evaporadores	21
2.5.5. Funcionamiento de los evaporadores tubulares	22
2.5.5.1. Capacidad de evaporación	22
2.5.5.2. Economía de un evaporador	28
2.5.5.3. Evaporadores de múltiple efecto	28
2.6. Uso de las computadoras digitales.	30
2.6.1. Lenguajes de programación	33
3. MATERIALES Y METODOS	34
3.1. Localización	34
3.2. Materiales	34

3.3. Metodología	34
4. RESULTADOS	36
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
6. RESUMEN	97
7. BIBLIOGRAFIA	99

INTRODUCCION

La ingeniería de alimentos es la rama de la ingeniería que estudia las transformaciones físicas y químicas a que se someten las materias primas para obtener productos y servicios útiles al hombre; estudia también la forma en que se les pueden elaborar mediante un proceso de transformación eficiente; así como el diseño y la especificación de los equipos y aparatos con los cuales pueden llevarse a cabo esas transformaciones; y la mejor manera de manejarlos y controlarlos.

Para esto la ingeniería de alimentos se basa en los conocimientos que aportan la física, la química, las matemáticas y en especial la fisicoquímica. La toma de decisiones, sin embargo requiere además la utilización de conocimientos humanísticos, de gerencia, economía y administración; para que los estudios previos de factibilidad económica conduzcan a la consecución de soluciones óptimas no sólo desde el punto de vista técnico, sino también socioeconómicos.

En la tecnología de alimentos ha venido emergiendo la tecnología digital; el interés en la automatización de análisis de laboratorio y control de procesos se ha ido expandiendo. La razón primaria son los costos acelerados de procesamiento de alimentos; pero hay otras razones; también incluyendo incrementos en la búsqueda de tecnología de procesamiento y análisis de alimentos; expansión dentro de la industria; y la necesidad de mejorar el presente formalmente.

La implementación de esas nuevas tecnologías esta siendo catalizada por los fabricantes de instrumentos y controladores de proceso quienes están reconociendo las necesidades especiales de la industria de alimentos. Sin embargo, el elemento clave en la realización de mayores innovaciones de

adquisición de datos digital y control de procesos en la industria alimentaria es la educación de los tecnólogos en alimentos en tecnología computacional, particularmente interfase. [16]

El uso de una computadora no es en sí mismo una forma de ahorro de tiempo cuando se trabaja en un determinado problema. Es preferible considerar a la computadora y al programa como instrumentos que permiten, después de adquirir alguna experiencia, resolver con mayor rapidez problemas complejos, y que no siempre ahorran tiempo y evitan complicaciones en los problemas simples. Las computadoras modernas de alta velocidad pueden eliminar cálculos rutinarios, repetitivos y tediosos que resultarían muy laboriosos con una calculadora. Además, las computadoras son esencialmente a prueba de errores numéricos una vez que se han revisado y revisado los programas. Entre los problemas industriales que se suelen resolver con ayuda de computadoras están los siguientes:

- o Correlación de coeficientes de transferencia de masa y de calor
- o Correlación de estructura química con propiedades físicas
- o Análisis de mezclas de hidrocarburos gaseosos
- o Análisis de tamaño de partícula
- o Formulación de fertilizantes granulares
- o Evaluación de análisis infrarrojos
- o Optimización de condiciones de operación
- o Evaluaciones económicas detalladas
- o Coordinaciones y correlaciones químico-biológicas
- o Cálculos de equilibrios vapor-líquido
- o Inversión de matrices en la espectrometría de masas
- o Diseño de equipo
- o Preparación de tablas de termómetros de resistencia de platino

Uno de los cambios más significativos que han ocurrido en el uso de computadoras es el significado de la palabra solución. Es bien sabido que una solución matemática precisa, aun cuando resulte indudablemente estética y de aplicación directa, puede no ser fácilmente interpretable. Las curvas y las gráficas constituyen un formato más conveniente para una solución, pero una computadora y un programa consisten, esencialmente, en un procedimiento para obtener las respuesta numérica de un problema específico. Para preparar tablas, gráficas, etc., es necesario obtener una serie de datos repetitivos, aunque claro está, también es posible preparar las gráficas y tablas en forma automática con un código de computadora apropiado.

La aplicación de las computadoras en la industria del procesamiento de alimentos está bien establecido. Su uso para controlar la formulación de alimentos ha sido reportado por un número de investigadores en los pasados años. [8]

REVISION DE LITERATURA

Conceptos básicos inseneriles

Capacidad calorífica.

Es la cantidad de calor requerida por un sistema para producir un ascenso de temperatura de un grado.

Entalpia.

La entalpia o contenido calorífico son los cambios térmicos a presión constante de un sistema; se define por la relación: $H=E+PV$ donde E , P y V son la energía interna, presión y volumen del sistema. Como E y PV se encuentran totalmente caracterizadas por el estado del sistema, H es también una función de estado y es completamente independiente de la manera en que se losra aquél.

Equilibrio.

Los sistemas que sufren un cambio espontáneo lo hacen en una dirección determinada. Si estos sistemas se abandonan a si mismos alcanzan por fin un estado en el que aparentemente no tiene lugar ninguna acción posterior, y que se conoce con el nombre de estado de equilibrio (generalmente masa o energía en procesos químicos). Los estados de equilibrio representan los puntos finales de los procesos que se realizan espontáneamente. Un equilibrio no puede modificarse sin cambiar las condiciones que controlan el sistema.

Concepto de fase.

Una fase puede definirse como una sustancia homogénea considerada independientemente de su forma y tamaño, la cual puede estar formada usualmente por una sustancia pura o una solución homogénea de dos o más substancias. La utilidad del concepto de fase radica en el hecho de

que, en el equilibrio, la temperatura, presión, y concentraciones son independientes de la forma geométrica y del tamaño de las fases. Cuando dos o más fases están en equilibrio, todas ellas deben poseer la misma temperatura y presión, pero en cambio las concentraciones de las fases individualmente son generalmente diferentes.

Cinética de proceso.

Es el estudio de la velocidad de los cambios que experimentan los sistemas físicos y químicos.

Potencial o Fuerza motriz.

Cuando dos sustancias o dos fases no están en equilibrio, y se ponen en contacto, entonces hay una tendencia para que tenga lugar un cambio, que resulta en una aproximación a las condiciones de equilibrio. La diferencia entre las condiciones existentes y las condiciones de equilibrio, es la fuerza motriz que causa este cambio. La diferencia puede ser expresada en términos de concentraciones de las diversas propiedades de las sustancias.

Patrones de flujo.

En muchas de las operaciones para la transferencia de energía del material de una fase a otra, es necesario poner dos corrientes en contacto, que permitan el cambio hacia el equilibrio de la energía y/o del material. La transferencia puede ser llevada a cabo con ambas corrientes fluyendo en la misma dirección; o sea, flujo paralelo. Si este tipo de flujo es el que se usa, entonces el límite de la cantidad de transferencia que puede ocurrir está determinado firmemente por las condiciones de equilibrio que podrán ser alcanzadas entre las dos corrientes en contacto. Si, por otra parte, las dos corrientes que se han puesto en contacto fluyen en direcciones opuestas, la transferencia de material o de energía es posible

en cantidades mucho mayores. Tal patrón de flujo se conoce como flujo a contracorriente. [17]

Operaciones unitarias

Un método muy conveniente para organizar la materia de estudio que abarca la ingeniería de alimentos se basa en dos hechos: (1) Aunque el número de procesos individuales es muy grande, cada uno de ellos puede dividirse en una serie de etapas, denominadas operaciones unitarias, que se repiten a lo largo de los distintos procesos. (2) Las operaciones unitarias poseen técnicas comunes y se basan en los mismos procesos científicos.

Puesto que las operaciones unitarias son una rama de la ingeniería, se basan usualmente en la ciencia y la experiencia. Hay que combinar la teoría y la práctica para diseñar el equipo, construirlo, montarlo, hacerlo funcionar y conservarlo. Para un estudio equilibrado de cada operación es preciso considerar conjuntamente la teoría y los aparatos. [9]

Diversas técnicas y principios científicos son fundamentales para el estudio de las operaciones unitarias. Algunos de ellos son leyes elementales de física y química, mientras que otros corresponden a técnicas especiales que resultan particularmente útiles en la ingeniería de alimentos.

Los procesos de alimentos pueden consistir de una secuencia de pasos o estadios que pueden variar ampliamente, y los principios de los cuales son independientes del material que se procesa, o bien de otras características del sistema particular. En el diseño de un proceso, cada paso que se va a utilizar puede estudiarse individualmente siempre y cuando pueda ser reconocido por un estadio. Algunos de los pasos son reacciones químicas, en tanto que otros son cambios físicos. La versatilidad de la ingeniería de a-

limentos conduce en la práctica, al desdoblamiento de un proceso complejo en estadios físicos individuales llamados operaciones unitarias; así como también en reacciones químicas. Las operaciones unitarias en su concepto dentro de la ingeniería de alimentos, se basan en la interpretación de secuencias de pasos que varían ampliamente y que pueden reducirse a operaciones sencillas o bien reacciones, que sean idénticas en sus fundamentos, haciendo caso omiso del material que se procesa.

La lista original de las operaciones unitarias incluye unas doce acciones, no todas las cuales se consideran operaciones unitarias. Desde entonces se han ido añadiendo otras, en la modesta proporción de unas cuantas durante años, aunque últimamente en forma más acelerada. El flujo de fluidos, la transferencia de calor, la destilación, la humidificación, la absorción de gases, la sedimentación, la clarificación, la agitación, la centrifugación, han sido reconocidas desde hace años. En fechas recientes han sido propuestas para ser designadas como operaciones unitarias; el intercambio de iones, la adsorción, la difusión gaseosa, la fluidización, la difusión térmica, la hipersorción, la cromatografía.

En toda la industria, se encuentran ejemplos de la mayor parte de las operaciones unitarias en aplicaciones que caen dentro del dominio de otros campos de la ingeniería. No obstante, el ingeniero en alimentos debe llevar a cabo muchas operaciones unitarias sobre materiales que varían ampliamente en sus propiedades físicas y químicas y bajo condiciones extremas de presión y temperatura. Las operaciones unitarias que sirven para separar mezclas en sustancias más o menos puras, son las más favorables dentro de la ingeniería. Los materiales que se han procesado se presentan normalmente bajo la forma de mezclas pudiendo ser los productos de reacciones químicas, las cuales nunca proporcionan sustancias puras. [5]

Las operaciones unitarias se clasifican de la siguiente manera:

- 1) Flujo de fluidos. Estudia los principios que determinan el flujo y transporte de cualquier fluido de un punto a otro.
- 2) Transfencia de calor. Esta operación unitaria concierne a los principios que gobiernan la acumulación y transferencia de calor y de energía de un lugar a otro.
- 3) Evaporación. Un caso especial de transferencia de calor, que estudia la evaporación de un componente volátil (como el agua), de un soluto no volátil como la sal o cualquier otro tipo de material en solución.
- 4) Secado. Separación de líquidos volátiles, por lo general agua, de los materiales sólidos.
- 5) Destilación. Separación de los componentes de una mezcla líquida por medio de una ebullición basada en las diferencias de presión de vapor.
- 6) Absorción. En este proceso se separa un componente gaseoso de una corriente de gases por tratamiento con un líquido.
- 7) Extracción líquido-líquido. En este caso, el soluto de una solución líquida se separa poniéndolo en contacto con otro disolvente líquido que es relativamente inmisible en la solución.
- 8) Lixiviación líquido-sólido. Consiste en el tratamiento de un sólido finamente molido con un líquido que disuelve y extrae un soluto contenido en el sólido.
- 9) Cristalización. Se refiere a la extracción de un soluto, tal como la sal, de una solución por medio de la precipitación de dicho soluto.
- 10) Separaciones mecánico-físicas. Implican la separación de sólidos, líquidos o gases por medios mecánicos, tales como filtración, sedimentación o reducción de tamaño, que por lo general, se clasifican como operaciones individuales.

Muchas de estas operaciones unitarias tienen ciertos principios básicos o fundamentales como:

- 1) Transferencia de momento. Se refiere a la que se representa en los materiales en movimiento, como en operaciones unitarias de flujo de fluidos, sedimentación y mezclado.
- 2) Transferencia de calor. En este proceso fundamental se considera la transferencia de calor de un lugar a otro, secado, evaporación, destilación y otras.
- 3) Transferencia de masa. En este caso se transfiere masa de una fase a otra; el mecanismo básico es el mismo ya sea que las fases sean gaseosas, sólidas o líquidas. Este proceso incluye destilación, absorción, extracción líquido-líquido y lixiviación. [7]

Balance de materia

Los problemas de balance de materia se basan en la aplicación correcta de la ley de la conservación de la materia y pueden llegar a ser extraordinariamente complicados. Sólo la resolución sistemática de muchos de ellos creará la capacidad necesaria para poder resolver casos nuevos. Un balance de materia es un procedimiento para llevar a cabo una contabilidad exacta de la materia entrante y saliente de un proceso. El balance de materia está basado en la ley de la conservación de la masa, enunciada por Lavoisier de la siguiente manera: Nada puede crearse y en cada proceso hay exactamente la misma cantidad de sustancia presente antes y después de que el proceso haya sucedido. Solamente hay un cambio o modificación de la materia. Basándose en lo anterior, la masa que entra a un proceso cualquiera será igual a la masa saliente más la masa que se haya acumulado en el proceso.

Tipos de balance de materia.

I.- De régimen constante o permanente.

La materia que entra es igual a la materia que sale. Dentro de éste régimen tenemos:

1) Balances simples de materia.

Se llaman balances simples de materia a aquéllos en los que no hay reacción química o en los que no se necesita alguna ecuación ó gráfica de equilibrio físico para su resolución. En general, se pueden presentar los siguientes casos de balances simples de materia:

- o Mezclado. Los balances simples de mezclado se presentan cuando dos corrientes se unen para dar una o más corrientes de salida.
- o Separación. Este tipo de balance se efectúa en procesos o equipos en los que hay una corriente de entrada y dos corrientes de salida.
- o Contacto a contracorriente. En este tipo de balance se tienen dos corrientes de entrada y dos de salida y dichas corrientes viajan en direcciones opuestas en el proceso o en el equipo.
- o Contacto en paralelo. Existe cuando se tienen dos corrientes de entrada y dos corrientes de salida que viajan en la misma dirección dentro del proceso o del equipo.
- o Balances con recirculación. En ciertos procesos es necesario de retroalimentar el material a la unidad de que proviene con objeto de enriquecer los productos, reprocesar el material que no sufrió cambios, aumentar rendimientos, etc. En estos procesos los balances de materia son una combinación de separación y mezclado.
- o Balances con derivación. En ciertos tipos de procesos la corrien-

te principal se divide en dos corrientes paralelas: una que se alimenta al equipo, y otra que se mezcla con la corriente que sale del equipo. El objeto de esta separación es el de mantener una uniformidad en la concentración de descarga. También se logra con esta operación tener equipos de tamaño más reducido de los que se tendrían si se alimentara toda la corriente. Los balances que se presentan son parecidos a los obtenidos en recirculación.

2) Balances usando el equilibrio físico.

Muchos de los procesos utilizados en la industria química tiene que ver con las llamadas operaciones de transferencia de masa. En estas operaciones los balances están gobernados no solo por las corrientes entrantes y salientes, sino también por el equilibrio físico que determina la concentración máxima que puede existir de cada componente en cada una de las fases que se ponen en contacto.

El equilibrio se puede presentar en forma de tablas, ecuaciones ó gráficas. Las variables principales que determinan el estado de equilibrio son: la temperatura, la presión, y la concentración de las sustancias en las fases.

3) Balances con reacción química.

Cuando hay una reacción química, los compuestos individuales que forman las corrientes cambian en cantidad y aún pueden llegar a desaparecer mientras se crean otros. En estos casos, el balance gira alrededor de la reacción química: esto es debido a que los símbolos y fórmulas que se emplean al escribir las ecuaciones químicas tienen un significado tanto cualitativo como cuantitativo.

Los balances con reacción química resultan más sencillos expresados en unidades molares en vez de unidades de masa. Un mol de cualquier sustancia pura se define como la cantidad de dicha sustancia cuya masa es numéricamente igual a su peso molecular. El mol es en realidad una unidad de masa y puede utilizarse en los balances de materia lo mismo que cuando la masa se expresa en kilogramos o libras.

II.- Balances en régimen no permanente.

En el régimen no permanente o transitorio las condiciones varían con el tiempo, por lo que es necesario escribir el balance de materia en forma de ecuación diferencial. La ecuación diferencial resultante debe integrarse y las constantes de integración se evalúan a partir de los valores límite. [18]

Balance de energía

La descripción completa de un sistema físico requiere la especificación de la energía. La energía se define generalmente como la habilidad o aptitud para producir trabajo.

Algunos tipos de energía que interesan a los ingenieros en alimentos son los siguientes:

- o Trabajo. Se define como la aplicación de una fuerza a través de una distancia.
- o Energía potencial. Es debida a la posición que guarda un cuerpo sobre el nivel de referencia.
- o Energía cinética. Es la energía que tiene un cuerpo en movimiento.
- o Energía mecánica. Es la energía que se introduce a un sistema por medio de una bomba o que se quita de un sistema por medio de una turbina.
- o Energía de fricción. Representa la energía perdida a la fricción cuando

un fluido pasa a través de las diferentes partes de un sistema.

o Energía calorífica. Es la energía en tránsito de un cuerpo a otro, debido a la existencia de una diferencia de temperatura entre dos cuerpos.

o Energía interna. Es la suma de las energías cinéticas y potenciales de todos los constituyentes de un sistema. En general no se conoce la energía interna de un sistema, sino su variación cuando cambian las circunstancias del sistema

o Energía de presión. Es la parte de la energía interna de un cuerpo que puede hacer trabajo.

o Energía química. Es la liberada o absorbida durante una reacción química.

Transmisión de la energía.

Mientras la energía permanece almacenada dentro de un sistema, tiene capacidad para producir efectos, pero estos no son evidentes, a menos que la energía pueda cruzar los límites de un sistema y producir cambios en los contenidos del sistema y en los alrededores o entorno. La energía que se transmite puede adoptar dos formas: trabajo o calor.

El calor y el trabajo son las dos formas en que se transmite la energía de un cuerpo a otro. Cesan en cuanto la energía deja de cruzar los límites del sistema. No se puede decir, pues, que un cuerpo tiene trabajo o calor, ya que esta forma de energía sólo existe al transmitirse y no dentro del cuerpo. Así pues el calor es una forma de transmisión de la energía y se da cuando hay una diferencia de temperatura. El trabajo es la otra forma de transmitir la energía y se da cuando hay una diferencia de fuerzas.

El balance de energía se basa en la ley de la conservación de la energía, la cual expresa el mismo hecho, con respecto a la entrada y salida de energía a un proceso o aparato, que la ley de la conservación de la masa con respecto a la materia. La energía no puede ser creada ni destruida, só-

lo se transforma. Para que un balance de energía sea correcto tiene que incluir todos los tipos de energía que intervienen en el proceso. [17]

Transmisión de calor.

La transferencia de energía en forma de calor es muy común en muchos procesos de alimentos y de otros tipos. La transferencia de calor suele ir acompañada de otras operaciones unitarias, tales como el secado de alimentos, la destilación de alcohol, la evaporación, etc. Por consiguiente, las leyes que rigen la transmisión de calor y los tipos de aparatos cuyo objetivo fundamental es el control del flujo de calor son de una gran importancia. La transferencia de calor se verifica debido a la fuerza impulsora de una diferencia de temperaturas, el calor fluye de la región de alta temperatura a la de temperatura más baja.

Los mecanismos en virtud de los cuales puede fluir el calor son tres: conducción, convección y radiación.

o **Conducción.** En este mecanismo, el calor puede ser conducido a través de sólidos, líquidos y gases. La conducción se verifica mediante la transferencia de energía de movimiento entre moléculas adyacentes. En un gas, donde las moléculas "más calientes" tienen más energía y movimientos, se encargan de impartir energía a moléculas colindantes que están en niveles energéticos más bajos. Este tipo de transferencia siempre está presente, en mayor o menor grado, en sólidos, líquidos y gases en los que exista un gradiente de temperaturas. En la conducción, la energía también puede transferirse por medio de electrones "libres", que es un proceso muy importante en los sólidos metálicos.

o **Convección.** La transferencia de calor por convección implica el transporte de calor a través de una fase y el mezclado de elementos macroscópicos de porciones calientes y frías de un gas o un líquido. Además, con fre-

cuencia involucra también el intercambio de energía entre una superficie sólida y un fluido. Conviene aclarar que existe una diferencia entre la transferencia de calor por convección forzada en la que se provoca el flujo de un fluido sobre una superficie sólida por medio de una bomba, un ventilador u otro dispositivo mecánico y la convección libre o natural, en la cual un fluido más caliente o más frío que esté en contacto con la superficie sólida, causa una circulación debido a la diferencia de densidades que resulta del gradiente de temperaturas en el fluido.

o Radiación. La radiación difiere de la conducción y la convección en cuanto a que no requiere de un medio físico para la transferencia. La radiación es la transferencia de energía a través del espacio por medio de ondas electromagnéticas que propagan y transfieren la luz. La transferencia radiante de calor se rige por las mismas leyes que dictan el comportamiento de la transferencia de luz. Los sólidos y los líquidos tienden a absorber la radiación que está siendo transferida a través de ellos, por lo que la radiación adquiere su principal importancia en la transferencia a través del espacio o de gases. [7]

Transmisión de calor en fluidos con cambio de fase.

Los procesos de transmisión de calor acompañados por un cambio de fase son más complejos que el simple intercambio de calor entre fluidos. Un cambio de fase implica la adición o sustracción de cantidades considerables de energía calorífica a temperatura constante o casi constante. La velocidad del cambio de fase puede estar regida por la transmisión de calor, pero, más frecuentemente, está gobernada por la velocidad de nucleación de burbujas, gotas o cristales, y por el comportamiento de la nueva fase una vez formada.

Transmisión de calor desde vapores condensantes.

La condensación de vapores sobre superficies tubulares más frías que la temperatura de condensación del vapor es de gran importancia en los procesos en los que intervienen vapores tales como los del agua.

El vapor que condensa puede ser una sustancia pura; una mezcla de sustancias condensables y no condensables; o una mezcla de dos o más vapores condensables. Las pérdidas por fricción en un condensador son generalmente muy pequeñas; de forma que la condensación es esencialmente un proceso a presión constante. La temperatura de condensación de una sustancia pura depende exclusivamente de la presión. La condensación de una mezcla de vapores, a presión constante, se produce en un intervalo de temperatura y genera un condensado cuya composición va variando hasta que condensa todo el vapor; momento en que la composición del condensado es igual a la del vapor original no condensado. [9]

Evaporación

Generalidades.

La evaporación es la operación unitaria que estudia la transferencia de calor de un vapor a un líquido en ebullición. El líquido que va a ser evaporado puede ser más o menos viscoso que el agua; puede depositar cristales; puede formar espuma o puede tener un alto punto de ebullición.

Estas circunstancias hacen que la construcción mecánica de evaporadores sea muy variable.

El principio de evaporación se aplica generalmente en aquellas soluciones cuyo solvente produce vapor de muy poco valor y que por esto no es muy necesario recuperarlo; el solvente más común es el agua.

La operación del evaporador depende principalmente de su transferencia

de calor, ecuaciones de balance de materia y energía son importantes al calcular el tamaño y carácter del evaporador. [13]

La evaporación es muy usada en algunos procesos industriales, por ejemplo: fabricación de azúcar, obtención de glicerina a partir de subleñas de la fabricación del jabón, fabricación de papel a partir de la pasta al sulfato, etc.. El uso de la evaporación en los procesos industriales es con el fin de:

- 1) Aumentar la capacidad del equipo disminuyendo la cantidad del material inactivo por un volumen dado.
- 2) Mejorar la calidad del producto final.
- 3) Separar las impurezas por cristalización, al aumentar la concentración de la solución. [6]

Factores del proceso.

Las propiedades físicas y químicas de la solución que se esta concentrando y del vapor que se separa tienen un efecto considerable sobre el tipo de evaporador que debe usarse y sobre la presión y la temperatura del proceso. A continuación se discuten algunas de estas propiedades que afectan a los métodos de procesamiento:

1) Concentración en el líquido. Por lo general, la alimentación líquida a un evaporador es bastante diluida, por lo que su viscosidad, bastante baja, es similar a la del agua y se opera con coeficientes de transferencia de calor bastante altos. A medida que se verifica la operación, la solución se concentra y su viscosidad puede elevarse notablemente, causando una marcada disminución del coeficiente de transferencia de calor. Debe existir entonces una circulación y/o turbulencia adecuada para evitar que el coeficiente se reduzca demasiado.

2) Solubilidad. A medida que se calienta la solución y aumenta la con-

centración del soluto, puede excederse el límite de solubilidad del material en solución y se formarán cristales. Esto puede limitar la concentración máxima que pueda obtenerse por evaporación de la solución. En la mayoría de los casos, la solubilidad de el soluto aumenta con la temperatura. Esto significa que, al enfriar a temperatura ambiente una solución concentrada caliente proveniente de un evaporador, puede presentarse una cristalización.

3) Sensibilidad a la temperatura. Muchos productos, en especial alimentos y otros materiales biológicos, pueden ser sensibles a la temperatura y degradarse cuando ésta sube o el calentamiento es muy prolongado. Entre estos productos están los productos farmacéuticos; productos alimenticios como leche, jugo de naranja y extractos vegetales; y materiales químicos orgánicos delicados. La cantidad de degradación es una función de la temperatura y del tiempo.

4) Formación de espumas. En algunos casos, los materiales constituidos por soluciones cáusticas, soluciones de alimentos como leche desnatada y algunas soluciones de ácidos grasos, forman espumas durante la ebullición. Esta espuma es arrastrada por el vapor que sale del evaporador y puede haber pérdidas de material.

5) Presión y temperatura. El punto de ebullición de la solución está relacionado con la presión del sistema. Cuanto más elevada sea la presión de operación del evaporador, mayor será la temperatura de ebullición. Además, la temperatura de ebullición también se eleva a medida que aumenta la concentración del material disuelto por la acción de la evaporación. Este fenómeno se llama elevación del punto de ebullición. Para mantener a nivel bajo la temperatura de los materiales termosensibles suele ser necesario operar a presiones inferiores a 1 atm, esto es, al vacío.

6) Formación de incrustaciones y materiales de construcción. Algunas soluciones depositan materiales sólidos llamados incrustaciones sobre las superficies de calentamiento. Estas incrustaciones pueden formarse a causa de los productos de descomposición o disminución de la solubilidad. El resultado es una reducción del coeficiente de transferencia de calor, lo que obliga a limpiar el evaporador. La selección de los materiales de construcción del evaporador tiene importancia en la prevención de la corrosión. [7]

Clasificación de los evaporadores.

Según el medio de calentamiento:

- A) Aparatos que utilizan el calor solar.
- B) Aparatos calentados por fuego directo.
- C) Aparatos con el agente de calefacción en camisas, paredes dobles, etc.
- D) Evaporadores calentados por vapor de agua con superficies de calefacción tubulares.
 - 1) Tubos horizontales.
 - a) Vapor por dentro de los tubos.
 - b) Vapor por el exterior de los tubos.
 - 2) Tubos verticales.
 - a) Tipo estándar
 - b) Tipo de canasta
 - c) Tipo de tubos largos
 - d) Tipo de circulación forzada
 - 3) Tubos inclinados.
 - 4) Tubos curvados en formas especiales. [13]

Aparatos que utilizan el calor solar. La evaporación solar se limita hoy a la evaporación de agua de mar para obtener sal y en algunos casos, la evaporación de aguas salinas de los desiertos. La instalación implica úni-

camente la construcción de lagunas de poco fondo, por lo general con el suelo y las paredes de tierra.

Aparatos calentados a fuego directo. Este tipo de aparato no ha sido nunca normalizado. Al diseñar aparatos que han de calentarse a fuego directo o por productos de combustión, hay que tener presente que en el caso del fuego directo, la radiación suele ser el factor más importante. En el caso de los aparatos no expuestos a la radiación directa sino simplemente calentados por gases calientes, la velocidad o intensidad de evaporación la fijará, no el coeficiente de la película de líquido, sino el coeficiente de la película gaseosa. En algunos casos es importante la radiación, pero la mayoría de las instalaciones de esta clase utilizan gases de escape a temperatura demasiado baja para que la radiación tenga alguna importancia.

Aparatos con camisa. Marmitas. Cuando hay que evaporar pequeñas cantidades en cada vez, pueden emplearse las marmitas con camisa de vapor cuya construcción es muy variada. En la industria alimentaria, dichas marmitas suelen estar destapadas y pueden construirse de plancha de cobre, de aluminio o de otros metales. En algunos casos se cubre el aparato con una cúpula y funciona con presión a vacío. Se usan muchos tipos de calderas de hierro fundido, y la camisa en este caso puede consistir en una envoltura exterior sujeta por el borde inferior de la brida de la caldera; o pueden fundirse de modo que la camisa y la caldera propiamente dicha sean una sola pieza.

Evaporador de tubos horizontales. Tiene una envoltura cilíndrica vertical a la que están unidas dos cámaras o cajas de vapor. La placa de los tubos puede ser fundida, formando parte integrante de una de las piezas fundidas del cuerpo, o puede fundirse como una parte de una cámara separada de vapor y atornillarse a la pieza fundida del cuerpo. Los evaporadores de tubos horizontales tienen siempre sus tubos ensastados al cuerpo.

Evaporador estándar de tubos verticales. Este evaporador consiste en una envoltura cilíndrica vertical con placas o planchas de tubos colocadas horizontales a través. Suele ponerse una bajada para el líquido en el centro del elemento de calefacción. Este tipo es el más usado y se adapta especialmente a las soluciones que depositan incrustaciones o sales.

Evaporador del tipo de canasta. Este evaporador es esencialmente igual al evaporador estándar, salvo que el elemento de calefacción forma una unidad independiente y la bajada del líquido es un anillo entre la envoltura y el elemento de calefacción. Sus proporciones y su campo de aplicación son esencialmente las mismas que la del tipo estándar vertical, salvo que no pueden construirse aparatos tan grandes.

Evaporadores de tubos largos y circulación natural. Estos evaporadores se caracterizan por tubos relativamente largos, con el líquido circulando por dentro.

Evaporación de circulación forzada. En este el líquido se bombea dentro de los tubos con una velocidad positiva. El evaporador de este modelo puede usarse para concentrar líquidos claros.

Evaporador de tubos inclinados. Este evaporador tiene una velocidad de circulación elevada y, por consiguiente, coeficientes elevados.

Evaporador de serpentín. Su uso se limita prácticamente a la producción de agua destilada para complementar la alimentación de las calderas de vapor en las centrales eléctricas; pues si se forman incrustaciones duras en los serpentines pueden quitarse cortando el vapor y haciendo llegar agua fría a los serpentines. [6,12,13]

Características de los evaporadores.

Las características de cualquier tipo de evaporador son las siguientes:

- 1) Compartimiento para líquido en ebullición.
- 2) Un compartimiento para el vapor condensante.
- 3) Una superficie de calentamiento a través de la cual el calor fluye desde el vapor al líquido en ebullición.
- 4) Una salida para los vapores producidos por el líquido en ebullición.
- 5) Una entrada para el vapor.
- 6) Un medio que separa el condensado del vapor
- 7) Un medio para separar del compartimiento impurezas saseosas que no son condensadas.
- 8) Un medio para cargar y descargar la solución que vá a ser evaporada.
- 9) Instrumentos para controlar y checar la operación del evaporador. [13]

Funcionamiento de los evaporadores tubulares.

Las principales características de funcionamiento de un evaporador tubular calentado con vapor de agua son la capacidad y la economía. La capacidad se define como el número de kilogramos de agua vaporizados por hora. La economía es el número de kilogramos vaporizados por kilogramo de vapor vivo que entra como alimentación a la unidad. En un evaporador de simple efecto la economía es casi siempre menor que la unidad, pero en los aparatos de múltiple efecto puede ser considerablemente mayor. También tiene gran importancia el consumo de vapor, en kilogramos por hora, y que es igual a la capacidad dividida por la economía.

Capacidad de evaporación.-

La velocidad de transmisión de calor (Q) a través de la superficie de calentamiento de un evaporador, de acuerdo con la definición del coeficiente global de transmisión de calor, es igual al producto de tres factores: el área de la superficie de transmisión de calor A , el coeficiente global de transmisión de calor U , y la caída global de temperatura T ,

$$q = UA T \quad (1)$$

si la alimentación que entra al evaporador está a la temperatura de ebullición correspondiente a la presión absoluta del espacio de evaporación, todo el calor transmitido a través de la superficie de calentamiento es utilizado en la evaporación, y la capacidad es proporcional a la velocidad de transmisión de calor. Si la alimentación entra fría, el calor que se necesita para calentarla hasta su temperatura de ebullición puede ser bastante grande, y la capacidad, para un determinado valor de q , se reduce considerablemente puesto que el calor utilizado en calentar la alimentación no produce evaporación. Por el contrario, si la alimentación entra a una temperatura superior a la de ebullición en el espacio de evaporación, una parte de ella se transforma espontáneamente en vapor hasta equilibrarse adiabáticamente con la presión existente en el espacio de vapor, y la capacidad es mayor que la que corresponde al valor de q . Este proceso recibe el nombre de evaporación de flash.

La caída real de temperatura dentro de la superficie de calentamiento depende de la solución que se evapora, de la diferencia de presiones entre la caja del vapor vivo y el espacio de vapor situado sobre el líquido hirviente, y de la altura de líquido situado sobre la superficie de calentamiento. En algunos evaporadores también influye en la caída de temperatura la velocidad de los líquidos en los tubos, debida a la pérdida por fricción en los tubos aumenta la presión efectiva del líquido. Cuando la solución posee las características del agua pura, su temperatura de ebullición se puede obtener a partir de las tablas de vapor de agua si se conoce la presión, puesto que corresponde a la temperatura de condensación. Sin embargo, en los evaporadores reales, la temperatura de ebullición de una solución está además afectada por otros dos factores: la elevación del punto de

ebullición y la carga de líquido. [9]

Coefficientes globales de transmisión de calor.

El coeficiente global de transferencia de calor en un evaporador, está constituido por el coeficiente del lado del vapor que se condensa, que tiene un valor aproximado de $1486.83 \text{ kcal}/(\text{m}^2)(\text{hr})(^\circ\text{C})$; por la pared metálica que tiene una conductividad térmica alta y casi siempre una resistencia despreciable por la resistencia de las incrustaciones del lado del líquido y por el coeficiente de película líquida, que por lo general está en el interior de los tubos. [7]

Debido a la dificultad de medir los elevados coeficientes de película individuales de un evaporador, los resultados experimentales se expresan generalmente en función de los coeficientes globales. En la siguiente tabla se dan valores típicos de los coeficientes globales para diversos tipos de evaporadores en las condiciones habituales de operación:

Tipo	Coefficiente global $\text{kcal}/\text{m}^2 - \text{hr} - ^\circ\text{C}$
Evaporadores de tubos largos verticales:	
Circulación natural.....	1000-3000
Circulación forzada.....	2000-10000
Evaporadores de tubos cortos:	
Tubos horizontales.....	1000-2000
Tipo calandria.....	750-2500
Evaporadores de serpiente.....	1000-2000
Evaporadores de película agitada, líquidos newtonianos, viscosidad:	
1 centipoise.....	2000
100 centipoises.....	1500
10,000 centipoises.....	600

Cálculo de la superficie de calefacción.

Cuando el coeficiente total de transmisión de calor es la resultante de varias resistencias térmicas individuales que tienen diferentes áreas en una dirección perpendicular a la circulación del calor, se calcula tomando como base el área deseada por la expresión:

$$UA = \frac{1}{\frac{1}{h_1 A_1} + \frac{1}{h_2 A_2} + \frac{1}{h_3 A_3}} \quad (2)$$

en la que U es el coeficiente total de transmisión de calor; A, el área que se busca, cualquiera que ella sea, a la que se refiere U, y es el valor de A que se ha de usar en la ecuación de velocidad de transmisión de calor; A_1 , el área de la resistencia h_1 ; A_2 , el área de la resistencia h_2 , etc.

El área total de transmisión de calor en un evaporador se compone por lo general del de una película de vapor, del de la pared metálica y del de una película de agua. La resistencia térmica de la pared metálica puede despreciarse de ordinario. Entonces, h_1 es el coeficiente de la película del vapor, A_1 es la superficie de los tubos del lado de vapor, h_3 es el coeficiente de la película líquida y A_2 es la superficie de los tubos del lado del líquido. En la práctica, h_3 suele ser pequeño en relación con h_1 y, en consecuencia, el término $1/(h_3 A_3)$ es pequeño en comparación con el $1/(h_1 A_1)$.

Por esto es corriente usar, en vez de la ecuación rigurosa anterior, la aproximada:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_3}} \quad (3)$$

Si se toma $A = A_3$ (superficie del lado del líquido), la ecuación ri-

durosa se hace casi igual a la aproximada. Por ella, la regla es que cuando el coeficiente de película de vapor es grande en relación con el de película de líquido (y éste suele ser el caso corriente), se calculan las superficies de calefacción tomando como base el lado del líquido de los tubos. Si los dos coeficientes de película son del mismo orden de magnitud úsese la ecuación (2) completa, en la cual los coeficientes de película se han sopesado en proporción a sus respectivas áreas. [7]

Temperatura del vapor de agua.

La instalación ideal corresponde a un diagrama o gráfico de circulación del vapor que muestra el balance entre el vapor consumido para producir fuerza motriz y el vapor utilizado para calentar y evaporar (al que suele darse el nombre de vapor para el proceso). En un proceso que emplee un evaporador de un tamaño apreciable se encontrará por lo general que el evaporador es el principal consumidor de vapor para el proceso y por consiguiente, el factor individual más balance del balance del gráfico de circulación del vapor.

Vacío óptimo.

El empleo del vacío tiene dos finalidades:

- 1) aumentar la diferencia de temperaturas disponible, y
- 2) proteger a los líquidos que se perjudicarían con las temperaturas elevadas.

Sin embargo, un evaporador, tanto si es de simple como de múltiple efecto, no tiene que funcionar necesariamente con vacío. A medida que aumenta el vacío, baja con gran rapidez el punto de ebullición y, por consiguiente, aumenta la diferencia de temperatura disponible. El vacío óptimo varía según el tipo de evaporador, el tipo de líquido y el costo del vacío. En algunos casos, como la evaporación de jugos de frutas, de extractos de

glándulas, gelatinas y otros materiales sensibles al calor, puede convertir el vacío más alto posible para conservar la calidad del producto a expensas de la capacidad.

Métodos de alimentación.

Los evaporadores de múltiple efecto pueden alimentarse de muy diversas maneras. El método más común es el de la alimentación hacia adelante. Esto significa introducir el líquido diluido en el primer efecto, alimentando de un efecto a otro por la diferencia de presiones entre los efectos, y retirando del último efecto el líquido concentrado. En la alimentación hacia atrás, se introduce el líquido diluido en el último efecto, avanza de un efecto a otro impulsado por bombas, y se extrae concentrado del primer efecto. Alimentación mixta es la que abarca todas las formas anteriores.

Las ventajas de la alimentación hacia adelante son: disposición más sencilla de la instalación, control más sencillo, y una sola bomba cuyo aspiración está bajo vacío. Da una evaporación ligeramente mayor en el último efecto que en el primero, debido a la evaporación instantánea (flash), a medida que baja la temperatura del líquido. El principal inconveniente de esta alimentación es que si el líquido que entra es frío, somete a una carga excesiva al primer efecto y aumenta el consumo de vapor para una cantidad dada de evaporación. [12]

Efectos de las variables de proceso en la operación de evaporadores.

1) Efecto de la temperatura de alimentación. La temperatura de entrada de la alimentación tiene un gran efecto sobre la operación del evaporador. Si la alimentación está a presión y entra a temperatura superior al punto de ebullición en el evaporador, se logra una vaporización adicional por medio de la evaporación instantánea de una parte de la alimentación caliente. El precalentamiento de la alimentación puede reducir el tamaño del evapora-

dor y el área de transferencia de calor necesaria.

2) Efecto de la presión. En muchos casos es deseable contar con un valor más alto de T , pues a medida que T aumenta, el área de la superficie de calentamiento A y el costo del evaporador disminuyen. Para reducir la presión al vacío deben usarse un condensador y una bomba de vacío. Se obtendría entonces una disminución considerable del área superficial de calentamiento.

3) Efecto de la presión del vapor de agua. Cuando se usa vapor de agua saturado a presión más alta, el valor T aumenta, lo que hace disminuir el tamaño y el costo del evaporador. Sin embargo, el vapor de alta presión cuesta más y suele ser más valioso como fuente de potencia para otros equipos. Por consiguiente, la presión óptima del vapor de agua se debe determinar con un balance económico general. [7]

Economía de un evaporador.-

El principal factor que afecta a la economía de un sistema de evaporación es el número de efectos. Mediante un diseño adecuado, la entalpía del vapor vivo que llega al primer efecto se puede utilizar una o más veces, dependiendo del número de efectos de que conste el evaporador. La economía también depende de la temperatura de la alimentación. Si dicha temperatura es inferior a la de ebullición en el primer efecto, una parte de la entalpía de vaporización del vapor vivo se utiliza para calentar la alimentación y solamente queda la fracción restante para evaporación. Si la alimentación está a una temperatura superior a la de ebullición, la vaporización súbita que se produce proporciona una evaporación adicional sobre la originada por la entalpía de vaporización del vapor vivo. Desde el punto de vista cuantitativo, la economía de un evaporador se calcula mediante balances entálpicos. [9]

Evaporadores de múltiple efecto.-

En la evaporación de soluciones en un evaporador de efecto simple, uno de los costos más importantes es el del vapor de agua utilizado para evaporar el agua. Un evaporador de efecto simple desperdicia bastante vapor de agua, pues se desperdicia el calor latente del vapor producido que sale del evaporador. Sin embargo, este costo puede reducirse con evaporadores de efecto múltiple que recuperan el calor latente del vapor que se desprende y lo reutilizan.

En el primer efecto se introduce alimentación nueva que se concentra parcialmente. Entonces, este líquido más concentrado fluye al segundo evaporador en serie, donde se concentra más. Este líquido del segundo efecto fluye al tercer efecto para llegar a su concentración final.

Cuando un evaporador de efecto múltiple opera en condiciones de estado estable, las velocidades de flujo y la de evaporación son iguales en todos los efectos. Las presiones, las temperaturas y las velocidades del flujo interno son mantenidas constantes de manera automática por las condiciones de estado estable del propio proceso. Para modificar la concentración del efecto final, es indispensable variar la velocidad de alimentación al primer efecto. Es necesario que se satisfaga el balance total de materiales del sistema general y el de cada evaporador. Si la solución está demasiado concentrada se aumenta la velocidad de alimentación y viceversa; entonces, la solución final tendrá un nuevo estado estable a la concentración deseada.

Calculos para evaporadores de efecto múltiple.

Al efectuar los cálculos para un sistema de evaporador de efecto múltiple, los valores que deben obtenerse suelen ser el área de la superficie de calentamiento en cada efecto, los Kg. de vapor de agua por hora que de-

ben suministrarse y la cantidad de vapor que sale de cada efecto, en especial del último. Los valores conocidos son casi siempre los siguientes: (1) presión de vapor de agua en el primer efecto, (2) presión final del espacio del vapor en el último efecto, (3) condiciones de alimentación y flujo en el primer efecto, (4) concentración final del líquido que sale del último efecto, (5) propiedades físicas tales como entalpía y/o capacidades caloríficas del líquido y de los vapores, y (6) los coeficientes totales de transferencia de calor en cada efecto. En general, se supone que las áreas de los efectos son iguales.

Los cálculos se llevan a cabo por medio de balances de materia y balances de energía para cada efecto. Un método conveniente para resolver estas ecuaciones es el de aproximaciones sucesivas. [7]

Método de cálculo para evaporadores de efecto múltiple.

- 1) Se suponen valores para las temperaturas de ebullición para cada efecto.
- 2) Mediante balances de entalpía se obtienen las velocidades de flujo de vapor y solución de un efecto a otro.
- 3) Se calcula la superficie de calefacción necesaria en cada efecto; a partir de las ecuaciones de capacidad.
- 4) Si las áreas de calentamiento que se encuentran no son aproximadamente iguales, se estiman nuevos valores para las temperaturas de ebullición y se repiten los cálculos de los apartados 2 y 3 hasta que las superficies de calefacción sean iguales. En la práctica estos cálculos se realizan más fácilmente con ayuda de una computadora. [9]

Uso de las computadoras digitales

Las computadoras digitales básicamente son dispositivos electrónicos que transmiten, almacenan y procesan información (datos). Hay dos tipos di-

ferentes de datos; numéricos y en forma de caracteres. Las aplicaciones científicas y técnicas requieren principalmente procesamiento de datos numéricos, mientras que las comerciales casi siempre implican el procesamiento de datos numéricos y caracteres.

Para procesar un conjunto determinado de datos se deben impartir al computador instrucciones apropiadas (un programa), las cuales se almacenan en un sector de la memoria de la computadora durante el tiempo que se necesitan.

En cualquier momento se puede ejecutar un programa almacenado; para lo cual se sigue el siguiente procedimiento:

- 1) Se introduce en el computador la información denominada datos de entrada y se almacena en un sector de la memoria.
- 2) Se procesan los datos de entrada para producir los resultados deseados, denominados datos de salida.
- 3) Se imprimen en una hoja de papel los datos de salida (y quizás una parte de los datos de entrada) o se representan visualmente en un monitor.

Estos tres pasos se pueden repetir cuantas veces se desee y procesar así gran cantidad de datos en una secuencia rápida. Pero debe quedar claro que cada paso, especialmente el 2 y el 3, puede resultar largo y complicado.

Una computadora es una herramienta utilizada por los humanos en el proceso de solución de problemas en sí. Las computadoras extienden las habilidades humanas debido a las características siguientes: velocidad de operación, capacidad de memoria, puntualidad y costo-efectividad en muchas aplicaciones.

Se pueden distinguir las etapas siguientes en el proceso de solución de problemas:

- 1) Definición del problema: La solución que estamos buscando por lo general tiene que aplicarse más bien a una clase de problemas que a un problema sencillo. Para definir esta clase, se tienen que hacer suposiciones con respecto a la información disponible. Se debe establecer también la naturaleza de los resultados deseados.
- 2) Análisis del problema: Se debe determinar la aproximación a la solución del problema más efectiva y eficiente. Puede ser posible dividir el problema en subproblemas. Se debe investigar la posibilidad de incorporar programas ya existentes.
- 3) Diseño de la estructura de datos: Se determina la composición de los datos para ser manejados por el programa. Esto se hace junto con el paso siguiente.
- 4) Diseño del algoritmo: El algoritmo o procedimiento de solución para el problema, se debe escribir con el uso de una notación algorítmica. Estas notaciones evitan los detalles contenidos en programas, permitiendo al solucionador de problemas concentrarse en el propio problema.
- 5) Codificación: Se debe seleccionar un lenguaje de programación apropiado. Se debe escribir un programa legible con estructura clara.
- 6) Implementación del programa: El programador debe estar convencido, que usando la computadora y los datos de entrada de la muestra representativa, el programa funcione como el lo desea. Se debe investigar el comportamiento del programa en respuesta a todas las posibles variaciones de las entradas durante la definición del problema y las etapas de análisis.
- 7) Documentación del programa: Una descripción de la operación del programa, es su estructura de datos, y se deben proporcionar instrucciones de entrada y de salida.
- 8) Uso del programa y modificación posible: El programa está operando en

muchos casos periódicamente para obtener los resultados necesarios. Es una herramienta y quizá sea mejorada.

Lenguajes de Programación.

El único camino para lograr que la computadora funcione como es deseado es expresándolo (por programación). El programa puede ser completo y exacto, para producir resultados deseados. Existen varios niveles en los cuales nosotros podemos programar una computadora.

El nivel más básico es el propio lenguaje de la máquina (modelos de números binarios). Este nivel es incómodo y tedioso para los programadores que lo usan; es muy raramente usado como el método primario de programación de una computadora. La palabra "primario" es usada aquí porque, de hecho, todos los otros lenguajes de alto nivel son convertidos a lenguaje máquina, el cual es entonces desempeñado por el procesador.

Los lenguajes de alto nivel tales como el BASIC son programas muy sofisticados y especializados llamados compiladores e intérpretes para convertir el lenguaje en lenguaje máquina. Estos lenguajes de alto nivel fueron desarrollados en reconocimiento de las necesidades de más lenguajes algebraicos. [15,16,19]

MATERIALES Y METODOS

Localización

El equipo en el que realizaron los programas se encuentra localizado en el Centro de Informática de la Facultad de Astronomía de la U. A. N. L., la cual se encuentra ubicada en la carretera Zuazua-Marín Km. 17.5

Materiales

Los programas se desarrollaron en el equipo PDP-11/44 de la Digital Equipment Company con el sistema operativo RSX-11M; se utilizó el compilador BASIC-Plus-2 Versión 2.2-00.

Metodología

Al efectuar los cálculos para un sistema de evaporación de efecto múltiple, los valores que deben obtenerse suelen ser el área de la superficie de calentamiento en cada efecto, los Kg de vapor de agua por hora que deben suministrarse y la cantidad de vapor que sale de cada efecto, en especial del último. Los valores conocidos son casi siempre los siguientes:

- 1) Temperatura de vapor de agua en el primer efecto,
- 2) Temperatura final del espacio del vapor en el último efecto,
- 3) Condiciones de alimentación y flujo en el primer efecto,
- 4) Concentración final del líquido que sale del último efecto,
- 5) Los coeficientes totales de transferencia de calor en cada efecto.

En general, se supone que las áreas de los efectos son iguales.

El siguiente algoritmo fue utilizado para el diseño de programas que resuelvan sistemas de evaporación con flujo paralelo y estado estable:

- 1.- Se suponen valores para las temperaturas de ebullición en cada efecto;
- 2.- Mediante balances de entalpía se obtienen las velocidades de flujo de vapor y solución de un efecto a otro.
- 3.- Se calcula la superficie de calefacción necesaria en cada efecto, a partir de las ecuaciones de capacidad.
- 4.- Si las áreas de calentamiento son iguales, se estiman nuevos valores para las temperaturas de ebullición y se repiten los cálculos de los apartados 2 y 3 hasta que las superficies de calefacción sean iguales.

RESULTADOS

Como resultado del diseño se obtuvo un sistema el cuál realiza balances simples de materia, conversión de unidades, calcula las propiedades del agua líquida y del vapor de agua saturado, y análisis y diseño de evaporadores.

El sistema consta de un modulo de control, 7 subprogramas y un documento para el diseño de evaporadores los cuales realizan lo siguiente:

MAIN.B2S Controla los subprogramas.

CONV.B2S Realiza conversión de unidades.

AGUA.B2S Calcula las propiedades del agua líquida y del vapor de agua saturado.

BMPC.B2S Un programa generalizado que resuelve balances de materia simples del tipo paralelo y contracorriente.

EVA1.B2S Realiza el diseño de evaporadores de simple efecto.

EVA2.B2S Realiza el diseño de evaporadores de doble efecto.

EVA3.B2S Realiza el diseño de evaporadores de triple efecto.

EVAN.B2S Realiza el diseño de evaporadores de N efectos.

HELP.EVA Es un documento que explica el funcionamiento del sistema y describe la nomenclatura usada.

A continuación se muestran los listados de los programas y el documento del sistema:

```

1 !*****
!* PROGRAMA QUE ENCADENA LOS PROGRAMAS DEL SISTEMA DE EVAPORACION *
!* PROGRAMA: MAIN.B2S *
!* FECHA DE EDICION: 26-AGO-1988 *
!* LUGAR: CENTRO DE INFORMARTICA DE LA F.A.U.A.N.L. *
!* AUTOR: Jorge Alberto Martinez Valdez *
!* VERSION: 1.0 *
!*****
10 DEF FNP$(XZ,YZ)=ESC+'Y'+CHR$(32Z+XZ)+CHR$(32Z+YZ)
   IGR$=ESC+'F'
   OGR$=ESC+'G'
20 GOSUB 15100
   OPEN 'TI:' AS FILE #12Z
100 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J';IGR$
   PRINT FNP$(0Z,0Z);'1';STRING$(78Z,113Z);FNP$(0Z,79Z);'k'
   FOR FZ=1Z TO 20Z
     PRINT FNP$(FZ,0Z);'x';FNP$(FZ,79Z);'x'
   NEXT FZ
   PRINT FNP$(21Z,0Z);'m';STRING$(78Z,113Z);FNP$(21Z,79Z);'j'
   PRINT FNP$(1Z,1Z);'l';STRING$(76Z,113Z);FNP$(1Z,78Z);'k'
   PRINT FNP$(2Z,1Z);'x';FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,29Z);&
     'SISTEMA DE EVAPORACION';FNP$(2Z,78Z);'x'
   PRINT FNP$(3Z,1Z);'m';STRING$(76Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'j'
   PRINT FNP$(5Z,36Z);'M E N U'
   PRINT FNP$(6Z,36Z);'oooooooo'
   PRINT FNP$(8Z,23Z);'f1f BALANCE DE MATERIA'
   PRINT FNP$(9Z,23Z);'f2f CONVERSION DE UNIDADES'
   PRINT FNP$(10Z,23Z);'f3f PROPIEDADES DEL AGUA'
   PRINT FNP$(11Z,23Z);'f4f EVAPORACION DE SIMPLE EFECTO'
   PRINT FNP$(12Z,23Z);'f5f EVAPORACION DE DOBLE EFECTO'
   PRINT FNP$(13Z,23Z);'f6f EVAPORACION DE TRIPLE EFECTO'
   PRINT FNP$(14Z,23Z);'f7f EVAPORACION DE MULTIPLE EFECTO'
   PRINT FNP$(15Z,23Z);'f8f SALIR DEL SISTEMA'
   PRINT FNP$(19Z,0Z);'t';STRING$(78Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u'
   PRINT FNP$(20Z,30Z);'QUE OPCION DESEAS: ';OGR$;FNP$(2Z,68Z);DATE$(0Z)
110 OP$=FNVT$(12Z,20Z,49Z,1Z,'12345678',0Z)
1240 SELECT OP$
   CASE='1'
     CALL BMPC
   CASE='2'
     CALL CONV
   CASE='3'
     CALL AGUA
   CASE='4'
     CALL EVA1
   CASE='5'
     CALL EVA2
   CASE='6'
     CALL EVA3
   CASE='7'
     CALL EVAN
   CASE='8'
     GOTO 32766
END SELECT

```

```

2000 GOTO 10
15100 DEF FNVT$(TTZ,RZ,CZ,LONZ,VALORE$,SWCZ)
      GOTO 15130 IF SWCZ=1Z
15120 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ,32Z)
      PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);' ';STRING$(LONZ,32Z);' '
15130 DATO$=''
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(RZ,CZ);
      FOR CCZ=CZ TO CZ+LONZ-1Z
15140     GZ=ONECHR(TTZ)
          GET #TTZ
          MOVE FROM #TTZ,CAR#=1Z
          GOTO 15140 IF ASCII(CAR#)=3Z
          GOTO 15160 IF ASCII(CAR#)=13Z
          IF ASCII(CAR#)=127Z THEN CCZ=CCZ-1Z IF CCZ<>CZ
          PRINT FNP$(RZ,CCZ);' ';FNP$(RZ,CCZ);
          DATO$=LEFT$(DATO$,LEN(DATO$)-1Z)
          GOTO 15140
15150     DATO$=DATO$+CAR#
      NEXT CCZ
15160 DATO$=EDIT$(DATO$,4Z)
      GOTO 15200 IF DATO$='' IF (SWCZ=1Z OR VALORE$='')
      GOTO 15180 IF DATO$<>' ' IF VALORE$=''
      IF INSTR(1Z,VALORE$,DATO$)=0Z THEN PRINT FNP$(RZ,CZ);BEL
      GOTO 15120
15180 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ+2Z,32Z);FNP$(RZ,CZ);DATO$
15200 FNVT$=DATO$
      FNEND
      RETURN
32766 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
32767 CLOSE #12Z
      END

```



```

180 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
190 XSB=VAL(XSB$)
200 GOSUB 3020
210 GOSUB 3050
    GOTO 3700
300 A$=FNVT$(12%,11%,65%,13%,',',0%)
310 A=VAL(A$)
330 B$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,',',0%)
340 B=VAL(B$)
    GOTO 330 IF B=0
    GOTO 300 IF (A=-B) OR (B=-A)
350 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
360 XSB=VAL(XSB$)
370 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
380 XSC=VAL(XSC$)
390 GOSUB 3020
400 GOSUB 3040
    GOTO 3700
500 A$=FNVT$(12%,11%,65%,13%,',',0%)
510 A=VAL(A$)
    GOTO 500 IF A=0
530 B$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,',',0%)
540 B=VAL(C$)
    GOTO 500 IF (A=-B) OR (B=-A)
560 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
570 XSB=VAL(XSB$)
590 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
600 XSC=VAL(XSC$)
620 GOSUB 3020
630 GOSUB 3030
    GOTO 3700
700 A$=FNVT$(12%,11%,65%,13%,',',0%)
710 A=VAL(A$)
730 C$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
740 C=VAL(C$)
    GOTO 730 IF C=0
    GOTO 700 IF C=A
760 XSA$=FNVT$(12%,14%,65%,13%,',',0%)
770 XSA=VAL(XSA$)
780 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
790 XSC=VAL(XSA$)
810 GOSUB 3010
820 GOSUB 3050
    GOTO 3700
900 A$=FNVT$(12%,11%,65%,13%,',',0%)
910 A=VAL(A$)
920 C$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
930 C=VAL(C$)
    GOTO 900 IF C=A
940 XSA$=FNVT$(12%,14%,65%,13%,',',0%)
950 XSA=VAL(XSA$)
970 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
980 XSC=VAL(XSC$)
1000 GOSUB 3010

```

```
1010 GOSUB 3040
      GOTO 3700
1100 A$=FNVT$(12%,11%,65%,13%,',',0%)
1110 A=VAL(A$)
      GOTO 1100 IF A=0
1130 C$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
1140 C=VAL(C$)
      GOTO 1100 IF C=A
1160 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
1170 XSB=VAL(XSB$)
1190 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
1200 XSC=VAL(XSC$)
1220 GOSUB 3010
1230 GOSUB 3030
      GOTO 3700
1300 B$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,',',0%)
1310 B=VAL(B$)
1330 C$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
1340 C=VAL(C$)
      GOTO 1330 IF C=0
      GOTO 1300 IF C=B
1360 XSA$=FNVT$(12%,14%,65%,13%,',',0%)
1370 XSA=VAL(XSA$)
1390 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
1400 XSB=VAL(XSB$)
1410 GOSUB 3000
1420 GOSUB 3050
      GOTO 3700
1500 B$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,',',0%)
1510 B=VAL(B$)
      GOTO 1500 IF B=0
1530 C$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
1540 C=VAL(C$)
      GOTO 1500 IF C=B
1560 XSA$=FNVT$(12%,14%,65%,13%,',',0%)
1570 XSA=VAL(XSA$)
1590 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
1600 XSC=VAL(XSC$)
1620 GOSUB 3000
1630 GOSUB 3040
      GOTO 3700
1700 B$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,',',0%)
1710 B=VAL(B$)
1730 C$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
1740 C=VAL(C$)
      GOTO 1700 IF C=B
1760 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
1770 XSB=VAL(XSB$)
1790 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
1800 XSC=VAL(XSC$)
1820 GOSUB 3000
1830 GOSUB 3030
      GOTO 3700
1900 C$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
```

```

1910 C=VAL(C$)
1920 XSA$=FNVT$(12%,14%,65%,13%,',',0%)
1930 XSA=VAL(XSA$)
      GOTO 1920 IF XSA=0
1950 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
1960 XSB=VAL(XSB$)
1970 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
1980 XSC=VAL(XSC$)
1990 GOSUB 3060
2000 GOSUB 3070
      GOTO 3700
2100 A$=FNVT$(12%,11%,65%,13%,',',0%)
2110 A=VAL(A$)
2120 XSA$=FNVT$(12%,14%,65%,13%,',',0%)
2130 XSA=VAL(XSA$)
2140 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
2150 XSB=VAL(XSB$)
2160 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
2170 XSC=VAL(XSC$)
      GOTO 1790 IF XSC=0
2190 GOSUB 3080
2200 GOSUB 3070
      GOTO 3700
2300 B$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,',',0%)
2310 B=VAL(B$)
2320 XSA$=FNVT$(12%,14%,65%,13%,',',0%)
2330 XSA=VAL(XSA$)
2340 XSB$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
2350 XSB=VAL(XSB$)
2360 XSC$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
2370 XSC=VAL(XSC$)
      GOTO 2360 IF XSC=XSA
2390 GOSUB 3090
2400 GOSUB 3100
      GOTO 3700
3000 A=C-B
      RETURN
3010 B=C-A
      RETURN
3020 C=A+B
      RETURN
3030 XSA=(C*XSC-B*XSB)/A
      RETURN
3040 XSB=(C*XSC-A*XSA)/B
      RETURN
3050 XSC=(A*XSA+B*XSB)/C
      RETURN
3060 A=C*XSC/XSA
      RETURN
3070 B=A-C
      RETURN
3080 C=A*XSA/XSC
      RETURN
3090 C=B*XSA/(XSC-XSA)

```

```

RETURN
3100 A=B+C
RETURN
3700 PRINT FNP$(11%,64%);STRING$(13%,32%);FNP$(11%,64%);A
PRINT FNP$(12%,64%);STRING$(13%,32%);FNP$(12%,64%);B
PRINT FNP$(13%,64%);STRING$(13%,32%);FNP$(13%,64%);C
PRINT FNP$(14%,64%);STRING$(13%,32%);FNP$(14%,64%);XSA
PRINT FNP$(15%,64%);STRING$(13%,32%);FNP$(15%,64%);XSB
PRINT FNP$(16%,64%);STRING$(13%,32%);FNP$(16%,64%);XSC
GOTO 50
15100 DEF FNVT$(TTZ,RZ,CZ,LONZ,VALORE$,SWCZ)
GOTO 15130 IF SWCZ=1Z
15120 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ,32Z)
PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);' ';STRING$(LONZ,32Z);' '
15130 DATO$=''
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(RZ,CZ);
FOR CCZ=CZ TO CZ+LONZ-1Z
15140 GZ=ONECHR(TTZ)
GET #TTZ
MOVE FROM #TTZ,CAR#=1Z
GOTO 15140 IF ASCII(CAR#)=3Z
GOTO 15160 IF ASCII(CAR#)=13Z
IF ASCII(CAR#)=127Z THEN CCZ=CCZ-1Z IF CCZ<>CZ
PRINT FNP$(RZ,CCZ);' ';FNP$(RZ,CCZ);
DATO$=LEFT$(DATO$,LEN(DATO$)-1Z)
GOTO 15140
15150 DATO$=DATO$+CAR#
NEXT CCZ
15160 DATO$=EDIT$(DATO$,4Z)
GOTO 15200 IF DATO$='' IF (SWCZ=1Z OR VALORE$='')
GOTO 15180 IF DATO$<>' ' IF VALORE$=''
IF INSTR(1Z,VALORE$,DATO$)=0Z THEN PRINT FNP$(RZ,CZ);BEL
GOTO 15120
15180 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ+2Z,32Z);FNP$(RZ,CZ);DATO$
15200 FNVT$=DATO$
FNEND
RETURN
18500 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
PRINT IGR$;FNP$(0Z,0Z);'1';STRING$(78Z,113Z);FNP$(0Z,79Z);'k'
FOR FZ=1Z TO 20Z
PRINT FNP$(FZ,0Z);'x';FNP$(FZ,79Z);'x'
NEXT FZ
PRINT FNP$(21Z,0Z);'m';STRING$(78Z,113Z);FNP$(21Z,79Z);'j'
PRINT FNP$(1Z,1Z);'l';STRING$(76Z,113Z);FNP$(1Z,78Z);'k'
PRINT FNP$(2Z,1Z);'x';FNP$(2Z,78Z);'x'
PRINT FNP$(3Z,1Z);'m';STRING$(76Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'j'
PRINT FNP$(19Z,0Z);'t';STRING$(78Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u'
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,31Z);'fffBALANCE DE MATERIAfff';&
OGR$;FNP$(2Z,68Z);DATE$(0Z)
RETURN
19000 IF (ERR=52 OR ERR=50) THEN RESUME 100 IF ERL=110
RESUME 130 IF ERL=140
RESUME 150 IF ERL=160
RESUME 180 IF ERL=190

```

```

RESUME 300 IF ERL=310
RESUME 330 IF ERL=340
RESUME 350 IF ERL=360
RESUME 370 IF ERL=380
RESUME 500 IF ERL=510
RESUME 530 IF ERL=540
RESUME 560 IF ERL=570
RESUME 590 IF ERL=600
RESUME 700 IF ERL=710
RESUME 730 IF ERL=740
RESUME 760 IF ERL=770
RESUME 780 IF ERL=790
RESUME 900 IF ERL=910
RESUME 920 IF ERL=930
RESUME 940 IF ERL=950
RESUME 970 IF ERL=980
RESUME 1100 IF ERL=1110
RESUME 1130 IF ERL=1140
RESUME 1160 IF ERL=1170
RESUME 1190 IF ERL=1200
RESUME 1300 IF ERL=1310
RESUME 1330 IF ERL=1340
RESUME 1360 IF ERL=1370
RESUME 1390 IF ERL=1400
RESUME 1500 IF ERL=1510
RESUME 1530 IF ERL=1530
RESUME 1560 IF ERL=1560
RESUME 1590 IF ERL=1600
RESUME 1700 IF ERL=1710
RESUME 1730 IF ERL=1740
RESUME 1760 IF ERL=1770
RESUME 1790 IF ERL=1800
RESUME 1900 IF ERL=1910
RESUME 1920 IF ERL=1930
RESUME 1950 IF ERL=1960
RESUME 1970 IF ERL=1980
RESUME 2100 IF ERL=2110
RESUME 2120 IF ERL=2130
RESUME 2140 IF ERL=2150
RESUME 2160 IF ERL=2170
RESUME 2300 IF ERL=2310
RESUME 2320 IF ERL=2330
RESUME 2340 IF ERL=2350
RESUME 2360 IF ERL=2370

```

```

19010 IF ERR=28 THEN YZ=CTRLC\&
      RESUME 40

```

```

19020 RESUME 30000 IF ERR=11

```

```

19030 PRINT FNP$(20%,2%);'ERROR #';'ERR#'; MENSAJE:';ERT$(ERR);' LINEA #';'E
      ERL

```

```

19040 ON ERROR GOTO 0

```

```

30000 PRINT FNP$(0%,0%);CHR$(155%);'J'

```

```

32767 CLOSE #12%

```

```

      SUBEND

```

1 SUB CONV

```

*****
!*          PROGRAMA QUE REALIZA CONVERSION DE UNIDADES          *
!*          PROGRAMA: CONV.B2S                                   *
!*          FECHA DE EDICION: 13-AGO-87                          *
!*          LUGAR: Centro de Informatica de la F.A.U.A.N.L.     *
!*          AUTOR: Jorge Alberto Martinez Valdez                *
!*          VERSION: 1.00                                       *
*****

```

10 ON ERROR GOTO 19000

```
DEF FNP$(XZ,YZ)=ESC+'Y'+CHR$(32Z+XZ)+CHR$(32Z+YZ)
```

```
IGR$=ESC+'F'
```

```
OGR$=ESC+'G'
```

50 GOSUB 15100

```
OPEN 'TI:' AS FILE #12Z
```

70 DIMENSION L(6Z,6Z),A(5Z,5Z),V(5Z,5Z),M(7Z,7Z),D(5Z,5Z),R(6Z,6Z),F(6Z,6Z)

```
DIMENSION P(8Z,8Z),E(11Z,11Z),PO(6Z,6Z),CP(6Z,6Z),RE(4Z),U(5Z,5Z)
```

100 DATA 1,1E-2,1E-5,.3937008,3.281E-2,6.214E-6

110 DATA 1,1E+4,10.76,1550,1.974E+9

120 DATA 1,1E+6,1000,35,31,6.102E+4

130 DATA 1,1E-3,6.852E-5,6.024E+23,3.527E-2,2.205E-3,1.102E-6

140 DATA 1,515.4,.5154,32.17,1.362E-2

150 DATA 1,1.097,.3048,.6818,30.48,.5925

160 DATA 1,1E-5,2.248E-6,7.233E-5,1.020E-3,1.028E-6

170 DATA 1,1.013E+6,406.8,760,1.01325E+5,14.696,2116,1.01325

180 DATA 1,1.055E+10,777.9,3.929E-4,1055,252.0,2.930E-4,6.585E+21

181 DATA 6.585E+15,1.174E-14,7.074E+12

190 DATA 1,.2161,3.929E-4,7.000E-2,2.930E-4,.2930

200 DATA 1,.9990098,.9990098,4.1858518,4.1826542,.9990098

210 DATA 1,1.4811717,1.3571E-4,1.7265488,5.6783

300 FOR IZ=1Z TO 6Z

```
    READ L(IZ,IZ)
```

```
    NEXT IZ
```

```
    FOR IZ=2Z TO 6Z
```

```
        FOR JZ=1Z TO 6Z
```

```
            L(IZ,JZ)=L(IZ,JZ)/L(IZ,IZ)
```

```
        NEXT JZ
```

```
    NEXT IZ
```

400 FOR IZ=1Z TO 5Z

```
    READ A(IZ,IZ)
```

```
    NEXT IZ
```

```
    FOR IZ=2Z TO 5Z
```

```
        FOR JZ=1Z TO 5Z
```

```
            A(IZ,JZ)=A(IZ,JZ)/A(IZ,IZ)
```

```
        NEXT JZ
```

```
    NEXT IZ
```

500 FOR IZ=1Z TO 5Z

```
    READ V(IZ,IZ)
```

```
    NEXT IZ
```

```
    FOR IZ=2Z TO 5Z
```

```
        FOR JZ=1Z TO 5Z
```

```
            V(IZ,JZ)=V(IZ,JZ)/V(IZ,IZ)
```

```
        NEXT JZ
```

```
    NEXT IZ
```

```

600 FOR IX=1% TO 7%
    READ K(1%,IX)
    NEXT IX
    FOR IX=2% TO 7%
        FOR JZ=1% TO 7%
            M(IX,JZ)=M(1%,JZ)/M(1%,IX)
        NEXT JZ
    NEXT IX
700 FOR IX=1% TO 5%
    READ D(1%,IX)
    NEXT IX
    FOR IX=2% TO 5%
        FOR JZ=1% TO 5%
            D(IX,JZ)=D(1%,JZ)/D(1%,IX)
        NEXT JZ
    NEXT IX
800 FOR IX=1% TO 6%
    READ R(1%,IX)
    NEXT IX
    FOR IX=2% TO 6%
        FOR JZ=1% TO 6%
            R(IX,JZ)=R(1%,JZ)/R(1%,IX)
        NEXT JZ
    NEXT IX
900 FOR IX=1% TO 6%
    READ F(1%,IX)
    NEXT IX
    FOR IX=2% TO 6%
        FOR JZ=1% TO 6%
            F(IX,JZ)=F(1%,JZ)/F(1%,IX)
        NEXT JZ
    NEXT IX
1000 FOR IX=1% TO 8%
    READ P(1%,IX)
    NEXT IX
    FOR IX=2% TO 8%
        FOR JZ=1% TO 8%
            P(IX,JZ)=P(1%,JZ)/P(1%,IX)
        NEXT JZ
    NEXT IX
1100 FOR IX=1% TO 11%
    READ E(1%,IX)
    NEXT IX
    FOR IX=2% TO 11%
        FOR JZ=1% TO 11%
            E(IX,JZ)=E(1%,JZ)/E(1%,IX)
        NEXT JZ
    NEXT IX
1200 FOR IX=1% TO 6%
    READ PO(1%,IX)
    NEXT IX
    FOR IX=2% TO 6%
        FOR JZ=1% TO 6%
            PO(IX,JZ)=PO(1%,JZ)/PO(1%,IX)

```



```

        NEXT JZ
    NEXT IZ
1300 FOR IZ=1Z TO 6Z
    READ CP(1Z,IZ)
    NEXT IZ
    FOR IZ=2Z TO 6Z
        FOR JZ=1Z TO 6Z
            CP(IZ,JZ)=CP(1Z,JZ)/CP(1Z,IZ)
        NEXT JZ
    NEXT IZ
1400 FOR IZ=1Z TO 5Z
    READ U(1Z,IZ)
    NEXT IZ
    FOR IZ=2Z TO 5Z
        FOR JZ=1Z TO 5Z
            U(IZ,JZ)=U(1Z,JZ)/U(1Z,IZ)
        NEXT JZ
    NEXT IZ
2500 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,26Z);IGR$;I&
    '???CONVERSION DE UNIDADES???' ;OGR$;FNP$(2Z,68Z);DATE$(0Z)
PRINT FNP$(4Z,36Z);'K E N U'
PRINT FNP$(5Z,36Z);IGR$;'???????' ;OGR$
PRINT FNP$(6Z,26Z);' 1 Longitud';FNP$(13Z,26Z);' 8 Presion'
PRINT FNP$(7Z,26Z);' 2 Area';FNP$(14Z,26Z);' 9 Energia'
PRINT FNP$(8Z,26Z);' 3 Volumen';FNP$(15Z,26Z);'10 Potencia'
PRINT FNP$(9Z,26Z);' 4 Masa';FNP$(16Z,26Z);'11 Capacidad calorifica'
PRINT FNP$(10Z,26Z);' 5 Densidad';FNP$(17Z,26Z);I&
    '12 Coef. de transf. de calor'
PRINT FNP$(11Z,26Z);' 6 Velocidad';FNP$(18Z,26Z);'13 Temperatura'
PRINT FNP$(12Z,26Z);' 7 Fuerza';FNP$(18Z,26Z)
PRINT FNP$(20Z,1Z);'[00] Regresa';FNP$(20Z,34Z);'QUE OPCION:'
2690 TDD$=FNVT$(12Z,20Z,46Z,2Z,'00/01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11/12/13',0Z)
GOTO 32766 IF TDD$='00'
2700 GOTO 2690 IF (VALZ(TDD$)<1Z OR VALZ(TDD$)>13Z)
    FOR IZ=1Z TO 4Z
        RE(IZ)=0
    NEXT IZ
2740 ON VALZ(TDD$) GOSUB 4000,4500,5000,5500,6000,6500,7000,7500,8000,I&
    8500,9000,9500,10000,32766
GOTO 2500
4000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,36Z);'LONGITUD';FNP$(2Z,68Z);I&
    DATE$(0Z)
PRINT FNP$(5Z,5Z);' 1 Centimetros='
PRINT FNP$(6Z,5Z);' 2 Metros='
PRINT FNP$(7Z,5Z);' 3 Kilometros='
PRINT FNP$(8Z,5Z);' 4 Pulsadas='
PRINT FNP$(9Z,5Z);' 5 Pies='
PRINT FNP$(10Z,5Z);' 6 Millas='
PRINT FNP$(20Z,1Z);'[00] Regresa';FNP$(20Z,34Z);'QUE OPCION:'
4090 TU$=FNVT$(12Z,20Z,46Z,2Z,'00/01/02/03/04/05/06',0Z)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 4090 IF VALZ(TU$)<1Z OR VALZ(TU$)>6Z

```

```

FOR IX=1% TO 6%
  FZ=IX+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IX
FZ=VALZ(TU$)+4%
4130 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,',',0%)
4140 VAC=VAL(VAC$)
FOR IX=1% TO 6%
  FZ=IX+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);VAC/L(IX,VALZ(TU$))
NEXT IX
GOTO 4090
4500 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,37%);'AREA';FNP$(2%,68%);&
  DATE$(0%)
PRINT FNP$(5%,5%);' 1                      Metros^2= '
PRINT FNP$(6%,5%);' 2                      Centimetros^2= '
PRINT FNP$(7%,5%);' 3                      Pies^2= '
PRINT FNP$(8%,5%);' 4                      Pulsadas^2= '
PRINT FNP$(9%,5%);' 5                      Miles circulares= '
PRINT FNP$(20%,1%);'[00] Redresa';FNP$(20%,34%);'QUE OPCION:'
4580 TU$=FNVT$(12%,20%,46%,2%,',00/01/02/03/04/05',0%)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 4580 IF (VALZ(TU$)<1% OR VALZ(TU$)>5%)
FOR IX=1% TO 5%
  FZ=IX+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IX
FZ=VALZ(TU$)+4%
4620 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,',',0%)
4630 VAC=VAL(VAC$)
FOR IX=1% TO 5%
  FZ=IX+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);VAC/A(IX,VALZ(TU$))
NEXT IX
GOTO 4580
5000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,36%);'VOLUKER';FNP$(2%,68%);&
  DATE$(0%)
PRINT FNP$(5%,5%);' 1                      Metros^3= '
PRINT FNP$(6%,5%);' 2                      Centimetros^3= '
PRINT FNP$(7%,5%);' 3                      Litros= '
PRINT FNP$(8%,5%);' 4                      Pies^3= '
PRINT FNP$(9%,5%);' 5                      Pulsadas^3= '
PRINT FNP$(20%,1%);'[00] Redresa';FNP$(20%,34%);'QUE OPCION:'
5080 TU$=FNVT$(12%,20%,46%,2%,',00/01/02/03/04/05',0%)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 5080 IF (VALZ(TU$)<1% OR VALZ(TU$)>5%)
FOR IX=1% TO 5%
  FZ=IX+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IX
FZ=VALZ(TU$)+4%
5220 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,',',0%)

```

```

5230 VAC=VAL(VAC$)
    FOR IZ=1Z TO 5Z
        FZ=IZ+4Z
        PRINT FNP$(FZ,40Z);VAC/V(IZ,VALZ(TU$))
    NEXT IZ
    GOTD 5080
5500 GOSUB 18500
    PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,38Z);'MASA';FNP$(2Z,68Z);$
        DATE$(0Z)
    PRINT FNP$(5Z,5Z);' 1                               Gramos= '
    PRINT FNP$(6Z,5Z);' 2                               Kilogramos= '
    PRINT FNP$(7Z,5Z);' 3                               Slugs= '
    PRINT FNP$(8Z,5Z);' 4                               Unzas= '
    PRINT FNP$(9Z,5Z);' 5                               Onzas= '
    PRINT FNP$(10Z,5Z);' 6                              Libras= '
    PRINT FNP$(11Z,5Z);' 7                              Toneladas= '
    PRINT FNP$(20Z,1Z);'[00] Regresa';FNP$(20Z,34Z);'QUE OPCION:'
5600 TU$=FNVT$(12Z,20Z,46Z,2Z,'00/01/02/03/04/05/06/07',0Z)
    RETURN IF TU$='00'
    GOTD 5600 IF (VALZ(TU$)<1Z OR VALZ(TU$)>7Z)
    FOR IZ=1Z TO 7Z
        FZ=IZ+4Z
        PRINT FNP$(FZ,40Z);STRING$(15Z,32Z)
    NEXT IZ
    FZ=VALZ(TU$)+4Z
5640 VAC$=FNVT$(12Z,FZ,41Z,15Z,' ',0Z)
5650 VAC=VAL(VAC$)
    FOR IZ=1Z TO 7Z
        FZ=IZ+4Z
        PRINT FNP$(FZ,40Z);VAC/M(IZ,VALZ(TU$))
    NEXT IZ
    GOTD 5600
6000 GOSUB 18500
    PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,36Z);'DENSIDAD';FNP$(2Z,68Z);$
        DATE$(0Z)
    PRINT FNP$(5Z,5Z);' 1                               Slugs/pie^3= '
    PRINT FNP$(6Z,5Z);' 2                               Kilogramos/m^3= '
    PRINT FNP$(7Z,5Z);' 3                               Gramos/cm^3= '
    PRINT FNP$(8Z,5Z);' 4                               Libras/pie^3= '
    PRINT FNP$(9Z,5Z);' 5                               Libras/puls^3= '
    PRINT FNP$(20Z,1Z);'[00] Regresa';FNP$(20Z,34Z);'QUE OPCION:'
6080 TU$=FNVT$(12Z,20Z,46Z,2Z,'00/01/02/03/04/05',0Z)
    RETURN IF TU$='00'
    GOTD 6080 IF VALZ(TU$)<1Z OR VALZ(TU$)>5Z
    FOR IZ=1Z TO 5Z
        FZ=IZ+4Z
        PRINT FNP$(FZ,40Z);STRING$(15Z,32Z)
    NEXT IZ
    FZ=VALZ(TU$)+4Z
6120 VAC$=FNVT$(12Z,FZ,41Z,15Z,' ',0Z)
6130 VAC=VAL(VAC$)
    FOR IZ=1Z TO 5Z
        FZ=IZ+4Z
        PRINT FNP$(FZ,40Z);VAC/D(IZ,VALZ(TU$))

```

```

NEXT IZ
GOTO 6080
6500 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,35%);'VELOCIDAD';FNP$(2%,68%);&
      DATE$(0%)
PRINT FNP$(5%,5%);' 1                      Pies/seg= '
PRINT FNP$(6%,5%);' 2                      Kilometros/hr= '
PRINT FNP$(7%,5%);' 3                      Metros/seg= '
PRINT FNP$(8%,5%);' 4                      Millas/hr= '
PRINT FNP$(9%,5%);' 5                      Centimetros/seg= '
PRINT FNP$(10%,5%);' 6                     Nudos= '
PRINT FNP$(20%,1%);'[00] Regresa';FNP$(20%,34%);'QUE OPCION:'
6590 TU$=FNVT$(12%,20%,46%,2%,'00/01/02/03/04/05/06',0%)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 6590 IF (VALZ(TU$)<1% OR VALZ(TU$)>6%)
FOR IZ=1% TO 6%
  FZ=IZ+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IZ
FZ=VALZ(TU$)+4%
6630 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,' ',0%)
6640 VAC=VAL(VAC$)
FOR IZ=1% TO 6%
  FZ=IZ+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);VAC/R(IZ,VALZ(TU$))
NEXT IZ
GOTO 6590
7000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,37%);'FUERZA';FNP$(2%,68%);&
      DATE$(0%)
PRINT FNP$(5%,5%);' 1                      Dinass= '
PRINT FNP$(6%,5%);' 2                      Newtons= '
PRINT FNP$(7%,5%);' 3                      Libras-fuerza= '
PRINT FNP$(8%,5%);' 4                      Librales= '
PRINT FNP$(9%,5%);' 5                      Gramos-fuerza= '
PRINT FNP$(10%,5%);' 6                     Kiloqramos-fuerza= '
PRINT FNP$(20%,1%);'[00] Regresa';FNP$(20%,34%);'QUE OPCION:'
7090 TU$=FNVT$(12%,20%,46%,2%,'00/01/02/03/04/05/06',0%)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 7090 IF (VALZ(TU$)<1% OR VALZ(TU$)>6%)
FOR IZ=1% TO 6%
  FZ=IZ+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IZ
FZ=VALZ(TU$)+4
7130 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,' ',0%)
7140 VAC=VAL(VAC$)
FOR IZ=1% TO 6%
  FZ=IZ+4%
  PRINT FNP$(FZ,40%);VAC/F(IZ,VALZ(TU$))
NEXT IZ
GOTO 7090
7500 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,36%);'PRESION';FNP$(2%,68%);&

```

```

        DATE$(0Z)
PRINT FNP$(5Z,5Z);' 1           Atmosferas= '
PRINT FNP$(6Z,5Z);' 2           Dinas/cm^2= '
PRINT FNP$(7Z,5Z);' 3           Pulsadas de agua a 40C= '
PRINT FNP$(8Z,5Z);' 4           Milímetros de mercurio a 00C= '
PRINT FNP$(9Z,5Z);' 5           Newtons/m^2 = Kssf/cm^2= '
PRINT FNP$(10Z,5Z);' 6          Psia= '
PRINT FNP$(11Z,5Z);' 7          Libras/pie^2= '
PRINT FNP$(12Z,5Z);' 8          Baria= '
7600 TU$=FNVT$(12Z,20Z,46Z,2Z,'00/01/02/03/04/05/06/07/08',0Z)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 7600 IF (VALZ(TU$)<1Z OR VALZ(TU$)>8Z)
FOR IZ=1Z TO 8Z
    FZ=IZ+4Z
    PRINT FNP$(FZ,40Z);STRING$(15Z,32Z)
NEXT IZ
FZ=VALZ(TU$)+4
7640 VAC$=FNVT$(12Z,FZ,41Z,15Z,' ',0Z)
7650 VAC=VAL(VAC$)
FOR IZ=1Z TO 8Z
    FZ=IZ+4Z
    PRINT FNP$(FZ,40Z);VAC/P(IZ,VALZ(TU$))
NEXT IZ
GOTO 7600
8000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,37Z);'ENERGIA';FNP$(2Z,68Z);$
    DATE$(0Z)
PRINT FNP$(5Z,5Z);' 1           Unidades termicas britanicas= '
PRINT FNP$(6Z,5Z);' 2           Ergios= '
PRINT FNP$(7Z,5Z);' 3           Libras-pie= '
PRINT FNP$(8Z,5Z);' 4           Caballos de potencia-hr= '
PRINT FNP$(9Z,5Z);' 5           Joules= '
PRINT FNP$(10Z,5Z);' 6          Calorias= '
PRINT FNP$(11Z,5Z);' 7          Kilowatts-hr= '
PRINT FNP$(12Z,5Z);' 8          Electrones volt= '
PRINT FNP$(13Z,5Z);' 9          Millones de electronvolts= '
PRINT FNP$(14Z,5Z);' 10          Kilogramos= '
PRINT FNP$(15Z,5Z);' 11          Unidades de masa atómica= '
PRINT FNP$(20Z,1Z);' [00] Regresa';FNP$(20Z,34Z);'QUE OPCION:'
8140 TU$=FNVT$(12Z,20Z,46Z,2Z,'00/01/02/03/04/05/06/07/08/09/10/11',0Z)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 8140 IF (VALZ(TU$)<1Z OR VALZ(TU$)>11Z)
FOR IZ=1Z TO 11Z
    FZ=IZ+4Z
    PRINT FNP$(FZ,40Z);STRING$(15Z,32Z)
NEXT IZ
FZ=VALZ(TU$)+4Z
8180 VAC$=FNVT$(12Z,FZ,41Z,15Z,' ',0Z)
8190 VAC=VAL(VAC$)
FOR IZ=1Z TO 11Z
    FZ=IZ+4Z
    PRINT FNP$(FZ,40Z);VAC/E(IZ,VALZ(TU$))
NEXT IZ

```

```

GOTO 8140
8500 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,36%);'POTENCIA';FNP$(2%,68%);&
DATE$(0%)
PRINT FNP$(5%,5%);' 1 Unidad termica britanica/hr= '
PRINT FNP$(6%,5%);' 2 Libras-pie/seg= '
PRINT FNP$(7%,5%);' 3 Caballos de potencia= '
PRINT FNP$(8%,5%);' 4 Calorias/seg= '
PRINT FNP$(9%,5%);' 5 Kilowatts= '
PRINT FNP$(10%,5%);' 6 Watts= '
PRINT FNP$(20%,1%);'[00] Resresa';FNP$(20%,34%);'QUE OPCION:'
8590 TU$=FNVT$(12%,20%,46%,2%,'00/01/02/03/04/05/06',0%)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 8590 IF (VAL$(TU$)<1% OR VAL$(TU$)>6%)
FOR IZ=1% TO 6%
FZ=IZ+4%
PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IZ
FZ=VAL$(TU$)+4%
8630 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,' ',0%)
8640 VAC=VAL(VAC$)
FOR IZ=1% TO 6%
FZ=IZ+4%
PRINT FNP$(FZ,40%);VAC/PO(IZ,VAL$(TU$))
NEXT IZ
GOTO 8590
9000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,30%);'CAPACIDAD CALORIFICA';&
FNP$(2%,68%);DATE$(0%)
PRINT FNP$(5%,5%);' 1 Kcal/ks-oC= '
PRINT FNP$(6%,5%);' 2 Cal/gr-oC= '
PRINT FNP$(7%,5%);' 3 Cal(IT)/gr-oC= '
PRINT FNP$(8%,5%);' 4 KJ/ks-oC= '
PRINT FNP$(9%,5%);' 5 KJ/ks-oK= '
PRINT FNP$(10%,5%);' 6 BTU/Lbm-oF= '
PRINT FNP$(20%,1%);'[00] Resresa';FNP$(20%,34%);'QUE OPCION:'
9060 TU$=FNVT$(12%,20%,46%,2%,'00/01/02/03/04/05/06',0%)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 9060 IF (VAL$(TU$)<1% OR VAL$(TU$)>6%)
FOR IZ=1% TO 6%
FZ=IZ+4%
PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IZ
FZ=VAL$(TU$)+4%
9100 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,' ',0%)
9110 VAC=VAL(VAC$)
FOR IZ=1% TO 6%
FZ=IZ+4%
PRINT FNP$(FZ,40%);VAC/CP(IZ,VAL$(TU$))
NEXT IZ
GOTO 9060
9500 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,27%);&
'COEF. DE TRANSF. DE CALOR';FNP$(2%,68%);DATE$(0%)

```

```

PRINT FNP$(5%,5%);' 1           BTU/hr-ft2-oF= '
PRINT FNP$(6%,5%);' 2           Kcal/hr-m2-oC= '
PRINT FNP$(7%,5%);' 3           Cal/sec-cm2-oC= '
PRINT FNP$(8%,5%);' 4           Watt/m2-oC= '
PRINT FNP$(9%,5%);' 5           Watt/m2-oK= '
PRINT FNP$(20%,1%);'[00] Redresa';FNP$(20%,34%);'QUE OPCION:'
9580 TU$=FNVT$(12%,20%,46%,2%,'00/01/02/03/04/05',0%)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 9580 IF (VALZ(TU$)<1% OR VALZ(TU$)>5%)
FOR IZ=1% TO 5%
    FZ=IZ+4%
    PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IZ
FZ=VALZ(TU$)+4%
9620 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,' ',0%)
9630 VAC=VAL(VAC$)
FOR IZ=1% TO 5%
    FZ=IZ+4%
    PRINT FNP$(FZ,40%);VAC/U(IZ,VALZ(TU$))
NEXT IZ
GOTO 9580
10000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(2%,2%);TIKE$(0%);FNP$(2%,34%);'TEMPERATURA';&
    FNP$(2%,68%);DATE$(0%)
PRINT FNP$(5%,5%);' 1           Centigrados= '
PRINT FNP$(6%,5%);' 2           Farenheith= '
PRINT FNP$(7%,5%);' 3           Kelvin= '
PRINT FNP$(8%,5%);' 4           Rankin= '
PRINT FNP$(20%,1%);'[00] Redresa';FNP$(20%,34%);'QUE OPCION:'
10070 TU$=FNVT$(12%,20%,46%,2%,'00/01/02/03/04',0%)
RETURN IF TU$='00'
GOTO 10070 IF (VALZ(TU$)<1% OR VALZ(TU$)>5%)
FOR IZ=1% TO 4%
    FZ=IZ+4%
    PRINT FNP$(FZ,40%);STRING$(15%,32%)
NEXT IZ
FZ=VALZ(TU$)+4%
10110 VAC$=FNVT$(12%,FZ,41%,15%,' ',0%)
10120 VAC=VAL(VAC$)
10130 ON VALZ(TU$) GOTO 10140,10190,10240,10290
10140 RE(1%)=VAC
    RE(2%)=VAC*1.8+32
    RE(3%)=VAC+273.15
    RE(4%)=VAC*1.8+491.6
    GOTO 10330
10190 RE(1%)=(VAC-32)/1.8
    RE(2%)=VAC
    RE(3%)=(VAC-32)/1.8+273.15
    RE(4%)=VAC+459.6
    GOTO 10330
10240 RE(1%)=VAC-273.15
    RE(2%)=(VAC-273.15)*1.8+32
    RE(3%)=VAC
    RE(4%)=(VAC-273.15)*1.8+491.6

```

```

GOTO 10330
10290 RE(1Z)=(VAC-491.6)/1.8
      RE(2Z)=VAC-459.6
      RE(3Z)=(VAC-491.6)/1.8+273.15
      RE(4Z)=VAC
10330 FOR IX=1Z TO 4Z
      FX=IX+4Z
      PRINT FNP$(FX,40Z);RE(IX)
NEXT IX
GOTO 10070
15100 DEF FNVT$(TTZ,RZ,CZ,LONZ,VALORE$,SWCZ)
GOTO 15130 IF SWCZ=1Z
15120 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ,32Z)
      PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);' ';STRING$(LONZ,32Z);' '
15130 DATO$=''
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(RZ,CZ);
      FOR CCZ=CZ TO CZ+LONZ-1Z
15140   GZ=ONECHR(TTZ)
        GET #TTZ
        MOVE FROM #TTZ;CAR$=1Z
        GOTO 15140 IF ASCII(CAR$)=3Z
        GOTO 15160 IF ASCII(CAR$)=13Z
        IF ASCII(CAR$)=127Z THEN CCZ=CCZ-1Z IF CCZ<>CZ
        PRINT FNP$(RZ,CCZ);' ';FNP$(RZ,CCZ);
        DATO$=LEFT$(DATO$,LEN(DATO$)-1Z)
        GOTO 15140
15150   DATO$=DATO$+CAR$
NEXT CCZ
15160 DATO$=EDIT$(DATO$,4Z)
      GOTO 15200 IF DATO$='' IF (SWCZ=1Z OR VALORE$='')
      GOTO 15180 IF DATO$<>' ' IF VALORE$=''
      IF INSTR(1Z,VALORE$,DATO$)=0Z THEN PRINT FNP$(RZ,CZ);BEL
      GOTO 15120
15180 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ+2Z,32Z);FNP$(RZ,CZ);DATO$
15200 FNVT$=DATO$
      FNEED
      RETURN
18500 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
      PRINT IGR$;FNP$(0Z,0Z);'1';STRING$(78Z,113Z);FNP$(0Z,79Z);'k'
      FOR FZ=1Z TO 20Z
        PRINT FNP$(FZ,0Z);'x';FNP$(FZ,79Z);'x'
      NEXT FZ
      PRINT FNP$(21Z,0Z);'m';STRING$(78Z,113Z);FNP$(21Z,79Z);'J'
      PRINT FNP$(1Z,1Z);'1';STRING$(76Z,113Z);FNP$(1Z,78Z);'k'
      PRINT FNP$(2Z,1Z);'x';FNP$(2Z,78Z);'x'
      PRINT FNP$(3Z,1Z);'m';STRING$(76Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'J'
      PRINT FNP$(19Z,0Z);'t';STRING$(78Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u';OGR$
      RETURN
19000 PRINT BEL
19010 IF ERR=52 THEN RESUME 4130 IF ERL=4140
      RESUME 4620 IF ERL=4630
      RESUME 5220 IF ERL=5230
      RESUME 5640 IF ERL=5650
      RESUME 6120 IF ERL=6130

```



```
RESUME 6630 IF ERL=6640
RESUME 7130 IF ERL=7140
RESUME 7640 IF ERL=7650
RESUME 8180 IF ERL=8190
RESUME 8630 IF ERL=8640
RESUME 9100 IF ERL=9110
RESUME 9620 IF ERL=9630
RESUME 10110 IF ERL=10120
19020 IF ERR=28 THEN YZ=CTRLC\RESUME 2500
19030 RESUME 32766 IF ERR=11
19040 PRINT FNP$(20%,2Z);'ERROR #';ERR;' MENSAJE:;'ERT$(ERR);' LINEA #';&
      ERL
19050 ON ERROR GOTO 0
32766 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
32767 CLOSE #12%
SUBEND
```

1 SUB AGUA

```

!*****
!*          PROGRAMA QUE CALCULA LAS PROPIEDADES          *
!*          DEL AGUA LIQUIDA Y DEL VAPOR DE AGUA SATURADO  *
!*          PROGRAMA: AGUA.B2S                             *
!*          FECHA DE EDICION: 6-OCT-88                     *
!*          LUGAR: Centro de Informatica de la F.A.U.A.N.L. *
!*          AUTOR: Jorge Alberto Martinez Valdez          *
!*          VERSION: 1.00                                  *
!*****

```

10 ON ERROR GOTO 19000

```
DEF FNP$(XZ,YZ)=ESC+'Y'+CHR$(32Z+XZ)+CHR$(32Z+YZ)
```

```
OGR$=ESC+'G'
```

```
IGR$=ESC+'F'
```

```
DEF FIN(X1,X2,Y,Y1,Y2)=X1+((X2-X1)*(Y-Y1)/(Y2-Y1))
```

20 GOSUB 15100

```
DIMENSION TVT(60Z),CLT(60Z),PRT(60Z),VLT(60Z),VVT(60Z),ELT(60Z),EVT(60Z)
```

```
OPEN 'C15,3JDATOS.DAT' FOR INPUT AS FILE #10Z
```

```
FOR IZ=1Z TO 60Z
```

```
  LINPUT #10Z;LIN$
```

```
  TVT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,1Z,3Z))
```

```
  PRT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,5Z,8Z))
```

```
  VLT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,14Z,11Z))
```

```
  VVT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,26Z,8Z))
```

```
  ELT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,35Z,6Z))
```

```
  CLT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,42Z,5Z))
```

```
  EVT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,48Z,6Z))
```

```
NEXT IZ
```

```
CLOSE #10Z
```

```
OPEN 'TI:' AS FILE #12Z
```

700 GOSUB 18500

```
  PRINT FNP$(8Z,13Z);'1 Temperatura (oC).....!'
```

```
  PRINT FNP$(9Z,13Z);'2 Presion de vapor (Pa).....!'
```

```
  PRINT FNP$(10Z,13Z);'3 Volumen especifico del liquido (M3/Kg):'
```

```
  PRINT FNP$(11Z,13Z);'4 Volumen especifico del vapor (M3/Kg)..!'
```

```
  PRINT FNP$(12Z,13Z);'5 Entalpia del liquido (Kcal/Kg).....!'
```

```
  PRINT FNP$(13Z,13Z);'6 Calor latente (Kcal/Kg).....!'
```

```
  PRINT FNP$(14Z,13Z);'7 Entalpia del vapor saturado (Kcal/kg):'
```

```
  PRINT FNP$(20Z,1Z);'[O] Salir';FNP$(20Z,36Z);'Opcion:'
```

1000 OP\$=FNVT\$(12Z,20Z,44Z,1Z,'01234567',1Z)

```
  GOTO 30000 IF (OP$='0' OR OP$='')
```

```
  OPZ=VALZ(OP$)
```

```
  FOR IZ=8Z TO 14Z
```

```
    PRINT FNP$(IZ,54Z);STRING$(14Z,32Z)
```

```
  NEXT IZ
```

1500 ON OPZ GOSUB 2000,3000,4000,5000,6000,7000,8000

```
  GOTO 9000
```

2000 TEM\$=FNVT\$(12Z,8Z,55Z,13Z,' ',1Z)

2010 TEM=VAL(TEM\$)

```
  FOR DZ=1Z TO 60Z
```

```
    IF TEM=TVT(DZ) THEN PRE=PRT(DZ)
```

```
      VEL=VLT(DZ)
```

```
      VEV=VVT(DZ)
```

```
      ENL=ELT(DZ)
```

```

                CAL=CLT(DZ)
                ENV=EVT(DZ)
                GOTO 2900
2020      IF TEM<TVT(DZ) AND TEM>TVT(1Z) THEN
                PRE=FIN(PRT(DZ-1Z),PRT(DZ),TEM,TVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                VEL=FIN(VLT(DZ-1Z),VLT(DZ),TEM,TVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                VEV=FIN(VVT(DZ-1Z),VVT(DZ),TEM,TVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                ENL=FIN(ELT(DZ-1Z),ELT(DZ),TEM,TVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                CAL=FIN(CLT(DZ-1Z),CLT(DZ),TEM,TVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                ENV=FIN(EVT(DZ-1Z),EVT(DZ),TEM,TVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                GOTO 2900
2030 NEXT DZ
        PRE=0.7575033E-01*TEM-3.115687
        VEL=0.8220854*TEM+977.7622
        VEV=-0.4640442*TEM+70.177
        ENL=1.012899*TEM-0.500764
        CAL=-0.6597448*TEM+600.169
        ENV=0.3531541*TEM+599.6683
2900 RETURN
3000 PRE$=FNVT$(12Z,9Z,55Z,13Z,' ',1Z)
3010 PRE=VAL(PRE$)
        FOR DZ=1Z TO 60Z
                IF PRE=PRT(DZ) THEN TEM=TVT(DZ)
                                VEL=VLT(DZ)
                                VEV=VVT(DZ)
                                ENL=ELT(DZ)
                                CAL=CLT(DZ)
                                ENV=EVT(DZ)
                                GOTO 3900
3020      IF PRE<PRT(DZ) AND PRE>PRT(1Z) THEN
                TEM=FIN(TVT(DZ-1Z),TVT(DZ),PRE,PRT(DZ-1Z),PRT(DZ))
                VEL=FIN(VLT(DZ-1Z),VLT(DZ),PRE,PRT(DZ-1Z),PRT(DZ))
                VEV=FIN(VVT(DZ-1Z),VVT(DZ),PRE,PRT(DZ-1Z),PRT(DZ))
                ENL=FIN(ELT(DZ-1Z),ELT(DZ),PRE,PRT(DZ-1Z),PRT(DZ))
                CAL=FIN(CLT(DZ-1Z),CLT(DZ),PRE,PRT(DZ-1Z),PRT(DZ))
                ENV=FIN(EVT(DZ-1Z),EVT(DZ),PRE,PRT(DZ-1Z),PRT(DZ))
                GOTO 3900
3030 NEXT DZ
        TEM=9.711256*PRE+53.72
        VEL=9.111005*PRE+1017.857
        VEV=-2.888361*PRE+39.41185
        ENL=9.875134*PRE+53.77287
        CAL=-6.695119*PRE+565.7670
        ENV=3.180016*PRE+619.5399
3900 RETURN
4000 VEL$=FNVT$(12Z,10Z,55Z,13Z,' ',1Z)
4010 VEL=VAL(VEL$)
        FOR DZ=1Z TO 60Z
                IF VEL=VLT(DZ) THEN TEM=TVT(DZ)
                                PRE=PRT(DZ)
                                VEV=VVT(DZ)
                                ENL=ELT(DZ)
                                CAL=CLT(DZ)
                                ENV=EVT(DZ)

```

```

                                GOTO 4900
4020   IF VEL<VLT(DZ) AND VEL>VLT(1Z) THEN
                                TEM=FIN(TVT(DZ-1Z),TVT(DZ),VEL,VLT(DZ-1Z),VLT(DZ))
                                PRE=FIN(PRT(DZ-1Z),PRT(DZ),VEL,VLT(DZ-1Z),VLT(DZ))
                                VEV=FIN(VVT(DZ-1Z),VVT(DZ),VEL,VLT(DZ-1Z),VLT(DZ))
                                ENL=FIN(ELT(DZ-1Z),ELT(DZ),VEL,VLT(DZ-1Z),VLT(DZ))
                                CAL=FIN(CLT(DZ-1Z),CLT(DZ),VEL,VLT(DZ-1Z),VLT(DZ))
                                ENV=FIN(EVT(DZ-1Z),EVT(DZ),VEL,VLT(DZ-1Z),VLT(DZ))
                                GOTO 4900
4030  NEXT DZ
      TEM=1.147704*VEL-1117.168
      PRE=0.9921755E-01*VEL-100.6429
      VEV=-0.426778*VEL+477.4183
      ENL=1.164394*VEL-1134.061
      CAL=-0.7714199*VEL+1352.165
      ENV=0.3929743*VEL+218.1039
4900  RETURN
5000  VEV$=FNVT$(12Z,11Z,55Z,13Z,' ',1Z)
5010  VEV=VAL(VEV$)
      FOR DZ=1Z TO 60Z
          IF VEV=VVT(DZ) THEN TEM=TVT(DZ)
                                PRE=PRT(DZ)
                                VEL=VLT(DZ)
                                ENL=ELT(DZ)
                                CAL=CLT(DZ)
                                ENV=EVT(DZ)
                                GOTO 5900
5020   IF VEV>VVT(DZ) AND VEV<VVT(1Z) THEN
                                TEM=FIN(TVT(DZ-1Z),TVT(DZ),VEV,VVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                                PRE=FIN(PRT(DZ-1Z),PRT(DZ),VEV,VVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                                VEL=FIN(VLT(DZ-1Z),VLT(DZ),VEV,VVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                                ENL=FIN(ELT(DZ-1Z),VVT(DZ),VEV,VVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                                CAL=FIN(CLT(DZ-1Z),CLT(DZ),VEV,VVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                                ENV=FIN(EVT(DZ-1Z),EVT(DZ),VEV,VVT(DZ-1Z),TVT(DZ))
                                GOTO 5900
5030  NEXT DZ
      TEM=-0.9354859*VEV+115.8726
      PRE=-0.4541911E-01*VEV+4.923995
      VEL=-0.6162642*VEV+1068.59
      ENL=-0.9431924*VEV+116.7401
      CAL=0.5815342*VEV+524.7562
      ENV=-0.3616582*VEV+641.4963
5900  RETURN
6000  ENL$=FNVT$(12Z,12Z,55Z,13Z,' ',1Z)
6010  ENL=VAL(ENL$)
      FOR DZ=1Z TO 60Z
          IF ENL=ELT(DZ) THEN TEM=TVT(DZ)
                                PRE=PRT(DZ)
                                VEL=VLT(DZ)
                                VEV=VVT(DZ)
                                CAL=CLT(DZ)
                                ENV=EVT(DZ)
                                GOTO 6900
6020   IF ENL<ELT(DZ) AND ENL>ELT(1Z) THEN

```

```

        TEM=FIN(TVT(DZ-1Z),TVT(DZ),ENL,ELT(DZ-1Z),ELT(DZ))
        PRE=FIN(PRT(DZ-1Z),PRT(DZ),ENL,ELT(DZ-1Z),ELT(DZ))
        VEL=FIN(VLT(DZ-1Z),VLT(DZ),ENL,ELT(DZ-1Z),ELT(DZ))
        VEV=FIN(VVT(DZ-1Z),VVT(DZ),ENL,ELT(DZ-1Z),ELT(DZ))
        CAL=FIN(CLT(DZ-1Z),CLT(DZ),ENL,ELT(DZ-1Z),ELT(DZ))
        ENV=FIN(EVT(DZ-1Z),EVT(DZ),ENL,ELT(DZ-1Z),ELT(DZ))
        GOTO 6900
6030 NEXT DZ
        TEM=0.9872206*ENL+0.4983923
        PRE=0.7507585E-01*ENL-3.104177
        VEL=0.8128962*ENL+978.0542
        VEV=-0.4560059*ENL+69.75728
        CAL=-0.6516503*ENL+599.8703
        ENV=0.3483498*ENL+599.8703
6900 RETURN
7000 CAL$=FNVT$(12Z,13Z,55Z,13Z,' ',1Z)
7010 CAL=VAL(CAL$)
        FOR DZ=1Z TO 60Z
            IF CAL=CLT(DZ) THEN TEM=TVT(DZ)
                                PRE=PRT(DZ)
                                VEL=VLT(DZ)
                                VEV=VVT(DZ)
                                ENL=ELT(DZ)
                                ENV=EVT(DZ)
                                GOTO 7900
7020     IF CAL>CLT(DZ) AND CAL<CLT(1Z) THEN
        TEM=FIN(TVT(DZ-1Z),TVT(DZ),CAL,CLT(DZ-1Z),CLT(DZ))
        PRE=FIN(PRT(DZ-1Z),PRT(DZ),CAL,CLT(DZ-1Z),CLT(DZ))
        VEL=FIN(VLT(DZ-1Z),VLT(DZ),CAL,CLT(DZ-1Z),CLT(DZ))
        VEV=FIN(VVT(DZ-1Z),VVT(DZ),CAL,CLT(DZ-1Z),CLT(DZ))
        ENL=FIN(ELT(DZ-1Z),EVT(DZ),CAL,CLT(DZ-1Z),CLT(DZ))
        ENV=FIN(EVT(DZ-1Z),EVT(DZ),CAL,CLT(DZ-1Z),CLT(DZ))
        GOTO 7900
7030 NEXT DZ
        TEM=-1.506776*CAL+904.8452
        PRE=-0.1192725*CAL+68.20712
        VEL=-1.261975*CAL+1734.229
        VEV=0.6588251*CAL-327.8376
        ENL=-1.527001*CAL+916.4431
        ENV=-0.5270008*CAL+916.4431
7900 RETURN
8000 ENV$=FNVT$(12Z,14Z,55Z,13Z,' ',1Z)
8010 ENV=VAL(ENV$)
        FOR DZ=1Z TO 60Z
            IF ENV=EVT(DZ) THEN TEM=TVT(DZ)
                                PRE=PRT(DZ)
                                VEL=VLT(DZ)
                                VEV=VVT(DZ)
                                ENL=ELT(DZ)
                                CAL=CLT(DZ)
                                GOTO 8900
8020     IF ENV<EVT(DZ) AND ENV>EVT(1Z) THEN
        TEM=FIN(TVT(DZ-1Z),TVT(DZ),ENV,EVT(DZ-1Z),EVT(DZ))
        PRE=FIN(PRT(DZ-1Z),PRT(DZ),ENV,EVT(DZ-1Z),EVT(DZ))

```

```

                                VEL=FIN(VLT(DZ-1Z),VLT(DZ),ENV,EVT(DZ-1Z),EVT(DZ))
                                VEV=FIN(VVT(DZ-1Z),VVT(DZ),ENV,EVT(DZ-1Z),EVT(DZ))
                                ENL=FIN(ELT(DZ-1Z),VVT(DZ),ENV,EVT(DZ-1Z),EVT(DZ))
                                CAL=FIN(CLT(DZ-1Z),CLT(DZ),ENV,EVT(DZ-1Z),EVT(DZ))
                                GOTO 8900
8030 NEXT DZ
    TEM=2.788155*ENV-1670.606
    PRE=0.1958353*ENV-119.9670
    VEL=2.222305*ENV-351.576
    VEV=-1.416358*ENV+922.7301
    ENL=2.821759*ENV-1691.166
    CAL=-1.821760*ENV+1691.166
8900 RETURN
9000 PRINT FNP$(8Z,54Z);TEM
    PRINT FNP$(9Z,54Z);PRE
    PRINT FNP$(10Z,54Z);VEL
    PRINT FNP$(11Z,54Z);VEV
    PRINT FNP$(12Z,54Z);ENL
    PRINT FNP$(13Z,54Z);CAL
    PRINT FNP$(14Z,54Z);ENV
    GOTO 1000
15100 DEF FNVT$(TTZ,RZ,CZ,LONZ,VALORE$,SWCZ)
    GOTO 15130 IF SWCZ=1Z
15120 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ,32Z)
    PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);' ';STRING$(LONZ,32Z);' '
15130 DATO$=''
    PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(RZ,CZ);
    FOR CCZ=CZ TO CZ+LONZ-1Z
15140     GZ=ONECHR(TTZ)
        GET #TTZ
        MOVE FROM #TTZ,CAR$=1Z
        GOTO 15140 IF ASCII(CAR$)=3Z
        GOTO 15160 IF ASCII(CAR$)=13Z
        IF ASCII(CAR$)=127Z THEN CCZ=CCZ-1Z IF CCZ<>CZ
        PRINT FNP$(RZ,CCZ);' ';FNP$(RZ,CCZ);
        DATO$=LEFT$(DATO$,LEN(DATO$)-1Z)
        GOTO 15140
15150     DATO$=DATO$+CAR$
    NEXT CCZ
15160 DATO$=EDIT$(DATO$,4Z)
    GOTO 15200 IF DATO$='' IF (SWCZ=1Z OR VALORE$='')
    GOTO 15180 IF DATO$<>' ' IF VALORE$=''
    IF INSTR(1Z,VALORE$,DATO$)=0Z THEN PRINT FNP$(RZ,CZ);REL
    GOTO 15120
15180 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ+2Z,32Z);FNP$(RZ,CZ);DATO$
15200 FNVT$=DATO$
    FNEND
    RETURN
18500 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
    PRINT IGR$;FNP$(0Z,0Z);'1';STRING$(78Z,113Z);FNP$(0Z,79Z);'k'
    FOR FZ=1Z TO 20Z
        PRINT FNP$(FZ,0Z);'x';FNP$(FZ,79Z);'x'
    NEXT FZ
    PRINT FNP$(21Z,0Z);'m';STRING$(78Z,113Z);FNP$(21Z,79Z);'j'

```

```
PRINT FNP$(1Z,1Z);'1';STRING$(76Z,113Z);FNP$(1Z,78Z);'k'  
PRINT FNP$(2Z,1Z);'x';FNP$(2Z,78Z);'x'  
PRINT FNP$(3Z,1Z);'m';STRING$(76Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'j'  
PRINT FNP$(19Z,0Z);'t';STRING$(78Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u'  
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,27Z);&  
      'fffPROPIEDADES DEL AGUAfff';DGR$;FNP$(2Z,68Z);DATE$(0Z)  
RETURN  
19000 PRINT BEL  
      IF ERR=52 THEN RESUME 2000 IF ERL=2010  
              RESUME 3000 IF ERL=3010  
              RESUME 4000 IF ERL=4010  
              RESUME 5000 IF ERL=5010  
              RESUME 6000 IF ERL=6010  
              RESUME 7000 IF ERL=7010  
              RESUME 8000 IF ERL=8010  
19010 IF ERR=28 THEN YZ=CTRLC\&  
      RESUME 700  
19020 RESUME 30000 IF ERR=11  
19040 PRINT FNP$(20Z,2Z);'ERROR #:';ERR;' MENSAJE:';ERT$(ERR);' LINEA #:';&  
      ERL  
19050 ON ERROR GOTO 0  
30000 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'  
32767 CLOSE #12Z  
      SUBEND
```

1 SUB EVA1

```

*****
!*          PROGRAMA QUE CALCULA EL DISEÑO DE UN          *
!*          SISTEMA DE EVAPORACION DE SIMPLE EFECTO      *
!*          PROGRAMA: EVA1.B2S                             *
!* FECHA DE EDICION: 28-ENE-88                             *
!*          LUGAR: Centro de Informatica de la F.A.U.A.N.L. *
!*          AUTOR: Jorge Alberto Martinez Valdez          *
!*          VERSION: 1.00                                  *
*****

```

10 ON ERROR GOTO 19000

```
DEF FNP$(XZ,YZ)=ESC+'Y'+CHR$(32Z+XZ)+CHR$(32Z+YZ)
```

```
DGR$=ESC+'G'
```

```
IGR$=ESC+'F'
```

20 GOSUB 15100

```
DIMENSION TVT(60Z),CLT(60Z)
```

```
OPEN '[15,3]DATOS.DAT' FOR INPUT AS FILE #10Z
```

```
FOR IZ=1Z TO 60Z
```

```
  LINPUT #10Z;LIN$
```

```
  TVT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,1Z,3Z))
```

```
  CLT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,4Z,5Z))
```

```
NEXT IZ
```

```
CLOSE #10Z
```

```
OPEN 'TI:' AS FILE #12Z
```

```
DEF CP(Z)=1-0.008*Z
```

700 GOSUB 18500

```
PRINT FNP$(5Z,3Z);'CAPTURA DE DATOS'
```

```
PRINT FNP$(6Z,7Z);&
```

```
  '[1]..Alimentacion (Kg/hr).....:'
```

```
PRINT FNP$(7Z,7Z);&
```

```
  '% de solidos'
```

```
PRINT FNP$(8Z,7Z);&
```

```
  '[2]..De la alimentacion.....:'
```

```
PRINT FNP$(9Z,7Z);&
```

```
  '[3]..Del concentrado final.....:'
```

```
PRINT FNP$(10Z,7Z);&
```

```
  'Temperatura'
```

```
PRINT FNP$(11Z,7Z);&
```

```
  '[4]..De la alimentacion.....:'
```

```
PRINT FNP$(12Z,7Z);&
```

```
  '[5]..Del vapor.....:'
```

```
PRINT FNP$(13Z,7Z);&
```

```
  '[6]..Del concentrado final.....:'
```

```
PRINT FNP$(14Z,7Z);&
```

```
  'Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal/m2-°C-hr)'
```

```
PRINT FNP$(15Z,7Z);&
```

```
  '[7]..Del Evaporador.....:'
```

```
PRINT FNP$(20Z,1Z);&
```

```
  '[RETURN] Continuar';FNP$(20Z,24Z);&
```

```
  'Dato a cambiar [1/2/3/4/5/6/7]:'
```

950 FEED\$=FNP\$(12Z,6Z,65Z,13Z,' ',0Z)

960 FEED=VAL(FEED\$)

```
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
```

```
IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
```



```

                                GOTO 1190
990 XSF$=FNVT$(12%,8%,65%,13%,',',0%)
1000 XSF=VAL(XSF$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
                                GOTO 1190
1030 XS1$=FNVT$(12%,9%,65%,13%,',',0%)
1040 XS1=VAL(XS1$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
                                GOTO 1190
1070 TF$=FNVT$(12%,11%,65%,13%,',',0%)
1080 TF=VAL(TF$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
                                GOTO 1190
1100 TV$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,',',0%)
1110 TV=VAL(TV$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
                                GOTO 1190
1130 T1$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
1140 T1=VAL(T1$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
                                GOTO 1190
1160 U1$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,',',0%)
1170 U1=VAL(U1$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%
1190 SWZ=1%
    FEED=1000 IF FEED=0
    GOTO 990 IF XSF<=0
    GOTO 1030 IF (XS1<=XSF)
    GOTO 1070 IF TF<=0
    GOTO 1100 IF TV<=TF
    GOTO 1130 IF (T1<=TF OR T1=>TV)
    GOTO 1160 IF U1<=0
1200 CD$=FNVT$(12%,20%,56%,1%,', 1234567',0%)
    GOTO 1240 IF CD$=' '
1230 ON VALZ(CD$) GOTO 950,990,1030,1070,1100,1130,1160
1240 RT=TV
1250 GOSUB 18000
    CLV=RC
    RT=T1
1280 GOSUB 13000
    CL1=RC
    C1=FEED*XSF/XS1
    B1=FEED-C1
    CPF=CP(XSF)
    HF=CPF*(TF-T1)
    V=(B1*CL1-FEED*HF)/CLV
    A=V*CLV/(U1*(TV-T1))
    EV=B1/V

```

```

CP1=CP(XS1)
3000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(5Z,36Z);'M E N U';IGR$
PRINT FNP$(6Z,36Z);'PPPPPP'
PRINT FNP$(7Z,28Z);'P1f INICIAR PROGRAMA'
PRINT FNP$(9Z,28Z);'P2f RESULTADOS'
PRINT FNP$(11Z,28Z);'P3f IMPRIMIR RESULTADOS'
PRINT FNP$(13Z,28Z);'P4f CAMBIAR DATOS'
PRINT FNP$(15Z,28Z);'P5f SALIR DEL PROGRAMA';OGR$
PRINT FNP$(20Z,27Z);'QUE OPCION [1/2/3/4/5]:'
3120 OP$=FNVT$(12Z,20Z,51Z,1Z,'12345',0Z)
GOTO 3120 IF OP$=''
3130 ON VALZ(OP$) GOTO 700,10000,11000,12000,30000
10000 GOSUB 18500
PRINT IGR$;FNP$(3Z,0Z);'tv';FNP$(3Z,26Z);'w';FNP$(3Z,52Z);'w';&
FNP$(3Z,78Z);'vu'
FOR FZ=4Z TO 18Z
PRINT FNP$(FZ,26Z);'x';FNP$(FZ,52Z);'x'
NEXT FZ
PRINT FNP$(19Z,26Z);'v';FNP$(19Z,52Z);'v';OGR$
PRINT FNP$(6Z,1Z);' F=';FEED;FNP$(6Z,27Z);' XSF=';XSF;&
FNP$(6Z,53Z);' TF=';TF
PRINT FNP$(9Z,1Z);' V=';V;FNP$(9Z,27Z);' XS1=';XS1;FNP$(9Z,53Z);&
' TV=';TV
PRINT FNP$(12Z,1Z);' B1=';B1;FNP$(12Z,27Z);' CPF=';CPF;&
FNP$(12Z,53Z);' T1=';T1
PRINT FNP$(15Z,1Z);' C1=';C1;FNP$(15Z,27Z);' CP1=';CP1;&
FNP$(15Z,53Z);' A=';A
PRINT FNP$(20Z,21Z);'Presione cualquier tecla para continuar'
AR$=FNVT$(12Z,20Z,61Z,1Z,' ',0Z)
GOTO 3000
11000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(11Z,15Z);'Numero de copias: '
PRINT FNP$(12Z,15Z);'Archivo de salida:'
11030 NCOP$=FNVT$(12Z,11Z,34Z,3Z,' ',0Z)
11040 NCOPZ=INT(VAL(NCOP$))
GOTO 3000 IF NCOPZ<1Z
11060 ASAL$=FNVT$(12Z,12Z,34Z,30Z,' ',0Z)
GOTO 11030 IF ASAL$=''
11070 OPEN ASAL$ FOR OUTPUT AS FILE #1Z
FOR COPZ=1Z TO NCOPZ
PRINT FNP$(20Z,28Z);'IMPRIMIENDOSE COPIA #';COPZ;FNP$(2Z,2Z);&
TIME$(0Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(5Z);'ARCHIVO: ';ASAL$
PRINT #1Z;TAB(5Z);'EVA - SUBMODULO EVA1';TAB(55Z);DATE$(0Z);&
TAB(70Z);TIME$(0Z)
PRINT #1Z;TAB(21Z);'Sistema de Evaporacion de Simple Efecto'
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(28Z);'A L I M E N T A C I O N'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Flujo: ';&'FEED'; Kg/hr'

```

```

PRINT #1Z;TAB(5Z);'% de solidos:           ' ;XSF; 'Z'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:           ' ;TF; ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Capacidad calorifica:  ' ;CPF; ' Kcal/kg-oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Entalpia:              ' ;HF; ' Kcal/Kg'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(35);'V A P O R'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Flujo:                  ' ;V; ' Kg/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:           ' ;TV; ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Calor latente:         ' ;CLV; ' Kcal/kg'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(30);'E F E C T O   1'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Concentrado:           ' ;C1; ' Kg/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'% de solidos:         ' ;XS1; 'Z'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Capacidad calorifica:  ' ;CP1; ' Kcal/kg-oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Vapor desprendido:     ' ;B1; ' Kg/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Calor latente:         ' ;CL1; ' Kcal/kg'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:           ' ;T1; ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Coef. de transf.:     ' ;U1; ' Kcal/m2-oC-hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Area de transf.:       ' ;A; ' M2'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Area media de transferencia de calor:' ;A; ' M2'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Economia de vapor:' ;EV
PRINT #1Z;CHR$(12Z)
NEXT COPZ
CLOSE #1Z
GOTO 3000
12000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(5Z,37Z);'CAMBIO DE DATOS'
PRINT FNP$(6Z,7Z);&
  '[1]..Alimentacion (Kg/hr).....: ' ;&
  FEED
PRINT FNP$(7Z,7Z);'% de solidos'
PRINT FNP$(8Z,7Z);&
  '[2]..De la alimentacion.....: ' ;XSF
PRINT FNP$(9Z,7Z);&
  '[3]..Del concentrado final.....: ' ;XS1
PRINT FNP$(10Z,7Z);'Temperatura'
PRINT FNP$(11Z,7Z);&
  '[4]..De la alimentacion.....: ' ;TF
PRINT FNP$(12Z,7Z);&
  '[5]..Del vapor.....: ' ;TV
PRINT FNP$(13Z,7Z);&
  '[6]..Del concentrado final.....: ' ;T1
PRINT FNP$(14Z,7Z);&
  'Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal/m2-'C-hr)'
PRINT FNP$(15Z,7Z);&
  '[7]..Del Evaporador.....: ' ;U1

```

```

PRINT FNP$(20Z,1Z);'[RETURN] Continua';FNP$(20Z,24Z);&
'Dato a cambiar [1/2/3/4/5/6/7]:'
GOTO 1200
15100 DEF FNVT$(TTZ,RZ,CZ,LONZ,VALORE$,SWCZ)
GOTO 15130 IF SWCZ=1Z
15120 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ,32Z)
PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);' ';STRING$(LONZ,32Z);' '
15130 DATO$=''
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(RZ,CZ);
FOR CCZ=CZ TO CZ+LONZ-1Z
15140 GZ=ONECHR(TTZ)
GET #TTZ
MOVE FROM #TTZ,CAR#=1Z
GOTO 15140 IF ASCII(CAR#)=3Z
GOTO 15160 IF ASCII(CAR#)=13Z
IF ASCII(CAR#)=127Z THEN CCZ=CCZ-1Z IF CCZ<>CZ
PRINT FNP$(RZ,CCZ);' ';FNP$(RZ,CCZ);
DATO$=LEFT$(DATO$,LEN(DATO$)-1Z)
GOTO 15140
15150 DATO$=DATO$+CAR#
NEXT CCZ
15160 DATO$=EDIT$(DATO$,4Z)
GOTO 15200 IF DATO$='' IF (SWCZ=1Z OR VALORE$='')
GOTO 15180 IF DATO$<>' ' IF VALORE$=''
IF INSTR(1Z,VALORE$,DATO$)=0Z THEN PRINT FNP$(RZ,CZ);BEL
GOTO 15120
15180 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ+2Z,32Z);FNP$(RZ,CZ);DATO$
15200 FNVT$=DATO$
FNEND
RETURN
18000 RC=0
FOR DZ=1Z TO 60Z
IF RT=TVT(DZ) THEN RC=CLT(DZ)\&
GOTO 18060
18030 IF RT<TVT(DZ) AND RT>TVT(1Z) THEN
RC=CLT(DZ-1Z)+(CLT(DZ)-CLT(DZ-1Z))*&
(RT-TVT(DZ-1Z))/(TVT(DZ)-TVT(DZ-1Z))\&
GOTO 18060
18040 NEXT DZ
RC=-0.6597448*RT+600.169 IF RC=0
18060 RETURN
18500 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
PRINT IGR$;FNP$(0Z,0Z);'1';STRING$(78Z,113Z);FNP$(0Z,79Z);'k'
FOR FZ=1Z TO 20Z
PRINT FNP$(FZ,0Z);'x';FNP$(FZ,79Z);'x'
NEXT FZ
PRINT FNP$(21Z,0Z);'m';STRING$(78Z,113Z);FNP$(21Z,79Z);'j'
PRINT FNP$(1Z,1Z);'l';STRING$(76Z,113Z);FNP$(1Z,78Z);'k'
PRINT FNP$(2Z,1Z);'x';FNP$(2Z,78Z);'x'
PRINT FNP$(3Z,1Z);'m';STRING$(76Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'j'
PRINT FNP$(19Z,0Z);'t';STRING$(78Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u'
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,22Z);&
'ffFEVAPORADRES DE SIMPLE EFECTOfff';OGR$;FNP$(2Z,68Z);&
DATE$(0Z)

```

```
RETURN
19000 IF ERR=52 THEN RESUME 950 IF ERL=960
      RESUME 990 IF ERL=1000
      RESUME 1030 IF ERL=1040
      RESUME 1070 IF ERL=1080
      RESUME 1100 IF ERL=1110
      RESUME 1130 IF ERL=1140
      RESUME 1160 IF ERL=1170
      RESUME 1200 IF ERL=1230
      RESUME 3120 IF ERL=3130
      RESUME 11030 IF ERL=11040
19010 GOTO 3000 IF ERR=28
19020 IF ERR=11 THEN YZ=CTRLCZ\&
      GOTO 3000
19030 IF (ERR=2 OR ERR=5 OR ERR=10 OR ERR=162) THEN
      RESUME 11060 IF ERL=11070
19040 PRINT FNP$(20%,2Z);'ERROR #:';ERR;' MENSAJE:';ERT$(ERR);' LINEA #:';&
      ERL
19050 ON ERROR GOTO 0
30000 PRINT FNP$(0%,0Z);CHR$(155%);'J'
32767 CLOSE #12%
      SUBEND
```

1 SUB EVA2

```

!*****
!*          PROGRAMA QUE CALCULA EL DISEÑO DE UN          *
!*          SISTEMA DE EVAPORACION DE DOBLE EFECTO      *
!*          PROGRAMA: EVA2.B2S                            *
!*          FECHA DE EDICION: 28-ENE-88                   *
!*          LUGAR: Centro de Informatica de la F.A.U.A.N.L. *
!*          AUTOR: Jorge Alberto Martinez Valdez         *
!*          VERSION: 1.00                                 *
!*****

```

10 ON ERROR GOTO 19000

```
DEF FNP$(XZ,YZ)=ESC+'Y'+CHR$(32+XZ)+CHR$(32+YZ)
```

```
IGR$=ESC+'F'
```

```
OGR$=ESC+'G'
```

20 GOSUB 15100

```
DIMENSION TVT(60Z),CLT(60Z)
```

```
OPEN '[15,3]DATOS.DAT' FOR INPUT AS FILE #10Z
```

```
FOR IZ=1Z TO 60Z
```

```
  LINPUT #10Z;LIN$
```

```
  TVT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,1Z,3Z))
```

```
  CLT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,4Z,5Z))
```

```
NEXT IZ
```

```
CLOSE #10Z
```

```
OPEN 'TI:' AS FILE #12Z
```

```
DEF CP(Z)=1-0.008*Z
```

700 GOSUB 18500

```
PRINT FNP$(5Z,3Z);'CAPTURA DE DATOS'
```

```
PRINT FNP$(6Z,7Z);&
```

```
'[1]..Alimentacion (Kg/hr).....!'
```

```
PRINT FNP$(7Z,7Z);'% de solidos'
```

```
PRINT FNP$(8Z,7Z);&
```

```
'[2]..De la alimentacion.....!'
```

```
PRINT FNP$(9Z,7Z);&
```

```
'[3]..Del concentrado final.....!'
```

```
PRINT FNP$(10Z,7Z);'Temperatura (oC)'
```

```
PRINT FNP$(11Z,7Z);&
```

```
'[4]..De la alimentacion.....!'
```

```
PRINT FNP$(12Z,7Z);&
```

```
'[5]..Del vapor.....!'
```

```
PRINT FNP$(13Z,7Z);&
```

```
'[6]..Del concentrado final.....!'
```

```
PRINT FNP$(14Z,7Z);&
```

```
'Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal/m2-oC-hr)'
```

```
PRINT FNP$(15Z,7Z);&
```

```
'[7]..Del 1er. Evaporador.....!'
```

```
PRINT FNP$(16Z,7Z);&
```

```
'[8]..Del 2do. Evaporador.....!'
```

```
PRINT FNP$(20Z,1Z);'CRETURN] Continua';FNP$(20Z,22Z);&
```

```
'Dato a cambiar [1/2/3/4/5/6/7/8]:'
```

900 FEED\$=FNVT\$(12Z,6Z,65Z,13Z,' ',0Z)

910 FEED=VAL(FEED\$)

```
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
```

```
IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z&
```

```
  GOTO 1200
```

```

940 XSF$=FNVT$(12%,8%,65%,13%,', ',0%)
950 XSF=VAL(XSF$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
        GOTO 1190
980 XS2$=FNVT$(12%,9%,65%,13%,', ',0%)
990 XS2=VAL(XS2$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
        GOTO 1190
1020 TF$=FNVT$(12%,11%,65%,13%,', ',0%)
1030 TF=VAL(TF$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
        GOTO 1190
1050 TV$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,', ',0%)
1060 TV=VAL(TV$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
        GOTO 1190
1080 T2$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,', ',0%)
1090 T2=VAL(T2$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
        GOTO 1190
1110 U1$=FNVT$(12%,15%,65%,13%,', ',0%)
1120 U1=VAL(U1$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%\&
        GOTO 1190
1150 U2$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,', ',0%)
1160 U2=VAL(U2$)
    PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
    IF SWZ=1% THEN SWZ=0%
1190 SWZ=1%
    FEED=1000 IF FEED=0
    GOTO 940 IF XSF<=0
    GOTO 980 IF XS2<=XSF
    GOTO 1020 IF TF<=0
    GOTO 1050 IF TV<=TF
    GOTO 1080 IF (T2<=TF OR T2=>TV)
    GOTO 1110 IF U1<=0
    GOTO 1150 IF U2=>U1
1200 CD$=FNVT$(12%,20%,56%,1%,', 12345678',0%)
    GOTO 1300 IF CD$=' '
1230 ON VAL$(CD$) GOTO 900,940,980,1020,1050,1080,1110,1150
1300 INTENTOSZ=1%
    AREANT=0
    RT=TV
1320 GOSUB 18000
    CLV=RC
    RT=T2
1350 GOSUB 18000
    CL2=RC

```

```

C2=FEED*XS2/XS1
B1,B2=(FEED-C2)/2
C1=FEED-B1
CPF=CP(XS1)
CP2=CP(XS2)
SUMT=TV-T2
SUMIU=1/U1+1/U2
DT1=SUMT*(1/U1/SUMIU)
DT2=SUMT*(1/U2/SUMIU)
1400 PRINT FNP$(18%,40%);INTENTOSZ;FNP$(2%,2%);TIME$(0X)
XS1=FEED*XS2/C1
CP1=CP(XS1)
T1=TV-DT1
RT=T1
1450 GOSUB 18000
CL1=RC
H1=CP1*(T1-T2)
HF=CPF*(TV-T1)
C1=(FEED*CL1+C2*CL2)/(CL2+CL1-H1)
V=(FEED*(CL1-HF)-C1*CL1)/CLV
B1=FEED-C1
A1=V*CLV/(U1*(TV-T1))
A2=B1*CL1/(U2*(T1-T2))
AMED=(A1+A2)/2
GOTO 1500 IF (A1==AMED AND A2==AMED)
IF AREANT=AMED THEN 1500 ELSE AREANT=AMED END IF
INTENTOSZ=INTENTOSZ+1X
DT1=DT1*A1/AMED
AMED=0
GOTO 1400
1500 B2=C1-C2
EV=B2/V
3000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(5%,36%);'M E N U';IGR$
PRINT FNP$(6%,36%);'PPPPPP'
PRINT FNP$(7%,28%);'f1f INICIAR PROGRAMA'
PRINT FNP$(9%,28%);'f2f RESULTADOS'
PRINT FNP$(11%,28%);'f3f IMPRIMIR RESULTADOS'
PRINT FNP$(13%,28%);'f4f CAMBIAR DATOS'
PRINT FNP$(15%,28%);'f5f SALIR DEL PROGRAMA';OGR$
PRINT FNP$(20%,27%);'QUE OPCION [1/2/3/4/5]:'
3090 OP$=FNVT$(12%,20%,51%,1%, '12345',0X)
GOTO 3090 IF OP$=''
3100 ON VALZ(OP$) GOTO 700,10000,11000,12000,30000
10000 GOSUB 18500
PRINT IGR$;FNP$(3%,0%);'tv';STRING$(25%,113%);FNP$(3%,26%);'w';&
STRING$(26%,113%);&
FNP$(3%,52%);'w';STRING$(28%,113%);FNP$(3%,78%);'vu'
PRINT FNP$(5%,36%);'SOLUCION'
FOR FZ=4X TO 18X
PRINT FNP$(FZ,26%);'x';FNP$(FZ,52%);'x'
NEXT FZ
PRINT FNP$(19%,0%);'t';STRING$(26%,113%);FNP$(19%,26%);'v';&
STRING$(26%,113%);&

```



```

FNP$(19Z,52Z);'v';STRING$(28Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u';OGR$
PRINT FNP$(6Z,1Z);' F=';FEED;FNP$(6Z,27Z);' XSF=';XSF; &
      FNP$(6Z,53Z);' CPF=';CPF
PRINT FNP$(7Z,1Z);' C1=';C1;FNP$(7Z,27Z);' XS1=';XS1;FNP$(7Z,53Z); &
      ' CP1=';CP1
PRINT FNP$(8Z,1Z);' C2=';C2;FNP$(8Z,27Z);' XS2=';XS2;FNP$(8Z,53Z); &
      ' CP2=';CP2
PRINT FNP$(10Z,1Z);' HF=';HF;FNP$(10Z,27Z);' H1=';H1
PRINT FNP$(11Z,1Z);' V=';V;FNP$(11Z,27Z);' CLV=';CLV; &
      FNP$(11Z,53Z);' TV=';TV
PRINT FNP$(12Z,1Z);' B1=';B1;FNP$(12Z,27Z);' CL1=';CL1; &
      FNP$(12Z,53Z);' T1=';T1
PRINT FNP$(14Z,1Z);' B2=';B2;FNP$(14Z,27Z);' CL2=';CL2; &
      FNP$(14Z,53Z);' T2=';T2
PRINT FNP$(15Z,1Z);' A1=';A1;FNP$(15Z,27Z);' A2=';A2; &
      FNP$(15Z,53Z);' EV=';EV
PRINT FNP$(16Z,1Z);'INTENTOS=';INTENTOSZ
PRINT FNP$(20Z,20Z);'Presione cualquier tecla para continuar'
AR$=FNVT$(12Z,20Z,60Z,1Z,' ',0Z)
GOTO 3000
11000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(11Z,15Z);'Numero de copias: '
PRINT FNP$(12Z,15Z);'Archivo de salida:'
11030 NCOP$=FNVT$(12Z,11Z,34Z,3Z,' ',0Z)
11040 NCOPZ=INT(VAL(NCOP$))
GOTO 3000 IF NCOPZ<1Z
11060 ASAL$=FNVT$(12Z,12Z,34Z,30Z,' ',0Z)
GOTO 11030 IF ASAL$=' '
11070 OPEN ASAL$ FOR OUTPUT AS FILE #1Z
FOR COPZ=1Z TO NCOPZ
PRINT FNP$(20Z,28Z);'IMPRIMIENDOSE COPIA #';COPZ;FNP$(2Z,2Z); &
      TIME$(0Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(5Z);'ARCHIVO: ';ASAL$
PRINT #1Z;TAB(5Z);'EVA - SUBMODULO EVA2';TAB(55Z);DATE$(0Z); &
      TAB(70Z);TIME$(0Z)
PRINT #1Z;TAB(21Z);'Sistema de Evaporacion de Doble Efecto'
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(28Z);'A L I M E N T A C I O N'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Flujo: ' ;FEED; ' Ks/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'% de solidos: ' ;XSF; '%'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura: ' ;TF; ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Capacidad calorifica: ' ;CPF; ' Kcal/kg-oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Entalpia: ' ;HF; ' Kcal/Ks'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(35Z);'V A P O R'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Flujo: ' ;V; ' Ks/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura: ' ;TV; ' oC'

```

```

PRINT #1%;TAB(5%);'Calor latente:           ';CLV;' Kcal/ks'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%
PRINT #1%;TAB(30%);'E F E C T O   1'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%;TAB(5%);'Concentrado:           ';C1;' Kg/hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'% de solidos:          ';XS1;' %'
PRINT #1%;TAB(5%);'Capacidad calorifica:  ';CP1;' Kcal/ks-oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Entalpia:              ';CL1;' Kcal/ks'
PRINT #1%;TAB(5%);'Vapor desprendido:     ';B1;' Kg/hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'Calor latente:         ';CL1;' Kcal/ks'
PRINT #1%;TAB(5%);'Temperatura:           ';T1;' oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Coef. de transf.:      ';U1;' Kcal/m2-oC-hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'Area de transf.:       ';A1;' M2'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%
PRINT #1%;TAB(30%);'E F E C T O   2'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%;TAB(5%);'Concentrado:           ';C2;' Kg/hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'% de solidos:          ';XS2;' %'
PRINT #1%;TAB(5%);'Capacidad calorifica:  ';CP2;' Kcal/ks-oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Vapor desprendido:     ';B2;' Kg/hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'Calor latente:         ';CL2;' Kcal/ks'
PRINT #1%;TAB(5%);'Temperatura:           ';T2;' oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Coef. de transf.:      ';U2;' Kcal/m2-oC-hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'Area de transf.:       ';A2;' M2'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%
PRINT #1%
PRINT #1%;TAB(5%);'Area media de transferencia de calor: ';AMED; &
' M2'
PRINT #1%;TAB(5%);'Economia de vapor: ';EV
PRINT #1%;TAB(5%);'Se realizaron ';INTENTOSZ;' intentos'
PRINT #1%;CHR$(12%)
NEXT COPZ
CLOSE #1%
GOTO 3000
12000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(5%,32%);'CAMBIO DE DATOS'
PRINT FNP$(6%,7%);&
' [1]..Alimentacion (Kg/hr).....: ';&
FEED
PRINT FNP$(7%,7%);'% de solidos'
PRINT FNP$(8%,7%);&
' [2]..De la alimentacion.....: ';XSF
PRINT FNP$(9%,7%);&
' [3]..Del concentrado final.....: ';XS2
PRINT FNP$(10%,7%);'Temperatura (oC)'
PRINT FNP$(11%,7%);&
' [4]..De la alimentacion.....: ';TF
PRINT FNP$(12%,7%);&
' [5]..Del vapor.....: ';TV
PRINT FNP$(13%,7%);&

```

```

      '[6]..Del concentrado final.....!';T2
PRINT FNP$(14%,7%);&
      'Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal/m2-oC-hr)'
PRINT FNP$(15%,7%);&
      '[7]..Del 1er. Evaporador.....!';U1
PRINT FNP$(16%,7%);&
      '[8]..Del 2do. Evaporador.....!';U2
PRINT FNP$(20%,1%);'[RETURN] Continua';FNP$(20%,22%);&
      'Dato a cambiar [1/2/3/4/5/6/7/8]:'
GOTO 1200
15100 DEF FNVT$(TTZ,RZ,CZ,LONZ,VALORE$,SWCZ)
GOTO 15130 IF SWCZ=1Z
15120 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ,32Z)
PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);' ';STRING$(LONZ,32Z);' '
15130 DATO$=''
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(RZ,CZ);
FOR CCZ=CZ TO CZ+LONZ-1Z
15140   GZ=ONECHR(TTZ)
   GET #TTZ
   MOVE FROM #TTZ,CAR$=1Z
   GOTO 15140 IF ASCII(CAR$)=3Z
   GOTO 15160 IF ASCII(CAR$)=13Z
   IF ASCII(CAR$)=127Z THEN CCZ=CCZ-1Z IF CCZ<>CZ
   PRINT FNP$(RZ,CCZ);' ';FNP$(RZ,CCZ);
   DATO$=LEFT$(DATO$,LEN(DATO$)-1Z)
   GOTO 15140
15150   DATO$=DATO$+CAR$
NEXT CCZ
15160 DATO$=EDIT$(DATO$,4Z)
GOTO 15200 IF DATO$='' IF (SWCZ=1Z OR VALORE$='')
GOTO 15180 IF DATO$<>' ' IF VALORE$=''
IF INSTR(1Z,VALORE$,DATO$)=0Z THEN PRINT FNP$(RZ,CZ);BEL
GOTO 15120
15180 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ+2Z,32Z);FNP$(RZ,CZ);DATO$
15200 FNVT$=DATO$
FNEND
RETURN
18000 RC=0
FOR DZ=1Z TO 60Z
  IF RT=TVT(DZ) THEN RC=CLT(DZ)\&
  GOTO 18060
18030  IF RT<TVT(DZ) AND RT>TVT(1Z) THEN
      RC=CLT(DZ-1Z)+(CLT(DZ)-CLT(DZ-1Z))*&
      (RT-TVT(DZ-1Z))/(TVT(DZ)-TVT(DZ-1Z))\&
      GOTO 18060
18040 NEXT DZ
RC=-0.659744B*RT+600.169 IF RC=0
18060 RETURN
18500 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J';IGR$
PRINT FNP$(0Z,0Z);'l';STRING$(78Z,113Z);FNP$(0Z,79Z);'k'
FOR FZ=1Z TO 20Z
  PRINT FNP$(FZ,0Z);'x';FNP$(FZ,79Z);'x'
NEXT FZ
PRINT FNP$(21Z,0Z);'m';STRING$(78Z,113Z);FNP$(21Z,79Z);'j'

```

```

PRINT FNP$(1Z,1Z);'1';STRING$(76Z,113Z);FNP$(1Z,78Z);'k'
PRINT FNP$(2Z,1Z);'x';FNP$(2Z,78Z);'x'
PRINT FNP$(3Z,1Z);'m';STRING$(76Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'j'
PRINT FNP$(19Z,0Z);'t';STRING$(78Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u'
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,24Z);&
      'fffEVAPORADOR DE DOBLE EFECTOfff';OGR$;FNP$(2Z,68Z);DATE$(0Z)
RETURN
19000 IF ERR=52 THEN RESUME 900 IF ERL=910
      RESUME 940 IF ERL=950
      RESUME 980 IF ERL=990
      RESUME 1020 IF ERL=1030
      RESUME 1050 IF ERL=1060
      RESUME 1080 IF ERL=1090
      RESUME 1110 IF ERL=1120
      RESUME 1150 IF ERL=1160
      RESUME 1200 IF ERL=1230
      RESUME 3090 IF ERL=3100
      RESUME 11030 IF ERL=11040
19010 IF ERR=28 THEN YZ=CTRLC\&
      RESUME 700
19020 RESUME 30000 IF ERR=11
19030 IF (ERR=2 OR ERR=5 OR ERR=10 OR ERR=162) THEN
      RESUME 11060 IF ERL=11070
19040 PRINT FNP$(20Z,2Z);'ERROR #:';ERR;' MENSAJE:';ERT$(ERR);' LINEA #:';&
      ERL
19050 ON ERROR GOTO 0
30000 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
32767 CLOSE #12Z
SUBEND

```

1 SUB EVA3

```

*****
!*          PROGRAMA QUE CALCULA EL DISEÑO DE UN          *
!*          SISTEMA DE EVAPORACION DE TRIPLE EFECTO      *
!*          PROGRAMA: EVA3.B2S                             *
!* FECHA DE EDICION: 28-ENE-88                             *
!*          LUGAR: Centro de Informatica de la F.A.U.A.N.L. *
!*          AUTOR: Jorge Alberto Martinez Valdez          *
!*          VERSION: 1.00                                  *
*****

```

10 ON ERROR GOTO 19000

DEF FNP\$(XZ,YZ)=ESC+'Y'+CHR\$(32+XZ)+CHR\$(32+YZ)

IGR\$=ESC+'F'

OGR\$=ESC+'G'

20 GOSUB 15100

DIMENSION TVT(60Z),CLT(60Z),A(3Z,3Z),B(3Z,1Z),C(3Z,3Z),R(3Z,1Z)

OPEN 'C15,3IDATOS.DAT' FOR INPUT AS FILE #10Z

FOR IZ=1Z TO 60Z

LINPUT #10Z;LIN\$

TVT(IZ)=VAL(MID\$(LIN\$,1Z,3Z))

CLT(IZ)=VAL(MID\$(LIN\$,42Z,5Z))

NEXT IZ

CLOSE #10Z

OPEN 'TI:' AS FILE #12Z

DEF CP(Z)=1-0.008*Z

700 GOSUB 18500

PRINT FNP\$(5Z,32Z);'CAPTURA DE DATOS'

PRINT FNP\$(6Z,7Z);&

'[1]..Alimentacion (Ks/hr).....!'

PRINT FNP\$(7Z,7Z);'Z de solidos'

PRINT FNP\$(8Z,7Z);&

'[2]..De la alimentacion.....!'

PRINT FNP\$(9Z,7Z);&

'[3]..Del concentrado final.....!'

PRINT FNP\$(10Z,7Z);'Temperatura (oC)'

PRINT FNP\$(11Z,7Z);&

'[4]..De la alimentacion.....!'

PRINT FNP\$(12Z,7Z);&

'[5]..Del vapor.....!'

PRINT FNP\$(13Z,7Z);&

'[6]..Del concentrado final.....!'

PRINT FNP\$(14Z,7Z);&

'Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal/m2-oC-hr)'

PRINT FNP\$(15Z,7Z);&

'[7]..Del 1er. Evaporador.....!'

PRINT FNP\$(16Z,7Z);&

'[8]..Del 2do. Evaporador.....!'

PRINT FNP\$(17Z,7Z);&

'[9]..Del 3er. Evaporador.....!'

PRINT FNP\$(20Z,1Z);'[RETURN] Continua';FNP\$(20Z,22Z);&

'Dato a cambiar [1/2/3/4/5/6/7/8/9]:'

900 FEED\$=FNP\$(12Z,6Z,65Z,13Z,' ',0Z)

910 FEED=VAL(FEED\$)

PRINT FNP\$(2Z,2Z);TIME\$(0Z)

```

      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
          GOTO 1220
940 XSF$=FNVT$(12Z,8Z,65Z,13Z,' ',0Z)
950 XSF=VAL(XSF$)
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
          GOTO 1220
980 XS3$=FNVT$(12Z,9Z,65Z,13Z,' ',0Z)
990 XS3=VAL(XS3$)
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
          GOTO 1220
1020 TF$=FNVT$(12Z,11Z,65Z,13Z,' ',0Z)
1030 TF=VAL(TF$)
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
          GOTO 1220
1050 TV$=FNVT$(12Z,12Z,65Z,13Z,' ',0Z)
1060 TV=VAL(TV$)
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
          GOTO 1220
1080 T3$=FNVT$(12Z,13Z,65Z,13Z,' ',0Z)
1090 T3=VAL(T3$)
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
          GOTO 1220
1110 U1$=FNVT$(12Z,15Z,65Z,13Z,' ',0Z)
1120 U1=VAL(U1$)
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
          GOTO 1220
1150 U2$=FNVT$(12Z,16Z,65Z,13Z,' ',0Z)
1160 U2=VAL(U2$)
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z\&
          GOTO 1220
1190 U3$=FNVT$(12Z,17Z,65Z,13Z,' ',0Z)
1200 U3=VAL(U3$)
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      IF SWZ=1Z THEN SWZ=0Z
1220 SWZ=1Z
      FEED=1000 IF FEED=0
          GOTO 940 IF XSF<=0
          GOTO 980 IF XS3<=XSF
          GOTO 1020 IF TF<=0
          GOTO 1050 IF TV<=TF
          GOTO 1080 IF (T3<=TF OR T3=>TV)
          GOTO 1110 IF U1<=0
          GOTO 1150 IF U2=>U1
          GOTO 1190 IF U3=>U2
1230 CD$=FNVT$(12Z,20Z,58Z,1Z,' 123456789',0Z)
1240 GOTO 1300 IF CD$=' '
1250 SWZ=1Z

```

```

      ON VALZ(CD$) GOTO 900,940,980,1020,1050,1080,1110,1150,1190
1300  INTENTOSZ=1Z
      AREANT=0
      CFF=CP(XSF)
      CP3=CP(XS3)
      RT=TV
1340  GOSUB 18000
      CLV=RC
      RT=T3
1370  GOSUB 18000
      CL3=RC
      A(1Z,1Z)=CLV
      A(1Z,3Z),A(2Z,1Z),A(3Z,1Z)=0
      C3=FEED*XSFX/XS3
      B(3Z,1Z)=C3*CL3
      B1,B2,B3=(FEED-C3)/3
      C1=FEED-B1
      C2=C1-B2
      SUMT=TV-T3
      DT1=SUMT*(1/U1/(1/U1+1/U2+1/U3))
      DT2=SUMT*(1/U2/(1/U1+1/U2+1/U3))
1500  PRINT FNP$(18Z,40Z);INTENTOSZ;FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
      XS1=FEED*XSFX/C1
      CP1=CP(XS1)
      XS2=C1*XS1/C2
      CP2=CP(XS2)
      T1=TV-DT1
      T2=T1-DT2
      RT=T1
1580  GOSUB 18000
      CL1=RC
      RT=T2
1610  GOSUB 18000
      CL2=RC
      HF=CPF*(TF-T1)
      H1=CP1*(T1-T2)
      H2=CP2*(T2-T3)
      A(1Z,2Z)=CL1
      A(2Z,2Z)=CL1+CL2-H1
      A(2Z,3Z),A(3Z,2Z)=CL2*-1
      A(3Z,3Z)=CL2+CL3-H2
      B(1Z,1Z)=FEED*(CL1-HF)
      B(2Z,1Z)=FEED*CL1
      MAT C=INV(A)
      MAT R=C*B
      V=R(1Z,1Z)
      C1=R(2Z,1Z)
      C2=R(3Z,1Z)
      B1=FEED-C1
      B2=C1-C2
      A1=V*CLV/(U1*(TV-T1))
      A2=B1*CL1/(U2*(T1-T2))
      A3=B2*CL2/(U3*(T2-T3))
      AMED=(A1+A2+A3)/3

```

```

GOTO 1880 IF (A1==AMED AND A2==AMED AND A3==AMED)
IF AREANT=AMED THEN 1880 ELSE AREANT=AMED END IF
INTENTOSZ=INTENTOSZ+1Z
DT1=DT1*A1/AMED
DT2=DT2*A2/AMED
AMED=0
GOTO 1500
1880 B3=C2-C3
EV=B3/V
3000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(5Z,36Z);'M E N U';IGR$
PRINT FNP$(6Z,36Z);'PPPPPP'
PRINT FNP$(7Z,28Z);'F1' INICIAR PROGRAMA'
PRINT FNP$(9Z,28Z);'F2' RESULTADOS'
PRINT FNP$(11Z,28Z);'F3' IMPRIMIR RESULTADOS'
PRINT FNP$(13Z,28Z);'F4' CAMBIAR DATOS'
PRINT FNP$(15Z,28Z);'F5' SALIR DEL PROGRAMA';OGR$
PRINT FNP$(20Z,27Z);'QUE OPCION [1/2/3/4/5]:'
3090 OP$=FNVT$(12Z,20Z,51Z,1Z,'12345',0Z)
GOTO 3090 IF OP$=''
3100 ON VALZ(OP$) GOTO 700,10000,11000,12000,30000
10000 GOSUB 18500
PRINT IGR$;FNP$(3Z,0Z);'tv';STRING$(25Z,113Z);FNP$(3Z,26Z);'w';&
STRING$(26Z,113Z);&
FNP$(3Z,52Z);'w';STRING$(28Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'vu'
PRINT FNP$(5Z,36Z);'SOLUCION'
FOR FZ=4Z TO 18Z
PRINT FNP$(FZ,26Z);'x';FNP$(FZ,52Z);'x'
NEXT FZ
PRINT FNP$(19Z,0Z);'t';STRING$(26Z,113Z);FNP$(19Z,26Z);'v';&
STRING$(26Z,113Z);&
FNP$(19Z,52Z);'v';STRING$(28Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u';OGR$
PRINT FNP$(6Z,1Z);' F=';FEED;FNP$(6Z,27Z);' XSF=';XSF;&
FNP$(6Z,53Z);' CPF=';CPF
PRINT FNP$(7Z,1Z);' C1=';C1;FNP$(7Z,27Z);' XS1=';XS1;FNP$(7Z,53Z);&
' CP1=';CP1
PRINT FNP$(8Z,1Z);' C2=';C2;FNP$(8Z,27Z);' XS2=';XS2;FNP$(8Z,53Z);&
' CP2=';CP2
PRINT FNP$(9Z,1Z);' C3=';C3;FNP$(9Z,27Z);' XS3=';XS3;FNP$(9Z,53Z);&
' CP3=';CP3
PRINT FNP$(10Z,1Z);' HF=';HF;FNP$(10Z,27Z);' H1=';H1;&
FNP$(10Z,53Z);' H2=';H2
PRINT FNP$(11Z,1Z);' V=';V;FNP$(11Z,27Z);' CLV=';CLV;&
FNP$(11Z,53Z);' TV=';TV
PRINT FNP$(12Z,1Z);' B1=';B1;FNP$(12Z,27Z);' CL1=';CL1;&
FNP$(12Z,53Z);' T1=';T1
PRINT FNP$(13Z,1Z);' B2=';B2;FNP$(13Z,27Z);' CL2=';CL2;&
FNP$(13Z,53Z);' T2=';T2
PRINT FNP$(14Z,1Z);' B3=';B3;FNP$(14Z,27Z);' CL3=';CL3;&
FNP$(14Z,53Z);' T3=';T3
PRINT FNP$(15Z,1Z);' A1=';A1;FNP$(15Z,27Z);' A2=';A2;&
FNP$(15Z,53Z);' A3=';A3
PRINT FNP$(16Z,1Z);'INTENTOS=';INTENTOSZ;FNP$(16Z,53Z);' EV=';EV
PRINT FNP$(20Z,21Z);'Presione cualquier tecla para continuar'

```



```

AR$=FNVT$(12%,20%,61%,1%,',',0%)
GOTO 3000
11000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(11%,15%);'Numero de copias: '
PRINT FNP$(12%,15%);'Archivo de salida:'
11030 NCOP$=FNVT$(12%,11%,34%,3%,',',0%)
11040 NCOPZ=INT(VAL(NCOP$))
GOTO 3000 IF NCOPZ<1%
11060 ASAL$=FNVT$(12%,12%,34%,30%,',',0%)
GOTO 11030 IF ASAL$=' '
11070 OPEN ASAL$ FOR OUTPUT AS FILE #1%
FOR COPZ=1% TO NCOPZ
PRINT FNP$(20%,28%);'IMPRIMIENDOSE COPIA #' ;COPZ;FNP$(2%,2%);&
TIME$(0%)
PRINT #1%
PRINT #1%
PRINT #1%;TAB(5%);'ARCHIVO: ' ;ASAL$
PRINT #1%;TAB(5%);'EVA - SUBMODULO EVA3';TAB(55%);DATE$(0%);TAB(70%);&
TIME$(0%)
PRINT #1%;TAB(21%);'Sistema de Evaporacion de Triple Efecto'
PRINT #1%
PRINT #1%
PRINT #1%
PRINT #1%;TAB(28%);'A L I M E N T A C I O N'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%;TAB(5%);'Flujo:                ' ;FEED;' Ks/hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'% de solidos:         ' ;XSF;' %'
PRINT #1%;TAB(5%);'Temperatura:          ' ;TF;' oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Capacidad calorifica: ' ;CPF;' Kcal/ks-oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Entalpia:             ' ;HF;' Kcal/Ks'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%
PRINT #1%;TAB(35%);'V A P O R'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%;TAB(5%);'Flujo:                ' ;V;' Ks/hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'Temperatura:          ' ;TV;' oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Calor latente:         ' ;CLV;' Kcal/ks'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%
PRINT #1%;TAB(33%);'E F E C T O 1'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%;TAB(5%);'Concentrado:          ' ;C1;' Ks/hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'% de solidos:         ' ;XS1;' %'
PRINT #1%;TAB(5%);'Capacidad calorifica: ' ;CP1;' Kcal/ks-oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Entalpia:             ' ;H1;' Kcal/ks'
PRINT #1%;TAB(5%);'Vapor desprendido:     ' ;B1;' Ks/hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'Calor latente:         ' ;CL1;' Kcal/ks'
PRINT #1%;TAB(5%);'Temperatura:          ' ;T1;' oC'
PRINT #1%;TAB(5%);'Coef. de transf.:      ' ;U1;' Kcal/m2-oC-hr'
PRINT #1%;TAB(5%);'Area de transf.:      ' ;A1;' M2'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)
PRINT #1%
PRINT #1%;TAB(33%);'E F E C T O 2'
PRINT #1%;TAB(5%);STRING$(70%,45%)

```

```

PRINT #1Z;TAB(5Z);'Concentrado:           ' ;C2; ' Ks/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'% de solidos:          ' ;XS2; '%'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Capacidad calorifica:  ' ;CP2; ' Kcal/ks-oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Entalpia:              ' ;H2; ' Kcal/ks'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Vapor desprendido:     ' ;B2; ' Ks/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Calor latente:         ' ;CL2; ' Kcal/ks'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:           ' ;T2; ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Coef. de transf.:      ' ;U2; ' Kcal/m2-oC-hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Area de transf.:       ' ;A2; ' M2'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(33Z);'E F E C T O   3'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Concentrado:           ' ;C3; ' Ks/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'% de solidos:          ' ;XS3; '%'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Capacidad calorifica:  ' ;CP3; ' Kcal/ks-oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Vapor desprendido:     ' ;B3; ' Ks/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Calor latente:         ' ;CL3; ' Kcal/ks'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:           ' ;T3; ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Coef. de transf.:      ' ;U3; ' Kcal/m2-oC-hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Area de transf.:       ' ;A3; ' M2'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Area media de transferencia de calor: ' ;AKED; &
' M2'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Economia de vapor: ' ;EV
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Se realizaron ' ;INTENTOSZ; ' intentos'
PRINT #1Z;CHR$(12Z)
NEXT COPX
CLOSE #1Z
GOTO 3000
12000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(5Z,32Z);'CAMBIO DE DATOS'
PRINT FNP$(6Z,7Z);&
' [1]..Alimentacion (Ks/hr).....: ' ;&
FEED
PRINT FNP$(7Z,7Z);'% de solidos'
PRINT FNP$(8Z,7Z);&
' [2]..De la alimentacion.....: ' ;XSF
PRINT FNP$(9Z,7Z);&
' [3]..Del concentrado final.....: ' ;XS3
PRINT FNP$(10Z,7Z);'Temperatura (oC)'
PRINT FNP$(11Z,7Z);&
' [4]..De la alimentacion.....: ' ;TF
PRINT FNP$(12Z,7Z);&
' [5]..Del vapor.....: ' ;TV
PRINT FNP$(13Z,7Z);&
' [6]..Del concentrado final.....: ' ;T3
PRINT FNP$(14Z,7Z);&
' Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal/m2-oC-hr)'
PRINT FNP$(15Z,7Z);&
' [7]..Del tier. Evaporador.....: ' ;U1

```

```

PRINT FNP$(16%,7%);&
  '[8]..Del 2do. Evaporador.....: ' ;U2
PRINT FNP$(17%,7%);&
  '[9]..Del 3er. Evaporador.....: ' ;U3
PRINT FNP$(20%,1%); '[RETURN] Continua';FNP$(20%,22%);&
  'Dato a cambiar [i/2/3/4/5/6/7/8/9]:'
GOTO 1230
15100 DEF FNVT$(TTZ,RZ,CZ,LONZ,VALORE$,SWCZ)
GOTO 15130 IF SWCZ=1Z
15120 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ,32Z)
PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);' ' ;STRING$(LONZ,32Z);' '
15130 DATO$=''
PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(RZ,CZ);
FOR CCZ=CZ TO CZ+LONZ-1Z
15140     GZ=ONECHR(TTZ)
        GET #TTZ
        MOVE FROM #TTZ,CAR#=1Z
        GOTO 15140 IF ASCII(CAR#)=3Z
        GOTO 15160 IF ASCII(CAR#)=13Z
        IF ASCII(CAR#)=127Z THEN CCZ=CCZ-1Z IF CCZ<>CZ
        PRINT FNP$(RZ,CCZ);' ' ;FNP$(RZ,CCZ);
        DATO$=LEFT$(DATO$,LEN(DATO$)-1Z)
        GOTO 15140
15150     DATO$=DATO$+CAR#
NEXT CCZ
15160 DATO$=EDIT$(DATO$,4Z)
GOTO 15200 IF DATO$='' IF (SWCZ=1Z OR VALORE$='')
GOTO 15180 IF DATO$<>' ' IF VALORE$=''
IF INSTR(1Z,VALORE$,DATO$)=0Z THEN PRINT FNP$(RZ,CZ);BEL
GOTO 15120
15180 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ+2Z,32Z);FNP$(RZ,CZ);DATO$
15200 FNVT$=DATO$
FNEND
RETURN
18000 RC=0
FOR DZ=1Z TO 60Z
18020     IF RT=TVT(DZ) THEN RC=CLT(DZ)\&
            GOTO 18060
18030     IF RT<TVT(DZ) AND RT>TVT(1Z) THEN
            RC=CLT(DZ-1Z)+(CLT(DZ)-CLT(DZ-1Z))*&
            (RT-TVT(DZ-1Z))/(TVT(DZ)-TVT(DZ-1Z))\&
            GOTO 18060
18040 NEXT DZ
RC=-0.6597448*RT+600.169 IF RC=0
18060 RETURN
18500 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J';IGR$
PRINT FNP$(0Z,0Z);'l';STRING$(78Z,113Z);FNP$(0Z,79Z);'k'
FOR FZ=1Z TO 20Z
    PRINT FNP$(FZ,0Z);'x';FNP$(FZ,79Z);'x'
NEXT FZ
PRINT FNP$(21Z,0Z);'m';STRING$(78Z,113Z);FNP$(21Z,79Z);'j'
PRINT FNP$(1Z,1Z);'l';STRING$(76Z,113Z);FNP$(1Z,78Z);'k'
PRINT FNP$(2Z,1Z);'x';FNP$(2Z,78Z);'x'
PRINT FNP$(3Z,1Z);'m';STRING$(76Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'j'

```

```
PRINT FNP$(19%,0%);'t';STRING$(78%,113%);FNP$(19%,79%);'u'
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%);FNP$(2%,23%);&
      '??EVAPORADOR DE TRIPLE EFECTO??';OGR%;FNP$(2%,68%);DATE$(0%)
RETURN
19000 IF ERR=52 THEN RESUME 900 IF ERL=910
      RESUME 940 IF ERL=950
      RESUME 980 IF ERL=990
      RESUME 1020 IF ERL=1030
      RESUME 1050 IF ERL=1060
      RESUME 1080 IF ERL=1090
      RESUME 1110 IF ERL=1120
      RESUME 1150 IF ERL=1160
      RESUME 1190 IF ERL=1200
      RESUME 3090 IF ERL=3100
      RESUME 11030 IF ERL=11040
19010 IF ERR=28 THEN YZ=CTRLC\&
      RESUME 700
19020 RESUME 30000 IF ERR=11
19030 IF (ERR=2 OR ERR=5 OR ERR=10 OR ERR=162) THEN
      RESUME 11060 IF ERL=11070
19040 PRINT FNP$(20%,2%);'ERROR #:';ERR;' MENSAJE:';ERT$(ERR);' LINEA #:';&
      ERL
19050 ON ERROR GOTO 0
30000 PRINT FNP$(0%,0%);CHR$(155);'J'
32767 CLOSE #12%
SUBEND
```

1 SUB EVAN

```

*****
!*          PROGRAMA QUE CALCULA EL DISEÑO DE UN          *
!*          SISTEMA DE EVAPORACION DE MULTIPLE EFECTO    *
!*          PROGRAMA: EVAN.82S                             *
!* FECHA DE EDICION: 12-ABR-88                             *
!*          LUGAR: Centro de Informatica de la F.A.U.A.N.L. *
!*          AUTOR: Jorge Alberto Martinez Valdez          *
!*          VERSION: 1.00                                   *
*****
10 ON ERROR GOTO 19000
DEF FNP$(XZ,YZ)=ESC+'Y'+CHR$(32Z+XZ)+CHR$(32Z+YZ)
IGR$=ESC+'F'
OGR$=ESC+'G'
50 GOSUB 15100
DIMENSION TVT(60Z),CLT(60Z)
OPEN 'C15,3JDATOS.DAT' FOR INPUT AS FILE #10Z
FOR IZ=1Z TO 60Z
  LINPUT #10Z;LIN$
  TVT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,1Z,3Z))
  CLT(IZ)=VAL(MID$(LIN$,4Z,5Z))
NEXT IZ
CLOSE #10Z
OPEN 'TI:' AS FILE #12Z
DEF CP(Z)=1-0.008*Z
700 GOSUB 18500
PRINT FNP$(5Z,3Z);'CAPTURA DE DATOS'
PRINT FNP$(6Z,7Z);%
  'Numero de efectos {4-10}.....!'
PRINT FNP$(7Z,7Z);%
  'Alimentacion (Kg/hr).....!'
PRINT FNP$(8Z,7Z);'% de solidos'
PRINT FNP$(9Z,7Z);%
  'De la alimentacion.....!'
PRINT FNP$(10Z,7Z);%
  'Del concentrado final.....!'
PRINT FNP$(11Z,7Z);'Temperatura (oC)'
PRINT FNP$(12Z,7Z);%
  'De la alimentacion.....!'
PRINT FNP$(13Z,7Z);%
  'Del vapor.....!'
PRINT FNP$(14Z,7Z);%
  'Del concentrado final.....!'
PRINT FNP$(15Z,7Z);%
  'Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal/m2-`C-hr)''
900 NEF$=FNVT$(12Z,6Z,65Z,13Z,' ',0Z)
910 NEFZ=INT(VAL(NEF$))
GOTO 900 IF NEFZ<4Z OR NEFZ>10Z
NEF1Z=NEFZ+1Z
PRINT FNP$(2Z,2Z);TINE$(0Z)
DIM XS(NEFZ),U(NEFZ),T(NEFZ),C(NEFZ),B(NEFZ),CC(NEFZ),DT(NEFZ),H(NEFZ)
DIM A(NEFZ,NEF1Z),X(NEFZ),E(NEFZ,NEFZ),AREA(NEFZ)
930 FEED$=FNVT$(12Z,7Z,65Z,13Z,' ',0Z)
940 FEED=VAL(FEED$)

```

```

PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
FEED=1000 IF FEED=0
970 XSF$=FNVT$(12%,9%,65%,13%,',',0%)
980 XSF=VAL(XSF$)
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
GOTO 970 IF XSF<=0
1010 XSN$=FNVT$(12%,10%,65%,13%,',',0%)
1020 XS(NEFZ)=VAL(XSN$)
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
GOTO 970 IF XS(NEFZ)<=XSF
1050 TF$=FNVT$(12%,12%,65%,13%,',',0%)
1060 TF=VAL(TF$)
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
GOTO 1060 IF TF<=0
1080 TV$=FNVT$(12%,13%,65%,13%,',',0%)
1090 TV=VAL(TV$)
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
GOTO 1090 IF TV<=TF
1110 TN$=FNVT$(12%,14%,65%,13%,',',0%)
1140 T(NEFZ)=VAL(TN$)
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
GOTO 1110 IF (T(NEFZ)<=TF OR T(NEFZ)=>TV)
FOR IZ=1% TO NEFZ
PRINT FNP$(16%,7%);'Del Evaporador';IZ;FNP$(16%,25%);&
'.....;'
1180 U$=FNVT$(12%,16%,65%,13%,',',0%)
1190 U(IZ)=VAL(U$)
PRINT FNP$(2%,2%);TIME$(0%)
NEXT IZ
AREANT=0
INTENTOSZ=1%
CCF=CP(XSF)
CC(NEFZ)=CP(XS(NEFZ))
RT=TV
1270 GOSUB 18000
CLV=RC
RT=T(NEFZ)
1300 GOSUB 18000
CL(NEFZ)=RC
C(NEFZ)=FEED*XSF/XS(NEFZ)
FOR IZ=1% TO NEFZ
B(IZ)=(FEED-C(NEFZ))/3
NEXT IZ
C(1%)=FEED-B(1%)
FOR IZ=2% TO NEFZ-1%
C(IZ)=C(IZ-1%)-B(IZ)
NEXT IZ
SUMT=TV-T(NEFZ)
ACUI=0
FOR IZ=1% TO NEFZ
ACUI=ACUI+1/U(IZ)
NEXT IZ
FOR IZ=1% TO NEFZ-1%
DT(IZ)=SUMT*(1/U(IZ)/ACUI)

```

```

NEXT IZ
1540 PRINT FNP$(1BZ,40Z);INTENTOSZ;FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z)
XS(1Z)=FEED*XS/C(1Z)
CC(1Z)=CP(XS(1Z))
FOR IZ=2Z TO NEFZ-1Z
  XS(IZ)=C(IZ-1Z)*XS(IZ-1Z)/C(IZ)
  CC(IZ)=CP(XS(IZ))
NEXT IZ
T(1Z)=TV-DT(1Z)
FOR IZ=2Z TO NEFZ-1Z
  T(IZ)=T(IZ-1Z)-DT(IZ)
NEXT IZ
FOR IZ=1Z TO NEFZ-1Z
  RT=T(IZ)
1660   GOSUB 18000
  CL(IZ)=RC
NEXT IZ
HF=CCF*(TF-T(1Z))
FOR IZ=1Z TO NEFZ-1Z
  H(IZ)=CC(IZ)*(T(IZ)-T(IZ+1Z))
NEXT IZ
FOR IZ=1Z TO NEFZ
  FOR JZ=1Z TO NEF1Z
    A(IZ,JZ)=0
  NEXT JZ
NEXT IZ
A(1Z,1Z)=CLV
A(1Z,2Z)=CL(1Z)
A(2Z,2Z)=H(1Z)-CL(1Z)-CL(2Z)
A(2Z,3Z)=CL(2Z)
FOR IZ=3Z TO NEFZ-1Z
  A(IZ,IZ-1Z)=CL(IZ-1Z)
  A(IZ,IZ)=H(IZ-1Z)-CL(IZ-1Z)-CL(IZ)
  A(IZ,IZ+1Z)=CL(IZ)
NEXT IZ
A(NEFZ,NEFZ-1Z)=CL(NEFZ-1Z)
A(NEFZ,NEFZ)=H(NEFZ-1Z)-CL(NEFZ-1Z)-CL(NEFZ)
A(1Z,NEF1Z)=FEED*(CL(1Z)-HF)
A(2Z,NEF1Z)=FEED*CL(1Z)*-1
A(NEFZ,NEF1Z)=C(NEFZ)*CL(NEFZ)*-1
!INICIO DEL SISTEMA DE ECUACIONES SIMULTANEAS LINEALES
1670 FOR KZ=1Z TO NEFZ
1675 GOSUB 16000
1680 GOSUB 16100
1685 GOSUB 16200
NEXT KZ
1690 FOR ZK=1Z TO NEFZ
  X(ZK)=A(ZK,NEF1Z)
NEXT ZK
!FIN DEL SISTEMA DE ECUACIONES SIMULTANEAS LINEALES
2000 V=X(1Z)
FOR IZ=1Z TO NEFZ-1Z
  C(IZ)=X(IZ+1Z)
NEXT IZ

```

```

B(1Z)=FEED-C(1Z)
FOR IZ=2Z TO NEFZ-1Z
  B(IZ)=C(IZ-1Z)-C(IZ)
NEXT IZ
AREA(1Z)=V*CLV/(U(1Z)*(TV-T(1Z)))
FOR IZ=2Z TO NEFZ
  AREA(IZ)=B(IZ-1Z)*CL(IZ-1Z)/(U(IZ)*(T(IZ-1Z)-T(IZ)))
NEXT IZ
FOR IZ=1Z TO NEFZ
  AMED=AMED+AREA(IZ)/NEFZ
NEXT IZ
FOR IZ=2Z TO NEFZ
  GOTO 2010 IF NOT(AREA(IZ)==AMED)
NEXT IZ
GOTO 2100
2010 INTENTOSZ=INTENTOSZ+1Z
FOR IZ=1Z TO NEFZ-1Z
  DT(IZ)=DT(IZ)*AREA(IZ)/AMED
NEXT IZ
IF AREANT=AMED THEN 2100 ELSE AREANT=AMED END IF
AMED=0
GOTO 1540
2100 B(NEFZ)=C(NEFZ-1Z)-C(NEFZ)
EV=B(NEFZ)/V
3000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(4Z,36Z);'M E N U';IGR$
PRINT FNP$(5Z,36Z);'PPPPPP'
PRINT FNP$(7Z,28Z);'f1f INICIAR PROGRAMA'
PRINT FNP$(11Z,28Z);'f2f IMPRIMIR RESULTADOS'
PRINT FNP$(15Z,28Z);'f3f SALIR DEL PROGRAMA';DGR$
PRINT FNP$(20Z,25Z);'QUE OPCION [1/2/3]:'
3120 OP$=FNVT$(12Z,20Z,45Z,1Z;'1/2/3',0Z)
3130 ON VAL(OP$) GOTO 700,11000,30000
11000 GOSUB 18500
PRINT FNP$(11Z,15Z);'Numero de copias: '
PRINT FNP$(12Z,15Z);'Archivo de salida:'
11030 NCOP$=FNVT$(12Z,11Z,34Z,3Z;' ',0Z)
11040 NCOPZ=INT(VAL(NCOP$))
GOTO 3000 IF NCOPZ<1Z
11060 ASAL$=FNVT$(12Z,12Z,34Z,30Z;' ',0Z)
GOTO 11030 IF ASAL$=' '
11070 OPEN ASAL$ FOR OUTPUT AS FILE #1Z
FOR COPZ=1Z TO NCOPZ
PRINT FNP$(20Z,28Z);'IMPRIMIENDOSE COPIA #';COPZ;FNP$(2Z,2Z);&
TIME$(0Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(5Z);'ARCHIVO: ';ASAL$
PRINT #1Z;TAB(5Z);'EVA - SUBMODULO EVAN';TAB(55Z);DATE$(0Z);&
TAB(70Z);TIME$(0Z)
PRINT #1Z;TAB(22Z);'Sistema de Evaporacion de '#NEFZ;' Efectos'
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z

```



```

PRINT #1Z;TAB(28Z);'A L I M E N T A C I O N'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Flujo:                ' ;FEED; ' Kg/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'% de solidos:         ' ;XS;  ' %'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:          ' ;TF;  ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Capacidad calorifica: ' ;CC;  ' Kcal/kg-oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(35Z);'V A P O R'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Flujo:                ' ;V;   ' Kg/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:          ' ;TV;  ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Calor latente:        ' ;CLV; ' Kcal/kg'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
FOR IZ=1Z TO NEFZ-1Z
  PRINT #1Z
  PRINT #1Z;TAB(33Z);'E F E C T O ' ;IZ
  PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'Concentrado:         ' ;C(IZ); ' Kg/hr'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'% de solidos:        ' ;XS(IZ); '%'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'Capacidad calorifica: ' ;CC(IZ); %
    ' Kcal/kg-oC'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'Vapor desprendido:   ' ;B(IZ); ' Kg/hr'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'Calor latente:       ' ;CL(IZ); ' Kcal/kg'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:         ' ;T(IZ); ' oC'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'Entalpia:            ' ;H(IZ); ' Kcal/kg'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'Coef. de transf.:    ' ;U(IZ); %
    ' Kcal/m2-oC-hr'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);'Area de transf.:     ' ;AREA(IZ); ' M2'
  PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
NEXT IZ
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(33Z);'E F E C T O ' ;NEFZ
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Concentrado:         ' ;C(NEFZ); ' Kg/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'% de solidos:        ' ;XS(NEFZ); '%'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Capacidad calorifica: ' ;CC(NEFZ); ' Kcal/kg-oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Vapor desprendido:   ' ;B(NEFZ); ' Kg/hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Calor latente:       ' ;CL(NEFZ); ' Kcal/kg'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Temperatura:         ' ;T(NEFZ); ' oC'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Coef. de transf.:    ' ;U(NEFZ); %
    ' Kcal/m2-oC-hr'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Area de transf.       ' ;AREA(NEFZ); ' M2'
PRINT #1Z;TAB(5Z);STRING$(70Z,45Z)
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Area media de transferencia de calor:' ;AMED; %
    ' M2'
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Economia de vapor:' ;EV
PRINT #1Z;TAB(5Z);'Se realizaron ' ;INTENTOSZ; ' intentos'
PRINT #1Z;CHR$(12Z)
NEXT COPZ
CLOSE #1Z

```

```

      GOTO 3000
15100 DEF FNVT$(TTZ,RZ,CZ,LONZ,VALORE$,SWCZ)
      GOTO 15130 IF SWCZ=1Z
15120 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ,32Z)
      PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);' ';STRING$(LONZ,32Z);' '
15130 DATO$=''
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(RZ,CZ);
      FOR CCZ=CZ TO CZ+LONZ-1Z
15140     GZ=ONECHR(TTZ)
           GET #TTZ
           MOVE FROM #TTZ,CAR#=1Z
           GOTO 15140 IF ASCII(CAR#)=3Z
           GOTO 15160 IF ASCII(CAR#)=13Z
           IF ASCII(CAR#)=127Z THEN CCZ=CCZ-1Z IF CCZ<>CZ
           PRINT FNP$(RZ,CCZ);' ';FNP$(RZ,CCZ);
           DATO$=LEFT$(DATO$,LEN(DATO$)-1Z)
           GOTO 15140
15150     DATO$=DATO$+CAR#
      NEXT CCZ
15160 DATO$=EDIT$(DATO$,4Z)
      GOTO 15200 IF DATO$='' IF (SWCZ=1Z OR VALORE$='')
      GOTO 15180 IF DATO$<>' ' IF VALORE$=''
      IF INSTR(1Z,VALORE$,DATO$)=0Z THEN PRINT FNP$(RZ,CZ);REL
      GOTO 15120
15180 PRINT FNP$(RZ,CZ-1Z);STRING$(LONZ+2Z,32Z);FNP$(RZ,CZ);DATO$
15200 FNVT$=DATO$
      FNEND
      RETURN
16000 !RUTINA QUE ENCUENTRA LA FILA J TAL QUE ABS(A(M,K)) SEA MAXIMO PARA
      !A(K,K), A(K+1,K), ..., A(N,K)
16010 MZ=KZ
      KKZ=KZ+1Z
      FOR IZ=KKZ TO NEFZ
          MZ=IZ IF ABS(A(MZ,KZ))<ABS(A(JZ,KZ))
      NEXT IZ
16020 RETURN
16100 !RUTINA QUE INTERCAMBIA LA FILA K POR LA FILA M
16110 GOTO 16120 IF MZ=KZ
      FOR JZ=1Z TO NEF1Z
          T=A(KZ,JZ)
          A(KZ,JZ)=A(MZ,JZ)
          A(MZ,JZ)=T
      NEXT JZ
16120 RETURN
16200 !RUTINA QUE HACE PIVOTE IGUAL A 1 MULTIPLICANDO LA FILA POR 1/A(K,K)
16210 M=1/A(KZ,KZ)
      FOR PZ=1Z TO NEF1Z
          A(KZ,PZ)=M*A(KZ,PZ)
      NEXT PZ
16220 !HACEMOS CERO LA COLUMNA DEL PIVOTE CON EXCEPCION DE LA DEL PIVOTE
16230 FOR IZ=1Z TO NEFZ
      GOTO 16240 IF IZ=KZ
      M=-A(IZ,KZ)
      FOR JZ=1Z TO NEF1Z

```

```

      A(IZ,JZ)=A(IZ,JZ)+M*A(KZ,JZ)
    NEXT JZ
16240 NEXT IZ
16250 RETURN
18000 RC=0
      FOR DZ=1Z TO 60Z
        IF RT=TVT(DZ) THEN RC=CLT(DZ)\&
          GOTO 18100
18030   IF RT<TVT(DZ) AND RT>TVT(1Z) THEN
          RC=CLT(DZ-1Z)+(CLT(DZ)-CLT(DZ-1Z))*&
            (RT-TVT(DZ-1Z))/(TVT(DZ)-TVT(DZ-1Z))\&
          GOTO 18100
18040 NEXT DZ
      RC=-0.6597448*RT+600.169 IF RC=0
18100 RETURN
18500 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
      PRINT IGR$;FNP$(0Z,0Z);'l';STRING$(78Z,113Z);FNP$(0Z,79Z);'k'
      FOR FZ=1Z TO 20Z
        PRINT FNP$(FZ,0Z);'x';FNP$(FZ,79Z);'x'
      NEXT FZ
      PRINT FNP$(21Z,0Z);'m';STRING$(78Z,113Z);FNP$(21Z,79Z);'j'
      PRINT FNP$(1Z,1Z);'l';STRING$(76Z,113Z);FNP$(1Z,78Z);'k'
      PRINT FNP$(2Z,1Z);'x';FNP$(2Z,78Z);'x'
      PRINT FNP$(3Z,1Z);'m';STRING$(76Z,113Z);FNP$(3Z,78Z);'j'
      PRINT FNP$(19Z,0Z);'t';STRING$(78Z,113Z);FNP$(19Z,79Z);'u'
      PRINT FNP$(2Z,2Z);TIME$(0Z);FNP$(2Z,22Z);&
        'fffEVAPORADORES DE MULTIPLE EFECTOfff';OGR$;FNP$(2Z,68Z);&
        DATE$(0Z)
      RETURN
19000 IF ERR=52 THEN RESUME 900 IF ERL=910
          RESUME 930 IF ERL=940
          RESUME 970 IF ERL=980
          RESUME 1010 IF ERL=1020
          RESUME 1050 IF ERL=1060
          RESUME 1080 IF ERL=1090
          RESUME 1110 IF ERL=1140
          RESUME 1180 IF ERL=1190
19010 IF ERR=28 THEN YZ=CTRLC\&
          RESUME 700
19020 RESUME 30000 IF ERR=11
19030 IF (ERR=2 OR ERR=5 OR ERR=10 OR ERR=162) THEN
          RESUME 11060 IF ERL=11070
19040 IF ERR=126 THEN RESUME 900 IF ERL=910
19050 PRINT FNP$(20Z,2Z);'ERROR #:';ERR;' MENSAJE:';ERT$(ERR);' LINEA #:';&
      ERL
19060 ON ERROR GOTO 0
30000 PRINT FNP$(0Z,0Z);CHR$(155Z);'J'
32767 CLOSE #12Z
      SUBEND

```

MANUAL DE AYUDA PARA EL SISTEMA DE EVAPORACION

Este sistema consta de 1 programa principal y 7 subprogramas, a continuación se da la descripción del sistema.

Para poder usar el sistema, se requiere de tener un número de cuenta y una clave de acceso, los cuales son proporcionados por el departamento de informática de la Facultad de Astronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Como primer paso se tiene que dar de alta el sistema de la siguiente manera:

- 1.- Cerciorarse que la máquina no esté dada de alta, esto se logra tecleando el comando [LO].
- 2.- Teclear el comando [HELLO] y <RETURN> el cual indica al sistema que va a ser accedido, el sistema de la máquina contesta de la siguiente manera:

Account or name: [s,m] <RETURN>

donde [s,m] es el número de cuenta.

Password: [clave de acceso] <RETURN>

al teclear la clave de acceso no aparece en pantalla, esto con el fin de proporcionar seguridad al usuario.

Posteriormente se corre el programa tecleando el siguiente comando:

RUN DL1:C15,3JMAIN <RETURN>

A continuación aparecerán en pantalla las siguientes opciones:

- 1.- Balance de materia
- 2.- Conversion de unidades
- 4.- Evaporación de simple efecto

- 5.- Evaporación de doble efecto
- 6.- Evaporación de triple efecto
- 7.- Evaporación de múltiple efecto
- 8.- Salir del sistema

si desea trabajar con cualquiera de estas opciones, solo se presiona el número de la opción. A continuación se presenta la manera de usar cada opción:

Balance de materia.

Este módulo despliega los posibles valores que se desean obtener dentro de un balance simple de materia del tipo paralelo o contracorriente. Se teclea el número de las incógnitas que se desean y el cursor se posiciona en cada una de las variables que se deben de tener para poder realizar el cálculo. Después de dar los datos, la máquina despliega los resultados y pregunta si se desea otra opción; en caso de que ya no se quiera trabajar con balances de materia se presiona la tecla <RETURN>.

Conversión de unidades.

Este módulo realiza conversiones de los siguientes tipos de unidades:

- 1.- Longitud
- 2.- Área
- 3.- Volumen
- 4.- Masa
- 5.- Densidad
- 6.- Velocidad
- 7.- Fuerza
- 8.- Presión
- 9.- Energía
- 10.- Potencia

- 11.- Capacidad calorífica
- 12.- Coeficiente de transferencia de calor
- 13.- Temperatura

En este programa se selecciona el número del tipo de unidad que se requiera y aparecerán en pantalla las unidades de cada sistema del tipo de unidad seleccionado. Posteriormente se selecciona el número de la unidad en que se tiene el dato y después se tecléa el valor seguido de la tecla <RETURN>.

Si ya no se quiere trabajar con el tipo de unidad seleccionado, se tecléa dos veces el cero para regresar al menú principal de unidades. Si se quiere salir del sistema de unidades completamente se vuelve a tecléar dos veces el cero.

Propiedades del agua.

El subprograma de propiedades del agua nos proporciona, como su nombre lo indica, las propiedades del agua líquida y del vapor de agua saturado. Se obtiene la información proporcionándole al programa cualquiera de las siguientes propiedades:

- 1.- Temperatura
- 2.- Presión de vapor
- 3.- Volumen específico (líquido)
- 4.- Volumen específico (vapor)
- 5.- Entalpía (líquido)
- 6.- Calor latente
- 7.- Entalpía (vapor saturado)

y nos da el resto de las propiedades equivalentes de acuerdo a las variables anteriores.

Evaporación de simple, doble, triple y múltiple efecto.

Estos programas son muy similares, difieren únicamente en el número de efectos. Para realizar el diseño de un evaporador se requiere del flujo de alimentación (si no se tiene, se toma como base de cálculo 1000), el porcentaje de sólidos de la alimentación y del concentrado final, la temperatura de la alimentación, del vapor y del concentrado final, y los coeficientes globales de cada uno de los evaporadores. Las unidades se dan en sistema internacional. Si se desea cambiar un dato después de haberlos capturado, se presiona el número del dato a cambiar, si los datos fueron correctos se presiona la tecla <RETURN>.

Después aparecen las siguientes opciones:

- 1.- Iniciar programas
- 2.- Resultados
- 3.- Imprimir resultados
- 4.- Cambiar datos
- 5.- Salir del programa

La opción 1 se utiliza en el caso de que se quiera realizar un diseño con datos completamente diferentes, la opción 2 despliega los resultados por pantalla presentando la siguiente nomenclatura:

F = Alimentación

XSF = % de sólidos de la alimentación

XS1, XS2, etc. = % de sólidos del concentrado que sale de cada efecto

TV = Temperatura del vapor

TF = Temperatura de la alimentación

T1, T2, etc. = Temperatura de la cámara de cada efecto

V = Flujo de vapor que entra al primer evaporador

CPF = Capacidad calorífica de la alimentación

CP1, CP2, etc. = La capacidad calorífica del concentrado que sale de cada efecto.

B1, B2, etc. = Cantidad de vapor que sale de cada efecto

C1, C2, etc. = Concentrado que sale de cada efecto

A1, A2, etc. = Area de transferencia de calor de cada evaporador.

La opción 3 manda los resultados a impresora o a un archivo, si es a impresora se tecléa TT10!, en caso de ser a un archivo se le da el nombre del archivo con el siguiente formato Nombre.LST, donde Nombre no debe ser mayor de 8 letras.

La opción 4 cambia alguno de los datos de entrada y con la opción 5 se sale del sistema.

La opción de evaporadores de múltiple efecto difiere de los otros en que en los datos de entrada se presunta por el número de efectos y solo tiene las opciones 1, 3 y 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de evaporación estuvo probado en si mismo para ser una muy flexible y poderosa herramienta computacional para análisis de evaporadores. Esta capacitado para situaciones de diseño, analisis de ejecución y problemas de prueba. El sistema de computación ha sido desarrollado para resolver el diseño de problemas de evaporación para un arbitrario número de efectos, el cual hace accesible el proceso de ingeniería para realizar un rápido y preciso análisis de evaporación.

En base a los resultados encontrados en el presente trabajo se recomienda se considere lo siguiente:

- 1.- Es preferible considerar a la computadora y al programa como instrumentos que permiten después de adquirir alguna experiencia, resolver con mayor rapidez problemas complejos, y que no siempre ahorran tiempo y evitan complicaciones en los problemas simples.
- 2.- Las computadoras modernas de alta velocidad pueden eliminar cálculos rutinarios repetitivos y tediosos que resultarían muy laboriosos con una calculadora.
- 3.- Las computadores son esencialmente a pruebas de errores numericos una vez que se ha revisado y revisado los programas.
- 4.- Los programas de evaporación realizados no se puede aplicar a procesos en los que intervenga la elevación del punto de ebullición ni la carga hidrostática, ya que no son consideradas en los programas por la falta de equipo para determinarlos.
- 5.- El sistema es aplicable solamente para evaporadores con flujo paralelo y hacia adelante, ya que es el tipo de alimentación más común.

- 6.- Queda abierta la posibilidad de realizar un sistema que realice cálculos de los coeficientes de transferencia de calor lo cual aumentaría la efectividad del cálculo.
- 7.- A la larga el sistema se podría modificar y adaptarlo a equipo más avanzado para control de procesos por medio de sensores que determinen las variables necesarias para el análisis.

RESUMEN

En la presente investigación se trata de obtener información básica referente al diseño de evaporadores tubulares, para su posterior implementación computacional. Para ello se utilizó el método de aproximaciones sucesivas. Esta práctica se llevo a cabo en el Centro de Informática de la Facultad de Astronomía de la U.A.N.L., en el Municipio de Marín, N.L. Se utilizó el lenguaje computacional BASIC-Plus-2, por ser más flexible y fácil de manejar.

Los valores que deben obtenerse al efectuar los cálculos de un sistema de evaporación suelen ser el área de la superficie de calentamiento en cada efecto, los kilogramos de vapor de agua por hora que deben suministrarse y la cantidad de vapor que sale de cada efecto.

Los valores conocidos son casi siempre los siguientes:

- 1.- Temperatura de vapor de agua en el primer efecto,
- 2.- Temperatura final en el espacio de vapor en el último efecto,
- 3.- Condiciones de alimentación y flujo en el primer efecto,
- 4.- Concentración final del líquido que sale del último efecto y
- 5.- Coeficientes totales de transferencia de calor en cada efecto.

Los programas de evaporación son diseñados como un sistema modular de ecuaciones simultáneas. Es generada una descripción matemática de el problema por los programas para recolectar el modelo de ecuaciones para cada unidad de operación y las restricciones de operación. El conjunto de ecuaciones es resuelto por el método de solución simultánea.

Cada unidad de evaporación tiene un conjunto similar de ecuaciones que representan su operación, las cuales representan los balances de materia y energía, las variables de transferencia de calor y las propiedades de las

variaciones físicas que describen la operación de la unidad. La ejecución del programa de evaporación colecta todas las ecuaciones del modelo en un gran conjunto el cual es entonces una representación matemática de el sistema total.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Anónimo. 1979. User guide LA120. Digital equipment corporation.
- (2) Anónimo. 1983. RSX-11M / M-PLUS. Utilities manual. Digital equipment corporation.
- (3) Anónimo. 1984. BASIC reference manual. Master index. Digital equipment corporation.
- (4) Anónimo. 1984. BASIC user's guide. Digital equipment corporation.
- (5) Foust, A.S., et al. 1983. Principios de operaciones unitarias. Compañía editorial continental, S. A. de C. V. p. 15-16
- (6) Gámez, B.M. y A.A., Menéndez, s.s. Evaporación de doble efecto "tipo canasta": (diseño, construcción y operación). Tesis, Facultad de ciencias químicas.
- (7) Geankoplis C.J. 1982. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Compañía editorial continental, S.A. de C.V. p. 17-18, 177-178, 405-407, 412, 415-416, 420-422
- (8) Himmelblau, D.K. 1978. Principios y calculos basicos de la ingeniería química. Compañía editorial continental, S. A. de C. V. p. 66-68
- (9) McCabe, W.L. y J.C. Smith. 1978. Operaciones basicas de ingeniería química. Editorial Reverté, S. A. p. 1-2, 381, 467-468, 473-474, 489
- (10) Nie, N.H. y C. H. Hull. 1980. SPSS-11. McGraw-Hill book company.
- (11) Nishitani H, y E. Kunusita. 1979. The optimal flow-Pattern of multiple effect evaporator systems. Computers & chemical engineering, 3:261-268
- (12) Perry J.H. 1976. Manual del ingeniero químico. Tomo I. McGraw-Hill

book company, p. 767, 775-778, 782-783

- (13) Perches D.S. 1956. Diseño y construcción de un evaporador de tubos largos. Tesis. Facultad de ciencias químicas.
- (14) Poole, L., M. Borchers y K. Koessel. 1983. Algunos programas de uso comun en basic. Edición TRS-80 nivel II. Osborne/Mc Graw-Hill p. 82:83
- (15) Shewchuk, C.F., S.J. Waite y R.A. Hinton. 1980. A practical user-oriented computer program for evaporator analysis. The american institute of chemical engineers. 76:143-158
- (16) Shoemaker, Charles F. 1981. Communication between the physical world and the digital domain of the computer. Food technology. p. 35:91
- (17) Valiente A. y R.P. Stivalet. 1981. Problemas de balance de energia. Editorial Alhambra mexicana, S. A.
- (18) Valiente A. y R.P. Stivalet. 1981. Problemas de balance de materia. Editorial Alhambra mexicana, S. A. p. 89-98
- (19) Zwass Valdimir. 1986. Introduccion a la ciencia de la computación. Compañia editorial continental, S. A. de C. V. p. 22

