



300618  
18  
29

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**ESCUELA DE QUIMICA**  
**Incorporada a la U.N.A.M.**

**SIMULADOR MODULAR SECUENCIAL DE PROCESOS  
PARA APOYO A LA ENSEÑANZA  
DE INGENIERIA QUIMICA**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERIA QUIMICA**

**P R E S E N T A:**

**Francisco Rafael Payro Cravioto**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**M. C. JAIME TORAL GARIBAY**

**MEXICO, D. F.,**

**MAYO 1968**

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	PAGINA
I INTRODUCCION .....	1
II GENERALIDADES .....	4
1) Simulación de Procesos.....	4
2) Clasificación.....	4
a) Estacionaria vs. dinámica.	
b) Especificos vs. propósitos generales.	
c) Modular vs. global	
d) Determinística vs. estocástica	
e) Discreta vs. continua	
3) Simulación modular.....	7
a) Simultánea.	
b) Secuencial.	
4) Estructura del simulador modular-secuencial.....	7
a) Suministro de información.	
b) Procesamiento preliminar.	
c) Programa ejecutivo.	
d) Módulos unitarios.	
e) Paquete termodinámico.	
f) Cálculo de las corrientes de recirculación.	
g) Bloque de control.	
h) Optimización.	
III PROGRAMA DE SIMULACION DE PROCESOS.....	15
1) Estructura y funcionamiento del simulador.....	15
2) Módulos unitarios elementales.....	17
a) MEZ	
b) DIV	
c) SEP y SEI	
d) REA	
e) EXP y FLA	
f) ICQ e ICT	
g) ITR	

3) Simulación de procesos empleando los módulos unitarios.....	27
a) Representación de diagramas de flujo de proceso mediante los módulos unitarios.	
b) Corte y convergencia de corrientes:	
- Obtención del número mínimo de corrientes de corte.	
- Obtención del orden de iteración.	
c) Módulo CONVER.	
4) Paquete Termodinámico.....	40
+ Propiedades:	
a) K de equilibrio	
b) Calor latente de evaporación	
c) Entalpia	
+ Servicios:	
a) Subprogramas FI1, FI2 y FI3	
b) Subprograma FA1	
5) Banco de datos.....	46
 IV MANUAL DE USUARIO.....	 49
1) Etapa previa a la simulación.....	49
a) Información requerida.	
b) Diagrama de flujo de simulación.	
c) Identificación de corrientes de corte.	
d) Secuencia de cálculo.	
2) Sistema SIMUL.....	55
a) Menú Principal.	
b) Banco de datos.	
c) Simulación de procesos.	
d) Menú de opciones al terminar el cálculo.	
e) Casos de estudio.	
 V EJEMPLOS DE APLICACION.....	 81

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
ANEXO A Organización de la información empleada por el sistema.....	90
ANEXO B Banco de datos.....	93
ANEXO C Listado del Programa.....	96
ANEXO D Secuencia de pantallas menú del sistema "SIMUL"...	118
BIBLIOGRAFIA.....	119

## I INTRODUCCION

Hoy en día la simulación de procesos por computadora se ha convertido en una herramienta muy importante tanto para la industria como para la enseñanza de la Ingeniería Química.

El empleo de simuladores durante el desarrollo de proyectos industriales ha dado como resultado mejores alternativas de diseño y control de proyectos, a un menor costo.

En el campo de la educación, los simuladores se utilizan para enseñar Simulación de Procesos y como apoyo para otras materias tales como Balance de Materia, Balance de Energía, Operaciones Unitarias e Ingeniería de Procesos.

La utilidad de estos programas o sistemas de simulación por computadora es que proporcionan al usuario la posibilidad de evaluar el comportamiento de un proceso bajo distintas condiciones de operación. Para el profesionista el simulador es una herramienta que le simplifica la selección de alternativas, la optimización y la síntesis de procesos (ver figura 1.1).

Con el uso de los simuladores en el campo de la educación, el estudiante se puede dar cuenta de lo que sucede cuando modifica alguna de las variables que controlan a un proceso; con lo cual se le facilita la comprensión y asimila más fácilmente las operaciones y procesos. En este campo el simulador también es empleado para la capacitación de obreros y profesionistas.

El desarrollo de la Simulación aplicada a procesos químicos se inició a mediados de los años 50's y el primer simulador fue publicado en 1958. A mediados de los años 60's se implementó una estructuración de simuladores que sigue siendo popular hoy en día; se trata de la simulación modular. De acuerdo a este enfoque cualquier diagrama de flujo de proceso químico puede ser representado mediante una serie de módulos matemáticos unitarios que se entrelazan para formar redes.

El objetivo de este trabajo es el desarrollar un simulador modular secuencial que le sirva de apoyo al alumno en el aprendizaje de la Ingeniería Química.

La estructura modular es la más adecuada para satisfacer las necesidades del alumno debido a la flexibilidad que ofrece de poder simular diversos procesos.

Este programa no pretende llevar a cabo simulaciones rigurosas de procesos. El propósito de este simulador es el establecer una estructura que sea de fácil manejo y comprensión, de manera que los

estudiantes puedan elaborar módulos propios, para anexar a este programa. Por esta razón es que este programa está diseñado para operar en computadoras personales (compatibles con IBM) y está hecho en lenguaje BASIC.

Otro objetivo de este trabajo es el dar una explicación básica de todo lo que es necesario saber para poder simular un proceso mediante un sistema de simulación modular secuencial.

Si una Universidad quiere contar con un simulador de procesos tiene dos alternativas: la primera es adquirir alguno de los simuladores que se ofrecen en el mercado, lo cual significa un desembolso considerable primero para el paquete y posteriormente para las actualizaciones de este paquete. La segunda alternativa es el formar un equipo de trabajo en el cual estudiantes y tesisistas vayan desarrollando y actualizando su propio simulador.

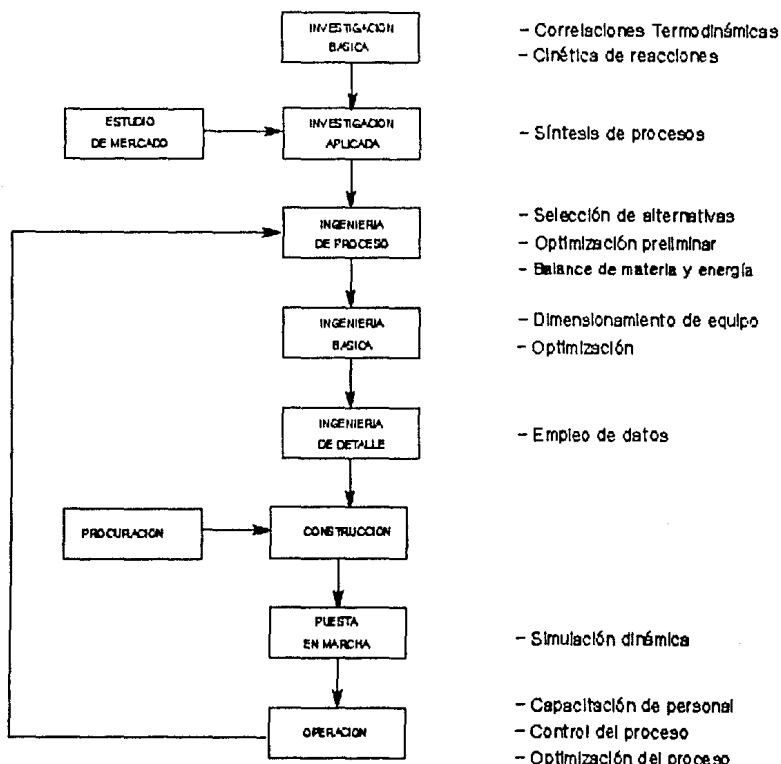


FIGURA 1.1 EMPLEO DE SISTEMAS DE SIMULACION EN PROYECTOS INDUSTRIALES



## II GENERALIDADES

### 1. SIMULACION DE PROCESOS

La simulación de procesos es la representación de un proceso químico mediante un modelo matemático, el cual al ser solucionado proporciona información acerca del funcionamiento del proceso (7). Este modelo matemático generalmente se programa dentro de una computadora que se encarga de resolverlo. A este programa se le conoce como "sistema de simulación".

### 2. CLASIFICACION (figura 2.1)

#### a) Simulación estacionaria vs. simulación dinámica:

Los procesos químicos pueden clasificarse como intermitentes, continuos o semi-intermitentes, y ya sea como en régimen permanente o en régimen transitorio (3).

- Proceso intermitente: Se carga la alimentación a un sistema al inicio del proceso, eliminándose los productos de una sola vez algún tiempo después.
- Proceso continuo: Las entradas y salidas fluyen continuamente durante toda la duración del proceso.
- Proceso semi-intermitente: Las entradas son casi instantáneas, mientras que las salidas son continuas, o viceversa.

Si los valores de todas las variables de un proceso (o sea, todas las temperaturas, presiones, volúmenes, flujos, etc.) no sufren modificaciones a lo largo del tiempo, a excepción de posibles pequeñas fluctuaciones alrededor de valores medios constantes, se dice que el proceso está operando a régimen permanente. La simulación estacionaria se encarga de simular este tipo de procesos.

Si alguna de las variables de proceso cambia su valor con el tiempo, se dice que existe una operación transiente o en régimen transitorio. Para simular este tipo de procesos se utiliza la simulación dinámica. Este tipo de simulación es la más complicada y cara de las dos.

**b) Específicos vs. de propósitos generales:**

Los sistemas de simulación específicos se utilizan para predecir el funcionamiento o el diseño de un proceso en particular con un diagrama de flujo determinado. Sus ventajas son: tiempo de cálculo relativamente corto, no requiere mucha capacidad de memoria y requiere de poca información por parte del usuario para correr el programa. Este tipo de simuladores solo pueden simular el proceso para el cual fueron diseñados y cuentan con muy poca flexibilidad, esto es, su habilidad de evaluar rápida y fácilmente cambios en el proceso es muy limitada.

El tipo de simulación más aceptada es la de propósitos generales. Estos simuladores están diseñados de manera que puedan simular diversos procesos.

Los sistemas de simulación de propósitos generales son más caros de desarrollar que un simulador específico; además de que requieren mayor capacidad de memoria, más información por parte del usuario, y la precisión de la convergencia en recirculaciones es tardada y no es muy exacta. Sin embargo, la posibilidad de revisar el diagrama de flujo del proceso y de manejar un amplio rango de plantas, reduce significativamente el costo por evaluación.

**c) Enfoque modular vs. global:**

El enfoque global de resolución es empleado por los simuladores específicos. Debido a que este tipo de simulación se maneja como un problema matemático que tiene completamente definidas sus ecuaciones y sus incógnitas, la solución se puede lograr de una manera muy eficiente.

En general el enfoque modular es empleado por los simuladores de propósitos generales. En este enfoque cada paso del proceso químico es representado por un modelo matemático aislado conocido como "módulo unitario". Los módulos unitarios se conectan por arreglos de datos que representan a las corrientes entre las unidades de la planta. Un programa "ejecutivo" supervisa el flujo de información entre los módulos.

La ventaja que proporciona este enfoque, es la flexibilidad del sistema para poder simular diversos procesos, y de poder evaluar cualquier cambio en el diagrama de flujo del proceso de una manera muy sencilla.

**d) Simulación determinística vs. estocástica:**

La solución a un modelo puede considerarse determinística o estocástica. Es determinística cuando la solución es un valor

## CLASIFICACION DE LOS SIMULADORES

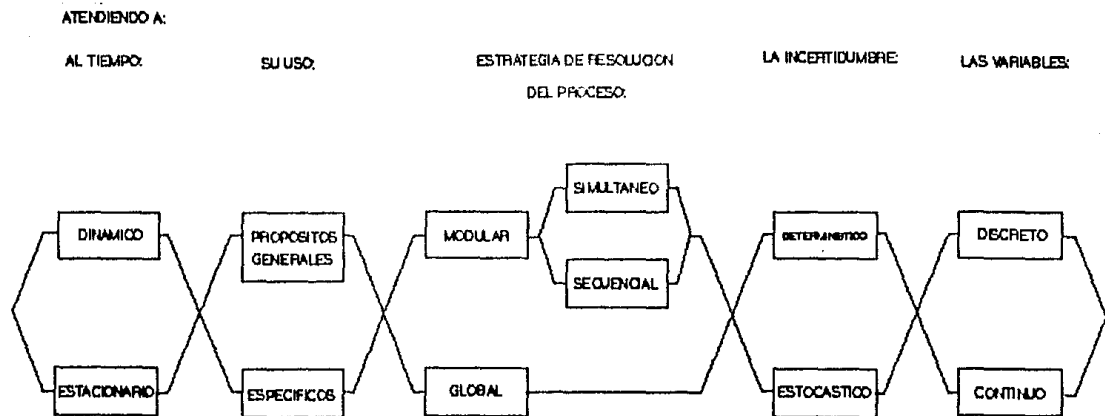


FIG 2.1

determinado. El caso estocástico es cuando la solución se encuentra dentro de una región y está regida por las leyes de la probabilidad. Por ejemplo, mientras que el simulador determinístico indica que el resultado a un determinado problema es 95°C, el simulador estocástico indica que la solución muestra una distribución normal con una media de 95°C y una distribución estándar de 3°C. La mayor parte de los simuladores de procesos son determinísticos.

e) Discreta vs. continua:

De acuerdo a la forma en que se comportan las variables que maneja un simulador se puede clasificar en discretos ó continuos. Por ejemplo, mientras que la temperatura puede tomar cualquier valor dentro del rango de operación del proceso (variable continua); los diámetros de tubería solo pueden tomar los valores disponibles comercialmente (variable discreta).

### 3. SIMULACION MODULAR

En este tipo de simuladores se distinguen dos enfoques para resolver las ecuaciones del modelo matemático:

- a) El enfoque Simultáneo, en el cual las corrientes de recirculación (variables de corte) se hacen converger en forma simultánea.
- b) El enfoque Secuencial, en el cual a partir del valor de las variables que describen a las corrientes de entrada, y de los parámetros de diseño para cada unidad, se obtienen las variables de la corriente de salida. En este último enfoque es en el que se basan la mayoría de los sistemas de simulación actuales (1).

El sistema de simulación desarrollado en este trabajo se puede clasificar de la siguiente manera: Simulador de propósitos generales, estacionario, modular-secuencial, determinístico, continuo. En adelante cuando se mencione el término simulador, se trata de este tipo de simuladores.

### 4. ESTRUCTURA DEL SIMULADOR MODULAR-SECUENCIAL

Los sistemas de simulación de proceso generalmente están organizados como se muestra en la figura 2.2.

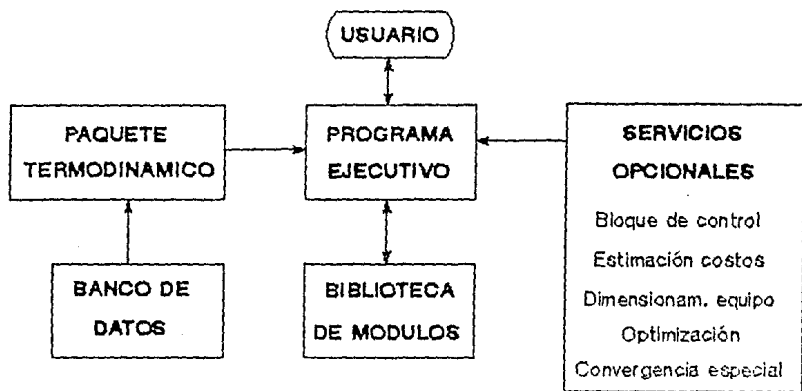


FIGURA 2.2 Organización de un sistema de simulación

Para iniciar la simulación el usuario le define el proceso a la computadora. La información que el programa requiere es la topología del proceso, los parámetros de diseño o de operación de cada unidad, la composición y estado físico de las corrientes de alimentación y en ocasiones la secuencia de cálculo. Toda esta información es almacenada y transferida al programa ejecutivo.

El programa ejecutivo, se encarga de ir llamando las subrutinas de cada módulo unitario, de acuerdo a la secuencia de cálculo que tiene almacenada. Cuando se encuentra una corriente de reflujo, el programa ejecutivo emplea un valor estimado para esta corriente y utiliza un método iterativo para hacer converger dicha corriente.

Las subrutinas de los módulos unitarios se encargan de evaluar las condiciones de salida de cada unidad a partir de la información de entrada. Para este cálculo se requiere conocer las propiedades físicas y termodinámicas de cada corriente. Esta información es obtenida del paquete termodinámico que cuenta con rutinas y correlaciones para evaluar las propiedades de las corrientes a partir de las propiedades de los componentes puros que están almacenadas en un banco de datos.

Después de que el proceso químico ha sido calculado por completo, se genera un reporte de resultados que muestre en forma sencilla los resultados al problema de simulación propuesto.

A continuación se presenta una descripción de cada etapa:

#### a) Suministro de Información

En esta etapa el usuario debe proporcionarle al sistema la siguiente información:

- 1) Topología del proceso, esto es, definirle a la computadora el diagrama de flujo del proceso mediante información que ella pueda interpretar. En la sección 2c del capítulo IV veremos como se hace esto.
- 2) Información de todas las corrientes que entren al proces, incluyendo información para calcular las propiedades termodinámicas de los componentes (si es que no se encuentran en el banco de datos del sistema); y a veces se requiere un valor supuesto para las corrientes de recirculación.
- 3) Parámetros de diseño de cada unidad.

- 4) Criterio de Convergencia.
- 5) Secuencia de cálculo.
- 6) Parámetros de costo y criterio de optimización (cuando se requieran).

Por su parte el programa se encarga de almacenar toda esta información para ser empleada en las siguientes etapas.

#### b) Procesamiento preliminar

Esta etapa la lleva a cabo el programa y puede incluir las siguientes tareas:

- Obtención de la información necesaria para el cálculo de las propiedades termodinámicas de los componentes involucrados en el proceso. Esta información debe estar almacenada en el banco de datos.
- Análisis de las variables suministradas por el usuario para las corrientes de entrada y algunas veces llevar a cabo estimaciones especiales de determinadas variables (entalpía de la corriente por ejemplo).
- Determinación de la secuencia de cálculo; en caso de que el programa cuente con una subrutina especial para obtener dicha secuencia.

#### c) Programa Ejecutivo:

La principal función de este programa es, como ya se dijo, la de ir llamando las subrutinas de los módulos unitarios que indique la secuencia de cálculo.

Hay ocasiones en que no se puede tener el sistema de simulación completo en la memoria principal de la computadora. En esos casos el programa ejecutivo se encarga de llamar a la memoria principal únicamente a las subrutinas de los módulos unitarios involucrados en el proceso, lo que hace posible que el sistema funcione.

#### d) Módulos Unitarios

Estos módulos están diseñados de manera que se puedan cubrir la mayoría de las operaciones que uno pueda encontrar en un proceso químico típico. Funcionan de tal manera que calculan las

corrientes de salida a partir de la información de las corrientes de entrada y de los parámetros de diseño de la unidad.

La tarea primordial de los módulos unitarios es llevar a cabo el balance de materia y energía para cada unidad del proceso.

Los sistemas de simulación generalmente incluyen una biblioteca básica de módulos unitarios (tabla 2.1), que permite simular casi cualquier proceso a un nivel elemental.

#### e) Paquete Termodinámico

Los módulos de la biblioteca básica necesitan para su funcionamiento, los servicios que lleva a cabo el paquete termodinámico (tabla 2.2). Estos servicios son llamados por los módulos unitarios cada vez que son requeridos.

El requisito crítico de los sistemas de simulación de uso industrial es la precisión de los métodos empleados para estimar las propiedades físicas y termodinámicas de las corrientes del proceso. El usuario académico no es tan exigente en este aspecto debido a que el simulador se emplea para proyectos escolares y no para investigación.

El paquete termodinámico se genera a partir de ecuaciones de correlación como pueden ser una ecuación de estado o una ecuación en base al coeficiente de actividad o a la presión de vapor.

Para el cálculo de las propiedades básicas (tabla 2.2), este paquete cuenta con el apoyo de un banco de datos que contiene la información requerida para el cálculo de las propiedades del componente puro (por ejemplo los coeficientes de Antoine para la presión de vapor).

Para calcular algunos de los servicios que presta el paquete termodinámico se requiere emplear métodos numéricos (por ejemplo el cálculo de la temperatura de rocío o de burbuja de una mezcla de multicomponentes).

#### f) Cálculo de las corrientes de recirculación

Cuando en un diagrama de flujo existe una corriente de recirculación, se requiere aplicar un método iterativo para el cálculo de esta. Este método iterativo está programado dentro de un módulo unitario especial, que se coloca dentro del diagrama de simulación del proceso donde sea necesario. El método más sencillo y más empleado para este fin, es el de iteraciones sucesivas.



<u>MODULO</u>	<u>FUNCION</u>
1. MEZCLADOR	Mezcla n corrientes de entrada para producir una corriente de salida.
2. DIVISOR	Divide una corriente de entrada en n corrientes de salida de la misma composición y propiedades que la de entrada.
3. SEPARADOR	Separa una corriente de entrada en dos corrientes de salida de determinada composición.
4. REACTOR	Calcula los productos en base a la estequiometria de la reacción y a una conversión determinada.
5. BOMBA/VALVULA	Ajusta el cambio de presión de acuerdo a la presión de salida.
6. INTERCAMBIADOR DE CALOR	Suministra o extrae calor de la corriente de entrada.
7. FLASH	Separa la corriente de alimentación en dos corrientes, de acuerdo a las fases presentes.

Tabla 2.1 Biblioteca básica de módulos (7)

<u>PROPIEDAD</u>	<u>FUNCION</u>
1. ENTALPIA	Calcula la entalpia de la corriente a una determinada temperatura, presión, composición y estado (líquido o gas).
2. TEMPERATURA	Calcula la temperatura de la corriente a una determinada entalpia, presión y composición.
3. T. ROCIO T. BURBUJA	Calculan la temperatura a una determinada presión, composición y estado.
4. EQUILIBRIO DE FASES	Calcula los valores de las K de equilibrio a determinada temperatura y presión.

Tabla 2.2 Propiedades básicas calculadas por el Paquete Termodinámico (7).

Este método consiste en suponer el valor de la corriente de recirculación y calcular todas las corrientes. Entonces el valor calculado de la corriente de recirculación sustituye al valor supuesto. Se continua llevando a cabo este procedimiento hasta que la diferencia entre el valor supuesto y el calculado sea menor a la tolerancia de cálculo deseada. Existen otros métodos iterativos para acelerar la convergencia. Entre los más conocidos está el de Wegstein unidimensional.

A las corrientes que requieren de un valor estimado para poder ser calculadas se les conoce como corrientes de corte. El número óptimo de corrientes de corte, y la secuencia en la cual deben calcularse, pueden ser obtenidos a partir de diversos procedimientos. En el próximo capítulo analizaremos un algoritmo para obtener esto.

#### g) Bloque de Control

Aunque sería ideal que el simulador pudiera calcular las variables de entrada al proceso a partir de determinadas variables de salida especificadas, esto dificultaría mucho la programación de los sistemas. Lo más común es que el flujo de la información en un simulador siga la misma dirección que el flujo de materia del proceso; esto es, que las variables de salida sean calculadas a partir de las variables de entrada y de los parámetros de diseño especificados.

Cuando se requiere obtener un determinado valor para una variable de salida, lo que se hace es llevar a cabo varias simulaciones hasta que se logre el valor de salida deseado. Este proceso iterativo puede ser realizado por el usuario, o bien por la computadora, mediante un bloque de control. Este bloque de control es un programa que se encarga de llevar a cabo iteraciones hasta que ciertas variables de diseño alcancen valores fijados por el usuario; estas variables pueden ser relaciones de componentes, grados de vaporización, temperatura, flujo, composiciones, etc.

#### h) Optimización

Algunas variables de diseño son determinadas por la situación termodinámica del sistema, mientras que otras variables pueden ser manipuladas de acuerdo a los factores económicos que afectan al proceso. Algunos simuladores cuentan con bloques que efectúan evaluación económica y optimización del proceso; esto es, obtienen las variables de diseño que ofrecen la alternativa más atractiva desde el punto de vista económico, para llevar a cabo el proceso.

### III PROGRAMA DE SIMULACION DE PROCESOS

En este capítulo se presenta el programa de simulación desarrollado y se analizan cada una de sus partes. Primero se da una descripción general de su estructura y funcionamiento. Posteriormente se analiza la manera en que cada módulo unitario lleva a cabo el balance de materia y de energía de las corrientes involucradas en el módulo. Después se ilustra la forma de simular procesos mediante la combinación de los módulos elementales. Por último se describe el funcionamiento del paquete termodinámico y del banco de datos.

Información general del sistema de simulación:

Nombre del programa: SIMUL

Lenguaje de programación: GW-BASIC 2.01

Computadora empleada: HEWLETT PACKARD VECTRA (compatible con computadora personal IBM).

Tipo de simulador: propósitos generales, estacionario, modular-secuencial, determinístico, continuo.

Sistema de Unidades empleado: Sistema Internacional.

#### 1. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA

En la figura 3.1 se muestra la forma en que está estructurado el programa SIMUL.

El subprograma INPUT se encarga de preguntar y almacenar la información necesaria para iniciar la simulación del proceso. Esta información consiste en la topología del proceso, el nombre de los componentes involucrados, la secuencia de cálculo, las propiedades de todas las corrientes de entrada al proceso y algunas veces los flujo supuestos de determinadas corrientes.

Cuando el sistema requiere el nombre de los componentes involucrados en el proceso, el subprograma INPUT hace un llamado al subprograma COMPONEN. Este subprograma se encarga de preguntar el nombre de los componentes y de buscar las propiedades de dichos

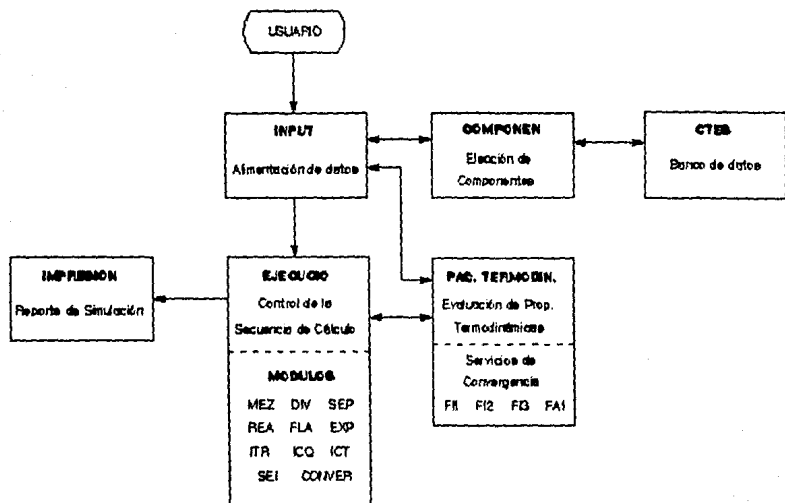


FIGURA 3.1 Estructura del Simulador

componentes dentro del banco de datos CTES. Una vez hecho esto se reanuda con el subprograma INPUT.

Cuando el subprograma INPUT lo requiera, puede hacer uso de los servicios que presta el paquete termodinámico. El empleo de estos subprogramas de servicios del Paquete termodinámico es similar al uso de subrutinas en BASIC; esto es, se hace un llamado de la subrutina, se llevan a cabo las instrucciones de la subrutina, y al terminar esta, se continua el programa inmediatamente después de donde se llamó a la subrutina.

Los vectores y arreglos de datos en los que el sistema almacena la información aparecen en el anexo A.

Cuando el sistema tiene toda la información necesaria para la simulación, se transfiere el control al subprograma EJECUCIO. Este subprograma se encarga de ir llamando a las subrutinas de cada módulo unitario según lo vaya indicando la secuencia de cálculo. Cada módulo unitario se encarga de calcular las características de las corrientes de salida a partir de la información de las corrientes de entrada y de las variables de operación del módulo. Esto se logra mediante el cálculo del balance de materia y energía de las corrientes involucradas en cada módulo. Igual que para el subprograma INPUT, en el subprograma EJECUCIO todos los servicios del paquete termodinámico están disponibles para cuando se requieran durante el desarrollo de los módulos.

Cuando el subprograma EJECUCIO termina de llamar a todos los módulos involucrados, se da por terminada la simulación y aparecen en pantalla los resultados obtenidos para cada una de las corrientes del proceso. En caso de que se quiera un reporte escrito de todo el proceso, se lleva a cabo el subprograma IMPRESIO.

+ El sistema tiene capacidad de simular simultáneamente procesos de hasta:

- 20 componentes
- 25 módulos unitarios
- 50 corrientes

## 2. MODULOS UNITARIOS ELEMENTALES

Los módulos unitarios son subrutinas del subprograma EJECUCIO. Estas subrutinas contienen las ecuaciones para resolver los balances de materia y de energía en unidades individuales dentro de

un proceso. Las ecuaciones están programadas de manera que calculan las condiciones y flujos de las corrientes de salida del módulo a partir de la información de las corrientes de entrada (flujo, composición, P, T, etc.) y de los parámetros de operación del módulo. En la tabla 3.1 se muestra la función de cada uno de estos módulos.

a) Módulo MEZ:

El módulo MEZ o mezclador de corrientes que se muestra en la figura 3.2(a), efectúa la suma de diversas corrientes de entrada para obtener una corriente única de salida y lleva a cabo el balance de energía en la unidad. El modelo de balance de materia es:

$$N(s/sal) = \sum_i N(s/i) \quad \begin{array}{l} s = 1, \# \text{ componentes} \\ i = 1, \# \text{ corrientes} \end{array}$$

$N(s/sal)$  : flujo molar del componente  $s$  en la corriente de salida (mol/hr)

$N(s/i)$  : flujo molar del componente  $s$  en la corr.  $i$

Para simplificar las ecuaciones de balance de energía definamos el flujo de entalpía para la corriente  $i$  de la siguiente manera:

$$\dot{H}(i) = N(i) * H(i) \quad (1)$$

$H(i)$  : flujo total de entalpía de la corriente  $i$  (J/hr)

$N(i)$  : flujo molar de la corriente  $i$  (mol/hr)

$H(i)$  : entalpía específica de la corriente  $i$  (J/mol)

Suponiendo que el mezclado de corrientes ocurra en forma adiabática y sin que se transfiera trabajo, el balance de energía se reduce a:

$$\dot{H}(sal) = \sum_i \dot{H}(i)$$

Si se conocen tanto flujos por componente como entalpía de las corrientes de entrada, entonces puede calcularse el vector de la corriente de salida mediante un procedimiento iterativo. Para llevar a cabo este cálculo se utiliza uno de los servicios de convergencia del paquete termodinámico (ver servicios del paquete termodinámico, subprograma FAL, en la sección 4 de este capítulo).

+ El módulo MEZ tiene un máximo de cinco corrientes de alimentación. En caso de que se tengan más corrientes que alimentar, se pueden colocar varios módulos MEZ en serie.

<u>MODULO</u>	<u>FUNCION</u>
MEZ	Mezclador adiabático de corrientes.
DIV	Divisor isotérmico de corrientes.
SEP	Separa la corriente de entrada en dos corrientes de salida de determinada composición.
SEI	Separador isotérmico.
REA	Calcula los productos de una reacción en base a una conversión determinada. Opera adiabaticamente.
EXP	Expansión adiabática.
FLA	Expansión adiabática con separación de fases en dos corrientes de salida.
ICQ	Intercambiador de calor (calor intercambiado fijado por el usuario).
ICT	Intercambiador de calor (temperatura de salida alimentada por el usuario).
ITR	Transferencia de trabajo.
CONVER	Método numérico para hacer convergir las corrientes de corte.

Tabla 3.1 Biblioteca de módulos



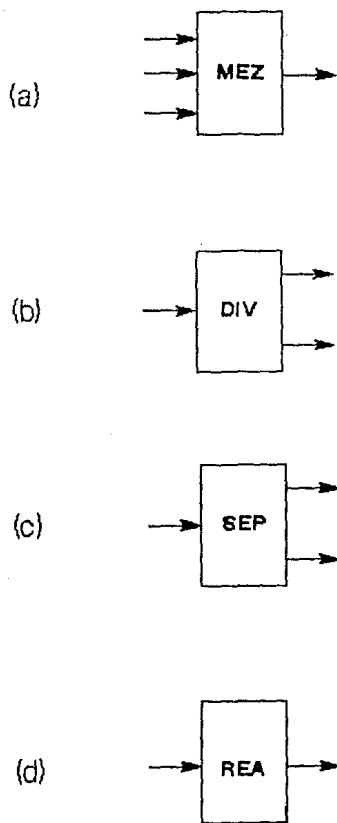


FIGURA 3.2

Módulos unitarios

#### b) Módulo DIV

El módulo DIV o divisor de flujo, separa una corriente única de entrada en diversas corrientes de salida, las cuales conservan la misma composición de la corriente de entrada. El diagrama se muestra en la fig. 3.2 (b). La división de corrientes se especifica a través de fracciones de división de corrientes  $t(j)$ , tales que:

$$N(s/j) = t(j) * N(s/ent)$$

para todas las corrientes de salida  $j$ . Por definición  $\sum t(j) = 1$ .

Como un divisor de flujo produce corrientes de salida de la misma composición, la misma fase y la misma temperatura y presión, y además no hay pérdidas de calor, se concluye que las fracciones de división de entalpía deben ser idénticas a las fracciones de división de flujos. El flujo de entalpía se calcula con la siguiente ecuación:

$$\dot{H}(j) = t(j) * \dot{H}(ent)$$

+ La subrutina del módulo DIV tiene capacidad únicamente para 2 corrientes de salida. Si se desea dividir una corriente de entrada en más de dos corrientes de salida, habrá que colocar varios módulos DIV en serie.

#### c) Módulo SEP y SEI

El módulo separador de componentes SEP que se muestra en la fig. 3.2(c) cumple la función de separar una corriente única de entrada en dos corrientes de salida. La separación de componentes se especifica mediante las fracciones de división  $t(s/j)$  de los componentes, tales que:

$$N(s/j) = t(s/j) * N(s/ent)$$

para todas las corrientes de salida  $j$ .

Para el cálculo del balance de energía se hicieron las siguientes consideraciones:

- Que la separación se llevaba a cabo en una torre como se muestra en la fig. 3.3.
- Las corrientes de destilado y de fondos salen en fase líquida a su temperatura de burbuja.

El balance de entalpía se representa mediante la siguiente

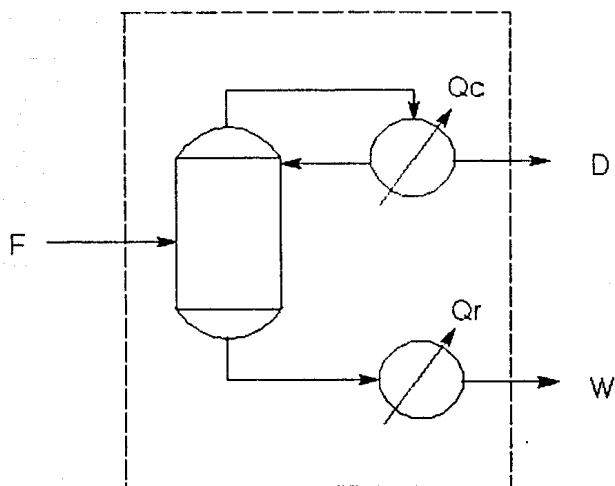


FIGURA 3.3 Módulo SEP

ecuación:

$$\dot{H}(f) = \dot{H}(d) + \dot{H}(w) + Q$$

$$Q = Q(r) - Q(c)$$

Q : calor (J/hr)

El cálculo de la temperatura de equilibrio es proporcionada por el paquete termodinámico (ver servicios del paquete termodinámico, subprogramas FI1, FI2 y FI3, en la sección 4 de este capítulo).

+ Otro módulo de separación con el que se cuenta es el módulo SEI (separación isotérmica). En este módulo el balance de energía se lleva a cabo bajo la suposición de un comportamiento isotérmico. SEI se utiliza para simular absorbedores isotéricamente.

d) Módulo REA:

El módulo de reacción (fig. 3.2 d) es una unidad de entrada y salida únicas, en la cual ocurre una sola reacción de acuerdo con una estequiometría especificada y una conversión clave. Si se desea simular más de una reacción, habrá que colocar varios módulos REA ya sea en serie o en paralelo.

El modelo de balance de materia es:

$$N(s/sal) = N(s/ent) - N(k/ent) * X(k) * [CE(s)/CE(k)]$$

CE : coeficiente estequiométrico

X : conversión

en donde k es el componente clave, en términos del cual se define la conversión.

Suponiendo operación adiabática, el balance de flujo de energía es el siguiente:

$$\dot{H}(sal) = \dot{H}(ent) + DHR * X(k) * N(k/ent)$$

DHR : calor de reacción.

El sistema utiliza una forma alternativa de la ecuación de balance de energía, que no incorpora explícitamente el término de calor de reacción (11):

Si definimos al flujo total de entalpía H para la corriente j según:

$$H(j) = \sum_s N(s/j) * ( DH'f(s) + [H(s/Tj) - H(s/T')] ) \quad (a)$$

$T_j$  : temperatura de la corriente  $j$ .  
 $T'$  : temperatura de referencia.  
 $H(s/T_j)$  : entalpia especifica del componente  $s$   
a la temperatura  $T_j$ .  
 $H(s/T')$  : entalpia especifica del componente  $s$   
a la temperatura  $T'$ .  
 $DH^*f$  : calor de formación estandard del  
componente  $s$ .

Entonces el balance de flujo total de entalpia se reduce a:

$$DH = H(\text{sal}) - H(\text{ent}) \quad (\text{b})$$

Para operación adiabática  $DH = 0$ .

El cálculo del balance de energía de este módulo está dividido en dos etapas:

Primero se resuelve el balance de materia y energía suponiendo comportamiento isotérmico (la temperatura de la corriente de salida es la misma que la de la corriente de entrada). También se calcula un diferencial de calor entre la corriente de entrada y de salida utilizando la ecuación de flujo total de entalpia. Este es el único paso dentro del sistema en el que se utilizan las ecuaciones (a) y (b).

En la segunda etapa se le resta el diferencial de calor a la entalpia de la corriente de salida (calculada según la fórmula (1)) y se calcula la temperatura a la cual se encuentra dicha corriente. Para la convergencia se utilizan los servicios del paquete termodinámico (sección 4 de este capítulo).

#### e) Módulo EXP y FLA

Tanto el módulo de expansión adiabática EXP (fig. 3.4(a)) como el de flash adiabático FLA (fig. 3.4(b)) simulan los efectos de una disminución de la presión con respecto a la corriente de entrada. En ambos módulos se supone que a la salida el líquido y el vapor están a la temperatura de equilibrio a una presión especificada. Se determina la distribución de fases a la salida del módulo, con la única diferencia de que en el módulo del flash se separan las fases en dos corrientes de salida.

Los modelos de balance de materia son:

$$\text{EXP} \quad N(s/\text{sal}) = N(s/\text{ent})$$

$$\text{FLA} \quad N(s/V) = y(s) * V$$

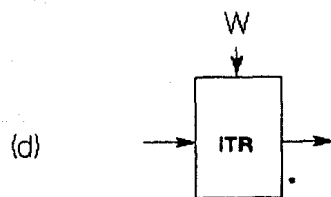
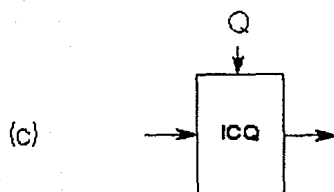
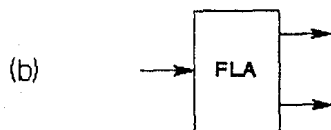
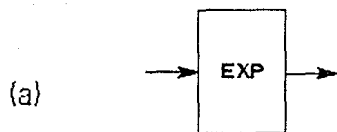


FIGURA 3.4 Módulos unitarios

$$N(s/L) = x(s) \cdot L$$

y(s): fracción molar del componente s en la fase gas.

x(s): fracción molar del componente s en la fase liq.

Donde V y L son las corrientes de salida en fase gas y líquido respectivamente.

Suponiendo que el proceso es adiabático, el balance de energía es:

$$D\dot{H} = 0$$

Para la convergencia se utiliza el subprograma FAl del paquete termodinámico (sección 4 de este capítulo).

#### f) Módulo ICQ e ICT

Este módulo de intercambio de calor ICQ (fig. 3.4(c)) es una unidad de entrada y salida única que se ocupa para añadir o quitar calor a una corriente, y calcula cualquier variación en la distribución de fases de la corriente de salida. La cantidad de calor transferida (Q) es alimentada por el usuario.

Los balances de materia y energía son:

$$N(s/ent) = N(s/sal)$$

$$\dot{H}(sal) = \dot{H}(ent) + Q$$

Para la convergencia se utilizan los servicios del paquete termodinámico (sección 4 de este capítulo).

También se cuenta con el módulo ICT para simular intercambio de calor. Este módulo es muy similar al ICQ con la diferencia de que en el ICT el usuario le proporciona al sistema la temperatura de la corriente de salida, y a partir de esta se calcula el balance de energía.

#### g) Módulo ITR

Este módulo (fig. 3.4 d) se encarga de simular el efecto de la transferencia de trabajo en una corriente. Las operaciones que pueden ser simuladas por este módulo son las siguientes: bombeo de

líquidos, compresión de gases, expansión de gases (turbinas).

Los balances de materia y energía son:

$$N(\text{s/sal}) = N(\text{s/ent})$$

$$\dot{H}(\text{sal}) = \dot{H}(\text{ent}) - W \quad W : \text{Trabajo (J/hr)}$$

En este módulo el usuario suministra la presión de la corriente de salida, y a partir de esta se calcula el balance de energía. Cuando la corriente de entrada se encuentra en estado gaseoso, se calcula la temperatura de la corriente de salida con la ecuación para procesos politrópicos:

$$T_2 \text{ ideal} = T_1 * \{ [P_2/P_1] ^ \{ (n-1)/n \} \}$$

$$T_2 \text{ real} = T_1 - \{ (T_2 \text{ ideal} - T_1)/f \}$$

$$n = C_p/C_v$$

$$\text{gas monoatómico: } n = 1.6667$$

$$\text{gas diatómico: } n = 1.4$$

$$f : \text{eficiencia (comportamiento ideal } f = 1)$$

+ El módulo ITR no admite corrientes en dos fases. La corriente de salida se deberá encontrar en la misma fase que la de entrada.

### 3. SIMULACION DE PROCESOS EMPLEANDO LOS MODULOS UNITARIOS

#### a) Representación de diagramas de flujo de proceso:

Un diagrama de flujo de proceso, ya sea de una planta existente o de un concepto de una nueva planta, es la fuente básica de información para una simulación de proceso. El diagrama representa el flujo de masa y energía a través de los diversos equipos; también contiene las especificaciones de los equipos y su funcionamiento deseado.

El conjunto de módulos unitarios elementales es suficiente para representar muchos tipos de operaciones de diagramas de flujo, ya sea individualmente o mediante combinaciones de los mismos. Esto se ilustra en el ejemplo de la figura 3.5 y 3.6, en el cual un diagrama de flujo de proceso (fig. 3.5) es representado en términos de los módulos unitarios, formándose así el diagrama de flujo de simulación del proceso (fig. 3.6). Los módulos que aparecen dentro de líneas punteadas significa que están



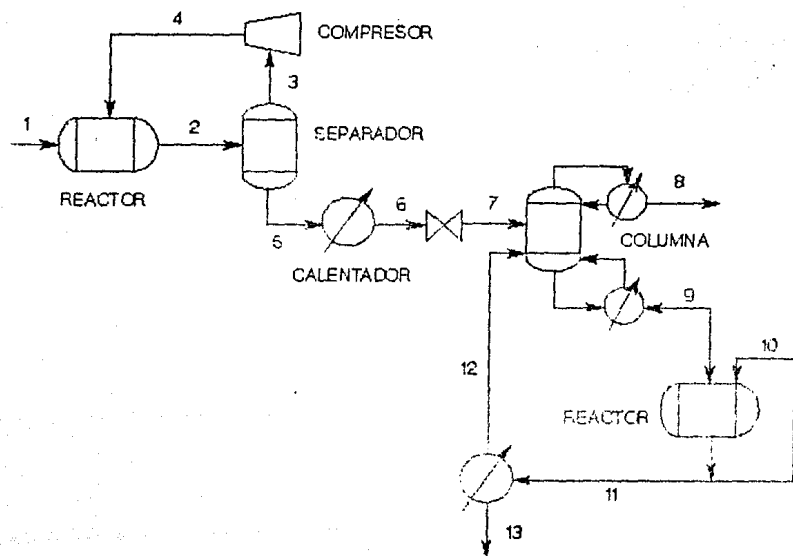


FIGURA 3.5 Diagrama de flujo de proceso

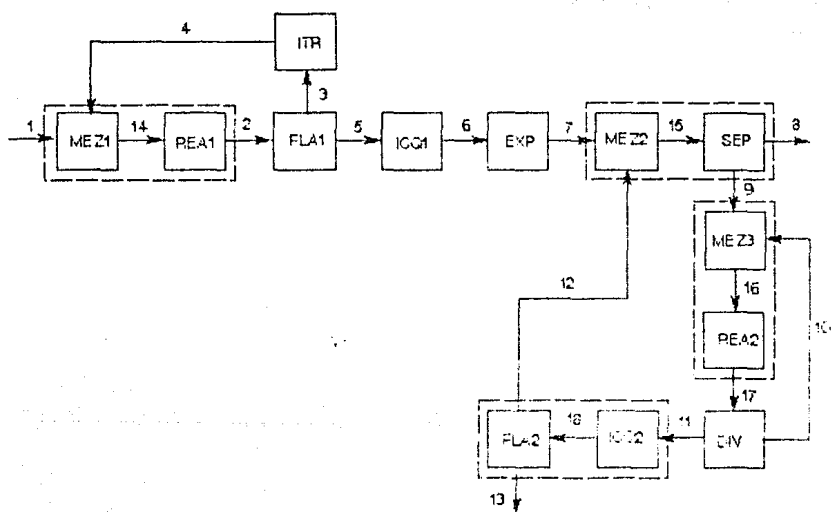


FIGURA 3.6 Diagrama de flujo de simulación de proceso

representando a una sola unidad del diagrama de flujo de proceso.

En la tabla 3.2 se muestra el arreglo de datos con el cual el sistema puede interpretar el diagrama de flujo de simulación de la figura 3.6.

b) Corte y convergencia de corrientes:

Como ya se dijo, los módulos están contruidos de manera que a partir de la información de las corrientes de entrada y de las variables de operación del módulo, se calculan las corrientes de salida. Para simular procesos, se van combinando estos módulos y entonces las corrientes de salida de unos módulos, se convierten en corrientes de entrada para otros módulos. De esta forma, las únicas corrientes que se deben definir al sistema son las corrientes de entrada al proceso global. Conforme cada módulo vaya calculando sus corrientes de salida, el siguiente módulo contará con corrientes de entrada definidas.

Cuando se presentan corrientes de recirculación en el proceso se debe seguir un procedimiento especial. Analicemos una sección (fig. 3.7) del diagrama de flujo de simulación del ejemplo anterior. La única corriente de entrada al proceso es la 1. Sin embargo el módulo MEZ1 cuenta con dos corrientes de alimentación, la 1 y la 4; y no podrá calcular la corriente 14 si no cuenta con la información de la corriente 4. Este tipo de problemas se resuelven mediante un procedimiento iterativo en el cual se le asigna un valor supuesto a una corriente, por ejemplo a la corriente 4, y se calculan todos los módulos hasta obtener un valor calculado de dicha corriente. Si se está empleando el método de "iteraciones sucesivas", el valor calculado de la corriente 4 sustituye al valor supuesto y se recalcula el proceso hasta que la diferencia entre le valor supuesto y el calculado sea mínima.

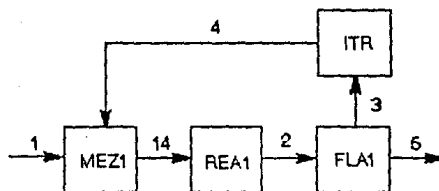
Definiremos como corriente de corte a aquella corriente del proceso sobre la que es necesario iterar para conocer su valor. En el ejemplo anterior se eligió arbitrariamente a la corriente 4 como corriente de corte.

+) Obtención del número mínimo de corrientes de corte y su orden de iteración.

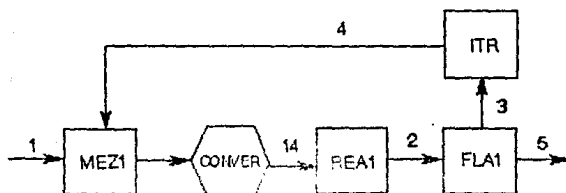
En el ejemplo anterior es muy sencillo identificar la corriente de corte. Para procesos con más corrientes es preferible seguir un procedimiento especial. Este procedimiento lo dividiremos en dos partes: 1) obtención del número mínimo de corrientes de corte y 2) obtención del orden de iteración.

<u>MODULO</u>	<u>ENTRADA</u>	<u>SALIDA</u>
MEZ1	1, 4	14
REA1	14	2
FLA1	2	3, 5
ITR	3	4
ICQ1	5	6
EXP	6	7
MEZ2	7, 12	15
SEP	15	18, 9
MEZ3	9, 10	16
REA2	16	17
DIV	17	10, 11
ICQ2	11	18
FLA2	18	12, 13

Tabla 3.2 Arreglo de datos del diagrama de simulación de la fig. 3.6



(a)



(b)

FIGURA 3.7

Inserción del módulo CONVER en  
el diagrama de flujo de simulación

1) Procedimiento para determinar el número mínimo de corrientes de corte:

La corriente de corte existe debido a la presencia de recirculación en el diagrama de flujo. La única forma de cerrar una línea de recirculación es mediante un módulo de mezclado (MEZ), así que el número máximo de corrientes que deben cortarse está dado por el número de mezcladores en el diagrama de flujo.

Para aplicar el procedimiento estableceremos los siguientes conceptos:

- Mezcladores esenciales: son aquellos que cierran a líneas de recirculación principal. Equivale al número de corrientes que requieren corte.
- Mezcladores no esenciales: son aquellos que sirven únicamente para introducir corrientes de alimentación al proceso, o para unir corrientes internas que no son de recirculación.
- Ramal de mezclador: es la ruta única de cualquier corriente de entrada al mezclador en dirección contraria, hasta encontrar la corriente de salida de un mezclador o una corriente de entrada al proceso.
- Corriente fuente de ramal: es la primera corriente de salida de mezclador o corriente de entrada al proceso que se encuentre en el seguimiento de una ramal de mezclador.

De esta manera, si identificamos el número de mezcladores esenciales, tendremos el número máximo de corrientes de corte.

En general, elegiremos como corrientes de corte a las corrientes de salida de los mezcladores esenciales. Como la corriente de salida de un mezclador es la suma de las corrientes de entrada, se amortigua las variaciones de las corrientes individuales. Por esto es que las corrientes de salida de los mezcladores son variables de iteración razonablemente estables.

Para identificar los mezcladores esenciales primero se debe completar la siguiente tabla:

MEZCLADOR	CORRIENTE DE SALIDA DEL MEZCL.	CORRIENTES FUENTES DEL MEZCL.
1		
2		(Eliminar corrientes de entrada al proceso)
3		
:		
N		

y posteriormente se aplica el procedimiento de "etiquetado de mezcladores esenciales" que se ilustra en la fig. 3.8.

La aplicación de este procedimiento se ilustra en el ejemplo de la figura 3.9(a). La tabla de corrientes fuente aparece en la figura 3.9(b).

El diagrama de flujo de simulación de la fig. 3.9(a) tiene 5 mezcladores. El mezclador 1 tiene 2 corrientes fuente: la corriente 2 (obtenida a través del ramal 10, 11 y 2) y la corriente 1 que se elimina de la tabla por ser corriente de entrada al proceso. El mezclador 2 tiene 3 corrientes fuente: la 2 (salida del mezclador 1), la 3 y la 9. El mezclador 3 tiene 3 corrientes fuente: la 3, 4 y 6. El mezclador 4 tiene 2 corrientes fuente: la 5 y la 7. El mezclador 5 tiene 2 corrientes fuente: la 8 y la 5. Elaboramos la tabla de corrientes fuente (fig. 3.9(b)) eliminando las corrientes de entrada al proceso.

Entonces comenzamos a aplicar el procedimiento de etiquetado de mezcladores (figura 3.8):

Iniciamos el conteo eligiendo al mezclador con menor cantidad de corrientes fuente. Seleccionamos al mezclador 4. Como la corriente de salida del mezclador 4 (corriente 6) no aparece como corriente fuente para este mezclador, etiquetamos al mezclador 4 como no esencial. Continuamos con el paso 3. Este indica que cada vez que aparezca la corriente 6 (c. de salida (i)) en la columna de corrientes fuente, deberá sustituirse por la corriente 5 (c. fuente (i)). La corriente 6 solo aparece como c. fuente del mezclador 3, así que sustituimos a esta corriente 6 con la corriente 5. Regresamos al paso 1. Como tanto el mezclador 1 como el 5 tienen una sola corriente fuente, seleccionamos arbitrariamente el mezclador 1. Como la corriente fuente de este mezclador (c. 2) es también su corriente de salida, se etiqueta al mezclador 1 como esencial. A continuación se selecciona al mezclador 5 y se marca como no esencial, y como la c. de salida (i) (c. 9) aparece como c. fuente del mezclador 2, sustituimos a la c. 9 con la c. 5. Después seleccionamos al mezclador 3 y se marca como esencial (la corriente 5, que sustituyó a la 6 como corriente fuente, es también la corriente de salida). Por último se elige al mezclador 2 y se etiqueta como esencial.

De acuerdo al número de mezcladores esenciales, el diagrama de flujo cuenta con 3 corrientes que requieren corte.

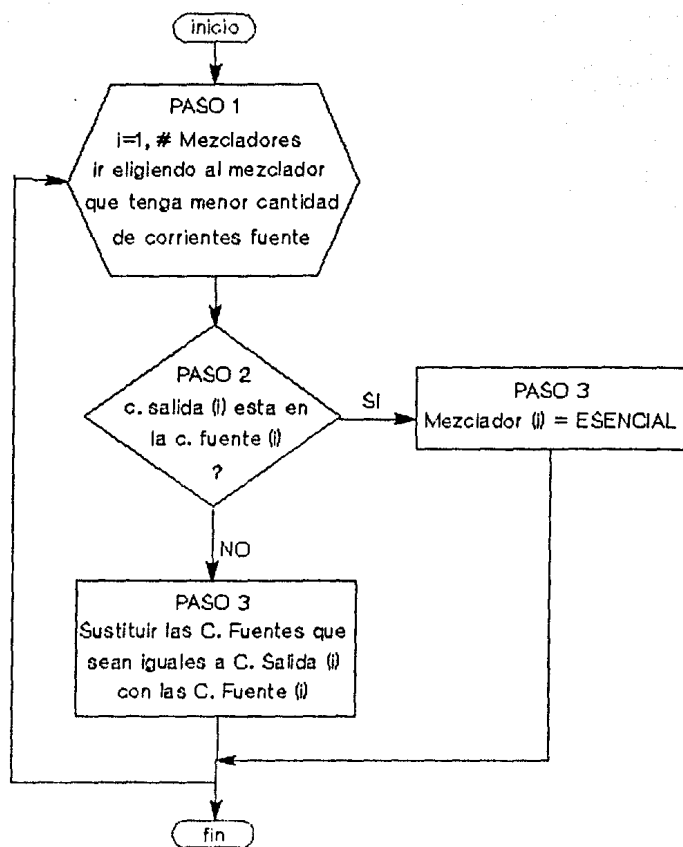
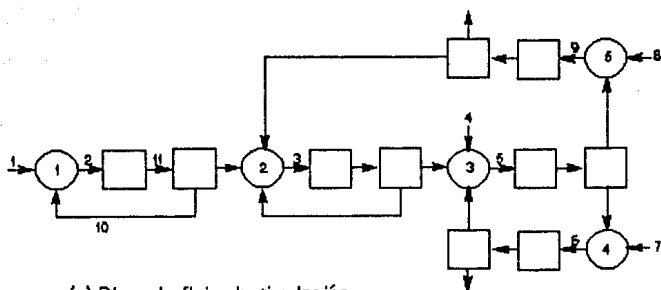


FIGURA 3.2 Procedimiento de etiquetado de mezcladores esenciales





(a) Diag. de flujo de simulación

MEZCLADOR	CORRIENTES DE SALIDA DEL MEZCL.	CORRIENTES FUENTE DEL MEZCL.	TIPO
1	2	2	E
2	3	2, 3, 9	E
3	5	3, 6	E
4	6	6	-
5	9	5	-

(b) Tabla de corriente fuente

MEZCLADOR	CORR. FUENTE		
	2	3	5
1	1	0	0
2	1	1	1
3	0	1	1

①
②
②

(c) Arreglo de corrientes fuente

FIGURA 3.9

2) Procedimiento para determinar el orden en que deben iterarse las corrientes de corte:

Una vez identificados los mezcladores esenciales se debe completar la siguiente tabla:

MEZCLADOR ESENCIAL	CORRIENTES FUENTE				
	1	2	3	4	...
1	1	1	0	0	
2	0	1	0	0	
:	(etc.)				
N					

Esta tabla deberá completarse con un 1 en el renglón  $i$  y columna  $j$ , si la corriente fuente  $j$  es corriente fuente del mezclador esencial  $i$ . Una vez hecho esto, se aplica el procedimiento de la fig. 3.10, para obtener el orden de cálculo de corrientes de corte.

El orden de resolución será el siguiente: primero se calculará las corrientes de las columnas marcadas con etiqueta positiva ( $I > 0$ ), en orden de menor a mayor. Posteriormente seguirán las corrientes con etiqueta negativa, en orden de menor a mayor (hasta  $I = -1$ ). Las corrientes que tengan la misma etiqueta, deberán convergirse simultáneamente.

Analicemos este procedimiento para el ejemplo de la fig. 3.9. El arreglo de corrientes fuente aparece en la fig. 3.9(c). En el paso 1 del procedimiento se selecciona al renglón del mezclador 1, la columna de la corriente 2 se etiqueta con 1, y se elimina dicho renglón y columna. Como después de esto ya no queda ningún renglón ni ninguna columna con un número único, las corrientes 3 y 5 se eligen como un bloque de corrientes que hay que hacer convergir en forma simultánea, y se etiquetan con el número 2. Reconstruyendo la secuencia de resolución, primero hay que evaluar la corriente 2 y posteriormente las corrientes 3 y 5 simultáneamente.

#### c) Módulo CONVER

En un diagrama de flujo representado en términos de módulos elementales, la dirección de las corrientes corresponde también a la dirección de cálculo. Si en el diagrama existe una corriente de corte, el cálculo se iniciará en esa corriente y seguirá la dirección del flujo hasta encontrar nuevamente a la corriente de corte. En este punto es donde debe aplicarse un método iterativo para hacer convergir a la corriente. Este método iterativo está

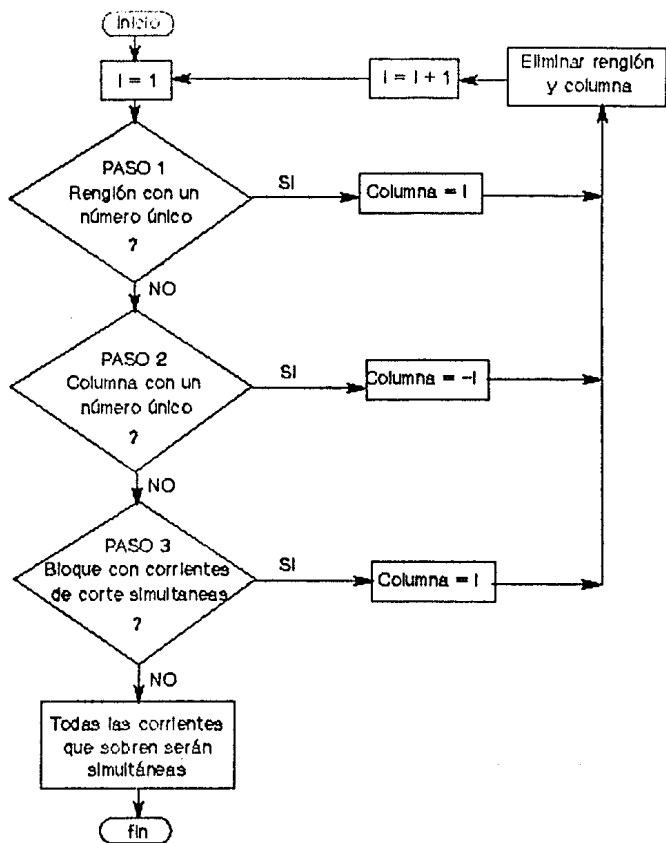


FIGURA 3.10 Procedimiento para obtener el orden de cálculo de corrientes de corte

programado en un módulo especial que se inserta en el punto correspondiente a la corriente de corte.

Este módulo especial, que llamaremos CONVER, tendrá una corriente de salida correspondiente a la corriente de corte y una corriente de entrada ficticia. La secuencia de cálculo comenzará en la corriente de salida del módulo CONVER con un valor supuesto de esta corriente para la primera iteración. El cálculo continuará hasta encontrar la corriente de entrada de CONVER y entonces el método iterativo contenido dentro de CONVER se encargará de estimar la corriente de salida. El procedimiento continúa así hasta que la diferencia entre la corriente de entrada y de salida no sea apreciable.

En la figura 3.7(b) se ilustra el diagrama de flujo de simulación de la fig. 3.7(a) con el módulo CONVER colocado en la corriente de corte.

En este sistema de simulación el módulo CONVER utiliza el método de sustitución sucesiva para hacer convergir las corrientes.

+ Método de sustitución sucesiva:

Este método consiste en resolver un sistema de ecuaciones planteado de la siguiente manera:

$$x_n = g_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad n = 1, \dots, \# \text{ componentes}$$

En esta fórmula puede identificarse a cada variable  $x_n$  como el flujo por componente de una de las corrientes de corte, y cada función  $g_n$  como el resultado de los cálculos efectuados al recorrer el diagrama, para obtener un nuevo valor de  $x_n$ .

Se comienza con un valor inicial supuesto para  $x_n$ , y se evalúa la función para obtener un nuevo valor de la variable correspondiente. Con este nuevo valor de  $x_n$  se vuelve a evaluar la función, y así se continúa hasta que los estimados sucesivos de  $x_n$  no cambien significativamente.

Criterio de convergencia:

$$|N(s/k=1) - N(s/k)| \leq |N(s/k+1)| * e$$

e : tolerancia  
k : # de iteración

La tolerancia es una variable definida internamente por el programa (ver listados del programa, anexo C). Para los ejemplos de simulaciones de los próximos capítulos, se utilizó una tolerancia de 0.001 tanto para el módulo CONVER como para los métodos numéricos del paquete termodinámico.

#### 4. PAQUETE TERMODINAMICO

El paquete termodinámico consiste en las subrutinas y subprogramas que calculan las propiedades termodinámicas del sistema. La característica principal de este paquete Termodinámico es que se basa en el comportamiento ideal.

+ Las propiedades que calcula son las siguientes:

a) K de equilibrio:

Se utiliza la ley de Raoult:

$$K = y/x = P^*/P_t$$

$P_t$  : Presión total  
 $P^*$  : Presión de vapor

Para el cálculo de la presión de vapor se emplea la ecuación de Antoine. Las constantes para esta ecuación se encuentran almacenadas en el banco de datos.

$$P^* = \text{EXP} ( A - [ B / ( T+C ) ] )$$

b) Calor latente de evaporación:

Para obtener el calor latente de vaporización a diferentes temperaturas se utiliza la correlación de Watson:

$$L_v = L_{nbp} * ( [ T_c - T ] / [ T_c - T_{nbp} ] ) ^{0.38}$$

$L_v$  : calor latente de vaporización (J/gmol)  
 $L_{nbp}$  : calor latente de vaporización a la temp. normal de eb.  
 $T_c$  : temperatura crítica (K)  
 $T$  : temperatura (K)  
 $T_{nbp}$  : temperatura normal de ebullición (K)

Los valores de temperatura normal de ebullición, temperatura crítica y calor latente de vaporización a la  $T_{nbp}$ , están almacenados en el banco de datos.

c) Entalpia:

Se emplean las siguientes ecuaciones:

Líquidos:

$$H = A1*(T2-T1)+(B1/2)*(T2^2-T1^2)+(C1/3)*(T2^3-T1^3) \\ +(D1/4)*(T2^4-T1^4)$$

Gases:

$$H = Ag*(T2-T1)+(Bg/2)*(T2^2-T1^2)+(Cg/3)*(T2^3-T1^3) \\ +(Dg/4)*(T2^4-T1^4)+(Eg/5)*(T2^5-T1^5)$$

Las constantes están almacenadas en el banco de datos.

Se considera como estado de referencia: P = 1 atm, T = 25°C.

Cuando se requiere conocer la entalpia de una corriente a una presión diferente de la presión de referencia, el programa sigue el procedimiento que aparece en la figura 3.11. Una representación de este procedimiento en un diagrama H vs T se muestra en la fig. 3.12.

Este procedimiento se aplica para cada componente que aparezca en la corriente y posteriormente se emplean las siguientes ecuaciones para obtener la entalpia total de la corriente:

$$Hl = \sum x(i) * Hl(i) \quad i = 1, \# \text{ componentes}$$

$$Hv = \sum y(i) * Hv(i) \quad i = 1, \# \text{ componentes}$$

$$Hm = Hv * V + Hl * L$$

x : fracción molar del líquido  
y : fracción molar del gas  
Hl : entalpia especifica del líquido (J/gmol)  
Hv : entalpia especifica del gas (J/gmol)  
V : flujo de líquido (gmol)  
L : flujo de gas (gmol)  
Hm : entalpia total de la mezcla (J)

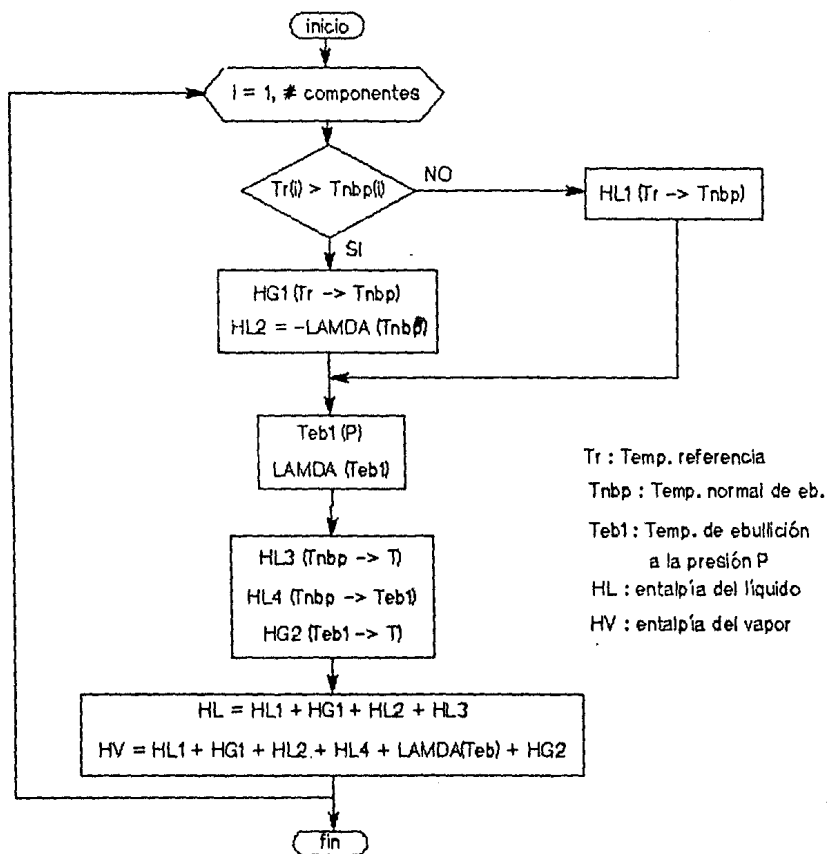


FIGURA 3.11 Procedimiento de cálculo de entalpía a diferentes presiones

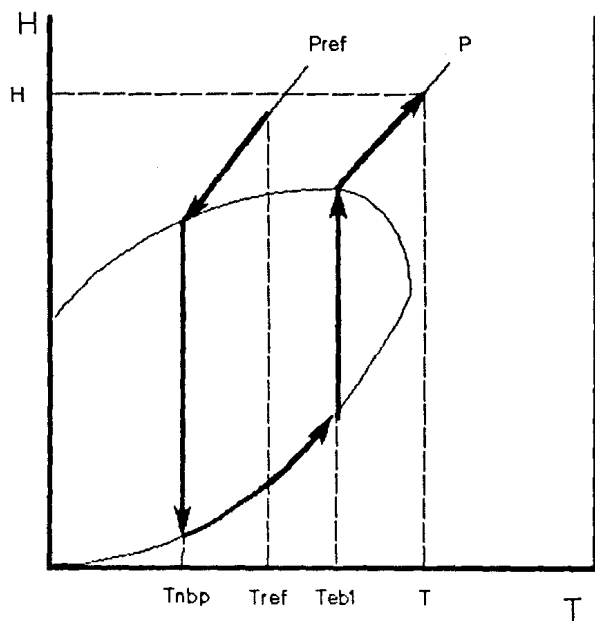


FIGURA 3.12



**+ Servicios:**

Los servicios que proporciona el paquete termodinámico se ilustran en la fig 3.13.

**a) Subprogramas FI1, FI2 y FI3:**

Para efectuar el cálculo de las propiedades que aparecen en la fig 3.13, estos subprogramas aplican el método numérico de Newton para resolver ecuaciones no lineales unidimensionales.

Por ejemplo para el subprograma FI1 que calcula la Temperatura (T) de equilibrio a una Presión (P), composición y relación de fases (V/F) determinada, se tiene el siguiente planteamiento del método:

$$\text{Función error:} \quad f(T) = \ln \left[ \sum y(i) / \sum x(i) \right]$$

$$\text{Método Newton:} \quad 1/T(1) = \left[ 1/T(0) \right] - \left[ f(1/T) / f'(1/T) \right]$$

Se llevan a cabo las iteraciones necesaria de manera que la función error se aproxime lo más posible a cero, hasta que:

$$f(T) < e \quad e = \text{tolerancia}$$

**b) Subprograma FA1:**

Para el cálculo de la temperatura de equilibrio y de la relación de fases a partir de datos de entalpía total, presión y composición global, se requiere resolver un sistema de dos ecuaciones no lineales. El planteamiento del sistema es el siguiente:

$$f1 ( V/F , 1/T ) = \ln \left[ \sum y(i) / \sum x(i) \right]$$

$$f2 ( V/F , 1/T ) = \left[ H_f - H_m \right] / H_v$$

Hf : entalpía específica de la alimentación

Hm : entalpía específica de la c. de salida

Hv : entalpía específica del vapor en la c. de salida

Se eligieron estas ecuaciones debido a que presentan una convergencia relativamente buena en la mayoría de los casos.

El método que se empleo para resolver el sistema de ecuaciones fue el Newton Raphson, como se plantea a continuación:

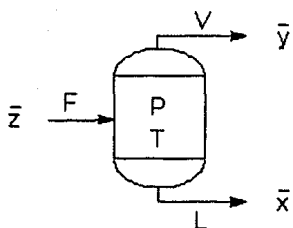


FIG (a)

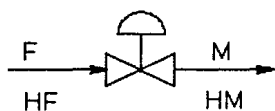


FIG (b)

HF, HM : ENTALPIA

NOMBRE SUBPROGRAMA	PROPIEDAD QUE CALCULA	DATOS QUE REQUIERE	FIGURA
F11	TEMP. EQUILIBRIO	P, V/F, z	a
F12	REL. FASES (M/F)	P, T, z	a
F13	PRESION EQUILIB.	T, V/F, z	a
FA1	TEMP. EQUILIBRIO RELACION DE FASES (M/F)	HF, P, z	b

FIGURA 3.13 Servicios que proporciona el Paquete Termodinámico

$$D(V/F) = ( f_2 * [df_1/d(1/T)] - f_1 * [df_2/d(1/T)] ) / |J|$$

$$D(1/T) = ( f_1 * [df_2/d(V/F)] - f_2 * [df_1/d(V/F)] ) / |J|$$

$$|J| = [df_1/d(V/F)] * [df_2/d(1/T)] - [df_1/d(1/T)] * [df_2/d(V/F)]$$

El criterio de convergencia es el siguiente:

$$Q = [ f_1^2 + f_2^2 ] ^ 0.5$$

La iteración continúa hasta que  $Q \leq$  tolerancia.

Un requisito especial del subprograma FAI es que requiere que los valores de la Entalpía sean positivos; por lo que cada vez que se utiliza esta rutina es necesario cambiar la temperatura de referencia a 0 K. Una vez terminado el subprograma se recalcula la entalpía a la temperatura de referencia establecida ( $T_r = 298.15$  K).

Debido a que los métodos numéricos empleados requieren de un primer estimado de la variable para iniciar la iteración; estos subprogramas cuentan con una rutina que calcula este primer estimado de la variable. Si a partir de este valor no se logra la convergencia, el programa se detendrá para que el usuario alimente otro valor estimado para dicha variable.

Aunque estos métodos han sido probados y se ha tenido buenos resultados de su funcionamiento (ver capítulo V); hay ocasiones en que pueden no convergir. Esto sucede especialmente cuando existe mucha diferencia entre las propiedades de los componentes involucrados en el proceso.

## 5. BANCO DE DATOS

El programa de simulación SIMUL cuenta con un banco de datos llamado CTES, en el cual se encuentran las constantes necesarias para evaluar las distintas propiedades de los componentes involucrados en el proceso.

En la tabla 3.3 se muestra la información contenida en CTES. La columna que aparece en esta tabla con el título de "nombre de la

variable", corresponde al nombre del vector de datos en el cual está almacenada cada una de las variables.

Este banco de datos está estructurado como un "Archivo Secuencial" (BASIC).

El banco de datos ha sido probado satisfactoriamente para un total de 50 componentes, aunque su capacidad es mayor. La capacidad del banco depende de la capacidad de memoria del disco que se utilice.

Para manejar la información de este banco de datos se cuenta con el subprograma BANCO. Mediante este subprograma se tiene acceso al banco de datos y se pueden llevar a cabo diversas operaciones tales como: ver los datos, añadir o cambiar datos, etc. En el siguiente capítulo se explica como se utiliza.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DESCRIPCION	EJEMPLO (1)
N\$	Nombre del compuesto	HIDROGENO
A	Constantes de la ec. de	12.7844
B	Antoine para Presión de Vapor	232.32
C	(unidades K, kPa)	8.08
AL	Constantes de la ec. de	5.88686E+01
BL	capacidad calorifica para	-2.30694E-01
CL	liquidos.	-8.04213E-02
DL	(unidades J, gmol, K)	1.37776E-03
AG	Constantes de la ec. de	1.76386E+01
BG	capacidad calorifica para	6.70055E-02
CG	gases ideales.	-1.31485E-04
DG	(unidades J, gmol, K)	1.05883E-07
EG		-2.91803E-11
PM	Peso molecular (g/gmol)	2.016
TN	Temp. normal de ebullición (K)	20.381
LN	Calor latente de vaporización a la temp. normal de eb. (J/gmol)	1334.6
TC	Temperatura crítica (K)	33.191
PC	Presión crítica (kPa)	1315.23
DH	Calor latente de formación (J/gmol)	0.0

(1) Fuente: Reklaitis, G.V., "Balances de Materia y Energía".

TABLA 3.3 Información almacenada en el banco de datos

#### IV MANUAL DE USUARIO

En este capítulo se muestra el procedimiento a seguir para simular un proceso mediante el programa SIMUL. Este procedimiento lo dividiremos en dos etapas:

- 1) Etapa previa a la simulación, que comprende desde la obtención de la información del proceso que se desea simular, hasta el diseño del diagrama de flujo de simulación.
- 2) Manejo del Sistema SIMUL. Esta etapa comprende desde la alimentación de información al sistema hasta la obtención del reporte de simulación.

Conforme se vaya avanzando en la explicación del procedimiento, iremos llevando a cabo la simulación del proceso que se ilustra en la figura 4.1. (este proceso es una modificación del ejemplo 7.4 propuesto por Henley - Seader 1981 (5)). En este proceso, la corriente de alimentación se mezcla con la corriente de recirculación líquida proveniente del tanque separador. Posteriormente esta corriente es enfriada a razón de  $-5.4 \times 10^7$  J/hr. La corriente que sale del enfriador se encuentra en dos fases las cuales se separan en el tanque separador. De la corriente líquida que sale del tanque, el 30% se recircula y se mezcla con la corriente de alimentación al proceso. Todas las corrientes del proceso se encuentran a 3450 KPa. Ignorese las caídas de presión. En el diagrama de flujo (fig. 4.1) se encuentra la composición de la corriente de alimentación.

#### 1. ETAPA PREVIA A LA SIMULACION

Esta etapa comprende desde la obtención de la información del proceso que se quiere simular, hasta la organización de esta información para que pueda ser interpretada por el sistema de simulación.

##### a) Información requerida:

Antes de prender la computadora y querer alimentar datos debemos de contar con cierta información acerca del proceso que queremos simular. Esta información es:

- + Diagrama de flujo o descripción del proceso.

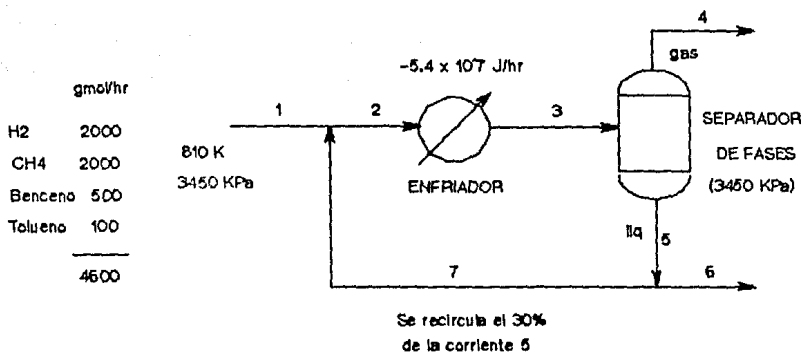


FIGURA 4.1

Diagrama de flujo de proceso

Ejemplo Manual usuario

- + Información completa (flujos, presión, temperatura, composición) de todas la corrientes de entrada al proceso.
- + Variables de operación claves para cada equipo (ver tabla 4.1 de información requerida para cada módulo).
- + Constantes requeridas para evaluar las propiedades termodinámicas de cada uno de los componentes involucrados.

El diagrama de flujo de la figura 4.1 cuenta con la información indicada en los tres primeros incisos anteriores. Las constantes para evaluar las propiedades termodinámicas se obtienen de la bibliografía (11).

b) Diagrama de flujo de simulación de proceso:

El diagrama de flujo de simulación es la representación del diagrama de flujo de proceso empleando los módulos unitarios contenidos en la biblioteca del sistema SIMUL (tabla 3.1). Mediante la elaboración de este diagrama, uno se puede percatar si los módulos existentes son suficientes para simular el proceso, o si se requiere de módulos adicionales.

En la figura 4.2(a) aparece el diagrama de flujo de simulación para el proceso de ejemplo.

c) Identificación de corrientes de corte:

Para identificar a las corrientes de corte que existan en el diagrama de flujo, primero debemos identificar los mezcladores esenciales, como se explicó en el capítulo III (sección 3b). La tabla de corrientes fuente para identificar mezcladores esenciales queda como sigue (para el proceso de ejemplo):

MEZCLADOR	C. SALIDA	C. FUENTE	
1	2	2	ESENCIAL

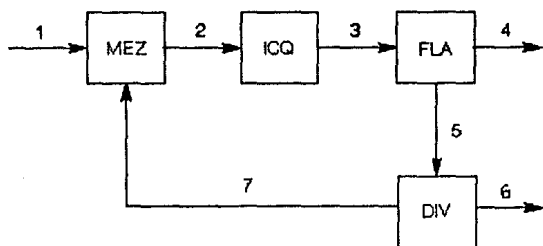
Como la corriente de salida del mezclador es también su corriente fuente, se etiqueta al mezclador como esencial. Se elige como corriente de corte a la corriente de salida del mezclador esencial, o sea a la corriente 2.

Para evaluar a la corriente 2 es necesario utilizar un método iterativo. Debido a esto hay que incluir en el diagrama de flujo de simulación, el módulo unitario que ejecuta dicho método iterativo. En la figura 4.2(b) aparece el diagrama de flujo de

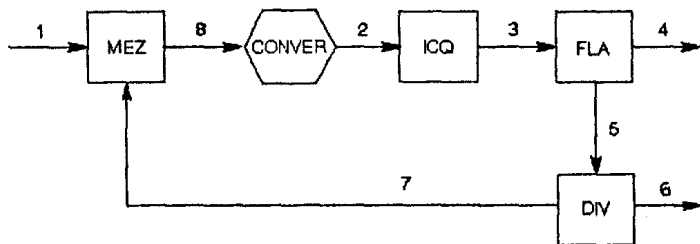


<u>MODULO</u>	<u>VARIABLE</u>	<u>DESCRIPCION</u>
MEZ	-	
DIV	t(j)	Fracción de división de corrientes.
SEP	t(s/j)	Fracción de división de corrientes.
SEI	t(s/j)	Fracción de división de corrientes.
REA	CE(s)	Coefficientes estequiométricos: Reactivos (-) Productos (+)
	X(k)	Conversión del componente k.
	k	Componente clave k.
EXP	P(sal)	Presión de la corriente de salida.
FLA	P(sal)	Presión de la corriente de salida.
ICQ	Q	Calor intercambiado (J/hr).
ICT	T(sal)	Temp. de la corriente de salida.
ITR	P(sal)	Presión de la corriente de salida.
CONVER	-	

TABLA 4.1 Información requerida por cada módulo



(a)



(b)

FIGURA 4.2 Diagrama de flujo de simulación

simulación con el módulo CONVER colocado antes de la corriente de corte.

La corriente de entrada (corriente 8) al módulo CONVER es una corriente ficticia. El proceso iterativo comienza con un estimado inicial (alimentado por el usuario) de la corriente de corte (c. 2); y termina cuando la diferencia entre esta corriente (2) y la corriente de entrada al módulo (c. 8) sea menor a la tolerancia.

d) Secuencia de cálculo:

La secuencia de cálculo es el orden en el que el programa lleva a cabo cada uno de los módulos unitarios incluidos en el diagrama de flujo de simulación para simular el proceso global.

Como en el proceso de ejemplo únicamente se presenta un solo mezclador esencial, no es necesario aplicar el procedimiento explicado en el capítulo III (sección 3b), para obtener el orden de cálculo.

Si analizamos la figura 4.2(b) nos damos cuenta de que el sistema sólo tiene una corriente de entrada (c. 1). El usuario deberá definir la corriente de entrada (c. 1) y además deberá proporcionar al sistema un estimado de la corriente de corte (c. 2), para iniciar el procedimiento iterativo. La secuencia de cálculo debe comenzar por el módulo ICQ, como se ve a continuación:

C. DE ENTRADA	MODULO	C. DE SALIDA
2	ICQ	3
3	FLA	4,5
5	DIV	6,7
7, 1	MEZ	8
8	CONVER	2

Al plantear la secuencia de cálculo se debe tener cuidado en que cuando el sistema ejecute cada uno de los módulos, cuente con la información de todas las corrientes de entrada de ese módulo.

## 2. SISTEMA "SIMUL"

Para comenzar a utilizar el sistema "SIMUL" se debe tener la computadora con el sistema GW Basic cargado, y ejecutar el comando: RUN "INPUT".

En el anexo D se puede ver la secuencia de las pantallas menú del sistema "SIMUL".

### a) Menú principal

El Menú Principal de opciones del sistema aparece en la figura 4.3(a). La utilidad de estas opciones es la siguiente:

- 1> NUEVO PROBLEMA: inicia la simulación de un nuevo proceso.
- 2> NUEVO PROBLEMA ARCHIVANDOLO: inicia la simulación de un nuevo proceso, almacenando en un archivo especial (PROBL) toda la información que el usuario suministra al sistema. Esta opción es útil si queremos simular un proceso varias veces modificando algunas de las variables de operación.
- 3> PROBLEMA ARCHIVADO: con esta opción se lleva a cabo la simulación del proceso que se haya archivado con la opción 2.
- 4> BANCO DE DATOS: con esta opción se entra al módulo que maneja al banco de datos del sistema.
- 5> SALIR: se termina la ejecución de "SIMUL".

### b) Banco de datos:

Para poder simular un proceso debemos asegurarnos que el banco de datos cuenta con la información necesaria para calcular las propiedades termodinámicas de todos los componentes involucrados en el proceso.

Los datos que requiere el banco de datos y las unidades en que deben ser alimentados, aparecen en la tabla 3.3.

S I M U L  
MENU PRINCIPAL

- 1> NUEVO PROBLEMA
- 2> NUEVO PROBLEMA ARCHIVANDOLO
- 3> PROBLEMA ARCHIVADO
- 4> BANCO DE DATOS
- 5> SALIR

OPCION : ?

FIGURA 4.3 (a)

BANCO DE PROPIEDADES DE COMPUESTOS

- 1> ANADIR DATOS
- 2> VER DATOS
- 3> GRABAR ARCHIVO EN DISCO FLEX.
- 4> CAMBIAR DATOS
- 5> MENU PRINCIPAL

OPCION : ?

FIGURA 4.3 (b)

En el Anexo B aparece una impresión de la información contenida en el banco de datos.

Con la opción 4 del Menú principal entramos al módulo del banco de datos.

El menú de opciones de este módulo aparece en la figura 4.3(b). Cada una de estas opciones se utiliza para:

- 1> AÑADIR DATOS: alimentar al sistema toda la información descrita en la tabla 3.3 para un componente específico.
- 2> VER DATOS: presenta un listado en pantalla de todos los componentes dados de alta en el banco de datos con sus constantes almacenadas; al final del listado se puede pedir una impresión de todo el banco (como la que aparece en el Anexo B).
- 3> GRABAR ARCHIVO EN DISCO FLEX: esta opción es para obtener copias de seguridad del banco de datos en discos flexibles; se utiliza principalmente cuando se tiene todo el sistema almacenado en el disco duro de la computadora.
- 4> CAMBIAR DATOS: en caso de que algún dato de cierto componente este equivocado, con esta opción se podrá corregir (habrá que alimentar nuevamente toda la información correspondiente a dicho componente).
- 5> MENU PRINCIPAL: regreso al Menú principal.

Si revisamos la información contenida en el banco de datos (Opción 2), nos damos cuenta de que los componentes involucrados en nuestro problema de ejemplo (Hidrógeno, Metano, Benceno y Tolueno), están dados de alta en el sistema. Así que regresemos al Menú principal.

#### c) Simulación de Procesos:

Con la opción 1 ó 2 del menú principal damos comienzo a la subrutina de "Alimentación de datos" (INPUT), en la cual el usuario le define al sistema el proceso que se desea simular.

Para nuestro proceso de ejemplo llevemos a cabo la opción 2 del menú (Nuevo problema archivandolo) para después poder repetirlo con la opción 3.

La secuencia de "Alimentación de datos" consta de varias pantallas, como se ve a continuación:

#### (1) Topología del proceso:

En esta pantalla se tiene que alimentar el número total de módulos del proceso, el número total de componentes, el número total de corrientes, el nombre de cada uno de los módulos y las corrientes que entran y salen a cada uno de estos módulos.

El orden en el que se alimentan los módulos corresponde a la secuencia de cálculo que utilizará el sistema.

Es importante que las primeras tres letras de cada módulo correspondan exactamente con el nombre del módulo incluido en la biblioteca (tabla 3.1), de no ser así el sistema no lleva a cabo dicho módulo. Después de las tres primeras letras en el nombre del módulo, hay espacio para otras tres letras que pueden servir para identificación especial de cada módulo; por ejemplo si en un proceso hay tres mezcladores, se pueden identificar como MEZ1, MEZ2 y MEZ3.

Algunas consideraciones especiales para alimentar los módulos son las siguientes:

- + El módulo de mezclado (MEZ) puede tener un máximo de cinco corrientes de entrada. El sistema irá preguntado las corrientes de entrada hasta llegar a cinco. En el caso de que se tengan menos de cinco, simplemente hay que dejar en blanco el espacio de la siguiente corriente de entrada (oprimir RETURN) y el cursor preguntará entonces la corriente de salida.
- + El módulo del flash (FLA) que tiene dos corrientes de salida; la primera corriente de salida que se alimente se considerará la corriente en fase gaseosa y la segunda corriente en fase líquida.

En la figura 4.4 (a) y (b) aparecen estas pantallas con la información de nuestro problema de ejemplo.

#### (2) Elección de componentes:

La siguiente pantalla después de la Topología del Proceso es la de Elección de componentes. Aquí tenemos que alimentar el nombre de los componentes involucrados en el proceso para que el sistema

ALIMENTACION DE DATOS  
(1) TOPOLOGIA DEL PROCESO

# TOTAL DE MODULOS: 5  
# TOTAL DE COMPONENTES: 4  
# TOTAL DE CORRIENTES: 8

MODULO	ENTRADA	SALIDA
1 ) ICQ	2	3
2 ) FLA	3	4 5
3 ) DIV	5	7 6
4 ) MEZ	1 7	8_

FIGURA 4.4 (a)

ALIMENTACION DE DATOS  
(1) TOPOLOGIA DEL PROCESO

# TOTAL DE MODULOS: 5  
# TOTAL DE COMPONENTES: 4  
# TOTAL DE CORRIENTES: 8

MODULO	ENTRADA	SALIDA
5 ) CON	8	2_

FIGURA 4.4 (b)



extraiga del banco de datos la información de dichos componentes. Es importante escribir el nombre del compuesto tal como está dado de alta en el banco de datos, de otra manera el sistema no lo podrá localizar.

En la figura 4.5 aparece la pantalla de "Elección de componentes" con la información para el proceso de ejemplo.

### (3) Definición de corrientes de entrada:

En esta pantalla tenemos que definir al sistema las propiedades de todas las corrientes que entran al proceso y también de las corrientes de corte. En el caso de las corrientes de corte se darán valores estimados a los flujos y a las propiedades de dichas corrientes para poder iniciar el proceso iterativo.

La pantalla comienza con el número de la corriente que vamos a alimentar, el cual es indispensable que se alimente.

De las variables que aparecen en esta pantalla la única que requiere explicación es la relación V/F.

$V/F = \text{flujo molar de la corriente en fase gaseosa} / \text{flujo molar total de la corriente}$

Una relación de  $V/F = 1$  indica que el total de la corriente se encuentra en fase gaseosa (aunque no necesariamente a la temperatura de rocío), mientras que un  $V/F = 0$  indica que se encuentra en fase líquida (aunque no necesariamente a la temperatura de burbuja).

Debido a que esta pantalla tiene acceso a rutinas del paquete termodinámico, algunas propiedades que aparecen en esta pantalla pueden ser calculadas automáticamente una vez que se definan las otras; esto se describe a continuación:

- + Los flujos de cada componente en la corriente siempre tendrán que ser definidos por el usuario.
- + Según la regla de las fases:  
Las propiedades intensivas principales que generalmente se usan para caracterizar el estado de equilibrio de un sistema son la temperatura, la presión y la composición de cada una de las fases. Existe un número preciso de propiedades de un sistema que, una vez especificadas, definen automáticamente el estado de equilibrio, y entonces fijan los valores de las propiedades intensivas restantes. A dicho número preciso de propiedades se le llama "grados de libertad termodinámicos del sistema", y depende del número de componentes químicos y del número de fases

ALIMENTACION DE DATOS  
(2) ELECCION DE COMPONENTES

COMP. ( 1 ) :? HIDROGENO  
COMP. ( 2 ) :? METANO  
COMP. ( 3 ) :? BENCENO  
COMP. ( 4 ) :? TOLUENO

FIGURA 4.5

presentes en el sistema. La relación precisa entre los grados de libertad  $D$ , el número de componentes  $C$  y el número de fases  $F$ , se conoce como la regla de las fases y se obtiene mediante:

$$D = C - F + 2$$

Las variables que tenemos en la pantalla de captura son presión, temperatura y  $V/F$ . Para el caso general, con que se definan dos de estas variables, la tercera se calculará automáticamente. Por ejemplo si queremos saber la temperatura de saturación de una corriente con una presión de 200 kPa y una relación de  $V/F = 1$ , lo que se hace es alimentar la presión, se deja en blanco la temperatura (oprimir RETURN) y se alimenta  $V/F$ ; al oprimir RETURN automáticamente se calculará la temperatura.

- + La entalpía, temperatura de burbuja y de rocío siempre serán calculadas automáticamente. Puede suceder que en el proceso de cálculo de las temperaturas de burbuja o rocío no converja el cálculo, entonces aparecerá el siguiente mensaje: "No se ha logrado la convergencia, (A) Abortar (R) Intentar de nuevo". Con la opción de "intentar de nuevo" el sistema pide al usuario una temperatura supuesta para iniciar nuevamente el cálculo, y con la opción de abortar se omite este cálculo.

En la fig. 4.6(a) aparece la pantalla de "Definición de corrientes de entrada" con la información de la corriente # 1 de nuestro proceso de ejemplo; y en la fig. 4.6 (b) aparecen los valores estimados de la corriente # 2 para iniciar el procedimiento iterativo.

Si aplicamos la regla de las fases para la corriente # 1 del ejemplo (fig. 4.6(a)) tenemos:  $C = 2$ ,  $F = 1$ ,  $D = 2 - 1 + 2$ ,  $D = 3$ ; el sistema tiene tres grados de libertad que en este caso son la presión, la temperatura y la composición (el  $V/F = 1$  aparece automáticamente).

Una vez que se ha terminado con los datos de una corriente, el cursor se sitúa en la posición de "CORRIENTE # \_\_\_\_"; si en este momento nos damos cuenta que algún dato está equivocado, se puede volver a poner el número de dicha corriente y aparecerán los valores almacenados, entonces habrá que volver a teclear los valores correctos.

Cuando se haya terminado de alimentar todas las corrientes, se deja en blanco el espacio de "CORRIENTE # \_\_\_\_" (se oprime RETURN) y se sale de esta pantalla.

SUBROUTINA DE ALIMENTACION DE DATOS  
 (3) DEFINICION DE CORRIENTES DE ENTRADA

CORRIENTE #		1_			
COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ.	GAS		
HIDROGENO	2000	0.00	2000.00	P(KPa)	3450.00
METANO	2000	0.00	2000.00	T(K)	500.00
BENCENO	500	0.00	500.00	V/F	1.0000
TOLUENO	100	0.00	100.00	H(J/hr)	4.813005E+07
				T BUR.	52.97
				T ROC.	420.06

FIGURA 4.6 (a)

SUBROUTINA DE ALIMENTACION DE DATOS  
 (3) DEFINICION DE CORRIENTES DE ENTRADA

CORRIENTE #		2_			
COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ.	GAS		
HIDROGENO	2000	0.00	2000.00	P(KPa)	3450.00
METANO	2000	0.00	2000.00	T(K)	500.00
BENCENO	500	0.00	500.00	V/F	1.0000
TOLUENO	100	0.00	100.00	H(J/hr)	4.813005E+07
				T BUR.	52.97
				T ROC.	420.06

FIGURA 4.6 (b)

(4) Información requerida por cada módulo:

En esta pantalla el sistema solicita al usuario información especial requerida por cada módulo incluido en el proceso (tabla 4.1).

En la figura 4.7 (a), (b) y 4.8 (a) aparece la información solicitada por cada módulo para el problema de ejemplo.

Con esto se termina la subrutina de "Alimentación de datos" (INPUT) y el control se transfiere a la subrutina de "Ejecución" (EJECUCIO).

La subrutina "EJECUCIO" se encarga de ir llamando a las subrutinas de cada módulo para que se realice el cálculo de balance de materia y energía en dicho módulo. En caso de que un módulo "CONVER" se encuentre presente en el proceso, la subrutina "EJECUCIO" repetirá el llamado de módulos hasta que se haya logrado la convergencia.

d) Menú de opciones al terminar el cálculo:

Cuando se termina la etapa de cálculo aparece el menú de opciones que se muestra en la figura 4.8(b). La utilidad de estas opciones es la siguiente:

- 1> VER CORRIENTES: despliega toda la información correspondiente a cada una de las corrientes. En las figuras 4.9 (a) a la 4.12(b) aparece una impresión de las pantallas que despliega esta opción (estas corrientes corresponden a las de nuestro ejemplo).
- 2> IMPRIMIR: genera un "Reporte de Simulación" impreso el cual incluye toda la información relacionada con el proceso que se simuló. Al elegir esta opción el sistema pide al usuario el título del proceso. El "Reporte de Simulación" correspondiente a nuestro ejemplo se muestra en la figura 4.13 y 4.14.
- 3> REPETIR SIMULACION MODIFICANDO ALGUNAS VARIABLES: esta opción se explica en la siguiente sección e) Casos de estudio.
- 4> MENU PRINCIPAL: esta opción nos regresa al "Menú Principal".

ALIMENTACION DE DATOS  
INFORMACION REQUERIDA POR CADA MODULO

1 ) ICQ                    CALOR      (J/hr)                    -54000000 \_\_\_\_\_

FIGURA 4.7 (a)

ALIMENTACION DE DATOS  
INFORMACION REQUERIDA POR CADA MODULO

2 ) FLA                    PRESION DE SALIDA      (KPa)                    3450 \_\_\_\_\_

FIGURA 4.7 (b)

ALIMENTACION DE DATOS  
INFORMACION REQUERIDA POR CADA MODULO

3 ) DIV                    FRACCION DE DIVISION    7 / 5   .3\_\_

FIGURA 4.8 (a)

CALCULO TERMINADO

- 1> VER CORRIENTES
- 2> IMPRIMIR
- 3> REPETIR SIMULACION MODIFICANDO ALGUNAS VARIABLES
- 4> MENU PRINCIPAL

OPCION:

FIGURA 4.8 (b)

PANTALLA DE RESULTADOS

CORRIENTE # 1

COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ	GAS	PROPIEDADES	
HIDROGENO	2,000.00	0.00	2,000.00	P(KPa)	3450
METANO	2,000.00	0.00	2,000.00	T(K)	500
BENCENO	500.00	0.00	500.00	V/F	1
TOLUENO	100.00	0.00	100.00	H(J/hr)	4.813005E+07

Presione cualquier tecla para continuar

FIGURA 4.9 (a)

PANTALLA DE RESULTADOS

CORRIENTE # 2

COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ	GAS	PROPIEDADES	
HIDROGENO	2,003.12	0.00	2,003.12	P(KPa)	3450
METANO	2,021.57	0.00	2,021.57	T(K)	463.3615
BENCENO	712.75	0.00	712.75	V/F	1
TOLUENO	142.76	0.00	142.76	H(J/hr)	5.124429E+07

Presione cualquier tecla para continuar

FIGURA 4.9 (b)



PANTALLA DE RESULTADOS

CORRIENTE # 3

COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ	GAS	PROPIEDADES	
HIDROGENO	2,003.08	10.39	1,992.69	P(KPa)	3450
METANO	2,021.48	71.85	1,949.64	T(K)	274.2537
BENCENO	712.43	709.16	3.27	V/F	.8086108
TOLUENO	142.69	142.52	0.17	H(J/hr)	-2754860

Presione cualquier tecla para continuar

FIGURA 4.10 (a)

PANTALLA DE RESULTADOS

CORRIENTE # 4

COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ	GAS	PROPIEDADES	
HIDROGENO	1,992.69	0.00	1,992.69	P(KPa)	3450
METANO	1,949.59	0.00	1,949.59	T(K)	274.252
BENCENO	3.26	0.00	3.26	V/F	1
TOLUENO	0.17	0.00	0.17	H(J/hr)	-1.314298E+07

Presione cualquier tecla para continuar

FIGURA 4.10 (b)

PANTALLA DE RESULTADOS

CORRIENTE # 5

COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ	GAS	PROPIEDADES	
HIDROGENO	10.39	10.39	0.00	P(KPa)	3450
METANO	71.85	71.85	0.00	T(K)	274.252
BENCENO	709.17	709.17	0.00	V/F	0
TOLUENO	142.52	142.52	0.00	H(J/hr)	1.03808E+07

Presione cualquier tecla para continuar

FIGURA 4.11 (a)

PANTALLA DE RESULTADOS

CORRIENTE # 6

COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ	GAS	PROPIEDADES	
HIDROGENO	7.27	7.27	0.00	P(KPa)	3450
METANO	50.32	50.32	0.00	T(K)	274.252
BENCENO	496.42	496.42	0.00	V/F	1
TOLUENO	99.77	99.77	0.00	H(J/hr)	7266561

Presione cualquier tecla para continuar

FIGURA 4.11 (b)

PANTALLA DE RESULTADOS

CORRIENTE # 7

COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ	GAS	PROPIEDADES	
HIDROGENO	3.12	3.12	0.00	P(KPa)	3450
METANO	21.57	21.57	0.00	T(K)	274.252
BENCENO	212.75	212.75	0.00	V/F	0
TOLUENO	42.76	42.76	0.00	H(J/hr)	3114241

Presione cualquier tecla para continuar

FIGURA 4.12 (a)

PANTALLA DE RESULTADOS

CORRIENTE # 8

COMPUESTO	(gmol/hr)	LIQ	GAS	PROPIEDADES	
HIDROGENO	2,003.12	0.00	2,003.12	P(KPa)	3450
METANO	2,021.57	0.00	2,021.57	T(K)	463.3615
BENCENO	712.75	0.00	712.75	V/F	1
TOLUENO	142.76	0.00	142.76	H(J/hr)	5.124429E+07

Presione cualquier tecla para continuar

FIGURA 4.12 (b)

REPORTE DE SIMULACION

+ PROCESO : MANUAL USUARIO · EJEMPLO 1

# TOTAL DE MODULOS : 5  
 # TOTAL DE COMPONENTES : 4  
 # TOTAL DE CORRIENTES : 8

+ COMPONENTES:

1 ) HIDROGENO  
 2 ) METANO  
 3 ) BENCENO  
 4 ) TOLUENO

+ TOPOLOGIA DEL PROCESO:

MODULO	# CORRIENTE	
	ENTRADA	SALIDA
1 ) ICQ	2	3
2 ) FLA	3	4
3 ) DIV	5	5
		6
4 ) MEZ	1	8
	7	
5 ) COM	8	2

+ INFORMACION ESPECIAL PARA CADA MODULO

1 ) ICQ	CALOR (J/hr) :	-5.4E+07
2 ) FLA	PPESION DE SALIDA (kPa) :	3450
3 ) DIV	FRACCION DE DIVISION 7 / 5 :	.3

FIGURA 4.13

# CORRIENTE	1	2	3	4	5
HIDROGENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	10.39	0.00	10.39
METANO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	71.85	0.00	71.89
BENCENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	709.16	0.00	709.17
TOLUENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	142.52	0.00	142.52
HIDROGENO gas. (gmol/hr)	2,000.00	2,003.12	1,992.69	1,992.69	0.00
METANO gas. (gmol/hr)	2,000.00	2,021.57	1,949.64	1,949.59	0.00
BENCENO gas. (gmol/hr)	500.00	712.75	3.27	3.26	0.00
TOLUENO gas. (gmol/hr)	100.00	142.76	0.17	0.17	0.00
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	4,600.00	4,880.19	4,879.69	3,945.71	933.98
PRESION (kPa) :	3,450.00	3,450.00	3,450.00	3,450.00	3,450.00
TEMPERATURA (K) :	500.00	463.36	274.25	274.25	274.25
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	1.00	1.00	0.81	1.00	0.00
ENTALPIA (J/hr) :	+4.8130E+07	+5.1244E+07	-2.7549E+06	-1.3143E+07	+1.0381E+07

# CORRIENTE	6	7	8
HIDROGENO liq. (gmol/hr)	7.27	3.12	0.00
METANO liq. (gmol/hr)	50.32	21.57	0.00
BENCENO liq. (gmol/hr)	496.42	212.75	0.00
TOLUENO liq. (gmol/hr)	99.77	42.76	0.00
HIDROGENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	2,003.12
METANO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	2,021.57
BENCENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	712.75
TOLUENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	142.76
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	653.79	280.19	4,880.19
PRESION (kPa) :	3,450.00	3,450.00	3,450.00
TEMPERATURA (K) :	274.25	274.25	463.36
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	0.00	0.00	1.00
ENTALPIA (J/hr) :	+7.2666E+06	+3.1142E+06	+5.1244E+07

+ MODULOS COM INTERCAMBIO DE CALOR o TRABAJO

MODULO	Q, W (J/hr)
1) IC9	-5.399915E+07

FIGURA 4.14

#### e) Casos de Estudio:

A las simulaciones que se obtengan como resultado de la modificación de alguna de las variables de operación de un proceso original, las llamaremos "Casos de estudio".

El objetivo de estos "Casos de estudio" es observar como se comporta un módulo o un proceso, al modificar algunas de las variables de operación de dicho módulo o proceso.

Con el simulador "SIMUL" esto se puede llevar a cabo con la opción 3 del "Menú de opciones al terminar el cálculo" (3> Repetir simulación modificando algunas variables).

Esta opción supone que queremos hacer la simulación de un proceso que tiene la misma topología y los mismos componentes que el proceso que se acaba de simular, pero queremos modificar algunas de las características de las corrientes de simulación o alguna variable de operación de algún módulo. Al ejecutar esta opción, el control se transfiere a la pantalla 3 (Definición de corrientes de entrada), de la subrutina "INPUT". Aquí se alimentan los datos con la modificación que nos interesa analizar.

En los casos de estudio que se presentan a continuación se proponen modificaciones al proceso del ejemplo 1. El objetivo es el observar el impacto de estas modificaciones en el proceso.

#### Caso de Estudio (a)

Modificación: definir como 0.5 la "fracción de división 7/5" del módulo DIV, en lugar de 0.3.

Para hacer esto ejecutamos la opción 3 del Menú de "Cálculo Terminado", lo cual nos regresa a la pantalla de captura de corrientes. Debido a que en este caso las corrientes 1 y 2 ya han sido alimentadas, simplemente oprimimos RETURN y pasamos a las pantallas de captura de "Información requerida por cada módulo". En estas pantallas alimentamos los mismos datos que en el ejemplo para los módulos ICQ y FLA (fig. 4.7 (a) y (b)); al llegar al módulo DIV y que nos pregunte la "Fracción de división 7/5 : ", alimentamos el dato de 0.5. De esta manera se lleva a cabo el cálculo. El resultado de esta simulación se muestra en el reporte de la figura 4.15 y 4.16.

Como se ve en el reporte, el efecto que causó el haber aumentado la recirculación fue un descenso de la temperatura de la corriente que sale del mezclador, con respecto a la primera simulación (reporte fig. 4.13 y 4.14). Las dos corrientes de salida (4 y 6) no presentan ningún cambio.

REPORTE DE SIMULACION

---

+ PROCESO : EJEMPLO 1 / CASO ESTUDIO (a)

# TOTAL DE MODULOS : 5  
 # TOTAL DE COMPONENTES : 4  
 # TOTAL DE CORRIENTES : 8

+ COMPONENTES:

1 ) HIDROGENO  
 2 ) METANO  
 3 ) BENCENO  
 4 ) TOLUENO

+ TOPOLOGIA DEL PROCESO:

MODULO	# CORRIENTE	
	ENTRADA	SALIDA
1 ) ICQ	2	3
2 ) FLA	3	4
3 ) DIV	5	7
4 ) MEZ	1	8
5 ) CON	7	2

+ INFORMACION ESPECIAL PARA CADA MODULO

1 ) ICQ	CALOR (J/hr) :	-5.4E+07
2 ) FLA	PRESION DE SALIDA (kPa) :	3450
3 ) DIV	FRACCION DE DIVISION 7 / 5 :	.5

FIGURA 4.15

# CORRIENTE ==>	1	2	3	4	5
HIDROGENO liq. (gmol/hr)	0.00	9.56	14.55	0.00	14.55
METANO liq. (gmol/hr)	0.00	34.24	100.52	0.00	100.60
BENCENO liq. (gmol/hr)	0.00	867.54	993.36	0.00	993.37
TOLUENO liq. (gmol/hr)	0.00	188.59	199.65	0.00	199.65
HIDROGENO gas. (gmol/hr)	2,000.00	1,997.61	1,992.58	1,992.57	0.00
METANO gas. (gmol/hr)	2,000.00	2,015.97	1,949.62	1,949.54	0.00
BENCENO gas. (gmol/hr)	500.00	129.30	3.28	3.27	0.00
TOLUENO gas. (gmol/hr)	100.00	11.27	0.17	0.17	0.00
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	4,600.00	5,254.08	5,253.72	3,945.55	1,308.17
PRESION (kPa) :	3,450.00	3,450.00	3,450.00	3,450.00	3,450.00
TEMPERATURA (K) :	500.00	363.42	274.33	274.32	274.32
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	1.00	0.79	0.75	1.00	0.00
ENTALPIA (J/hr) :	+4.8130E+07	+5.5415E+07	+1.4106E+06	-1.3133E+07	+1.4569E+07

# CORRIENTE ==>	6	7	8
HIDROGENO liq. (gmol/hr)	7.28	7.28	9.56
METANO liq. (gmol/hr)	50.30	50.30	34.24
BENCENO liq. (gmol/hr)	496.69	496.69	867.54
TOLUENO liq. (gmol/hr)	99.82	99.82	188.59
HIDROGENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	1,997.61
METANO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	2,015.97
BENCENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	129.30
TOLUENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	11.27
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	654.08	654.08	5,254.08
PRESION (kPa) :	3,450.00	3,450.00	3,450.00
TEMPERATURA (K) :	274.32	274.32	363.42
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	0.00	0.00	0.79
ENTALPIA (J/hr) :	+7.2847E+06	+7.2847E+06	+5.5415E+07

+ MODULOS COM INTERCAMBIO DE CALOR o TRABAJO

MODULO	Q, W (J/hr)
1 ) ICC	-5.400411E+07

FIGURA 4.16



#### Caso de estudio (b)

Modificación: disminuir la cantidad de calor del intercambiador a  $-4.5E7$  J/hr (mantener la fracción de división 7/5 en 0.3, igual que el ejemplo original).

Esta operación se hace de la misma manera que se explicó la modificación del caso de estudio (a). El resultado de esta simulación se muestra en el Reporte de Simulación de la figura 4.17 y 4.18. En este caso se presenta una mayor temperatura de las corrientes de salida, con respecto al ejemplo original (fig. 4.13 y 4.14). Dicho aumento de temperatura produce un desplazamiento en el equilibrio, y se observa una mayor contenido de benceno y tolueno en la corriente de salida 4 (menor separación).

#### Caso de estudio (c)

Modificación: disminuir la cantidad de calor del intercambiador a  $-3.5E7$  J/hr.

El resultado de esta modificación se ve en el reporte de la fig. 4.19 y 4.20. El efecto que se observa en el proceso es el mismo que en el caso de estudio (b), pero incrementado.

REPORTE DE SIMULACION

+ PROCESO : EJEMPLO 1 / CASO ESTUDIO (b)

# TOTAL DE MODULOS : 5  
 # TOTAL DE COMPONENTES : 4  
 # TOTAL DE CORRIENTES : 8

+ COMPONENTES:

1 ) HIDROGENO  
 2 ) METANO  
 3 ) BENCENO  
 4 ) TOLUENO

+ TOPOLOGIA DEL PROCESO:

MODULO	# CORRIENTE	
	ENTRADA	SALIDA
1 ) ICQ	2	3
2 ) FLA	3	4
		5
3 ) DIV	5	7
		6
4 ) MEZ	1	8
	7	
5 ) CON	8	2

+ INFORMACION ESPECIAL PARA CADA MODULO

1 ) ICQ	CALOR (J/hr) :	-4.5E+07
2 ) FLA	PRESION DE SALIDA (kPa) :	3450
3 ) DIV	FRACCION DE DIVISION 7 / 5 :	.3

FIGURA 4.17

# CORRIENTE ==>	1	2	3	4	5
HIDROGENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	9.25	0.00	9.25
METANO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	50.18	0.00	50.20
BENCENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	696.86	0.00	696.89
TOLUENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	141.88	0.00	141.88
HIDROGENO gas. (gmol/hr)	2,000.00	2,002.77	1,993.51	1,993.51	0.00
METANO gas. (gmol/hr)	2,000.00	2,015.06	1,964.91	1,964.89	0.00
BENCENO gas. (gmol/hr)	500.00	709.07	12.77	12.75	0.00
TOLUENO gas. (gmol/hr)	100.00	142.56	0.80	0.79	0.00
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	4,600.00	4,869.47	4,870.16	3,971.94	898.22
PRESION (kPa) :	3,450.00	3,450.00	3,450.00	3,450.00	3,450.00
TEMPERATURA (K) :	500.00	472.94	300.93	300.93	300.93
GRADO VAPORIZ. (V/f) :	1.00	1.00	0.82	1.00	0.00
ENTALPIA (J/hr) :	+4.8130E+07	+5.3582E+07	+8.5867E+06	-9.5642E+06	+1.8173E+07

# CORRIENTE ==>	6	7	8
HIDROGENO liq. (gmol/hr)	6.47	2.77	0.00
METANO liq. (gmol/hr)	35.14	15.06	0.00
BENCENO liq. (gmol/hr)	487.82	209.07	0.00
TOLUENO liq. (gmol/hr)	99.31	42.56	0.00
HIDROGENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	2,002.77
METANO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	2,015.06
BENCENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	709.07
TOLUENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	142.56
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	628.75	269.46	4,869.47
PRESION (kPa) :	3,450.00	3,450.00	3,450.00
TEMPERATURA (K) :	300.93	300.93	472.94
GRADO VAPORIZ. (V/f) :	0.00	0.00	1.00
ENTALPIA (J/hr) :	+1.2721E+07	+5.4518E+06	+5.3582E+07

+ MODULOS CON INTERCAMBIO DE CALOR o TRABAJO

MODULO	Q, W (J/hr)
1 ) ICQ	-4.499513E+07

FIGURA 4.18

REPORTE DE SIMULACION

+ PROCESO : EJEMPLO 1 / CASO ESTUDIO (c)

# TOTAL DE MODULOS : 5  
 # TOTAL DE COMPONENTES : 4  
 # TOTAL DE CORRIENTES : 8

+ COMPONENTES:

1 ) HIDROGENO  
 2 ) METANO  
 3 ) BENCENO  
 4 ) TOLUENO

+ TOPOLOGIA DEL PROCESO:

MODULO	# CORRIENTE	
	ENTRADA	SALIDA
1 ) ICQ	2	3
2 ) FLA	3	4
3 ) DIV	5	7
4 ) MEZ	1	8
5 ) CON	8	2

+ INFORMACION ESPECIAL PARA CADA MODULO

1 ) ICQ	CALOR (J/hr) :	-3.5E+07
2 ) FLA	PRESION DE SALIDA (kPa) :	3450
3 ) DIV	FRACCION DE DIVISION 7 / 5 :	.3

FIGURA 4.19

ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

# CORRIENTE ==>	1	2	3	4	5
HIDROGENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	8.09	0.00	8.09
METANO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	35.75	0.00	35.76
BENCENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	659.68	0.00	659.72
TOLUENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	138.86	0.00	138.86
HIDROGENO gas. (gmol/hr)	2,000.00	2,002.43	1,994.32	1,994.32	0.00
METANO gas. (gmol/hr)	2,000.00	2,010.73	1,975.01	1,975.00	0.00
BENCENO gas. (gmol/hr)	500.00	697.91	38.79	38.76	0.00
TOLUENO gas. (gmol/hr)	100.00	141.66	2.85	2.85	0.00
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	4,600.00	4,852.73	4,853.35	4,010.93	842.43
PRESION (kPa) :	3,450.00	3,450.00	3,450.00	3,450.00	3,450.00
TEMPERATURA (K) :	500.00	484.08	327.85	327.85	327.85
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	1.00	1.00	0.83	1.00	0.00
ENTALPIA (J/hr) :	+4.8130E+07	+5.6003E+07	+2.0999E+07	-5.2556E+06	+2.6245E+07
# CORRIENTE ==>	6	7	8		
HIDROGENO liq. (gmol/hr)	5.66	2.43	0.00		
METANO liq. (gmol/hr)	25.03	10.73	0.00		
BENCENO liq. (gmol/hr)	461.80	197.91	0.00		
TOLUENO liq. (gmol/hr)	97.20	41.66	0.00		
HIDROGENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	2,002.43		
METANO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	2,010.73		
BENCENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	697.91		
TOLUENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	141.66		
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	589.70	252.73	4,852.73		
PRESION (kPa) :	3,450.00	3,450.00	3,450.00		
TEMPERATURA (K) :	327.85	327.85	484.08		
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	0.00	0.00	1.00		
ENTALPIA (J/hr) :	+1.8371E+07	+7.8734E+06	+5.6003E+07		
+ MODULOS CON INTERCAMBIO DE CALOR o TRABAJO					
MODULO	Q, W (J/hr)				
1) ICQ	-3.500485E+07				

FIGURA 4.20

## V EJEMPLOS DE APLICACION

El objetivo de este capitulo es el presentar algunos de los procesos que han sido simulados con el programa "SIMUL", para que se pueda observar el empleo de los diferentes módulos unitarios.

### EJEMPLO 5.1

Este ejemplo es una modificación del ejemplo que aparece en la sección 7.6 (a) de Henley-Seader 1981 (5). Considere el diagrama de flujo de proceso de la fig 5.1(a) en el que se separa n-Hexano del n-Octano mediante una serie de 3 flashes a una presión de 1 atm. Ignore la caída de presión. La alimentación del primer flash es una mezcla equimolar en su temperatura de burbuja, con un flujo de 100 gmol/hr. El calor intercambiado en cada una de las unidades es el siguiente:

Q1 : 1,793,922 J/hr  
Q2 : -1,742,879 J/hr  
Q3 : 813,998 J/hr  
Q4 : -803,148 J/hr  
Q5 : 377,237 J/hr  
Q6 : -375,742 J/hr

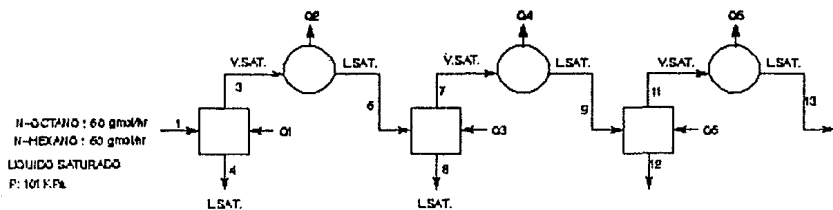
Simular el proceso para obtener la información (flujo, composición, T, V/F) de cada una de la corrientes.

Solución: En la figura 5.1(b) aparece el diagrama de flujo de simulación para este proceso, y en las figuras 5.2 y 5.3 aparece el reporte de simulación.

### EJEMPLO 5.2

Este ejemplo está basado en el ejemplo 27 del capitulo 10 propuesto por Felder 1978 (3). La síntesis de cloruro de etilo se efectúa mediante la reacción de etileno con ácido clorhídrico en presencia de un catalizador de cloruro de aluminio. En el diagrama 5.4(a) se muestra el diagrama de flujo del proceso con la información requerida para llevar a cabo la simulación. Obtener la información (flujo, composición, T, V/F) de todas las corrientes.

Solución: En la figura 5.4(b) se muestra el diagrama de flujo de simulación, y en las figuras 5.5 y 5.6 se muestra el reporte de simulación de este ejemplo.



Q1 = 1,793,922 J/hr  
 Q2 = -1,742,879 J/hr  
 Q3 = 813,998 J/hr  
 Q4 = -803,148 J/hr  
 Q5 = 377,237 J/hr  
 Q6 = -376,742 J/hr

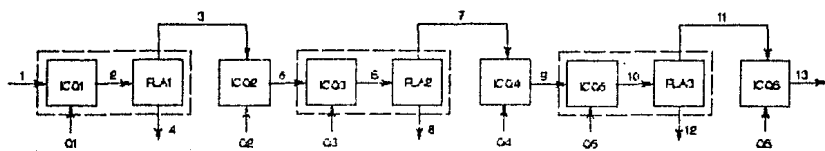


FIGURA 5.1 Ejemplo 5.1

REPORTE DE SIMULACION

+ PROCESO : EJEMPLO 5.1

# TOTAL DE MODULOS : 9  
 # TOTAL DE COMPONENTES : 2  
 # TOTAL DE CORRIENTES : 13

+ COMPONENTES:

1 ) N-OCTANO  
 2 ) N-HEXANO

+ TOPOLOGIA DEL PROCESO:

MODULO	# CORRIENTE	
	ENTRADA	SALIDA
1 ) IC01	1	2
2 ) FLA1	2	3
		4
3 ) IC02	3	5
4 ) IC03	5	6
5 ) FLA2	6	7
		8
6 ) IC04	7	9
7 ) IC05	9	10
8 ) FLA3	10	11
		12
9 ) IC06	11	13

+ INFORMACION ESPECIAL PARA CADA MODULO

1 ) IC01	CALOR (J/hr) :	1793922
2 ) FLA1	PRESION DE SALIDA (kPa) :	101
3 ) IC02	CALOR (J/hr) :	-1742879
4 ) IC03	CALOR (J/hr) :	813998
5 ) FLA2	PRESION DE SALIDA (kPa) :	101
6 ) IC04	CALOR (J/hr) :	-803148
7 ) IC05	CALOR (J/hr) :	377237
8 ) FLA3	PRESION DE SALIDA (kPa) :	101
9 ) IC06	CALOR (J/hr) :	-375742

FIGURA 5.2



# CORRIENTE ==>	1	2	3	4	5
N-OCTANO liq. (gmol/hr)	50.00	34.90	0.00	34.89	15.09
N-HEXANO liq. (gmol/hr)	50.00	15.12	0.00	15.10	34.91
N-OCTANO gas. (gmol/hr)	0.00	15.07	15.09	0.00	0.00
N-HEXANO gas. (gmol/hr)	0.00	34.91	34.92	0.00	0.01
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	100.00	100.00	50.01	49.99	50.01
PRESSION (kPa) :	101.00	101.00	101.00	101.00	101.00
TEMPERATURA (K) :	359.90	371.11	371.10	371.10	351.51
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00
ENTALPIA (J/hr) :	+1.4728E+06	+3.2667E+06	+2.3426E+06	+9.2402E+05	+5.9968E+05

# CORRIENTE ==>	6	7	8	9	10
N-OCTANO liq. (gmol/hr)	11.78	0.00	11.78	3.30	2.76
N-HEXANO liq. (gmol/hr)	13.26	0.00	13.23	21.70	9.80
N-OCTANO gas. (gmol/hr)	3.29	3.30	0.00	0.00	0.53
N-HEXANO gas. (gmol/hr)	21.69	21.70	0.00	0.00	11.91
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	50.01	25.00	25.00	25.00	25.00
PRESSION (kPa) :	101.00	101.00	101.00	101.00	101.00
TEMPERATURA (K) :	358.53	358.51	358.51	345.53	348.61
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	0.50	1.00	0.00	0.00	0.50
ENTALPIA (J/hr) :	+1.4137E+06	+1.0565E+06	+3.5684E+05	+2.5335E+05	+6.3059E+05

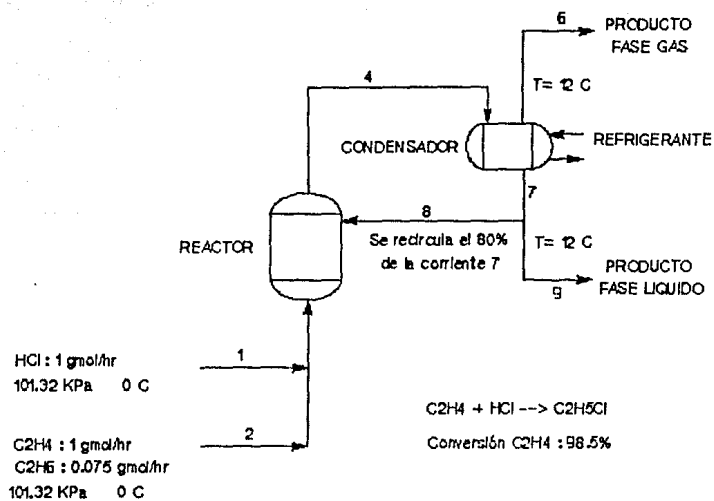
  

# CORRIENTE ==>	11	12	13
N-OCTANO liq. (gmol/hr)	0.00	2.77	0.53
N-HEXANO liq. (gmol/hr)	0.00	9.78	11.92
N-OCTANO gas. (gmol/hr)	0.53	0.00	0.00
N-HEXANO gas. (gmol/hr)	11.92	0.00	0.00
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	12.46	12.55	12.46
PRESSION (kPa) :	101.00	101.00	101.00
TEMPERATURA (K) :	348.60	348.60	342.86
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	1.00	0.00	0.00
ENTALPIA (J/hr) :	+4.9088E+05	+1.3861E+05	+1.1514E+05

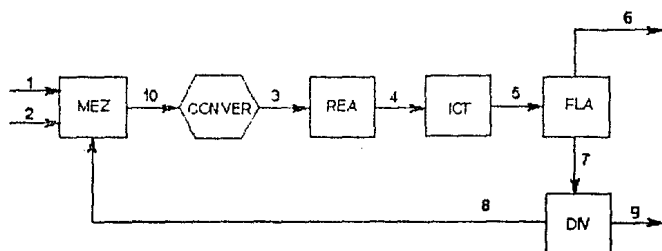
+ MODULOS CON INTERCAMBIO DE CALOR o TRABAJO

MODULO	Q, W (J/hr)
1 ) ICQ1	1793922
3 ) ICQ2	-1742879
4 ) ICQ3	813998
6 ) ICQ4	-803148
7 ) ICQ5	377237
9 ) ICQ6	-375742

FIGURA 5.3



(a) Diagrama de Flujo de Proceso



(b) Diagrama de Flujo de Simulación

FIGURA 5.4 Ejemplo 5.2

REPORTE DE SIMULACION

---

+ PROCESO : EJEMPLO 5.2

# TOTAL DE MODULOS : 6  
 # TOTAL DE COMPONENTES : 4  
 # TOTAL DE CORRIENTES : 10

+ COMPONENTES:

1 ) CLORHIDRICO ACIDO  
 2 ) ETILENO  
 3 ) BENCENO  
 4 ) ETILO CLORURO

+ TOPOLOGIA DEL PROCESO:

MODULO	# CORRIENTE	
	ENTRADA	SALIDA
1 ) REA	3	4
2 ) ICT	4	5
3 ) FLA	5	6
4 ) DIV	7	8
		9
5 ) MEZ	1	10
	2	
	8	
6 ) COM	10	3

+ INFORMACION ESPECIAL PARA CADA MODULO

1 ) REA	COEFICIENTES ESTEQUIOMETRICOS:	
	1 ) CLORHIDRICO ACIDO	-1
	2 ) ETILENO	-1
	3 ) BENCENO	0
	4 ) ETILO CLORURO	1
	CONVERSION COMPONENTE CLAVE :	.985
	# COMPONENTE CLAVE :	1
2 ) ICT	TEMP. SALIDA (K) :	285
3 ) FLA	PRESION DE SALIDA (kPa) :	101.32
4 ) DIV	FRACCION DE DIVISION 8 / 7 :	.8

FIGURA 5.5

# CORRIENTE ==>	1	2	3	4	5
CLORHIDRICO ACIDO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01
ETILENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
BENCENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.04	0.37	0.11	0.37
ETILO CLORURO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	2.71	0.14	4.10
CLORHIDRICO ACIDO gas. (gmol/hr)					
ETILENO gas. (gmol/hr)	1.00	0.00	0.93	0.02	0.01
BENCENO gas. (gmol/hr)	0.00	1.00	0.96	0.01	0.01
BENCENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.04	0.00	0.26	0.00
ETILO CLORURO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	0.57	4.13	0.17
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	1.00	1.08	5.66	4.67	4.67
PRESION (kPa) :	101.32	101.32	101.32	101.32	101.32
TEMPERATURA (K) :	273.15	273.15	255.33	299.69	285.00
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	1.00	0.96	0.43	0.94	0.04
ENTALPIA (J/hr) :	-7.2965E+02	-8.8282E+01	-8.5041E+04	+2.4788E+04	-1.0540E+05

# CORRIENTE ==>	6	7	8	9	10
CLORHIDRICO ACIDO liq. (gmol/hr)	0.00	0.01	0.00	0.00	0.08
ETILENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
BENCENO liq. (gmol/hr)	0.00	0.37	0.29	0.07	0.37
ETILO CLORURO liq. (gmol/hr)	0.00	4.10	3.28	0.82	2.71
CLORHIDRICO ACIDO gas. (gmol/hr)					
ETILENO gas. (gmol/hr)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.93
BENCENO gas. (gmol/hr)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.96
BENCENO gas. (gmol/hr)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETILO CLORURO gas. (gmol/hr)	0.17	0.00	0.00	0.00	0.57
FLUJO TOTAL (gmol/hr) :	0.19	4.48	3.58	0.90	5.66
PRESION (kPa) :	101.32	101.32	101.32	101.32	101.32
TEMPERATURA (K) :	285.00	285.00	285.00	285.00	255.33
GRADO VAPORIZ. (V/F) :	1.00	0.00	0.00	0.00	0.43
ENTALPIA (J/hr) :	-1.1653E+02	-1.0528E+05	-8.4223E+04	-2.1056E+04	-8.5041E+04

+ MODULOS CON INTERCAMBIO DE CALOR O TRABAJO

MODULO	Q, W (J/hr)
1 ) REA	109829
2 ) ICT	-130184.1

FIGURA 5.6

## VI CONCLUSIONES

La simulación de procesos permite al estudiante de Ingeniería Química integrar conocimientos que ya ha adquirido a lo largo de la carrera y le permite trasladar dichos conocimientos acerca de los fundamentos de los procesos a aplicaciones prácticas que dan por resultado diseños que pueden ser factibles (19). Debido a esto los simuladores de proceso son una herramienta muy valiosa en la enseñanza de la Ingeniería Química.

El empleo de simuladores de proceso permiten al alumno observar el comportamiento de procesos de cierto grado de complejidad, en un tiempo relativamente corto y a un bajo costo. Además, el simulador de procesos puede evaluar cualquier cambio que el alumno realice a las condiciones de operación del proceso. Esta facilidad fomenta al alumno a poner en práctica sus conocimientos para elegir las condiciones de operación que más favorezcan al proceso.

La etapa de desarrollo y diseño del simulador resulta ser también muy educativa. Para la elaboración de un módulo unitario determinado, se requiere conocer el funcionamiento de la operación que se desea simular, de manera que se pueda programar la solución en forma ordenada.

En conclusión, la simulación es la opción más accesible con la que cuenta el estudiante para poder observar el comportamiento de procesos.

## RECOMENDACIONES

A continuación se proponen algunas recomendaciones para mejorar al simulador SIMUL (estas mejoras exceden el propósito de esta tesis y se consideran fuera del alcance de este trabajo):

- Debido a que el Paquete Termodinámico tienen la limitación de funcionar de acuerdo al comportamiento ideal, se propone crear la opción de poder utilizar ecuaciones de estado y modelos de solución para el cálculo de las propiedades termodinámicas.
- El módulo unitario más importante en cualquier sistema de simulación es el que incluye el cálculo riguroso de destilación (Motard 1975). En el sistema SIMUL se puede lograr este cálculo mediante la combinación de módulos de mezclado y de flash, pero

la convergencia sería muy lenta debido a la presencia de varias corrientes de recirculación simultáneas. Así que se propone la elaboración de un módulo específico para este cálculo.

- Se recomienda que la biblioteca de módulos unitarios vaya siendo completada con módulos que simulen la operación de equipo específicos.
- Se propone incluir otros métodos de convergencia en el módulo CONVER, para obtener una respuesta más rápida.
- Se propone desarrollar bloques de control, de estimación de costos y de optimización de procesos, lo cual dará un enfoque más amplio de la utilidad de los simuladores.

## ANEXO A ORGANIZACION DE LA INFORMACION EMPLEADA POR EL SISTEMA

A continuación aparecen cada una de los arreglos de datos empleados en el programa, en los cuales el sistema almacena la información suministrada por el usuario y los resultados obtenidos del cálculo.

TMOD : número total de módulos unitarios en el proceso.

TCOMP : número total de componentes en el proceso.

TCORR : número total de corrientes en el proceso.

MO\$(TMOD) : vector que contiene el nombre de los módulos unitarios incluidos en el proceso. El orden en que están almacenados corresponde a la secuencia de cálculo.

Nota: MO\$ es el nombre del vector; lo que aparece entre paréntesis (TMOD) corresponde al dimensionamiento del vector.

ENT(TM,5) : contiene el número de la corriente que entra a cada módulo; máximo 5 corrientes para un módulo MEZ.

SAL(TM,2) : contiene el número de la corriente que sale de cada módulo; máximo 2 corrientes para módulos de separación.

VARDIS(TM,4) : contiene las variables de operación específicas para cada módulo:

	V A R D I S			
	1	2	3	4
MEZ	0	0	0	0
DIV	t	0	0	0
SEP, SEI	0	0	0	0
REA	X(k)	k	0	0
EXP, FLA, ITR	P	0	0	0
ICQ	Q	0	0	0
ICT	0	0	0	0
CONVER	n	0	0	0

t : fracción de división de corrientes

X(k) : conversión del componente k

k : número del componente clave

P : presión

Q : calor

n : número de corrientes que van convergiendo

COMP\$(TCOMP) : contiene el nombre de cada uno de los componentes involucrados en el proceso.

FLUJO(TCOMP\*2+5,TCORR) : esta es la matriz de flujo de corrientes del proceso y contiene la siguiente información:

FLUJO (1,#corr)	flujo en fase líquida
:	de cada uno de los
FLUJO (TCOMP,#corr)	componentes
FLUJO (TCOMP+1,#corr)	flujo en fase gaseosa
:	de cada uno de los
FLUJO (TCOMP*2,#corr)	componentes
FLUJO (TCOMP*2+1,#corr)	flujo total de la corr.
FLUJO (TCOMP*2+2,#corr)	presión total de la corr.
FLUJO (TCOMP*2+3,#corr)	temperatura de la corr.
FLUJO (TCOMP*2+4,#corr)	relación V/F de la corr.
FLUJO (TCOMP*2+5,#corr)	entalpía de la corr.

AUXI(TCOMP,TMOD) : esta es una matriz auxiliar y contiene información especial requerida por cada módulo, como se ve a continuación:

módulos	MEZ	DIV	SEP SEI	REA	EXP FLA ITR	ICQ ICT	CONVER
componentes							
A	0	0	t(A)	CE(A)	0	0	F(A)
B	0	0	t(B)	CE(B)	0	0	F(B)
C	0	0	t(C)	CE(C)	0	0	F(C)
D	0	0	t(D)	CE(D)	0	0	F(D)

t : factor de división de corrientes.



CE : coeficientes estequiométricos.

F : flujo del componente de la última iteración (es necesario almacenarlo para poderlo comparar con el nuevo flujo que se calcule).

## ANEXO B BANCO DE DATOS

A continuación aparece una impresión de la información contenida en el banco de datos del sistema. El orden en el que aparecen los datos y las unidades en las que se encuentran corresponden a las indicadas en la tabla 3.3.

## BANCO DE DATOS DE PROPIEDADES

COMP:	METANO	METANOL	ETANO	N-OCTANO	N-HEXADECANO
A =	13.584	16.4948	13.8797	14.2368	14.1586
B =	968.13	3593.39	1582.18	3304.16	4205.32
C =	-3.72	-35.2249	-13.7622	-55.2278	-119.1482
AL =	-5.70709	-258.25	-20.6881	38.2405	28.0584
BL =	1.02562	3.3582	94.858	1.16275	2.04324
CL =	-1.66566E-03	-0.116388	-5.98221E-03	-0.0021303	-2.42726E-03
DL =	-1.97507E-05	1.40516E-05	1.31546E-05	2.39204E-06	1.75525E-06
AG =	38.387	34.4925	33.8339	51.7608	101.669
BG =	-0.0736639	-0.0291887	-0.0155175	.295555	57485
CG =	2.90981E-04	2.86844E-04	3.76892E-04	9.66806E-04	1.96889E-03
DG =	-2.63849E-07	-3.12501E-07	-4.1177E-07	-1.62822E-06	-3.3651E-06
EG =	8.00679E-11	1.09833E-10	1.3889E-10	7.683791E-10	1.61483E-09
PH =	16.062	32.042	30.068	114.22	226.43
TH =	111.671	337.671	184.531	398.828	559.956
LW =	8179.5	35270.4	14715.6	34940.8	51142.9
TC =	191.061	513.161	305.561	569.389	725
PC =	4640.7	7954.04	4894.02	2496.59	1378.95
DH =	-74851.76	-201166.7	-84684.16	-208446.9	-373338.3
COMP:	AMONIACO	N-HEXANO	HIDROGENO	NITROGENO	OXIGENO
A =	15.494	14.0568	12.7844	13.4477	13.6835
B =	2363.24	2825.42	232.32	658.22	780.26
C =	-22.6207	-42.7089	8.08	-2.854	-4.1758
AL =	20.1494	31.421	58.8663	14.7141	1105.01
BL =	-845765	.976058	-2.20694	2.20257	-33.3636
CL =	-4.06745E-03	-2.35368E-03	.0804213	-.0352146	.350211
DL =	6.60687E-06	3.09273E-06	1.37776E-03	1.7996E-04	-1.21262E-03
AG =	27.55	42.7147	17.6386	29.4119	29.8832
BG =	-0.256278	-1.99102	.0670055	-3.00681E-03	-0.113842
CG =	9.90042E-06	7.89486E-04	-1.31485E-04	5.45004E-06	4.33779E-05
DG =	-6.68639E-09	-1.27867E-06	1.05883E-07	5.13186E-09	-3.70082E-08
EG =	0	5.91511E-10	-2.91803E-11	-4.25308E-12	1.01006E-11
PH =	17.032	86.172	2.016	28.016	32
TH =	239.731	341.901	20.381	77.361	90.181
LW =	23351	28851.3	1334.6	5577.5	6820.5
TC =	405.661	507.861	33.191	126.271	154.781
PC =	11402.14	3033.68	1315.23	3398.45	5080.45
DH =	-45689.28	-167192.6	0	0	0
COMP:	AGUA	FORMALDEHIDO	MONOXIDO CARBONO	ETILENO	OXIDO NITRICO
A =	16.5362	14.3483	13.8722	13.8182	16.9196
B =	3985.44	2161.33	769.93	1427.22	1319.11
C =	-38.9974	-31.9756	1.6369	-14.308	-14.1427
AL =	18.2964	25.099	14.9673	3.44364	33.6324
BL =	4.72118	.793671	2.14397	1.0812	2.90498
CL =	-1.33878E-03	-3.82691E-03	-.0324703	-7.13595E-03	-.0326583
DL =	1.31424E-06	6.10692E-06	1.58042E-04	1.65631E-05	1.20828E-04
AG =	34.0471	32.8011	29.0063	16.8346	29.7657
BG =	-9.65064E-03	-3.78277E-03	2.49235E-03	.0515193	9.76049E-04
CG =	3.29983E-05	4.71752E-05	-1.8644E-05	2.16352E-04	6.09872E-06
DG =	-2.04467E-08	-3.60666E-08	4.79892E-08	3.45618E-07	-3.58809E-09
EG =	4.30228E-12	8.851229E-12	-2.87266E-11	1.58794E-10	5.85308E-13
PH =	18.016	30.01	28.01	28.056	30.01
TH =	373.161	253.961	81.691	169.451	121.4
LW =	40656.2	23304	6045.3	13544.1	13778
TC =	647.301	415.161	132.951	283.061	180
PC =	22109.19	6788.8	3498.65	5116.94	6484.82
DH =	-241835.2	-115896.8	-110541.3	52300	90374.4

COMP:	ARGON	N-BUTANO	ISOBUTANO	GENCENO	TOLUENO
A =	13.9153	13.9836	13.8137	14.1603	14.2515
B =	832.78	2292.44	2150.23	2948.78	3242.38
C =	2.3608	-27.8623	-27.6228	-44.5633	-47.1806
AL =	-24.93	51.8583	38.7062	-7.27329	1.80826
BL =	1.41664	-656571	-746648	770541	-812223
CL =	-2.86902E-03	-2.53079E-03	-2.89544E-03	-1.64818E-03	-1.51267E-03
DL =	-4.27496E-05	4.49879E-06	5.19378E-06	1.89794E-06	1.63001E-06
AG =	20.7723	66.7088	52.9035	18.5868	31.82
BG =	0	-1.185523	-1.107178	-0.117439	-0.161654
CG =	0	1.52844E-03	1.38044E-03	1.27514E-03	1.44465E-03
DG =	0	-2.18792E-06	-2.06667E-06	-2.07984E-06	-2.28948E-06
EG =	0	1.04577E-09	1.00888E-09	1.05329E-09	1.13573E-09
PM =	39.944	58.12	58.12	78.108	92.134
TN =	87.291	272.661	261.431	353.261	383.786
LN =	6527	22416	21291.8	30763.4	33460.6
TC =	150.651	425.172	408.141	562.611	593.961
PC =	4863.62	3796.94	3647.71	4924.41	4053.01
DH =	0	-126147.6	-134515.6	82926.88	49998.8

COMP:	CLORHIDRICO ACIDO	ETILO CLORURO
A =	14.7081	14.2656
B =	1802.24	2458.21
C =	-9.6678	-30.6994
AL =	17.7227	-179781
BL =	-904261	-904849
CL =	-5.64496E-03	-0.031499
DL =	1.13383E-05	4.36155E-06
AG =	30.3088	9.29967
BG =	-0.07609	-2.08358
CG =	1.32608E-05	-1.00742E-04
DG =	-4.33363E-09	1.66708E-08
EG =	0	0
PM =	36.465	64.517
TN =	188.127	285.431
LN =	16150.3	24685.8
TC =	324.561	460.361
PC =	8263.08	5268.92
DH =	-92299.04	-111712.8

ANEXO C LISTADO DEL PROGRAMA

A continuación se encuentran los listados de los subprogramas que componen al sistema de simulación:

INPUT  
COMPONEN  
EJECUCIO  
FI1  
FI2  
FI3  
FA1  
IMPRESIO  
BANCO

```

10 REM *** I N P U T (12/JUN/87) ***
15 KEY OFF
20 COLOR 15,1,7:CLS
22 LOCATE 3,25:PRINT "S I M U L"
24 LOCATE 5,23:PRINT "MENU PRINCIPAL"
30 LOCATE 8,20:PRINT"1> NUEVO PROBLEMA"
40 LOCATE 9,20:PRINT"2> NUEVO PROBLEMA ARCHIVADO"
50 LOCATE 10,20:PRINT"3> PROBLEMA ARCHIVADO"
54 LOCATE 11,20:PRINT"4> BANCO DE DATOS"
56 LOCATE 12,20:PRINT"5> SALIR"
60 LOCATE 14,20:INPUT"OPCION : ";OPCION
70 CLS
72 IF OPCION = 5 THEN 1570
74 IF OPCION = 4 THEN FUENTES="INPUT";CHAIN"BANCO",,ALL
80 IF OPCION = 3 THEN 1350
90 REM PANTALLA #1 "TOPOLOGIA DEL PROCESO"
100 COLOR 15,1,7:CLS
110 LOCATE 2,5:PRINT"ALIMENTACION DE DATOS"
120 LOCATE 3,5:PRINT"(1) TOPOLOGIA DEL PROCESO"
130 LOCATE 5,5:PRINT"# TOTAL DE MODULOS:"
140 LOCATE 6,5:PRINT"# TOTAL DE COMPONENTES:"
150 LOCATE 7,5:PRINT"# TOTAL DE CORRIENTES:"
160 Y%=5:XX=30:NUM.CARACTX=2:GOSUB 2120:TMOD=DATO
170 Y%=6:GOSUB 2120:TCOMP=DATO
180 Y%=7:GOSUB 2120:TCORR=DATO
190 DIM FLUJO (TCOMP*2+9,TCORR),AUX1(TCOMP*2,TMOD)
200 DIM MOS(TMOD),ENT(TMOD,5),SAL(TMOD,2),VARDIS(TMOD,4)
210 LOCATE 10,10:PRINT"MODULO      ENTRADA  SALIDA"
220 RENGLON=11
230 FOR I%=1 TO TMOD
240 LOCATE RENGLON+1,6:PRINT I%:" ";
250 Y%=RENGLON+1:XX=13:FLAG.LETRAS=1:NUM.CARACTX=6
260 GOSUB 2120:MOS(I%)=DATOS:FLAG.LETRAS=0
270 REM CORRIENTES DE ENTRADA
280 NUM.CARACTX=2
290 EMAX=1: IF LEFT$(MOS(I%),3)="#EZ" THEN EMAX=5
300 FOR J%=1 TO EMAX
310 Y%=J%+RENGLON:XX=30:GOSUB 2120
320 IF DATO=0 THEN 350
330 ENT(I%,J%)=DATO
340 NEXT J%
350 REM CORRIENTES DE SALIDA
360 SMAX=1: IF LEFT$(MOS(I%),3)="#DI" OR LEFT$(MOS(I%),3)="#SE" OR LEFT$(MOS(I%),3)="#FL" OR LEFT$(MOS(I%),3)="#EJ" THEN SMAX=2
370 FOR K%=1 TO SMAX
380 Y%=K%+RENGLON:XX=40:GOSUB 2120
390 IF DATO=0 THEN 460
400 SAL(I%,K%)=DATO
410 NEXT K%
420 IF K% > J% THEN RENGLON=RENGLON+K% ELSE RENGLON=RENGLON+J%
430 IF RENGLON>19 THEN RENGLON=11 ELSE 460
440 ESPACIOS=STRING$(50,32)
450 FOR K6%=12 TO 23:LOCATE K6%,1:PRINT ESPACIOS:NEXT K6%
460 NEXT I%
470 FUENTES = "INPUT" : NOLIN=40:CHAIN"COMPONEM",,ALL
480 REM REGRESO DE COMPONEM
485 DIM IM.DATOS(20)
490 REM PANTALLA #3 "DE DEFINICION DE CORRIENTE DE ENTRADA"
500 COLOR 15,1,7:CLS
510 LOCATE 2,5:PRINT"SUBROUTINA DE ALIMENTACION DE DATOS"
520 LOCATE 3,5:PRINT"(3) DEFINICION DE CORRIENTES DE ENTRADA"
530 LOCATE 6,5:PRINT"CORRIENTE #"
540 LOCATE 8,2:PRINT"COMPUUESTO      (gmol/hr)"
550 LOCATE 8,32:PRINT"LIQ":LOCATE 8,42:PRINT"GAS"
560 FOR I9%=1 TO TCOMP:LOCATE I9%+9,1:PRINT COMPS(I9%):NEXT I9%
570 LOCATE 9,50:PRINT"IP (KPa)"
580 LOCATE 10,50:PRINT"IK (K)"
590 LOCATE 11,50:PRINT"V/F"
600 LOCATE 12,50:PRINT"H (J/hr)"
610 LOCATE 14,50:PRINT"BTUR."
620 LOCATE 15,50:PRINT"TRC."
630 Y%=6:XX=25:NUM.CARACTX=2:GOSUB 2120:NEHT=DATO

```

```

1210 PRINT#1, TMOD,TCORR,TCOMP
1220 FOR I=1 TO TMOD:WRITE#1,MOS(I)
1230 FOR J=1 TO 5:PRINT#1,ENT(1,J):NEXT J
1240 FOR J=1 TO 2:PRINT#1,SAL(1,J):NEXT J
1250 FOR J=1 TO 4:PRINT#1,VARDIS(1,J):NEXT J
1260 NEXT I
1270 FOR I=1 TO TCOMP:WRITE#1,COMPS(I):NEXT I
1280 FOR I=1 TO TCOMP*2+5
1290 FOR J=1 TO TCORR:PRINT#1,FLUJO(I,J):NEXT J
1300 IF I>TCOMP*2 THEN 1320
1310 FOR J=1 TO TMOD:PRINT#1,AUX1(I,J):NEXT J
1320 NEXT I
1330 CLOSE #1
1340 GOTO 1550
1350 REM LECTURA DEL ARCHIVO
1351 FLAG.COMPO=1
1360 OPEN "PROBL" FOR INPUT AS#1
1370 INPUT#1, TMOD,TCORR,TCOMP
1371 IF FLAG.COMPO=2 THEN DIM IM.DATOS(20): GOTO 1380
1372 DIM FLUJO (TCOMP*2+9,TCORR),AUX1(TCOMP*2,TMOD)
1374 DIM MOS(TMOD),ENT(TMOD,5),SAL(TMOD,2),VARDIS(TMOD,4)
1380 FOR I=1 TO TMOD:INPUT#1,MOS(I)
1390 FOR J=1 TO 5:INPUT#1,ENT(1,J):NEXT J
1400 FOR J=1 TO 2:INPUT#1,SAL(1,J):NEXT J
1410 FOR J=1 TO 4:INPUT#1,VARDIS(1,J):NEXT J
1420 NEXT I
1430 FOR I=1 TO TCOMP:INPUT#1,COMPS(I):NEXT I
1440 FOR I=1 TO TCOMP*2+5
1450 FOR J=1 TO TCORR:INPUT#1,FLUJO(I,J):NEXT J
1460 IF I>TCOMP*2 THEN 1480
1470 FOR J=1 TO TMOD:INPUT#1,AUX1(I,J):NEXT J
1480 NEXT I
1490 CLOSE #1
1500 IF FLAG.COMPO=2 THEN 1550
1510 FUENTES="INPUT": MOLIN=1530
1520 CHAIN "COMPONEM",,ALL
1530 FLAG.COMPO=2
1540 GOTO 1360
1550 REM *** TRANSFERENCIA ***
1560 CHAIN "EJECUCION",,ALL
1570 END
1580 REM *** DATOS PARA EL MODULO DE "SEPARACION" ***
1590 LOCATE 6,20:PRINT"FRACCION DE DIVISION ";SAL(1,1);"/";ENT(1,1)
1600 FOR K=1 TO TCOMP
1610 LOCATE 7+K,20:PRINT COMPS(K);" " ;"-
1620 Y%=7+K:XX%=40:NUM.CARACT%=6:GOSUB 2120:AUX1(K,1)=DATO
1630 AUX1(TCOMP+K,1)=AUX1(K,1)
1640 NEXT K
1650 RETURN
1660 REM *** DATOS PARA EL MODULO "DIVISOR" (SPLIT) ***
1670 LOCATE 6,20:PRINT"FRACCION DE DIVISION ";SAL(1,1);"/";ENT(1,1)
1680 Y%=6:XX%=50:NUM.CARACT%=4:GOSUB 2120:VARDIS(1,1)=DATO
1690 RETURN
1700 REM *** DATOS PARA EL MODULO "REACCION" ***
1710 LOCATE 6,20:PRINT"COEFICIENTES ESTEQUIOMETRICOS DEL MODULO: "
1720 FOR K=1 TO TCOMP
1730 LOCATE 9+K,20:PRINT "(":K;":) ";COMPS(K)
1740 Y%=9+K:XX%=40:NUM.CARACT%=2:GOSUB 2120:AUX1(K,1)=DATO
1750 NEXT K
1770 LOCATE K+11,20:PRINT"CONVERSION COMPONENTE CLAVE : "
1780 LOCATE K+13,20:PRINT"#" COMPONENTE CLAVE ;"
1790 Y%=K+11:XX%=50:NUM.CARACT%=4:GOSUB 2120:VARDIS(1,1)=DATO
1800 Y%=K+13:XX%=50:NUM.CARACT%=4:GOSUB 2120:VARDIS(1,2)=DATO
1810 RETURN
1820 REM *** DATOS PARA EL MODULO "IC" (INTERCAMBIADOR CALOR) ***
1830 LOCATE 6,20:PRINT"CALOR (J/hr) "
1840 Y%=6:XX%=50:NUM.CARACT%=14:GOSUB 2120:VARDIS(1,1)=DATO
1850 RETURN
1852 REM *** DATOS PARA EL MODULO "IC" (INTERCAMBIADOR CALOR) ***
1854 LOCATE 6,20:PRINT"TEMP (K) "
1856 Y%=6:XX%=50:NUM.CARACT%=8:GOSUB 2120:FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(1,1))=DATO
1858 RETURN

```

```

640 ESPACIOS=STRINGS(15,32)
650 FOR I3X=9 TO 23:LOCATE I3X,20:PRINT ESPACIOS;ESPACIOS:LOCATE I3X,60:PRINT ESPACIOS:NEXT I3X
660 IF NENT = 0 THEN 1030
662 IF FLUJOTCOMP*2+2,NENT) = 0 THEN FLAG.DIS = 0 : GOTO 675
664 REM * DISPLAY *
665 FLAG.DIS = 1
666 FOR I3X=1 TO TCOMP: LOCATE I3X+9,19: FLU = INT((FLUJO(I3X,NENT)+FLUJO(I3X+TCOMP,NENT))*100) : PRINT FLU/1
00: NEXT I3X
668 FOR I3X=1 TO TCOMP: LOCATE I3X+9,30: PRINT USING "####.##":FLUJO(I3X,NENT):NEXT I3X
669 FOR I3X=1 TO TCOMP: LOCATE I3X+9,40: PRINT USING "####.##":FLUJO(I3X+TCOMP,NENT):NEXT I3X
670 LOCATE 9,59: PRINT FLUJO(TCOMP*2+2,NENT)
671 LOCATE 10,59: PRINT FLUJO(TCOMP*2+3,NENT)
672 LOCATE 11,59: PRINT FLUJO(TCOMP*2+4,NENT)
673 LOCATE 12,60: PRINT FLUJO(TCOMP*2+5,NENT)
675 FLUJO(TCOMP*2+1,NENT)=0
680 FOR I3X=1 TO TCOMP:Y%=I3X+9:X%=20:NUM.CARACTX=6:GOSUB 2120
690 FLUJO(I3X,NENT)=DATO
700 FLUJO(TCOMP*2+1,NENT) = FLUJO(TCOMP*2+1,NENT) + FLUJO(I3X,NENT)
710 NEXT I3X
720 FOR I=1 TO TCOMP:Z(1)=FLUJO(I,NENT)/FLUJO(TCOMP*2+1,NENT)
730 X%(I)=Z(1):Y%(I)=Z(1)
740 NEXT I
750 YX=9:IX=60:NUM.CARACTX=6:GOSUB 2120:P=DATO
760 YX=10:IX=60:NUM.CARACTX=6:GOSUB 2120:T=DATO
770 YX=11:IX=60:NUM.CARACTX=6:GOSUB 2120:VF=DATO
780 FUENTES = "INPUT":NOLIN=820:ES=.0001
790 IF P=0 THEN CHAIN "F13",180,ALL
800 IF T=0 THEN CHAIN "F11",180,ALL
810 IF VF=0 THEN CHAIN "F12",180,ALL
820 REM REGRESO DEL FLASH ISOTERMICO
830 LOCATE 9,60:PRINT USING "####.##":P
840 LOCATE 10,60:PRINT USING "####.##":T
850 LOCATE 11,60:PRINT USING "####.##":VF
860 FOR I3X=1 TO TCOMP
870 FLUJO(I3X,NENT)=X%(I3X)*FLUJO(TCOMP*2+1,NENT)*(1-VF)
880 LOCATE I3X+9,30:PRINT USING "####.##":FLUJO(I3X,NENT):NEXT I3X
890 FOR I3X=1 TO TCOMP
900 FLUJO(I3X+TCOMP,NENT)=Y%(I3X)*FLUJO(TCOMP*2+1,NENT)*VF
910 LOCATE I3X+9,40:PRINT USING "####.##":FLUJO(I3X+TCOMP,NENT):NEXT I3X
920 FLUJO(TCOMP*2+2,NENT)=P : FLUJO(TCOMP*2+3,NENT)=T : FLUJO(TCOMP*2+4,NENT)=VF
930 GOSUB 1900:REM CALCULO DE ENTALPIA
940 LOCATE 12,60:PRINT HM
950 FLUJO(TCOMP*2+5,NENT)=HM
960 VF=0:FUENTES="INPUT":NOLIN=970:CHAIN"F11",180,ALL
970 T8UR=T
980 VF=1:FUENTES="INPUT":NOLIN=990:CHAIN"F11",180,ALL
990 TROC=T
1000 LOCATE 14,60:PRINT USING"####.##":T8UR
1010 LOCATE 15,60:PRINT USING "####.##":TROC
1020 FLAG.DIS = 0 : GOTO 630
1030 REM PANTALLA #4 "(4) INFORMACION REQUERIDA POR CADA MODULO"
1040 CLS
1050 LOCATE 2,5:PRINT"ALIMENTACION DE DATOS"
1060 LOCATE 3,5:PRINT"INFORMACION REQUERIDA POR CADA MODULO"
1070 FOR J=1 TO TMOO
1075 BORRADOS=STRINGS(80,32)
1080 FOR K6X=6 TO 23:LOCATE K6X,1:PRINT BORRADOS:NEXT K6X
1090 LOCATE 6,3:PRINT I;":":MOS(1)
1100 IF LEFT$(MOS(1),3) = "SEP" THEN GOSUB 1580: GOTO 1160
1105 IF LEFT$(MOS(1),3) = "SEI" THEN GOSUB 1580: GOTO 1160
1110 IF LEFT$(MOS(1),3) = "DIW" THEN GOSUB 1660: GOTO 1160
1120 IF LEFT$(MOS(1),3) = "REA" THEN GOSUB 1700: GOTO 1160
1130 IF LEFT$(MOS(1),3) = "ICD" THEN GOSUB 1820: GOTO 1160
1135 IF LEFT$(MOS(1),3) = "ICT" THEN GOSUB 1852: GOTO 1160
1140 IF LEFT$(MOS(1),3) = "ITR" THEN GOSUB 1860: GOTO 1160
1145 IF LEFT$(MOS(1),3) = "EXP" THEN GOSUB 1860: GOTO 1160
1150 IF LEFT$(MOS(1),3) = "FLA" THEN GOSUB 1860: GOTO 1160
1160 NEXT J
1170 REM *** MANEJO DE ARCHIVOS ***
1180 IF OPCION = 1 THEN 1550
1190 REM ESCRITURA DEL ARCHIVO
1200 OPEN "PROGEL" FOR OUTPUT AS #1

```



```

1860 REM *** DATOS PARA EL MODULO "ITR" (INTERC. TRABAJO) Y "FLASH" ***
1870 LOCATE 6,20:PRINT"PRESION DE SALIDA (NPa) "
1880 YX=6;XX=50:NUM.CARACTX=8:GOSUB 2120:VARDIS(1,1)=DATO
1882 IF LEFT$(MOS(1),3) <> "ITR" THEN GOTO 1890
1884 LOCATE 9,20:PRINT "CGEFICIENTE POLITROPICO: "
1885 LOCATE 11,20:PRINT "GAS MONOATOMICO    => 1.6667"
1886 LOCATE 12,20:PRINT "GAS DIATOMICO     => 1.4"
1887 LOCATE 14,20:PRINT "EFICIENCIA:"
1888 YX=9;XX=50:NUM.CARACTX=8:GOSUB 2120:VARDIS(1,2)=DATO
1889 YX=14;XX=50:NUM.CARACTX=8:GOSUB 2120:VARDIS(1,3)=DATO
1890 RETURN
1900 REM *** ENTALPIAS ***
1910 TR=298.15
1920 HL#=0:HVM=0
1930 FOR I=1 TO TCOMP
1940 HX1#=0:HLX2#=0:HGX1#=0
1950 IF TR>TN(I) THEN 1950
1960 HX1#=AL(I)*(TN(1)-TR)+(BL(1)/2)*(TN(1)^2-TR^2)+(CL(1)/3)*(TN(1)^3-TR^3)+(DL(1)/4)*(TN(1)^4-TR^4)
1970 GOTO 2000
1980 HGX1#=AG(I)*(TN(1)-TR)+(BG(1)/2)*(TN(1)^2-TR^2)+(CG(1)/3)*(TN(1)^3-TR^3)+(DG(1)/4)*(TN(1)^4-TR^4)+(EG(1)/5)*(TN(1)^5-TR^5)
1990 HLX2#=LN(I)
2000 TEB#=(I)/(A(I)-LOG(P)):CC(I)
2010 IF TEB#>TC(I) THEN TEB#=(I) : LAMDA#(I)=0 : GOTO 2030 : REM CAMBIO DE FASE EN LA TEMP. CRITICA
2020 LAMDA#(I)=LN(I)/((TC(I)-TN(1))/(TC(I)-TEB#))^3.38
2030 HLX3#=AL(I)*(TN(1)-TEB#)+(BL(1)/2)*(TN(1)^2-TEB#^2)+(CL(1)/3)*(TN(1)^3-TEB#^3)+(DL(1)/4)*(TN(1)^4-TEB#^4)
2040 HX4#=AL(I)*(TEB#-TN(1))+(BL(1)/2)*(TEB#^2-TN(1)^2)+(CL(1)/3)*(TEB#^3-TN(1)^3)+(DL(1)/4)*(TEB#^4-TN(1)^4)
2050 HGX2#=AG(I)*(TEB#-TN(1))+(BG(1)/2)*(TEB#^2-TN(1)^2)+(CG(1)/3)*(TEB#^3-TN(1)^3)+(DG(1)/4)*(TEB#^4-TN(1)^4)+(EG(1)/5)*(TEB#^5-TN(1)^5)
2060 HL#(I)=HX1#+HGX1#+HLX2#+HLX3#
2070 HVM(I)=HX1#+HGX1#+HLX2#+HLX4#+LAMDA#(I)+HGX2#
2080 HL#(I)=HL#(I)*HL#(I) : HVM=HVM+YM(I)*HVM(I)
2090 NEXT I
2100 HM=(VF*HVM+(1-VF)*HL#)*FLUJO(TCOMP)*2+1,NENT)
2105 RETURN
2120 REM          SUBROUTINA DE CAPTURA DE DATOS
2130 ESPACIOS=STRING$(NUM.CARACTX-1,32)
2135 IF FLAG.DIS = 1 THEN LOCATE YX,XX-2:PRINT""->M:GOTO 2160
2140 LOCATE YX,XX:PRINT ESPACIOS;:LOCATE YX,XX
2150 PRINT STRING$(NUM.CARACTX,95)
2160 LOCATE YX,XX:DATOS=""
2170 FOR I1%=1 TO NUM.CARACTX+1
2180   IN.DATOS(I1%)=""
2190   IN.DATOS(I1%)=INPUT$(1)
2200   IF IN.DATOS(I1%)=CHR$(8) AND I1%=1 THEN 2180
2210   IF IN.DATOS(I1%)=CHR$(8) THEN I1%=I1%-1:LOCATE YX,XX+I1%-1:PRINT CHR$(95);:LOCATE YX,XX+I1%-1:GOTO 2180
2220   IF IN.DATOS(I1%)=CHR$(13) THEN I1%=I1%-1 : PRINT STRING$(NUM.CARACTX-I1%,32);: LOCATE YX,XX-2: PRINT
STRING$(2,32);: GOTO 2280
2230   IF I1%=NUM.CARACTX+1 THEN 2180
2240   IF FLAG.LETRAS=1 THEN 2260
2250   IF ASC(IN.DATOS(I1%))>44 AND ASC(IN.DATOS(I1%))<58 THEN 2260 ELSE 2180
2260   PRINT IN.DATOS(I1%);
2270 NEXT I1%
2280 I1%=NUM.CARACTX
2290 FOR I2%=1 TO I1%
2300   DATOS = DATOS + IN.DATOS(I2%)
2310 NEXT I2%
2320 DATO=VAL(DATOS)
2330 RETURN

```

```

10 REM *** COMPONEN (11/JUL/87) ***
20 REM PRG. PARA DEFINIR LOS COMPONENTES Y LEER SUS PROPIEDADES
30 REM CARGAR EL ARCHIVO A LA MEMORIA
33 2=50
35 DIM DNS(Z),DA(Z),DB(Z),DC(Z),DAL(Z),DBL(Z),DCL(Z),DDL(Z),DAG(Z),DBG(Z),DCG(Z),DDG(Z),DEG(Z),DPM(Z),DTN(Z),D
LN(Z),DTC(Z),DPC(Z),DDH(Z)
40 OPEN "CTES" FOR INPUT AS#1
50 I=1
60 INPUT#1, DNS(I),DA(I),DB(I),DC(I)
70 INPUT #1, DAL(I),DBL(I),DCL(I),DDL(I)
80 INPUT #1, DAG(I),DBG(I),DCG(I),DDG(I),DEG(I)
90 INPUT #1, DPM(I),DTN(I),DLN(I),DTC(I),DPC(I),DDH(I)
100 IF EOF(1) THEN 130
110 I=I+1
120 GOTO 60
130 CLOSE#1
140 FIN = I
160 REM
180 DIM NS(TCOMP),A(TCOMP),B(TCOMP),C(TCOMP),AL(TCOMP),BL(TCOMP),CL(TCOMP),DL(TCOMP),AG(TCOMP),BG(TCOMP),CG(T
OMP),DG(TCOMP),EG(TCOMP),FM(TCOMP),TN(TCOMP),LN(TCOMP),TC(TCOMP),PC(TCOMP),DH(TCOMP)
182 REM PANTALLA #2 "ELECCION DE COMPONENTES"
184 CLS
186 LOCATE 2,5:PRINT"ALIMENTACION DE DATOS"
188 LOCATE 3,5:PRINT"(2) ELECCION DE COMPONENTES"
189 PRINT:PRINT
190 FOR I=1 TO TCOMP
195 IF FLAG.COMPO=1 THEN 230
200 PRINT "COMP. ( ";I;" ) :";:INPUT COMPS(I)
230 FOR J=1 TO FIN
240 IF DNS(J) = COMPS(I) THEN 270
250 NEXT J
260 PRINT"NO ESTA EL ";COMPS(I);" EN LA BASE DE DATOS":GOTO 200
270 A(I)=DA(J):B(I)=DB(J):C(I)=DC(J)
280 AL(I)=DAL(J):BL(I)=DBL(J):CL(I)=DCL(J):DL(I)=DDL(J)
290 AG(I)=DAG(J):BG(I)=DBG(J):CG(I)=DCG(J):DG(I)=DDG(J):EG(I)=DEG(J)
300 PM(I)=DPM(J):TN(I)=DTN(J):LN(I)=DLN(J):TC(I)=DTC(J):PC(I)=DPC(J):DH(I)=DDH(J)
310 NEXT I
320 REM REGRESO AL PROGRAMA
330 COMMON A(),B(),C(),AL(),BL(),CL(),DL(),AG(),BG(),CG(),DG(),EG(),PM(),TN(),LN(),TC(),PC(),DH(),NS(),W
340 COMMON MOP(),ENT(),SAL(),VADIS(),OPCION,TCCOR,TCOMP,TMCD,COMPS(),FLUJO(),AUXIC()
341 COMMON FUENTES,NOLIN1
350 CHAIN FUENTES,NOLIN1

```

```

10 REM *** E J E C U C I O N (25/JUL/87) ***
15 COLOR 4,7:CLS:LOCATE 10,30:PRINT"C A L C U L O"
20 MODUL=1:E=.0001 : TR=298.15
30 REM INICIO DEL CICLO
40 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "MEZ" THEN GOTO 490
50 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "SEP" THEN GOTO 740
60 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "DIU" THEN GOTO 970
70 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "REA" THEN GOTO 1120
80 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "COM" THEN GOTO 2130
90 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "ICQ" THEN GOTO 1390
95 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "ICT" THEN GOTO 3000
100 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "ITR" THEN GOTO 1570
110 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "EXP" THEN GOTO 1790
120 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "FLA" THEN GOTO 1920
125 IF LEFT$(MOD$(MODUL),3) = "SEI" THEN GOTO 2740
130 GOTO 430:REM PANTALLA DE RESULTADOS
140 FLAG.NUM=5
150 FOR I8X=1 TO FLAG.NUM
160 IF FLAG.NUM=5 THEN NUM.CO=ENT(MODUL,I8X)
170 IF FLAG.NUM=2 THEN NUM.CO=SAL(MODUL,I8X)
180 IF NUM.CO=0 AND FLAG.NUM=2 THEN NEXT 430
190 IF NUM.CO=0 THEN FLAG.NUM=2:GOTO 150
200 COLOR 7,0:CLS
210 LOCATE 2,5:PRINT"PANTALLA DE RESULTADOS"
220 LOCATE 3,5:PRINT
230 LOCATE 4,5:PRINT"CORRIENTE #"
232 LOCATE 6,2:PRINT "COMPUESTO":LOCATE 6,20:PRINT " (g/mol/hr)"
234 LOCATE 6,35:PRINT "LIQ":LOCATE 6,45:PRINT "GAS"
236 LOCATE 6,58:PRINT"PROPIEDADES"
240 FOR I9X=1 TO TCOMP:LOCATE I9X*7,2:PRINT COMPS(I9X):NEXT I9X
250 LOCATE 8,55:PRINT"P (KPa)"
260 LOCATE 9,55:PRINT"t (K)"
270 LOCATE 10,55:PRINT"v/F"
280 LOCATE 11,55:PRINT"m (J/hr)"
310 REM IMPRESION
320 LOCATE 4,25:PRINT NUM.CO
330 FOR I7X=1 TO TCOMP:LOCATE I7X*7,20:PRINT USING "###,###.##";FLUJO(I7X,NUM.CO)+FLUJO(I7X*TCOMP,NUM.CO):NEXT I7X
340 FOR I7X=1 TO TCOMP:LOCATE I7X*7,30:PRINT USING "###,###.##";FLUJO(I7X,NUM.CO):NEXT I7X
350 FOR I7X=1 TO TCOMP:LOCATE I7X*7,40:PRINT USING "###,###.##";FLUJO(I7X*TCOMP,NUM.CO):NEXT I7X
360 LOCATE 8,65:PRINT FLUJO(TCOMP*2+2,NUM.CO)
370 LOCATE 9,65:PRINT FLUJO(TCOMP*2+3,NUM.CO)
380 LOCATE 10,65:PRINT FLUJO(TCOMP*2+4,NUM.CO)
390 LOCATE 11,65:PRINT FLUJO(TCOMP*2+5,NUM.CO)
400 LOCATE 23,35:PRINT"Presione cualquier tecla para continuar"
410 BS=INPUT$(1)
420 NEXT I8X
430 IF FLAG.COMV=1 THEN MODUL=MODUL.COMV
440 FLAG.COMV=0
450 MODUL=MODUL+1
460 IF MODUL <= TMOD THEN 30
461 COLOR 14,1:CLS:LOCATE 5,22:PRINT"CALCULO TERMINADO"
462 LOCATE 8,20:PRINT"1> VER CORRIENTES"
463 LOCATE 9,20:PRINT"2> IMPRIMIR"
464 LOCATE 10,20:PRINT"3> REPETIR SIMULACION MODIFICANDO ALGUNAS VARIABLES"
465 LOCATE 11,20:PRINT"4> MENU PRINCIPAL"
469 LOCATE 14,20:PRINT"OPCION: ";BS=INPUT$(1)
470 IF BS="1" THEN GOSUB 4000
474 IF BS="2" THEN CHAIN"IMPRESION",ALL
475 IF BS="3" THEN OPCION=1:CHAIN"INPUT",490,ALL
480 IF BS="4" THEN CHAIN"INPUT",10
483 GOTO 461
485 END
490 REM *** CALCULO DEL "MEZCLADOR" ***
500 REM ADIABATICO
510 FOR J=1 TO TCOMP*2+5 : FLUJO[J,SAL(MODUL,1)]=0 : NEXT J
515 H.FA=0
520 FOR K=1 TO 5:REM MAXIMO 5 ENTRADAS
530 IF ENT(MODUL,K)=0 THEN 640
540 FOR J=1 TO TCOMP*2+1
550 FLUJO[J,SAL(MODUL,1)] = FLUJO[J,SAL(MODUL,1)] + FLUJO[J,ENT(MODUL,K)]
560 NEXT J

```

```

570 P=FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,K))
580 IF K=1 THEN 600
590 IF P>1.01*P1 OR P<.99*P1 THEN PRINT"LAS CORRIENTES QUE ENTREN AL MODULO MIX DEBERAN TENER LA MISMA PRESTION
"=LOCATE 23,25:PRINT"Press any key to continue":AS=INPUT$(1):CHAIN"INPUT",490,ALL
600 FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1))=P
610 P1=P
611 VF=FLUJO(TCOMP*2+4,ENT(MODUL,K))
612 =FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,K)):COR=ENT(MODUL,K):TR=0:GOSUB 2321:TR=29B.15
614 H.FA = H.FA + HM
620 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1))+FLUJO(TCOMP*2+5,ENT(MODUL,K))
630 NEXT K
640 FOR J1%=1 TO TCOMP:Z(J1%)=(FLUJO(J1%,SAL(MODUL,1))+FLUJO(J1%+TCOMP,SAL(MODUL,1)))/FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL
L,1)):NEXT J1%
650 HF=H.FA/FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))
660 REM HF ES ENTALPIA ESPECIFICA
661 REM WF Y T SUPUESTOS
662 T.SUM=0:VF.SUM=0
663 FOR J1%=1 TO 5
664 IF FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,J1%))=0 THEN 668
665 T.SUM = T.SUM + FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,J1%)) : VF.SUM = VF.SUM + FLUJO(TCOMP*2+4,ENT(MODUL,J1%))
666 NEXT J1%
668 T1 = T.SUM / (J1%-1) : IF VF.SUM = 0 THEN VF1=0 : GOTO 670
669 VF1 = VF.SUM / (J1%-1)
670 FUENTES=HEJECUCION:MODLIN=680:CHAIN"FA1",150,ALL
680 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1))=1:FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1))=VF
690 FOR J1%=1 TO TCOMP
700 FLUJO(J1%,SAL(MODUL,1))=X#(J1%)*FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))*(1-VF)
710 FLUJO(J1%+TCOMP,SAL(MODUL,1))=Y#(J1%)*FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))*VF
720 NEXT J1%
730 GOTO 130
740 REM *** CALCULO DEL "SEP" ***
750 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))=0 : FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2))=0
760 FOR K=1 TO TCOMP*2
770 FLUJO(K,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(K,ENT(MODUL,1)) * AUXI(K,MODUL)
780 FLUJO(K,SAL(MODUL,2)) = FLUJO(K,ENT(MODUL,1)) - FLUJO(K,SAL(MODUL,1))
790 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)) + FLUJO(K,SAL(MODUL,1))
800 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2))=FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2)) + FLUJO(K,SAL(MODUL,2))
810 NEXT K
820 J1%=1
830 FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,J1%)) = FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1))
840 P=FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,J1%))
850 FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,J1%)) = 0
860 VF=0
870 FOR K=1 TO TCOMP
880 Z(K) = (FLUJO(K,SAL(MODUL,J1%)) + FLUJO(K+TCOMP,SAL(MODUL,J1%))) / FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,J1%))
890 Y#(K) = 0
900 NEXT K
910 FUENTES=HEJECUCION:MODLIN=920:CHAIN"FI1",180,ALL
920 COR=SAL(MODUL,J1%):GOSUB 2330
930 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,J1%)) = T
940 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,J1%)) = HM
950 IF J1%=2 THEN 960 ELSE J1%=2:GOTO 830
960 GOTO 130
970 REM *** CALCULO DEL "DIVISOR" ***
980 REM ISOTERMICO
990 FOR K=1 TO TCOMP*2+1
1000 FLUJO(K,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(K,ENT(MODUL,1)) * VARDIS(MODUL,1)
1010 FLUJO(K,SAL(MODUL,2)) = FLUJO(K,ENT(MODUL,1)) - FLUJO(K,SAL(MODUL,1))
1020 NEXT K
1030 FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1))
1040 FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,2))=FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1))
1050 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1))
1060 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,2))=FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1))
1070 FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+4,ENT(MODUL,1))
1080 FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,2))=FLUJO(TCOMP*2+4,ENT(MODUL,1))
1090 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+5,ENT(MODUL,1)) * VARDIS(MODUL,1)
1100 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,2))=FLUJO(TCOMP*2+5,ENT(MODUL,1)) - FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1))
1110 GOTO 130
1120 REM *** CALCULO DEL "REACTOR" ***
1130 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))=0
1140 FOR K=1 TO TCOMP
1150 ENTRA.CLAVE = FLUJO(VARDIS(MODUL,2),ENT(MODUL,1)) + FLUJO(VARDIS(MODUL,2)+TCOMP,ENT(MODUL,1))

```

```

1160 ENTRA.COMP = FLUJO[K,ENT(MODUL,1)] + FLUJO[K+TCOMP,ENT(MODUL,1)]
1162 SALE.COMP = ENTRA.COMP - ENTRA.CLAVE * VARDIS(MODUL,1) * AUXI(K,MODUL) / AUXI(VARDIS(MODUL,2),MODUL)
1164 FLUJO[K,SAL(MODUL,1)] = SALE.COMP
1166 FLUJO[K+TCOMP,SAL(MODUL,1)] = 0
1170 FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]=FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]+SALE.COMP
1180 NEXT K
1200 P=FLUJO[TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1)] : FLUJO[TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1)]+P
1210 T=FLUJO[TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1)]:FLUJO[TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1)]+T
1212 FOR J1% = 1 TO TCOMP
1217 Z(J1%) = (FLUJO[J1%,SAL(MODUL,1)]+FLUJO[TCOMP+J1%,SAL(MODUL,1)]) / FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]
1218 NEXT J1%
1220 FUENTES="EJECUCIO":NOLIN=1230:CHAIN"FI2",180,ALL
1230 FLUJO[TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1)]=VF
1232 FOR J1% = 1 TO TCOMP
1234 FLUJO[J1%,SAL(MODUL,1)] = X#(J1%)*FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]*(1-VF)
1236 FLUJO[J1%+TCOMP,SAL(MODUL,1)] = Y#(J1%)*FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]*VF
1238 NEXT J1%
1240 COR=ENT(MODUL,1):GOSUB 2330
1242 FLUJO[TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1)]=HM
1245 DELTA.Q=0 : Q.ENT=0 : Q.SAL=0
1250 FOR J=1 TO TCOMP
1252 Q.ENT=Q.ENT + FLUJO[J,ENT(MODUL,1)] * (DH(J)+HL#(J))
1254 Q.ENT=Q.ENT + FLUJO[TCOMP+J,ENT(MODUL,1)] * (DH(J)+HV#(J))
1256 NEXT J
1260 FOR J=1 TO TCOMP
1262 Q.SAL=Q.SAL + FLUJO[J,SAL(MODUL,1)] * (DH(J)+HL#(J))
1264 Q.SAL=Q.SAL + FLUJO[TCOMP+J,SAL(MODUL,1)] * (DH(J)+HV#(J))
1266 NEXT J
1268 DELTA.Q = Q.SAL - Q.ENT
1270 REM TERMINA CALCULO ISOTERMICO
1280 FLUJO[TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1)] = FLUJO[TCOMP*2+5,ENT(MODUL,1)] - DELTA.Q
1290 HF = FLUJO[TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1)] / FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)] : REM ENTALPIA ESPECIFICA
1292 VF=VF1: T=T1: COR=SAL(MODUL,1): TR=0: GOSUB 2321: TR=298.15
1294 T1=FLUJO[TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1)] : REM T SUPUESTA
1296 VF=VF1: T=T1: COR=SAL(MODUL,1): TR=0: GOSUB 2321: TR=298.15
1298 HF=(HM-DELTA.Q)/FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]
1300 FUENTES="EJECUCIO":NOLIN=1305:CHAIN"FA1",150,ALL
1305 FLUJO[TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1)]=VF
1307 FLUJO[TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1)]=T
1310 FOR J1% = 1 TO TCOMP
1315 FLUJO[J1%,SAL(MODUL,1)] = X#(J1%)*FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]*(1-VF)
1320 FLUJO[J1%+TCOMP,SAL(MODUL,1)] = Y#(J1%)*FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]*VF
1325 NEXT J1%
1380 GOTO 130
1390 REM *** CALCULO DEL "TCO" (INTERC. CALOR CON LA Q FIJA) ***
1400 FOR K=1 TO TCOMP
1410 Z(K) = (FLUJO[K,ENT(MODUL,1)]+FLUJO[K+TCOMP,ENT(MODUL,1)]) / FLUJO[TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1)]
1420 NEXT K
1430 P=FLUJO[TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1)]
1440 FLUJO[TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1)]=P
1450 VF=FLUJO[TCOMP*2+4,ENT(MODUL,1)] : REM VF SUPUESTO
1460 FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)] = FLUJO[TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1)]
1470 FLUJO[TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1)] = FLUJO[TCOMP*2+5,ENT(MODUL,1)] + VARDIS(MODUL,1)
1480 HF = FLUJO[TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1)] / FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]
1482 VF1=FLUJO[TCOMP*2+4,ENT(MODUL,1)] : REM VF SUPUESTO
1484 T1=FLUJO[TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1)] : REM T SUPUESTA
1486 VF=VF1: T=T1: COR=ENT(MODUL,1): TR=0: GOSUB 2321: TR=298.15
1488 HF=(HM+VARDIS(MODUL,1))/FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]
1490 FUENTES="EJECUCIO":NOLIN=1500:CHAIN"FA1",150,ALL
1500 FOR K=1 TO TCOMP
1510 FLUJO[K,SAL(MODUL,1)] = FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)] * (1-VF) * X#(K)
1520 FLUJO[K+TCOMP,SAL(MODUL,1)] = FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)] * VF * Y#(K)
1530 NEXT K
1540 FLUJO[TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1)] = T
1550 FLUJO[TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1)] = VF
1560 GOTO 130
1570 REM *** DATOS PARA EL MODULO "ITR" (INTERCAMB. TRABAJO) ***
1580 VF=FLUJO[TCOMP*2+4,ENT(MODUL,1)]
1590 IF VF=0 OR VF=1 THEN 1610
1600 LOCATE 22,35:PRINT"Corriente de entrada en la región de dos fases":LOCATE 23,35:PRINT"Preione cualquier tecla para continuar":A$=INPUT$(1):CHAIN"INPUT",490,ALL
1610 FOR K=1 TO TCOMP*2+1

```

```

1620 FLUJO(K,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(K,ENT(MODUL,1))
1630 NEXT K
1640 FOR K=1 TO TCOMP: Z(K) = (FLUJO(K,ENT(MODUL,1))+FLUJO(K+TCOMP,ENT(MODUL,1))) / FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1))
1650 : NEXT K
1650 P=VARDIS(MODUL,1)
1660 FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1)) = P
1670 IF P<FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1)) THEN EF1=VARDIS(MODUL,3) ELSE EF1=VARDIS(MODUL,3)
1680 IF VFD=0 THEN T=FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1)) : EDS="L" : GOTO 1700
1690 T=FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1)) * (P/FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1))) ^ ((VARDIS(MODUL,2)-1)/VARDIS(MODUL,2))
1700 : EDS="V"
1700 FUENTES="EJECUCION":NOLIN=1710:CHAIN"FI2",180,ALL
1710 IF EDS="L" AND VF<>0 THEN PRINT"CORRIENTE DE SALIDA EN LA REGION DE DOS FASES":LOCATE 23,35:PRINT"Press a
ny key to continue":AS=INPUT$(1):CHAIN"INPUT",490,ALL
1720 IF EDS="V" AND VF<>1 THEN PRINT"CORRIENTE DE SALIDA EN LA REGION DE DOS FASES":LOCATE 23,35:PRINT"Press a
ny key to continue":AS=INPUT$(1):CHAIN"INPUT",490,ALL
1730 COR=SAL(MODUL,1)
1740 GOSUB 2330
1750 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1)) = T
1760 FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1)) = VF
1770 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1)) = HM
1780 GOTO 130
1790 REM *** CALCULO DE "EXPANSION ADIABATICA" ***
1791 P=FLUJO(TCOMP*2+5,ENT(MODUL,1))
1792 T=FLUJO(TCOMP*2+5,ENT(MODUL,1)) : T1=T : REM TEMP SUPUESTA
1793 VF=FLUJO(TCOMP*2+4,ENT(MODUL,1)) : VF1=VF : REM VF SUPUESTO
1794 COR=ENT(MODUL,1):TR=0:GOSUB 2321:TR=298,15 : REM CALCULO DE LA ENTALPIA
1796 HF = HM / FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1))
1798 P=VARDIS(MODUL,1):FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1))=P:FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,2))=P
1800 P=VARDIS(MODUL,1):FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1))=P
1810 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+5,ENT(MODUL,1))
1830 FOR J1X=1 TO TCOMP: Z(J1X)=FLUJO(J1X,ENT(MODUL,1))+FLUJO(J1X+TCOMP,ENT(MODUL,1))/FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1)):NEXT J1X
1840 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1))
1850 FUENTES="EJECUCION":NOLIN=1860:CHAIN"FA1",150,ALL
1860 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1))=T:FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1))=VF
1870 FOR J1X=1 TO TCOMP
1880 FLUJO(J1X,SAL(MODUL,1))=X#(J1X)*FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))*(1-VF)
1890 FLUJO(J1X+TCOMP,SAL(MODUL,1))=Y#(J1X)*FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))*VF
1900 NEXT J1X
1910 GOTO 130
1920 REM *** CALCULO DE "FLASH ADIABATICO" ***
1921 P=FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1))
1922 T=FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1)) : T1=T : REM TEMP SUPUESTA
1923 VF=FLUJO(TCOMP*2+4,ENT(MODUL,1)) : VF1=VF : REM VF SUPUESTO
1924 COR=ENT(MODUL,1):TR=0:GOSUB 2321:TR=298,15 : REM CALCULO DE LA ENTALPIA
1926 HF = HM / FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1))
1930 P=VARDIS(MODUL,1):FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1))=P:FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,2))=P
1950 FOR J1X=1 TO TCOMP: Z(J1X)=FLUJO(J1X,ENT(MODUL,1))+FLUJO(J1X+TCOMP,ENT(MODUL,1))/FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1)):NEXT J1X
1960 FUENTES="EJECUCION":NOLIN=1970:CHAIN"FA1",150,ALL
1970 REM BORRADO
1980 FOR J1X=1 TO TCOMP*2
1990 FLUJO(J1X,SAL(MODUL,1))=0
2000 FLUJO(J1X,SAL(MODUL,2))=0
2010 NEXT J1X
2020 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1)) * VF
2030 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2))=FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1))*(1-VF)
2040 FOR J1X=1 TO TCOMP
2050 FLUJO(J1X,SAL(MODUL,2))=X#(J1X)*FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2))
2060 FLUJO(J1X+TCOMP,SAL(MODUL,1))=Y#(J1X)*FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))
2070 NEXT J1X
2080 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1))=T:FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1))=1
2099 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1))=T:FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,2))=0
2095 COR=SAL(MODUL,1) : GOSUB 2330
2100 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1))=HV# * FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))
2110 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,2))=HL# * FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2))
2120 GOTO 130
2130 REM *** CALCULO DE "CONVERGENCIA" ***
2140 VARDIS(MODUL,1) = 0
2150 VARDIS(MODUL,2) = .001 : REM TOLERANCIA
2160 FOR K=1 TO TCOMP*2
2170 IF ABS ( FLUJO (K,SAL(MODUL,1)) - FLUJO (K,ENT(MODUL,1)) ) > ( VARDIS(MODUL,2) * FLUJO (K,ENT(MODUL,1)) )

```

```

THEN 2190
2180 VARDIS(MODUL,1) = VARDIS(MODUL,1) + 1
2190 FLUJO (K,SAL(MODUL,1)) = FLUJO (K,ENT(MODUL,1))
2200 NEXT K
2210 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1))
2220 FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1))
2230 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1))
2240 FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(TCOMP*2+4,ENT(MODUL,1))
2250 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(TCOMP*2+5,ENT(MODUL,1))
2260 IF VARDIS(MODUL,1) = TCOMP*2 THEN 2320
2270 FOR K1%=1 TO TMOO
2280 FOR K2%=1 TO 5:IF SAL(MODUL,1) = ENT(K1%,K2%) THEN 2310
2290 NEXT K2%
2300 NEXT K1%
2310 MODUL.CONV=K1%-1:FLAG.CONV=1
2320 GOTO 130
2321 REM *** CALCULO DE LA COMPOSICION ***
2322 FOR J5%=1 TO TCOMP:Z(J5%)=(FLUJO(J5%,COR)+FLUJO(J5%+TCOMP,COR))/FLUJO(TCOMP*2+1,COR):NEXT J5%
2323 XT#=0:YT#=0
2324 FOR I=1 TO TCOMP : PV#(I)=EXP(A(1)-B(1)/(C(1)+T))
2325 X#(I)=Z(1)/(1-VF+VF*PV#(I)/P)
2326 Y#(I)=PV#(I)*X#(I)/P
2327 XT#=XT#+X#(I):YT#=YT#+Y#(I)
2328 NEXT I
2330 REM *** ENTALPIAS ***
2330 HL#=#0:HVP=#0
2340 FOR 19%=1 TO TCOMP
2350 HLX1#=#0:HLX2#=#0:HGX1#=#0
2360 IF TR>TN(19%) THEN 2410
2390 HLX1#=#AL(19%)*(TN(19%)-TR)+(BL(19%)/2)*(TN(19%)-2*TR)^2+(CL(19%)/3)*(TN(19%)-3*TR)^3+(DL(19%)/4)*(TN(19%)-4*TR)^4
2400 GOTO 2430
2410 HGX1#=#AG(19%)*(TN(19%)-TR)+(BG(19%)/2)*(TN(19%)-2*TR)^2+(CG(19%)/3)*(TN(19%)-3*TR)^3+(DG(19%)/4)*(TN(19%)-4*TR)^4+(EG(19%)/5)*(TN(19%)-5*TR)^5
2420 HLX2#=#LN(19%)
2430 TEB#=#(19%)/(A(19%)-LOG(P))-C(19%)
2435 IF TEB#>TC(19%) THEN TEB#>TC(19%) : LAMDA#(19%)=#0 : GOTO 2450
2440 LAMDA#(19%)=#LN(19%)/(TC(19%)-TN(19%))/(TC(19%)-TEB#)^.38
2450 HLX3#=#AL(19%)*(T-TN(19%))*(BL(19%)/2)*(T^2-TN(19%)^2)+(CL(19%)/3)*(T^3-TN(19%)^3)+(DL(19%)/4)*(T^4-TN(19%)^4)
2460 HLX4#=#AL(19%)*(TEB#-TN(19%))*(BL(19%)/2)*(TEB#^2-TN(19%)^2)+(CL(19%)/3)*(TEB#^3-TN(19%)^3)+(DL(19%)/4)*(TEB#^4-TN(19%)^4)
2470 HGX2#=#AG(19%)*(T-TEB#)+(BG(19%)/2)*(T^2-TEB#^2)+(CG(19%)/3)*(T^3-TEB#^3)+(DG(19%)/4)*(T^4-TEB#^4)+(EG(19%)/5)*(T^5-TEB#^5)
2480 HL#(19%)=HLX1#+HGX1#+HLX2#+HLX3#
2490 HVP(19%)=HLX1#+HGX1#+HLX2#+HLX4#+LAMDA#(19%)+HGX2#
2500 HL#=#HL#+X#(19%)*HL#(19%) : HVP=#HVP+Y#(19%)*HVP(19%)
2510 NEXT 19%
2520 HM=(VF*HVP#+(1-VF)*HL#)*FLUJO(TCOMP*2+1,COR) : REM La variable "COR" corresponde al # de la corriente
2530 RETURN
2740 REM *** CALCULO DEL "SEI" SEPARADOR ISOTERMICO ***
2750 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))=#0 : FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2))=#0
2760 FOR K=1 TO TCOMP*2
2770 FLUJO(K,SAL(MODUL,1)) = FLUJO(K,ENT(MODUL,1)) * AUX[K,MODUL]
2780 FLUJO(K,SAL(MODUL,2)) = FLUJO(K,ENT(MODUL,1)) - FLUJO(K,SAL(MODUL,1))
2790 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1))=FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)) + FLUJO(K,SAL(MODUL,1))
2800 FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2))=FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,2)) + FLUJO(K,SAL(MODUL,2))
2810 NEXT K
2820 J1%=1
2830 FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,J1%)) = FLUJO(TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1))
2832 P=FLUJO(TCOMP*2+2,SAL(MODUL,J1%))
2840 FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,J1%)) = FLUJO(TCOMP*2+3,ENT(MODUL,1))
2842 T=FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(MODUL,J1%))
2870 FOR K=1 TO TCOMP
2880 Z(K) = (FLUJO(K,SAL(MODUL,J1%)) + FLUJO(K+TCOMP,SAL(MODUL,J1%))) / FLUJO(TCOMP*2+1,SAL(MODUL,J1%))
2890 Y#(K) = 0
2900 NEXT K
2910 FUENTES=#EJECUCION#:NOLIN=2920:CHAIN"FFI2",180,ALL
2920 COR=SAL(MODUL,J1%):GOSUB 2330
2930 FLUJO(TCOMP*2+4,SAL(MODUL,J1%)) = VF
2940 FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(MODUL,J1%)) = HM
2950 IF J1%=2 THEN 2960 ELSE J1%=2:GOTO 2830

```

```

2960 GOTO 130
3000 REM *** CALCULO DEL "ICT" (INTERCAMB. CALOR CON LA T2 FIJA) ***
3010 FOR K=1 TO TCOMP
3020 Z(K)=(FLUJDI(K,ENT(MODUL,1))+FLUJO[K+TCOMP,ENT(MODUL,1)]) / FLUJO[TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1)]
3030 NEXT K
3035 FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)] = FLUJO[TCOMP*2+1,ENT(MODUL,1)]
3040 P=FLUJO[TCOMP*2+2,ENT(MODUL,1)]
3050 FLUJO[TCOMP*2+2,SAL(MODUL,1)]=P
3055 T = FLUJO[TCOMP*2+3,SAL(MODUL,1)]
3060 FUENTES=MEJECUCION:MOLIN=3070:CHAIN"F12",180,ALL
3070 FLUJO[TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1)]=VF
3080 FOR J1X=1 TO TCOMP
3090 FLUJO[J1X,SAL(MODUL,1)]=XW(J1X)*FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]*(1-VF)
3100 FLUJO[J1X+TCOMP,SAL(MODUL,1)]=YW(J1X)*FLUJO[TCOMP*2+1,SAL(MODUL,1)]*VF
3110 NEXT J1X
3112 FLUJO[TCOMP*2+4,SAL(MODUL,1)] = VF
3120 COR=ENT(MODUL,1):GOSUB 2330
3130 FLUJO[TCOMP*2+5,SAL(MODUL,1)]=HM
3140 GOTO 130
4000 REM PANTALLA
4010 FOR NUM.CO = 1 TO T CORR
4200 COLOR 14,1,0:CLS
4210 LOCATE 2,5:PRINT"PANTALLA DE RESULTADOS"
4220 LOCATE 3,5:PRINT
4230 LOCATE 4,5:PRINT"CORRIENTE #"
4232 LOCATE 6,2:PRINT "COMPUESTO":LOCATE 6,20:PRINT " (gmol/hr)"
4234 LOCATE 6,35:PRINT "L10":LOCATE 6,45:PRINT "GAS"
4236 LOCATE 6,58:PRINT"PROPIEDADES"
4240 FOR 19X=1 TO TCOMP:LOCATE 19X+7,2:PRINT COMPS(19X):NEXT 19X
4250 LOCATE 8,55:PRINT"P (Kf)"
4260 LOCATE 9,55:PRINT"K"
4270 LOCATE 10,55:PRINT"V/F"
4280 LOCATE 11,55:PRINT"H (J/hr)"
4310 REM IMPRESION
4320 LOCATE 4,25:PRINT NUM.CO
4330 FOR 17X=1 TO TCOMP:LOCATE 17X+7,20:PRINT USING "###,###.###":FLUJO(17X,NUM.CO)+FLUJO(17X+TCOMP,NUM.CO):NEXT 17X
4340 FOR 17X=1 TO TCOMP:LOCATE 17X+7,30:PRINT USING "###,###.###":FLUJO(17X,NUM.CO):NEXT 17X
4350 FOR 17X=1 TO TCOMP:LOCATE 17X+7,40:PRINT USING "###,###.###":FLUJO(17X+TCOMP,NUM.CO):NEXT 17X
4360 LOCATE 8,65:PRINT FLUJO[TCOMP*2+2,NUM.CO]
4370 LOCATE 9,65:PRINT FLUJO[TCOMP*2+3,NUM.CO]
4380 LOCATE 10,65:PRINT FLUJO[TCOMP*2+4,NUM.CO]
4390 LOCATE 11,65:PRINT FLUJO[TCOMP*2+5,NUM.CO]
4400 LOCATE 23,35:PRINT"Presione cualquier tecla para continuar"
4410 AS=INPUT$(1)
4440 NEXT NUM.CO
4450 RETURN

```



```

10 REM *** F11 (11/JUL/87) ***
20 REM FLASH ISOTERMICO, DATOS: P, V/F
25 TCOMP=3:CLS
30 IF FUENTES<>" THEN FUENTE1$=FUENTES : NOLIN1=NOLIN
40 FUENTES = "F11": NOLIN = 60
50 CHAIN "COMPONEN", ALL
60 REM REGRESO DE COMPONEN
70 FUENTES=FUENTE1$:NOLIN=NOLIN1
75 E=.0001
80 P=101.325:VF=0:Z(1)=.24:Z(2)=.72:Z(3)=.04
90 GOTO 110
100 INPUT "P (KPa) : " ; P
110 INPUT "V/F : " ; VF
115 GOTO 180
120 INPUT "T (K) : " ; T
130 PRINT"COMPOSICION"
140 FOR I=1 TO TCOMP
150 PRINT MS(I);
160 INPUT " : " ; Z(I)
170 NEXT I
180 REM CALCULO DE LA TEMPERATURA SUPUESTA
190 T = 0
200 FOR I=1 TO TCOMP
210 TX = B(I)/(A(I)-LOG(P))-C(I)
220 T = T + Z(I)*TX
230 NEXT I
240 ON ERROR GOTO 421
250 REM
260 XT#=0:YT#=0:DXT#=0:DYT#=0
270 FOR I=1 TO TCOMP
280 PV#(I)=EXP(A(I)-B(I)/(C(I)+T))
290 X#(I)=Z(I)/(1-VF+VF*PV#(I)/P)
300 Y#(I)=PV#(I)*X#(I)/P
310 XT# = XT# + X#(I):YT# = YT# + Y#(I)
320 DX# = (-Z(I))*VF*PV#(I)*B(I)/((1-VF+VF*PV#(I)/P)^2*P*(C(I)+T)^2)
330 DY# = PV#(I)*DX#/P + X#(I)*PV#(I)*B(I)/(P*(C(I)+T)^2)
340 DXT# = DXT# + DX#: DYT# = DYT# + DY#
350 NEXT I
360 F# = YT# - XT#
370 DF# = DYT# - DXT#
380 T1 = T - F#/DF#
390 T = T1
410 IF ABS(XT#-1)<E AND ABS(YT#-1)<E THEN 430
420 GOTO 260
421 IF FLAG.CONT = 1 THEN FLAG.CONT = 0 : GOTO 430
424 LOCATE 20,45:PRINT"No se ha logrado la converg."
425 LOCATE 21,45:PRINT"Retry (R), Abort (A)";AS=INPUT$(1)
426 LOCATE 20,45:PRINT STRING$(30,32):LOCATE 21,45:PRINT STRING$(30,32): IF AS="A" THEN 428
427 LOCATE 20,45:INPUT" SUPUESTA : " ; T1:LOCATE 20,45:PRINT STRING$(30,32):RESUME 250
428 T=0
430 IF FUENTES="" THEN 450
440 CHAIN FUENTES,NOLIN,ALL
450 REM IMPRESION
460 FOR I=1 TO TCOMP
470 PRINT MS(I),Z(I),X#(I),Y#(I)
480 NEXT I
490 PRINT AS,"1",XT#,YT#
500 PRINT" T = " ; T ; " K"
510 END

```

```

10 REM *** F12 (31/AGO/87) ***
20 REM FLASH ISOTERMICO, DATOS: P, T
30 CLS
40 FUENTES = "F12": NOLIN = 60
50 CHAIN "COMPONEM", ALL
60 REM REGRESO DE COMPONEM
65 FUENTES=""
70 E=.0001
80 P=500:T=500:Z(1)=.6:Z(2)=.4:Z(3)=.72
90 GOTO 120
100 INPUT "P (KPa) : ";P
105 GOTO 180
110 INPUT "V/F : ";VF
120 INPUT "T (K) : ";T
121 GOTO 180
130 PRINT"COMPOSICION"
140 FOR I=1 TO TCOMP
150 PRINT MS(I);
160 INPUT " : ";Z(I)
170 NEXT I
180 REM CALCULO DEL V/F SUPUESTO
190 PBUR=0:PROC=0
200 FOR I=1 TO TCOMP
210 PVW(I)=EXP(A(I)-B(I)/(C(I)+T))
220 PBUR = PBUR + Z(I)*PVW(I)/P
230 PROC = PROC + Z(I)*P/PVW(I)
240 NEXT I
250 IF PBUR > 1 THEN 260
251 FOR I=1 TO TCOMP: XW(I)=Z(I):YW(I)=0:NEXT I
252 VF=0:XTW=1:GOTO 432
260 IF PROC > 1 THEN 270
261 FOR I=1 TO TCOMP: XW(I)=0:YW(I)=Z(I):NEXT I
262 VF=1:YTW=1:GOTO 432
270 VF = .5:CONTA=0
280 XTW=0:YTW=0:DXTW=0:DYTW=0
290 FOR I=1 TO TCOMP
300 XW(I)=Z(I)/(1-VF+VF*PVW(I)/P)
310 YW(I)=PVW(I)*XW(I)/P
320 XTW=XTW+XW(I):YTW=YTW+YW(I)
330 DXW = (Z(I)*(1-PVW(I)/P))/(1-VF+VF*PVW(I)/P)^2
340 DYW = (Z(I)*PVW(I)*(1-PVW(I)/P))/(P*(1-VF+VF*PVW(I)/P)^2)
350 DXTW = DXW + DXW: DYTW = DYTW + DYW
360 NEXT I
370 F# = YTW - XTW
380 DF# = DYTW - DXTW
390 VF1 = VF + F#/DF#
400 VF = VF1
420 IF ABS(XTW-1)<E AND ABS(YTW-1)<E THEN 432
425 IF CONTA=30 THEN VF=1
426 IF CONTA=60 THEN VF=0
430 CONTA=CONTA+1:GOTO 280
432 IF FUENTES="" THEN 440
434 CHAIN FUENTES, NOLIN, ALL
440 REM IMPRESION
450 FOR I=1 TO TCOMP
460 PRINT MS(I),Z(I),XW(I),YW(I)
470 NEXT I
480 PRINT AS,"I",XTW,YTW
490 PRINT"VF = ";VF
510 END

```

```

10 REM *** F13 (31/AGO/87) ***
20 REM FLASH ISOTERMICO, DATOS: T, V/F
30 CLS:INPUT"# COMPONENTES ":TCOMP
40 FUENTES = "F13": NOLIN = 60
50 CHAIN "COMPONEH" ALL
60 REM REGRESO DE COMPONEN
70 E=.0001
80 T=500:VF=.1354:Z(1)=.6:Z(2)=.4:Z(3)=.72
90 GOTO 110
100 INPUT "P (KPa) : ";P
110 INPUT "V/F : ";VF
120 INPUT "T (K) : ";T
121 GOTO 180
130 PRINT"COMPOSICION"
140 FOR I=1 TO TCOMP
150 PRINT MB(I);
160 INPUT " : ";Z(I)
170 NEXT I
180 REM CALCULO DE LA PRESTION SUPUESTA
181 E=.0001:P=0
190 FOR I=1 TO TCOMP
200 PV#(I)=EXP(A(I)-B(I)/(C(I)+T))
210 P=P+Z(I)*PV#(I)
220 NEXT I
270 XT#=0:YT#=0:DXT#=0:DYT#=0
280 FOR I=1 TO TCOMP
290 PV#(I)=EXP(A(I)-B(I)/(C(I)+T))
300 X#(I)=Z(I)/(1-VF+VF*PV#(I)/P)
310 Y#(I)=PV#(I)*X#(I)/P
320 XT#*XT#+X#(I):YT#*YT#+Y#(I)
330 DX# = (Z(I)*VF*PV#(I))/(P^2*(1-VF+VF*PV#(I)/P)^2)
340 DY# = (Z(I)*VF*PV#(I)^2)/(P^3*(1-VF+VF*PV#(I)/P)^2) * X#(I)*PV#(I)/P^2
350 DXT# = DXT# + DX#: DYT# = DYT# + DY#
360 NEXT I
370 F# = YT# - XT#
380 DF# = DYT# - DXT#
390 P1 = P - F#/DF#
400 P = P1
410 IF P<0 THEN P=1
420 IF ABS(XT#-1)<E AND ABS(YT#-1)<E THEN 432
430 GOTO 270
432 IF FUENTES="" THEN 440
434 CHAIN FUENTES,NOLIN,ALL
440 REM IMPRESION
450 FOR I=1 TO TCOMP
460 PRINT MB(I),Z(I),X#(I),Y#(I)
470 NEXT I
480 PRINT AS,"1",XT#,YT#
490 PRINT"P = ";P;" kPa"
500 END

```

```

10 REM *** FA1 (4/SEP/87) ***
15 REM ESTE PROGRAMA FUNCIONA CON ENTALPIAS ESPECIFICAS (J/Kg mol)
20 REM FLASH ADIABATICO, DATOS: P1, (V/F)1, P2
30 CLS
50 FUENTES="FA1":NOLIN=60:CHAIN "F12",ALL
60 REM REGRESO DE F11
65 FUENTES="":NOLIN=0:FUENTE1$="":NOLIN=0
70 IF = 1:P1=P
80 TR=298.15
90 GOSUB B30
100 HF = HM
110 PRINT"ALIMENTACION:"
120 PRINT"Y1 = ":YF
130 PRINT"P1 = ":P1
140 INPUT "P2 = ":P
145 INPUT "(V/F)2 SUPUESTO = ":VF
150 VF=VF1 : FLAG.COMT = 1 : TR=0
163 E=.001
164 IF FUENTES<>" THEN FUENTE1$=FUENTES:NOLIN=NOLIN
165 GOTO 184
170 FUENTES="FA1":NOLIN=180:CHAIN "F11",180,ALL
180 REM REGRESO DE F11 CON LA TEMPERATURA PARA LA 1a ITERACION (SI FLAG.COMT = 0 ENTONCES NO CONVERGIO LA TEMP
ERATURA Y SE CALCULARA UN VF SUPUESTO)
182 IF FLAG.COMT = 1 THEN FLAG.COMT = 0 : GOTO 195
184 T=TT
185 FUENTES="FA1":NOLIN=190:CHAIN "F12",180,ALL
190 REM REGRESO DE F12 CON EL VF PARA LA 1a ITERACION
195 FUENTES=FUENTE1$:NOLIN=NOLIN1
200 CONTA = 1:FLAG.VF=0 : Q1=10000001
205 VF1=VF:T1=T
210 REM ** ITERACION **
220 XT#=0:YT#=0
230 FOR I=1 TO TCOMP
240 PVW(1)=EXP(A(1)-B(1)/(C(1)+T))
250 XW(1)=Z(1)/(1-VF+VF*PVW(1)/P)
260 YW(1)=PVW(1)*XW(1)/P
270 XT# = XT# + XW(1):YT# = YT# + YW(1)
280 NEXT I
290 GOSUB B30
310 F1# = LOG(YT#/XT#)
320 F2# = (HF-HM)/HVM
330 REM DERIVADAS
340 REM DERIVADAS PARA F1
350 DXT#=0:DYT#=0:DXVF#=0:DYVF#=0
360 FOR I=1 TO TCOMP
365 REM IF T>TC(1) THEN DKW(1)=0:DXTW(1)=0:DYTW(1)=0:GOTO 400
370 DKW(1) = (PVW(1) * -B(1) * (T^2)) / (P*(C(1)+T)^2)
380 DXTW(1) = (-Z(1)*VF*DKW(1))/(1-VF*(1-PVW(1)/P))^2
390 DYTW(1) = (PVW(1)/P)*DXTW(1) + XW(1)*DKW(1)
400 DXVFW(1) = (Z(1)*(1-PVW(1)/P))/(1-VF*(1-PVW(1)/P))^2
410 DYVFW(1) = (PVW(1)/P)*DXVFW(1)
420 DXTW = DXTW + DXTW(1) : DYTW = DYTW + DYTW(1)
430 DXVF# = DXVF# + DXVFW(1) : DYVF# = DYVF# + DYVFW(1)
440 NEXT I
450 DF1W = (XT#*DYTW - YT#*DXTW)/(XT#*YT#)
460 DF1V# = (XT#*DYVF# - YT#*DXVF#)/(XT#*YT#)
470 REM DERIVADAS PARA F2
475 DHVT#=0:DHLT#=0:DHLV#=#0:DHVVF#=#0
480 FOR I=1 TO TCOMP
490 TEBW = ( B(1)/(A(1)-LOG(P)) ) - C(1)
495 IF TEBW<TC(1) THEN TEBW=TC(1):REM BEEP
500 DHLTX1# = -AL(1)*(TN(1)^2) - BL(1)*(TN(1)^3) - CL(1)*(TN(1)^4) - DL(1)*(TN(1)^5)
501 DHLTX2# = -AL(1)*(T^2) - BL(1)*(T^3) - CL(1)*(T^4) - DL(1)*(T^5)
502 DHLTX3# = -AL(1)*(TEBW^2) - BL(1)*(TEBW^3) - CL(1)*(TEBW^4) - DL(1)*(TEBW^5)
505 DHLTX2# = (.38*LN(1)*TN(1)^2)/(TC(1)-TN(1)) * ((TC(1)-TN(1))/(TC(1)-TN(1)))^*.62 )
507 IF TEBW=TC(1) THEN DLT#=#0: GOTO 520
510 DLT# = (.38*LAMDAR(1)*TEBW^2)/(TC(1)-TEBW) * ((TC(1)-TEBW)/(TC(1)-TEBW))^*.62 )
520 DHGTX1# = -AG(1)*(TN(1)^2) - BG(1)*(TN(1)^3) - CG(1)*(TN(1)^4) - DG(1)*(TN(1)^5) - EG(1)*(TN(1)^6)
521 DHGTX2# = -AG(1)*(T^2) - BG(1)*(T^3) - CG(1)*(T^4) - DG(1)*(T^5) - EG(1)*(T^6)
530 DHLTX1# = DHLTX1# + DHGTX1# + DHLTX2# + DHLTX3#
535 DHVTW(1) = DHLTX1# + DHGTX1# + DHLTX2# + DHLTX3# + DLT# + DHGTX2#
540 DHVT# = DHVT# + ( YW(1)*DHVTW(1) + HVM(1)*DYTW(1) )

```

```

550 DHLT# = DHLT# + ( X#(1)*DHLT#(1) + HL#(1)*DXT#(1) )
560 DHLV#(1) = DXVF#(1) * HL#(1)
570 DHVVF#(1) = DYVF#(1) * HV#(1)
580 DHLV# = DHLV# + DHLV#(1)
590 DHVVF# = DHVVF# + DHVVF#(1)
600 NEXT I
610 DHMT# = VF*DHVT# + (1-VF)*DHLT#
620 DHVVF# = VF*DHVVF# + HV# * HL# + (1-VF)*DHLV#
630 DF2T# = (HV#*(-DHMT#) - (HF-HM)*DHVVF#)/HV#^2
640 DF2VF# = (HV#*(-DHVVF#) - (HF-HM)*DHVVF#)/HV#^2
650 REM CALCULO CON NEWTON RAPHSON
660 REM DETERMINANTE DEL JACOBIANO
670 JACOB# = ABS(DF1VF#*DF2T# - DF1T#*DF2VF#)
680 REM INCREMENTOS
690 DELTA.VF# = (F2#*DF1T# - F1#*DF2T#)/JACOB#
700 DELTA.T# = (F1#*DF2VF# - F2#*DF1VF#)/JACOB#
705 IF FLAG.VF=1 THEN DELTA.T#=F2#/DF2T#
710 T = 1/((1/T)-DELTA.T#)
720 VF=VF-DELTA.VF#
721 IF VF>0 AND VF<1 THEN FLAG.VF=0
723 IF VF>1 THEN VF=1;FLAG.VF=1;F1#=0;FOR J9%=1 TO N:X#(J9%)=0;NEXT J9%
724 IF VF<0 THEN VF=0;FLAG.VF=1;F1#=0;FOR J9%=1 TO N:Y#(J9%)=0;NEXT J9%
730 REM NORMA EUCLIDIANA
740 O = F1#^2 + F2#^2
745 IF T<0 THEN T=T1;GOTO 760
750 IF SQR(O) < E THEN 780
760 PRINT "HM (";CONTA;") = ";HM,T,VF,FLAG.VF
762 IF FLAG.VF=1 AND CONTA=1 THEN VF=VF1:T=T1
763 CONTA=CONTA+1
764 IF CONTA<25 THEN 770
766 LOCATE 18,45:PRINT"no se ha logrado la convergencia": LOCATE 19,45: PRINT"Suponer T y VF para intentar con
vergi"
767 LOCATE 20,45: INPUT "T = ";T : LOCATE 21,45: INPUT "VF = ";VF
768 CONTA = 1 : VF1=VF:T1=T
770 GOTO 210
780 REM RESULTADOS
790 REM PRINT"VF SALIDA = ";VF
800 REM PRINT"TEMP SALIDA (K) = ";T
810 REM PRINT"ENTALPIA SALIDA = ";HM;" J/mol"
811 IF FUENTES="" THEN 820
815 TR=298.15:CHAIN FUENTES,NOLIN,ALL
820 END
830 REM *** ENTALPIAS ESPECIFICAS ***
840 HL# = 0 : HV# = 0
850 FOR I=1 TO TCOMP
851 HLX1#=0:HLX2#=0:HGX1#=0
852 IF TR=TN(I) THEN 855
853 HLX1# = AL(1)*(TN(I)-TR)+(BL(1)/2)*(TN(I)^2-TR^2)+(CL(1)/3)*(TN(I)^3-TR^3)+(DL(1)/4)*(TN(I)^4-TR^4)
854 GOTO 860
855 HGX1# = AG(1)*(TN(I)-TR) + (BG(1)/2)*(TN(I)^2-TR^2) + (CG(1)/3)*(TN(I)^3-TR^3) + (DG(1)/4)*(TN(I)^4-TR^4)
+ (EG(1)/5)*(TN(I)^5-TR^5)
856 HLX2# = LW(I)
860 TEB# = (B(1))/(A(1)-LOG(P))-C(I)
870 IF TEB#>TC(I) THEN TEB#<TC(I) : LAMDA#(1)=0 : GOTO 881
880 LAMDA#(1) = LW(1)/((TC(1)-TN(1))/(TC(1)-TEB#))^38
881 HLX3# = AL(1)*(T-TN(1))+(BL(1)/2)*(T^2-TN(1)^2)+(CL(1)/3)*(T^3-TN(1)^3)+(DL(1)/4)*(T^4-TN(1)^4)
882 HLX4# = AL(1)*(TEB#-TN(1))+(BL(1)/2)*(TEB#^2-TN(1)^2)+(CL(1)/3)*(TEB#^3-TN(1)^3)+(DL(1)/4)*(TEB#^4-TN(1)^4)
)
890 HGX2# = AG(1)*(T-TEB#) + (BG(1)/2)*(T^2-TEB#^2) + (CG(1)/3)*(T^3-TEB#^3) + (DG(1)/4)*(T^4-TEB#^4) + (EG(1)
/5)*(T^5-TEB#^5)
900 HL#(1)=HLX1#+HGX1#+HLX2#+HLX3#
905 HV#(1)=HLX1#+HGX1#+HLX2#+HLX4#+LAMDA#(1)*HGX2#
910 HL# = HL# + X#(1)*HL#(1) : HV# = HV# + Y#(1)*HV#(1)
920 NEXT I
925 HM = (VF*HV# + (1-VF)*HL#)
930 RETURN

```

```

10 REM *** IMPRESION (9/ENE/88) ***
12 LPRINT CHR$(27)+"E"+CHR$(27)+"!2e5.647c89F"+CHR$(27)+"&&2S"
14 WIDTH "LPT1:",115
16 LPRINT LPRINT
20 LPRINT TAB(40);"REPORTE DE SIMULACION"
21 LPRINT TAB(40);"-----"
30 LPRINT
35 CLS
40 INPUT "NOMBRE DEL PROCESO: ";B$
50 LPRINT TAB(15);"+ PROCESO : ";B$
55 LPRINT
60 LPRINT TAB(20);"# TOTAL DE MODULOS : ";TMO
70 LPRINT TAB(20);"# TOTAL DE COMPONENTES : ";TCOMP
80 LPRINT TAB(20);"# TOTAL DE CORRIENTES : ";TCORR
90 LPRINT
100 LPRINT TAB(15);"+ COMPONENTES:"
110 FOR J1%=1 TO TCOMP:LPRINT TAB(20);J1%;") ";COMPS(J1%);NEXT J1%
120 LPRINT
130 LPRINT TAB(15);"+ TOPOLOGIA DEL PROCESO:"
131 LPRINT
135 LPRINT TAB(20);" MODULO";TAB(41);"# CORRIENTE"
136 LPRINT TAB(38);"ENTRADA";TAB(48);"SALIDA"
140 FOR J1%=1 TO TMO
150 LPRINT TAB(20);J1%;") ";LEFT$(MOS(J1%),LEN(MOS(J1%))-1);
160 FOR J2%=1 TO 5
170 IF ENT(J1%,J2%)=0 THEN 181
180 LPRINT TAB(40);ENT(J1%,J2%);
181 IF J2%=2 THEN 190
182 IF SAL(J1%,J2%)=0 THEN 190
184 LPRINT TAB(50);SAL(J1%,J2%)
190 NEXT J2%
200 NEXT J1%
201 LPRINT
205 LPRINT TAB(15);"+ INFORMACION ESPECIAL PARA CADA MODULO"
210 LPRINT
220 FOR J1%=1 TO TMO
221 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="MEZ" OR LEFT$(MOS(J1%),3)="CON" THEN 300
222 LPRINT TAB(20);J1%;") ";LEFT$(MOS(J1%),LEN(MOS(J1%))-1);
230 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="SEP" THEN GOSUB 1000: GOTO 300
235 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="SEI" THEN GOSUB 1600: GOTO 300
240 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="DIV" THEN GOSUB 2000: GOTO 300
250 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="REA" THEN GOSUB 3000: GOTO 300
260 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="ICQ" THEN GOSUB 4000: GOTO 300
265 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="ICT" THEN GOSUB 4500: GOTO 300
270 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="ITR" THEN GOSUB 5000: GOTO 300
280 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="EXP" THEN GOSUB 5000: GOTO 300
290 IF LEFT$(MOS(J1%),3)="FLA" THEN GOSUB 5000: GOTO 300
300 NEXT J1%
400 GOTO 7000
1000 REM * MODULO SEP *
1010 LPRINT TAB(40);"FRACCION DE DIVISION ";SAL(J1%,1);";";ENT(J1%,1);";"
1020 FOR K=1 TO TCOMP
1030 LPRINT TAB(40);COMPS(K);" : ";TAB(75);AUX1(K,J1%)
1040 NEXT K
1045 LPRINT
1050 RETURN
2000 REM * MODULO DIVISOR *
2010 LPRINT TAB(40);"FRACCION DE DIVISION ";SAL(J1%,1);";";ENT(J1%,1);";" ;TAB(75);VARDIS(J1%,1)
2020 LPRINT
2030 RETURN
3000 REM * MODULO REA *
3010 LPRINT TAB(40);"COEFICIENTES ESTEQUIOMETRICOS:"
3020 FOR K=1 TO TCOMP
3030 LPRINT TAB(50);K;") ";COMPS(K);TAB(75);AUX1(K,J1%)
3040 NEXT K
3060 LPRINT TAB(40);"CONVERSION COMPONENTE CLAVE : ";TAB(75);VARDIS(J1%,1)
3070 LPRINT TAB(40);"# COMPONENTE CLAVE : ";TAB(75);VARDIS(J1%,2)
3080 LPRINT
3090 RETURN
4000 REM * MODULO ICQ *
4010 LPRINT TAB(40);"CALOR (J/hr) : ";TAB(75);VARDIS(J1%,1)
4020 LPRINT

```

```

4030 RETURN
4500 REM * MODULO ICT *
4510 LPRINT TAB(40);"TEMP. SALIDA (K) : ";TAB(75);FLUJO(TCOMP*2+3,SAL(J1X,1))
4520 LPRINT
4530 RETURN
5000 REM * MODULO ITR, FLASH Y EXP *
5010 LPRINT TAB(40);"PRESION DE SALIDA (kPa) : ";TAB(75);VARDIS(J1X,1)
5012 IF LEFTS(MOS(J1X),3) <> "ITR" THEN 5026
5014 LPRINT TAB(40);"COEFICIENTE POLITROPICO:";TAB(75);VARDIS(J1X,2)
5016 LPRINT TAB(40);"EFICIENCIA:";TAB(75);VARDIS(J1X,3)
5026 LPRINT
5030 RETURN
7000 LPRINT CHR$(12);REM ** RESULTADO **
7002 C.A=1:C.B=5: IF C.B>TCORR THEN C.B=TCORR
7003 LPRINT
7004 GOSUB 11000
7005 LPRINT TAB(15);"M CORRIENTE =>";TAB(40);
7006 FOR J1X=C.A TO C.B:LPRINT USING"###,###,###,###";J1X;NEXT J1X
7007 GOSUB 11000
7010 FOR J1X=1 TO TCOMP
7020 LPRINT TAB(15);COMPS(J1X);" liq. (g/mol/hr)";TAB(45);
7030 FOR J2X=C.A TO C.B
7040 LPRINT USING"###,###,###,###";FLUJO(J1X,J2X);
7055 NEXT J2X
7056 LPRINT
7057 NEXT J1X
7058 LPRINT
7060 FOR J1X=1 TO TCOMP
7070 LPRINT TAB(15);COMPS(J1X);" gas. (g/mol/hr)";TAB(45);
7080 FOR J2X=C.A TO C.B
7090 LPRINT USING"###,###,###,###";FLUJO(J1X+TCOMP,J2X);
8010 NEXT J2X
8015 LPRINT
8020 NEXT J1X
8021 LPRINT
8030 LPRINT TAB(15);"FLUJO TOTAL (g/mol/hr) :";TAB(45);
8040 FOR J2X=C.A TO C.B : LPRINT USING "###,###,###,###";FLUJO(TCOMP*2+1,J2X); NEXT J2X : LPRINT
8050 LPRINT TAB(15);"PRESION (kPa) :";TAB(45);
8060 FOR J2X=C.A TO C.B : LPRINT USING "###,###,###,###";FLUJO(TCOMP*2+2,J2X); NEXT J2X : LPRINT
8070 LPRINT TAB(15);"TEMPERATURA (K) :";TAB(45);
8080 FOR J2X=C.A TO C.B : LPRINT USING "###,###,###,###";FLUJO(TCOMP*2+3,J2X); NEXT J2X : LPRINT
8090 LPRINT TAB(15);"GRADO VAPORIZ. (V/F) :";TAB(45);
9000 FOR J2X=C.A TO C.B : LPRINT USING "###,###,###,###";FLUJO(TCOMP*2+4,J2X); NEXT J2X : LPRINT
9010 LPRINT TAB(15);"ENTALPIA (J/hr) :";TAB(45);
9020 FOR J2X=C.A TO C.B : LPRINT USING " *#.#####";FLUJO(TCOMP*2+5,J2X); NEXT J2X : LPRINT
9030 IF C.B = TCORR THEN 9040
9032 C.A = C.B+1 : C.B=C.B+5 : IF C.B>TCORR THEN C.B=TCORR
9034 GOTO 7004
9040 REM MODULOS NO ADIABATICOS
9050 FLAG,AD=0
9055 FOR J1X=1 TO TMOO
9060 IF LEFTS(MOS(J1X),3) = "SEP" OR LEFTS(MOS(J1X),3) = "SEI" OR LEFTS(MOS(J1X),3) = "ICO" OR LEFTS(MOS(J1X),
3) = "ITR" OR LEFTS(MOS(J1X),3) = "REA" OR LEFTS(MOS(J1X),3) = "ICT" THEN 9062
9061 GOTO 9200
9062 IF FLAG,AD=1 THEN 9100
9065 LPRINT:LPRINT
9070 LPRINT TAB(15);"+ MODULOS CON INTERCAMBIO DE CALOR O TRABAJO"
9075 LPRINT
9080 LPRINT TAB(20);" MODULO";TAB(41);"Q , W (J/hr)";LPRINT
9085 FLAG,AD=1
9100 Q = FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(J1X,1)) + FLUJO(TCOMP*2+5,SAL(J1X,2)) - FLUJO(TCOMP*2+5,ENT(J1X,1))
9110 LPRINT TAB(20);J1X;" " ;LEFTS(MOS(J1X),LEN(MOS(J1X))-1);TAB(45);Q
9200 NEXT J1X
10082 LPRINT CHR$(12)
10090 CHAIN"EJECUCIO",461,ALL
10095 END
11000 REM ASTERISCOS
11005 LPRINT
11008 LPRINT TAB(15);
11010 FOR I8X=1 TO 100 : LPRINT " "; : NEXT I8X
11020 LPRINT
11040 RETURN

```

```

10 REM *** B A N C O (4/JUL/87) ***
20 Z=0
30 DIM NS(Z),A(Z),B(Z),C(Z),AL(Z),BL(Z),CL(Z),DL(Z),AG(Z),BG(Z),CG(Z),DG(Z),EG(Z),PM(Z),TN(Z),LN(Z),TC(Z),PC(Z)
),DH(Z)
40 REM MENU
50 CLS
60 LOCATE 5,20:PRINT"BANCO DE PROPIEDADES DE COMPUESTOS"
70 LOCATE 8,20:PRINT"1> ANADIR DATOS"
80 LOCATE 9,20:PRINT"2> VER DATOS"
90 LOCATE 10,20:PRINT"3> GRABAR ARCHIVO EN DISCO FLEX."
100 LOCATE 11,20:PRINT"4> CAMBIAR DATOS"
110 LOCATE 12,20:PRINT"5> MENU PRINCIPAL"
120 LOCATE 14,20:INPUT"OPCION : ";OPCION
130 IF OPCION > 5 THEN 40
140 IF OPCION = 5 THEN 1510
150 REM LECTURA DEL ARCHIVO
160 OPEN "CTES" FOR INPUT AS#1
170 I=1
180 INPUT #1,NS(I),A(I),B(I),C(I)
190 INPUT #1, AL(I),BL(I),CL(I),DL(I)
200 INPUT #1, AG(I),BG(I),CG(I),DG(I),EG(I)
210 INPUT #1, PM(I),TN(I),LN(I),TC(I),PC(I),DH(I)
220 IF EOF(1) THEN 250
230 I=I+1
240 GOTO 180
250 CLOSE #1
260 REM MAY I COMPONENTES EN EL BANCO
270 FIN = I
280 ON OPCION GOTO 290,680,1320,1420
290 REM AADIR DATOS
300 I=I+1
305 CLS
310 INPUT "COMPUESTO ";NS(I)
320 PRINT "CONSTANTES ECUACION DE ANTOINE:"
330 INPUT "A = ";A(I)
340 INPUT "B = ";B(I)
350 INPUT "C = ";C(I)
360 PRINT "CAPACIDAD CALORIFICA DEL LIQUIDO:"
370 PRINT "CP = A + B * T + C * T^2 + D * T^3 (J, mol, K)"
380 INPUT "A = ";AL(I)
390 INPUT "B = ";BL(I)
400 INPUT "C = ";CL(I)
410 INPUT "D = ";DL(I)
420 PRINT "CAPACIDAD CALORIFICA DEL GAS:"
430 PRINT "CP = A + B * T + C * T^2 + D * T^3 + E * T^4 (J, mol, K)"
440 INPUT "A = ";AG(I)
450 INPUT "B = ";BG(I)
460 INPUT "C = ";CG(I)
470 INPUT "D = ";DG(I)
480 INPUT "E = ";EG(I)
490 PRINT"PROPIEDADES DEL ";NS
500 INPUT "PESO MOLECULAR ";PM(I)
510 INPUT "TEMPERATURA NORMAL DE EB. (K) ";TN(I)
520 INPUT "CALOR LATENTE DE EB. @ NBP (J/mol) ";LN(I)
530 INPUT "TEMP. CRITICA (K) ";TC(I)
540 INPUT "PRESION CRITICA (kPa) ";PC(I)
550 INPUT "CALOR DE FORMACION ESTANDARD (J/mol) ";DH(I)
560 IF OPCION <= 4 THEN 580
570 I=FIN
580 REM ESCRITURA DEL ARCHIVO
590 OPEN "CTES" FOR OUTPUT AS #1
600 FOR J=1 TO I
610 PRINT#1, NS(J);", ";A(J);B(J);C(J)
620 PRINT#1,AL(J),BL(J),CL(J),DL(J)
630 PRINT#1,AG(J),BG(J),CG(J),DG(J),EG(J)
640 PRINT#1,PM(J),TN(J),LN(J),TC(J),PC(J),DH(J)
650 NEXT J
660 CLOSE#1
670 GOTO 40
680 REM VER DATOS
690 FOR J=1 TO I
700 PRINT NS(J)

```



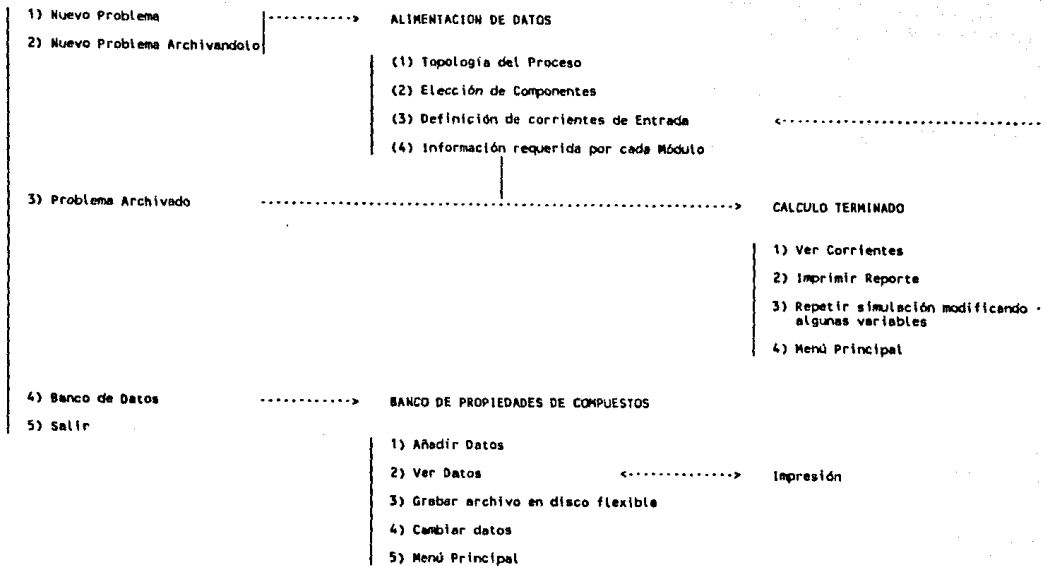
```

710 PRINT A(J),B(J),C(J)
720 PRINT AL(J),BL(J),CL(J),DL(J)
730 PRINT AG(J),BG(J),CG(J),DG(J),EG(J)
740 PRINT PM(J),TN(J),LN(J),TC(J),PC(J),DH(J)
750 NEXT J
760 INPUT "IMPRESION DE DATOS (S/N) ";OPCIONES
770 IF OPCIONES = "N" THEN 40
780 REM IMPRESION DE DATOS
790 LPRINT CHR$(27)+"E"+CHR$(27)+"812e5.647c89f"+CHR$(27)+"$k25"
800 WIDTH "LPT1:";115
810 LPRINT:LPRINT
820 LPRINT TAB(15);"BANCO DE DATOS DE PROPIEDADES"
830 LPRINT
840 GRUPO = 0
850 FOR J=1 TO I STEP 5
860 IF GRUPO=4 THEN LPRINT CHR$(12):GRUPO=0
870 COLUM = 5
880 IF J+4 > I THEN COLUM = I-J+1
890 LPRINT:LPRINT
900 LPRINT TAB(10);"COMP:";
910 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);NS(J+J1X-1);:NEXT J1X
920 LPRINT TAB(10);"A = ";
930 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);A(J+J1X-1);:NEXT J1X
940 LPRINT TAB(10);"B = ";
950 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);B(J+J1X-1);:NEXT J1X
960 LPRINT TAB(10);"C = ";
970 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);C(J+J1X-1);:NEXT J1X
980 LPRINT TAB(10);"AL = ";
990 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);AL(J+J1X-1);:NEXT J1X
1000 LPRINT TAB(10);"BL = ";
1010 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);BL(J+J1X-1);:NEXT J1X
1020 LPRINT TAB(10);"CL = ";
1030 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);CL(J+J1X-1);:NEXT J1X
1040 LPRINT TAB(10);"DL = ";
1050 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);DL(J+J1X-1);:NEXT J1X
1060 LPRINT TAB(10);"AG = ";
1070 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);AG(J+J1X-1);:NEXT J1X
1080 LPRINT TAB(10);"BG = ";
1090 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);BG(J+J1X-1);:NEXT J1X
1100 LPRINT TAB(10);"CG = ";
1110 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);CG(J+J1X-1);:NEXT J1X
1120 LPRINT TAB(10);"DG = ";
1130 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);DG(J+J1X-1);:NEXT J1X
1140 LPRINT TAB(10);"EG = ";
1150 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);EG(J+J1X-1);:NEXT J1X
1160 LPRINT TAB(10);"PM = ";
1170 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);PM(J+J1X-1);:NEXT J1X
1180 LPRINT TAB(10);"TN = ";
1190 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);TN(J+J1X-1);:NEXT J1X
1200 LPRINT TAB(10);"LN = ";
1210 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);LN(J+J1X-1);:NEXT J1X
1220 LPRINT TAB(10);"TC = ";
1230 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);TC(J+J1X-1);:NEXT J1X
1240 LPRINT TAB(10);"PC = ";
1250 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);PC(J+J1X-1);:NEXT J1X
1260 LPRINT TAB(10);"DH = ";
1270 FOR J1X=1 TO COLUM:LPRINT TAB(J1X*20);DH(J+J1X-1);:NEXT J1X
1280 GRUPO = GRUPO + 1
1290 NEXT J
1300 LPRINT CHR$(12)
1310 GOTO 40
1320 REM GRABAR FILE "CTES" DEL DISCO DURO AL FLOPI
1330 OPEN "A:CTES" FOR OUTPUT AS #1
1340 FOR J=1 TO I
1350 PRINT#1, NS(J);", ";A(J);B(J);C(J)
1360 PRINT#1,AL(J),BL(J),CL(J),DL(J)
1370 PRINT#1,AG(J),BG(J),CG(J),DG(J),EG(J)
1380 PRINT#1,PM(J),TN(J),LN(J),TC(J),PC(J),DH(J)
1390 NEXT J
1400 CLOSE#1
1410 GOTO 40
1420 REM CAMBIAR DATOS

```

```
1430 INPUT "COMPUESTO ";MS
1440 FOR J=1 TO FIN
1450 IF MS(J) = M$ THEN 1490
1460 NEXT J
1470 PRINT"NO HAY"
1480 GOTO 40
1490 I=J
1500 GOTO 320
1510 CHAIN"INPUT":END
```

MENU PRINCIPAL



## BIBLIOGRAFIA

- 1) Chen, H.S.; Stadtherr, M.A.; "A simultaneous-modular approach to process flowsheeting and optimization"; AIChE Journal, Vol. 31, No. 11, pag. 1843-1881, 1985
- 2) Evans, L.B.; "Steady state Chemical process simulation"; MIT, 1974
- 3) Felder, R.M.; Rousseau, R.W.; "Elementary Principles of Chemical Processes"; J. Wiley, New York 1978
- 4) Henley, E.J.; Rosen, E.M.; "Cálculo de Balances de Materia y Energía"; Ed. Reverté, 1973
- 5) Henley, E.J.; Seader, J.D.; "Equilibrium Stage Separation Operations in Chemical Engineering"; Wiley 1981
- 6) Himmelblau, D.M.; "Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering"; Prentice Hall, 4th ed. 1982
- 7) Motard, R.L.; Shacham, M.; Rosen, E.M.; "Steady State Chemical Process Simulation"; AIChE Journal, Vol. 21, No. 3, pag. 417-436, 1975
- 8) Myers, A.L.; Seider, W.D.; "Introduction to Chemical Engineering and Computer Calculations"; Prentice Hall Inc. 1976
- 9) Perry, R.H.; Chilton, C.H.; "Chemical Engineers' Handbook"; McGraw Hill, 5th ed., 1973
- 10) PROCESS Input Manual; Simulation Sciences Inc, Sept 1987
- 11) Reklaitis, G.V.; "Introduction to Material and Energy Balances"; Wiley, 1984
- 12) Schmidt, A.; Harvey, L.; "Material and Energy Balances"; Prentice Hall Inc., New Jersey 1962
- 13) Sinnott, R.K.; "An Introduction to Chemical Engineering Design"; Pergamon Press, 1985
- 14) Tesis: "Construcción de un simulador simultáneo modular a partir de un simulador secuencial modular"; Guadarrama Acosta, J.C.; Morones Lara, A.; UNAM 1987
- 15) Tesis: "Estudio, complementación y aplicación de un programa de simulación de procesos"; Herreramoro Gómez, L.D.; ULSA 1986

- 16) Tesis: "Introducción a la simulación de procesos"; Ortega Cruzado, R.J.; U. Iberoamericana 1979
- 17) Tesis: "Introducción a la simulación de procesos químicos"; Neri Hernández, E.; Oropeza Raza, J.J.; Tapia Huerta, R.; Instituto Politécnico Nacional 1976
- 18) Trabajo: "El enfoque modular-simultáneo: una nueva alternativa en la simulación de procesos"; Montiel Maldonado, C.; Ojeda Ramos, M.; Chávez Chavarria, A.; Trabajo presentado en la XXVI Convención Nacional IMIQ, Guanajuato 1986
- 19) Trabajo: "Sistema de simulación en Ingeniería Química"; Apan Wong, J.L.; Trabajo presentado en la XXIV Convención Nacional IMIQ, Monterrey 1984.