

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

---

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA  
QUIMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

"BALANCES DE MATERIA EN PROCESOS  
QUIMICOS POR COMPUTADORA"

TESIS PROFESIONAL

QUE, PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO QUIMICO INDUSTRIAL**

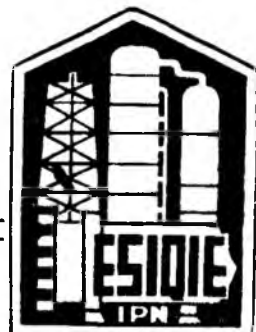
P R E S E N T A

FABIAN ENRIQUE GENIZ RUIZ

---

MEXICO, D. F.

1989





SECRETARIA DE  
EDUCACION  
PUBLICA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL T.-203  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

DIVISION DE SISTEMAS DE TITULACION

"CINCUNETENARIO DE LA ESCUELA SUPERIOR DE MEDICINA"

México, D. F., a 8 de Diciembre de 1988

Al(los) C. Pasante(s):	Carrera:	Generación:
FABIAN ENRIQUE GENIZ RUIZ. Camino Real Manzana 75 B Lote 56 Ojo de Agua. Estado de México. C.P. 55770	I.Q.I.	1983-1988

Mediante la presente se hace de su conocimiento que esta División acepta que el C. Ing. DR. ENRIQUE ARCE MEDINA..... sea orientador en el Tema de Tesis que propone(n) usted(es) desarrollar como prueba escrita en la opción TESIS Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL..... bajo el título y contenido siguientes:

"BALANCES DE MATERIA EN PROCESOS QUIMICOS POR COMPUTADORA."

- RESUMEN.
- INTRODUCCION.
- I.- GENERALIDADES.
- II.- DESCRIPCION DEL PROGRAMA.
- III.- EJECUCION DEL PROGRAMA.
- IV.- EJEMPLOS DE APLICACION.
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- BIBLIOGRAFIA.
- APENDICE.

Se concede plazo máximo de un año para presentarlo a revisión por el Jurado.

DR. RAFAEL TORRES ROBLES.....  
VOCAL DE CARRERA

DR. ENRIQUE ARCE MEDINA.....  
EL PROFESOR ORIENTADOR

ING. HORTENSIA A. PULIDO ALFARO.....  
EL JEFE DE LA DIVISION DE SISTEMAS  
DE TITULACION

ING. HECTOR VALDES PEREZ.....  
EL SUBDIRECTOR TECNICO

mrg.

## Contenido

Resumen . . . . .	1
Introducción . . . . .	2
I.- Generalidades . . . . .	4
II.- Descripción del Programa . . . . .	19
III.- Ejecución del Programa . . . . .	36
IV.- Ejemplos de Aplicación . . . . .	56
Conclusiones y Recomendaciones . . . . .	86
Bibliografía . . . . .	87
Apéndice A. Listado del Programa . . . . .	90
Apéndice B. Método de Wegstein para Aceleración de Convergencia . . .	113

## Resumen.

Se explica la secuencia a seguir para la ejecución de un programa de computadora creado para calcular balances de materia en procesos químicos. El programa aplica los modelos matemáticos que representan los procesos y operaciones unitarias de mezclado, transformación y separación, y un método numérico que acelera la convergencia de cálculos iterativos. Consta de tres etapas principales:

- Demanda de datos.- Solicita, modifica, almacena, imprime y agrupa todos los datos requeridos para la ejecución de los cálculos.

- Simulación.- Evalúa las entradas y salidas de cada equipo, de acuerdo a la secuencia del diagrama de flujo del proceso, utilizando subrutinas particulares para cada módulo que son llamadas en su respectivo turno.

- Entrega resultados.- Realizados los cálculos, despliega los resultados en pantalla o los imprime, según se elija, dando los gastos de cada componente en cada corriente.

La velocidad de convergencia y la precisión de los cálculos son controlados por el usuario mediante el parámetro llamado "tolerancia de convergencia"; conforme más cercano a cero sea el valor asignado a este parámetro, mayor es el tiempo consumido y la precisión de resultados.

Se incluyen ejemplos para ilustrar el manejo de información y facilitar la ejecución del programa.

## Introducción.

El objetivo principal de esta tesis, es crear una herramienta que puede ser utilizada a nivel docente o industrial para el cálculo de balances de materia en procesos químicos.

La necesidad de elaborar un programa que realice estos balances surge al intentar minimizar el tiempo al practicar el análisis de sistemas; ésto es, el estudio de un proceso químico, los equipos que lo conforman, los parámetros de éstos, la respuesta del sistema entero al modificar alguna condición de operación, etc., con el fin de ser optimizado.

El cálculo de flujo de materia en cada corriente de proceso es indispensable y puede llegar a ser rutinario, por lo que realizarlo rápida y confiablemente ofrece la ventaja de no distraer de más la atención del estudiante o el ingeniero.

Los equipos principales en un proceso químico son mezcladores, reactores y separadores en los que la materia se transforma en satisfactorios, en base a ésto, el programa evalúa el balance considerando sólo los equipos que tienen como función mezclar, convertir o separar, sin tomar en cuenta los cambios energéticos que para el fin sucedan.

El programa está escrito en lenguaje "Basic" y contenido en un disco flexible para computadora personal. Para ser ejecutado requiere un conjunto de datos como son, entre otros: secuencia de cálculo que habrá de seguir, flujos de alimentación, pesos moleculares, número de componentes, etc. Su estructura permite efectuar cambios en cualquiera de los datos una vez alimentados para hacer ensayos distintos para un mismo proceso.

Para su fácil manejo, se utilizan menues en los que se muestran las opciones a elegir según las necesidades del usuario; al ejecutarse, el programa guía el procedimiento mediante mensajes en pantalla.

## I.- GENERALIDADES .

### 1.1- Simulación de Procesos.

La simulación de procesos es la representación de éstos mediante modelos matemáticos, que se resuelven para obtener información acerca del comportamiento del proceso químico en estudio.

Tales modelos matemáticos forman parte de un programa de computadora junto con un banco o base de datos y un programa ejecutivo; estos tres elementos, en conjunto, constituyen un simulador de procesos cuyo objetivo principal es ser una herramienta para diseño y estudio de procesos.

Los modelos matemáticos; en adelante, módulos computacionales, aplican los principios de los procesos y operaciones unitarias para, a partir de unos datos de entrada, generar la información de salida que se tendría en cada equipo de proceso, procurando que la respuesta sea lo más apegada a la realidad.

El alcance, exactitud y versatilidad de la simulación dependen directamente de los deseos del usuario para quien sea diseñado el programa correspondiente; así, pueden crearse programas de distintos tipos y estructuras para diferentes aplicaciones como se describe en la figura 1.1 en la que se muestran las variaciones que se pueden presentar en una simulación. Aunque se busca que el programa sea lo más completo, no es posible contar con uno que reúna todas las características mostradas en la figura 1.1 ya que su construcción sería de alto grado de dificultad, además de que se tendría que contar con una computadora con la capacidad suficiente para ejecutarlo, y ésta es la principal limitante para la creación de simuladores complejos.

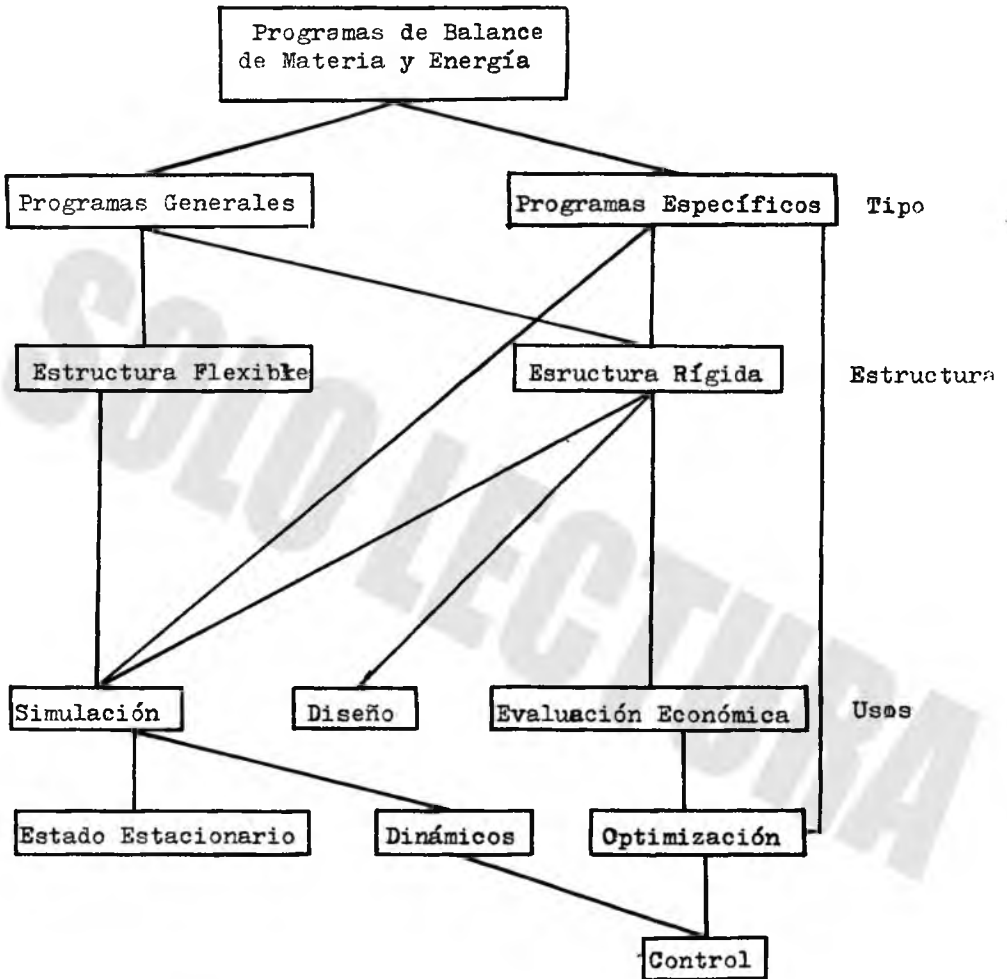


Figura 1.1 .- Clasificación de los Programas de Simulación de Procesos Químicos



Un programa de tipo general puede realizar la simulación de más de un proceso, mientras que uno de tipo específico, sólo puede aplicarse al proceso para el que fué diseñado. De manera similar, si la estructura del programa puede ser manejado por el usuario, éste será flexible a sus necesidades; en caso contrario, se dice que es de estructura rígida.

La aplicación de la simulación de procesos en ingeniería química permite realizar tareas tales como diseño, evaluación económica, cálculo de balances de materia y energía, optimización de procesos en estado estacionario o dinámicos como se describe:

a).- En las etapas iniciales de diseño: Para calcular balances de materia y energía de acuerdo a diagramas de flujo alternativos.

b).- En las etapas finales de diseño: Para producir condiciones detalladas de operación y especificaciones de todas las unidades y corrientes en el diagrama de flujo.

c).- Durante el arranque de la planta: Para checar contra especificaciones la operación de la planta entera o de secciones de ella.

d).- En una planta operando: Para simular cambios en las condiciones de operación y descubrir cuellos de botella posibles.

#### 1.2.- ¿ Por qué la necesidad de simular ?

Frecuentemente en plantas químicas, existen corrientes de recirculación para mejorar la eficiencia global; tales recirculaciones traen consigo dificultades de cálculo. De aquí, que el ingeniero necesita una técnica que lo libere de tediosos cálculos repetitivos de recirculación y le permita hacer trabajo creativo;

tal técnica debería combinar la velocidad de las computadoras con métodos matemáticos y de manejo de información.

Para analizar procesos en busca de mejoras, el ingeniero crea una descripción matemática, es decir, una simulación, de las innovaciones propuestas. Así el empleo de una computadora combinado con un programa ejecutivo que coordine los datos disponibles con las unidades computacionables requeridas, se convierte en una poderosa herramienta que hace posible resolver problemas que involucran cientos y hasta miles de ecuaciones.

No es suficiente la necesidad de cómputo para decidir el empleo de una computadora para llevar a cabo la simulación; es necesario considerar qué tan accesible es la máquina, que la descripción del comportamiento del equipo sea sencilla, así como la disponibilidad de la información requerida y la utilidad a futuro del programa. Sin embargo, si el análisis resulta favorable, la simulación correctamente diseñada y aplicada puede traer grandes beneficios que serán reflejados en la economía de la empresa.

### 1.3 ¿ Cómo crear una Simulación ?

Es difícil establecer un método general y preciso para desarrollar una simulación ya que cada proceso es diferente a otros, esto depende del grado de exactitud deseado, de la información, medios y personal disponibles; sin embargo, se sugiere una estrategia global que puede guiar a un desarrollo satisfactorio de la resolución del problema particular. Tal estrategia se muestra en la figura 1.2. En ella al definir el problema, se establece la pregunta que debe ser contestada y la decisión de adoptar una simulación, se basa en la accesibilidad de la información y en la economía. La eta-

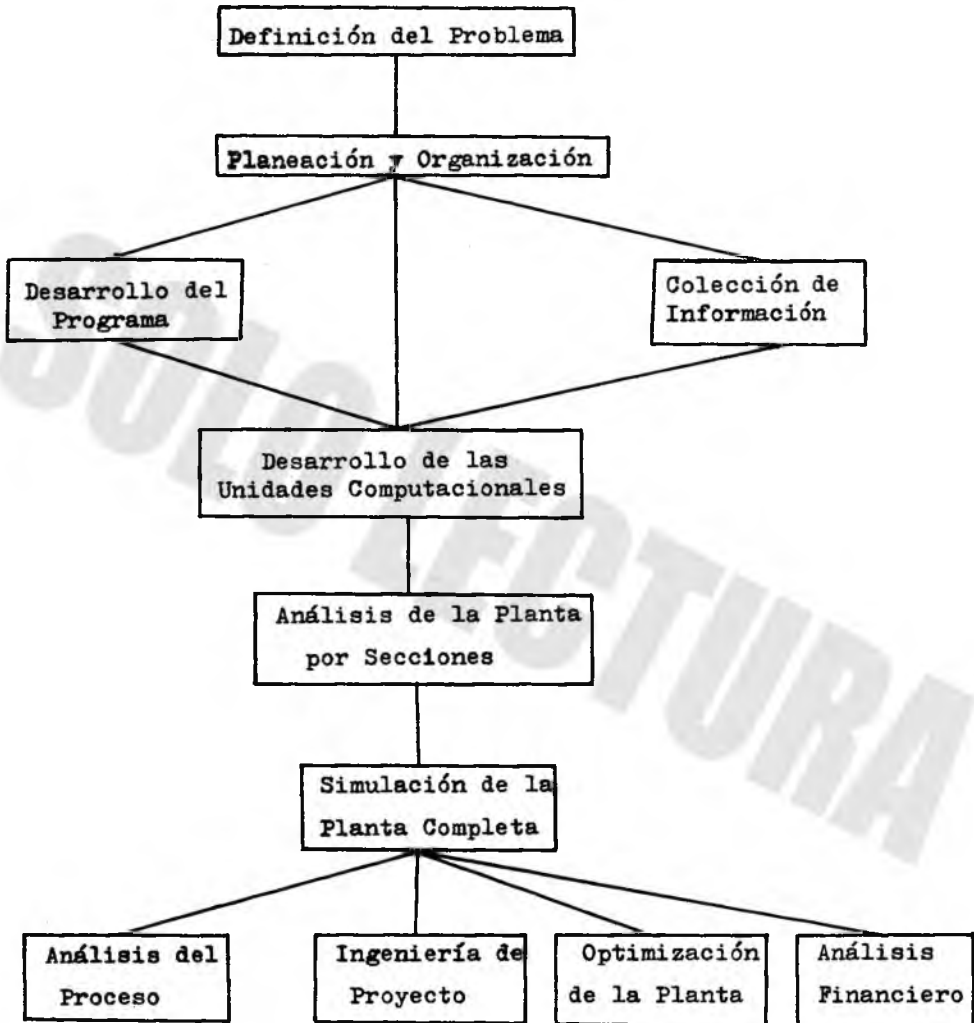


Figura 1.2 .- Estrategia Global Sugerida para la Creación de una Simulación

pa de planeación incluye la organización del personal y la instrucción del mismo para la utilización del sistema computarizado elegido. Una vez desarrolladas las unidades computacionales individuales, se combinan para simular porciones de la planta y finalmente para simularla toda ella.

#### 1.4. Técnicas para Simular.

Como se mencionó anteriormente, una simulación trata de describir o reproducir los fenómenos físicos y químicos que ocurren en cada equipo integrante de un proceso industrial; sin embargo, los resultados obtenidos como producto de la simulación diferirán en determinada magnitud de los valores reales cuantificados en la planta de referencia, debido a que los modelos matemáticos empleados para ello, aún siendo complejos, no son más que éso: modelos. Debido a esto, las técnicas empleadas para simular procesos, son llamadas aproximaciones.

Antes de aplicar una técnica de simulación, es necesario contar con la información básica del proceso, misma que se indica:

##### 1.- Diagrama de flujo (topología del proceso).

El diagrama debe contener los equipos mayores de proceso claramente identificados, colocados en el orden correspondiente en que aparecen en el proceso real, interconectados mediante corrientes también identificadas con números; en el caso de reactores, se deben indicar las reacciones ocurridas.

##### 2.- Información de las corrientes de entrada.

Indicar gastos de cada componente alimentado, composición y propiedades físicas.

### 3.- Parámetros de operación de las unidades.

Cada equipo de proceso opera con uno o más parámetros característicos que gobiernan su comportamiento; por ejemplo, en un reactor será el grado de conversión el parámetro a considerar, mientras que para un separador instantáneo, lo será el grado de vaporización alcanzado.

### 4.- Criterio de convergencia.

Para los casos en que deben realizarse cálculos repetitivos, es necesario fijar un número máximo de iteraciones y cuando se compare un valor calculado contra uno estimado, debe establecerse una diferencia mínima aceptable entre ellos.

Existen dos técnicas para simulación que permiten la evaluación de procesos, éstas son :

A).- Aproximación modular secuencial

B).- Aproximación modular simultánea

La primera técnica es más empleada debido a que su grado de dificultad es menor, pero ambas requieren que el diagrama de flujo del proceso sea descrito en la forma de un diagrama de bloques, en el que se indiquen los procesos y operaciones unitarias involucradas y toda la información ya descrita. Asimismo, deben plantearse las funciones representativas de cada operación ocurrida en cada equipo; cada variable involucrada en las funciones debe estar plenamente identificada.

1.4A).- Aproximación Modular Secuencial.

Para explicar con claridad la técnica, se empleará un ejemplo tomado de la bibliografía, el cual se representa con el siguiente diagrama modular (figura 1.3):

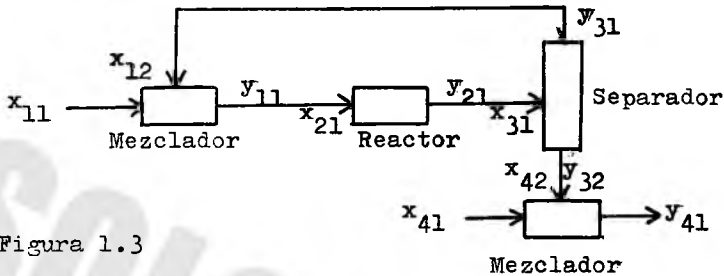


Figura 1.3

Donde se tiene:

Funciones para cada unidad:

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{Unidad 1 (mezclador)} : f_1(x_{11}, x_{12}, y_{11}) = 0 \\
 \text{Unidad 2 (reactor)} : f_2(x_{21}, y_{21}, u_2) = 0 \\
 \text{Unidad 3 (separador)} : f_3(x_{31}, y_{31}, y_{32}, u_3) = 0 \\
 \text{Unidad 4 (mezclador)} : f_4(x_{41}, x_{42}, y_{41}) = 0
 \end{array} \right\} \quad (1.1)$$

Ecuaciones de conexión:

$$\left. \begin{array}{l}
 x_{12} - y_{31} = 0 \\
 x_{21} - y_{11} = 0 \\
 x_{31} - y_{21} = 0 \\
 x_{41} - y_{32} = 0
 \end{array} \right\} \quad (1.2)$$

Usando la notación:  $x_{ij}$  = entrada j-ésima a unidad i-ésima  
 $y_{ij}$  = salida j-ésima de unidad i-ésima  
 $u_i$  = parámetro de la unidad i-ésima

El conjunto de funciones (1.1) representa el comportamiento en estado estacionario de cada unidad en el cual, la acumulación neta de materiales es cero.

Para los mezcladores se omiten los parámetros considerando que el grado de mezclado es tal que la salida es homogénea.

Para cada unidad, se calculan los valores de la corriente de salida, dados los valores de las corrientes de entrada y el parámetro de la unidad, por lo que todos los valores de las corrientes de alimentación deben ser conocidos ( $x_{11}$  y  $x_{41}$  para el ejemplo).

En el caso de corrientes de recirculación, se consideran como producto en los equipos de los que salen y como alimentación en los equipos a los que llegan y, mediante iteraciones, se comparan los valores calculados como salidas contra los asumidos como alimentaciones hasta que entre ellos exista una diferencia menor o igual a una cantidad previamente establecida, entonces se considera resuelto o calculado el ciclo.

El método de cálculo a seguir, para el ejemplo, es como se indica:

- 1.- Se dan los valores de la corriente de alimentación  $x_{11}$
- 2.- Suponer valores de la corriente de recirculación  $x_{12}$
- 3.- De la función  $f_1$  calcular  $y_{11}$
- 4.- Igualar los valores de las corrientes  $x_{21}$  y  $y_{11}$  (de acuerdo a la respectiva ecuación de conexión).
- 5.- De  $f_2$  calcular los valores de  $y_{21}$
- 6.- Igualar los valores de la corriente  $x_{31}$  con los de  $y_{21}$
- 7.- De la función  $f_3$  calcular los valores de las salidas  $y_{31}$  y

$y_{32}$

8.- Examinar la diferencia en los valores de las corrientes  $y_{31}$  y  $x_{12}$ , los cuales deberían ser, esencialmente, iguales si el método ha convergido. Entonces:

a) Si no son iguales, utilizar los valores de  $y_{31}$  y  $x_{12}$  con el fin de suponer nuevos valores para  $x_{12}$ . Repetir desde el paso 3.

b) Si son esencialmente iguales, de acuerdo a la tolerancia de convergencia fijada, el análisis para la recirculación ha convergido. Continuar con el paso 9.

9.- Igualar los valores de las corrientes  $x_{12}$  y  $y_{32}$ .

10.- Calcular  $y_{41}$  de  $f_4$ .

11.- Se ha calculado el proceso.

Se hace notar que en el paso 8 (a) no se indica cómo suponer nuevos valores de  $x_{12}$ , dados los valores "viejos" de  $y_{31}$  y  $x_{12}$ . En la sección correspondiente a acelerador de convergencia, se explica la forma metódica de suponer valores para corrientes de recirculación.

Para esta técnica se debe especificar, en los datos alimentados, la secuencia de cálculo que se debe seguir en el programa, las recirculaciones estarán plenamente identificadas y el usuario deberá indicar la tolerancia de convergencia. Así, la secuencia de cálculo ejecutada en este caso es:

Unidad 1, Unidad 2, Unidad 3, Iterar desde Unidad 1, Unidad 4.

Nótese que la unidad 4 se calcula hasta que la recirculación que envuelve a las unidades 1 a 3, está completamente resuelta (esto es, se llegó a la convergencia).



El sistema se resuelve en una secuencia determinada de acuerdo al diagrama modular, de tal forma que un equipo no puede ser calculado sin antes haber resuelto la unidad que le precede, debido a que la salida de un módulo es la entrada del subsiguiente y así sucesivamente hasta que se han calculado todas las unidades involucradas.

1.4B).- Aproximación Modular Simultánea.

Una vez que se cuenta con la información antes anotada, se aplica el método descrito a continuación:

1.- Pasar las funciones (1.1) de su forma implícita a una forma explícita para calcular el valor de las salidas, esto es:

De:

$$f_1(x_{11}, x_{12}, y_{11}) = 0$$

$$f_2(x_{21}, y_{21}, u_2) = 0$$

$$f_3(x_{31}, y_{31}, y_{32}, u_3) = 0 \quad (1.1)$$

$$f_4(x_{41}, x_{42}, x_{41}) = 0$$

A:

$$y_{11} = g_{11}(x_{11}, x_{12})$$

$$y_{21} = g_{21}(x_{21}, u_2)$$

$$y_{31} = g_{31}(x_{31}, u_3) \quad (1.3)$$

$$y_{32} = (x_{31}, u_3)$$

$$y_{41} = g_{41}(x_{41}, x_{42})$$

2.- Aplicar las ecuaciones (1.3) a cada módulo substituyendo cada literal por el valor numérico correspondiente siempre que éste sea conocido; en caso contrario, permanece en la ecuación la literal cuyo valor se desconoce y se convierte en una incógnita por calcular.

De esta forma, se tiene un sistema de ecuaciones que, en número, es igual a las salidas que se tengan, es decir, una ecuación para cada salida. Tales ecuaciones pueden ser lineales ó no-lineales, según el modelo de cada equipo y para su solución se parte de los valores de las corrientes de entrada y de valores supuestos de las corrientes recirculadas. Estas suposiciones implican cálculos iterativos, cuyos resultados parciales afectan a todo el sistema de ecuaciones por la interconexión de los equipos en el diagrama modular. Además, casi en todos los casos se trata de ecuaciones no-lineales que hacen necesario el empleo de métodos numéricos para su solución.

El método empleado con más frecuencia para resolver cálculos iterativos para un sistema de ecuaciones simultáneas no-lineales es el de Newton-Raphson, mediante el cual se generan valores para las variables supuestas de acuerdo al siguiente modelo:

$$y_i = y_{i-1} + \frac{g(y_{i-1})}{g'(y_{i-1})} \quad (1.4)$$

Donde :

$y_i$  = Valor nuevo de  $y$  (en la iteración  $i$ )

$y_{i-1}$  = Valor anterior de  $y$  (en iteración  $i-1$ )

$g(y_{i-1})$  = Valor de la función de  $y$  en  $y_{i-1}$

$g'(y_{i-1})$  = Valor de la derivada de  $g$  en  $y_{i-1}$

La aplicación de la ecuación (1.4) al sistema resultante implica el cálculo de derivadas parciales en una matriz en la que se encuentran las derivadas de cada ecuación. Todo esto trae consigo el manejo de determinantes y operaciones matriciales que, aplicado a un sistema de un número relativamente grande de ecuaciones (15 por ejemplo), representa un grado de dificultad considerable, lo cual

limita su aplicación.

La aproximación modular simultánea, comparada con la secuencial, requiere un mayor espacio de almacenamiento en la computadora y aun que llega a la convergencia en menor tiempo, su complejo desarrollo matemático conduce a emplear la técnica secuencial, la cual, aunque su velocidad de convergencia es menor, su sencillo manejo y comprensión la hace más accesible.

#### 1.5.- Partición de un proceso.

En la mayoría de los procesos químicos se presentan corrientes de recirculación de materiales que son nuevamente aprovechados ya sea en alguna etapa inicial, intermedia o final del proceso. Tales corrientes recirculadas traen consigo complicaciones en los cálculos cuando se somete a estudio el proceso. Generalmente, estas complicaciones se traducen en cálculos iterativos que, si no son resueltos mediante métodos estratégicos, pueden convertirse en un pesado lastre que demora el estudio de un caso de interés.

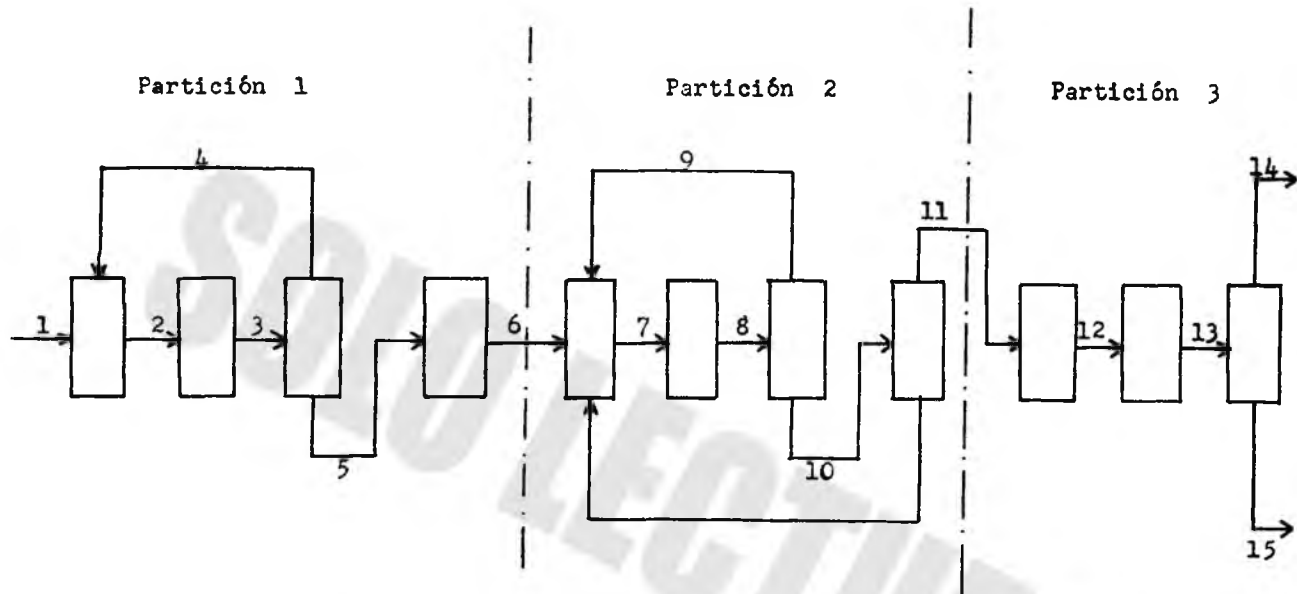
Un método para minimizar el tiempo necesario para efectuar los cálculos de los procesos que involucran corrientes recicladas es dividir a éstos en secciones, a las que se dá el nombre de "particiones".

Para dividir un proceso en particiones, se recomienda:

- a).- Contar con el diagrama de flujo del proceso.
- b).- El proceso debe tener corrientes de recirculación. No tiene sentido seccionar un proceso cuyo diagrama de flujo es unifilar o lineal.

- c).- Una partición debe contener bloques consecutivos en el diagrama de flujo.
- d).- Cada partición debe abarcar uno o más ciclos completos. En ningún caso una corriente recirculada debe pertenecer a dos particiones simultáneamente.
- e).- La corriente de inicio de una partición es la corriente de entrada del primer bloque de la misma, mientras que la corriente de fin de la partición es la corriente de salida del último bloque que la integra.
- f).- Para dos particiones adyacentes, las corrientes de fin de la primera, son las corrientes de inicio de la sub-siguiente.

Ejemplo: En la figura 1.4 se muestra un diagrama de flujo, el cual está dividido en tres particiones. Observando la figura, se nota que las particiones 1 y 2 involucran 1 y 2 ciclos completos respectivamente; seccionando así el proceso, cada partición se calcula independientemente de las otras, sin tener que incluir innecesariamente en cada iteración bloques que no intervienen directamente en los cálculos de los ciclos. Así la partición 2 se resuelve hasta que la primera ha llegado a la convergencia en el cálculo de la corriente recirculada y una vez que la segunda partición ha alcanzado la convergencia, se evalúa la tercera; de otro modo, cada iteración hecha para resolver cada ciclo involucraría todos los módulos del diagrama.



Partición	Corrientes de:	Inicio	Fín
1		1	6
2		6	11
3		11	15

E. S. I. Q. I. E.	
Tesis Profesional	1989
Géniz Ruiz Fabián Enrique	
I P N	Figura 1.4 .- Partición de un Proceso

## II.- Descripción del Programa de Computadora.

El programa calcula el balance de materia en cada uno de los equipos de un proceso determinado, dada la información requerida. Está escrito en lenguaje Basic y almacenado en disco magnético para utilizarse en una computadora personal, conocida comercialmente con las siglas PC (Personal Computer), debido a la gran aplicación que se ha dado a los últimos 6 años a estas máquinas en la industria y en la docencia.

Está planeado para guiar al usuario durante la ejecución de manera que no existan confusiones ni dificultades para obtener los resultados esperados.

### 2.1.- Estructura del programa.

El programa está creado en una estructura modular; es decir, está compuesto por subrutinas independientes entre sí, interconectadas mediante el flujo de información y coordinadas por un programa principal de acuerdo al orden requerido por el usuario.

En la figura 2.1 se muestra la estructura general del programa y se indican las subrutinas principales.

Cada subrutina cuenta con un menú de opciones para ser ejecutadas según sean requeridas éstas; las opciones ofrecidas pretenden hacer flexible el manejo y explotar las ventajas del programa. Las opciones correspondientes a cada sección del programa se ilustran en las figuras 2.2, 2.3 y 2.4.

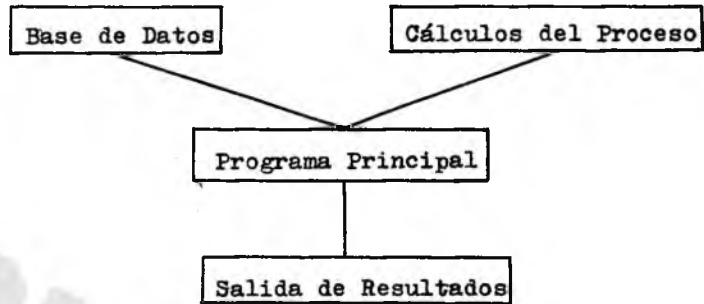


Figura 2.1 .- Estructura del Programa

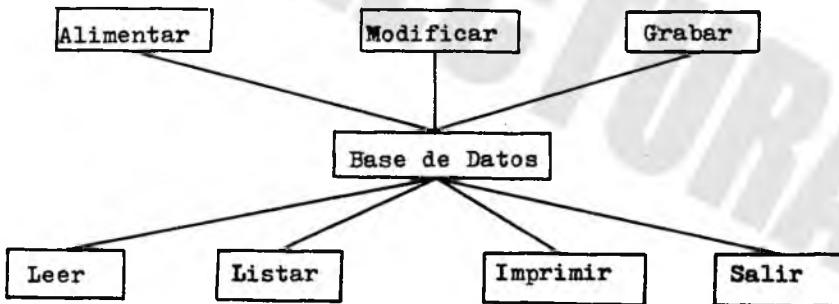


Figura 2.2 .- Opciones de la Base de Datos

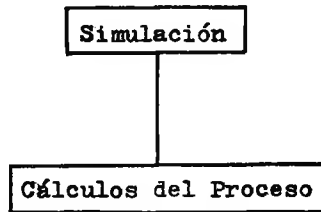


Figura 2.3 .- Opción de la subrutina Simulación

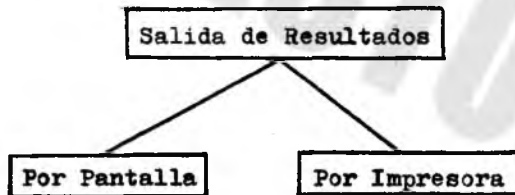


Figura 2.4 .- Opciones de la subrutina Salida de Resultados



## 2.2.- Base de Datos.

Una base de datos es un conjunto ordenado de información específica. Para un programa de computadora, es la fuente de la información necesaria que realiza las funciones para las que fué creado.

La información que contiene está agrupada sistemáticamente de manera que pueden extraerse los datos necesitados, rápidamente y sin confusiones. A mayor flexibilidad de la base de datos, mayor será su utilidad; debe ser también tan compacta como sea posible.

Las opciones de la base de datos del programa que se muestran en la figura 2.2., se explican a continuación:

### a).- Alimentar

En ella se lleva a cabo la entrada de datos del proceso, los cuales son:

Nombre del Proceso

Número de Componentes

Número de Corrientes

Número de Recirculaciones

Número de Corrientes de Alimentación

Número de Bloques de Proceso

Número de Particiones

Corrientes de inicio y fin de las Particiones

Peso molecular de los componentes

Gastos de las corrientes de alimentación

Configuración del proceso

Parámetros de los módulos

Una vez alimentados todos los datos listados, éstos quedan almacenados en la memoria temporal o volátil de la computadora (conocida como memoria RAM, Random Access Memory) cuyo contenido es borrado en su totalidad al ser apagada o desconectada la máquina. Más adelante se explica cómo grabar los datos alimentados.

Los datos requeridos son solicitados al usuario por el programa en forma secuencial de modo que no se dé lugar a confusiones.

b).- Modificar Datos.

Esta opción permite modificar el valor dado a cualquiera de los datos en los casos en que:

- Se haya cometido un error al alimentarlo, en vez de comenzar nuevamente, se prosigue con la alimentación hasta el último valor y llamando a esta opción, modificar sólo el dato erróneo; puede aplicarse tantas veces como sea necesario.
- Se desee cambiar un dato con el objetivo de evaluar diferentes casos para un mismo proceso; por ejemplo, variar gastos de alimentación, grados de conversión y/o de separación etc.

Para realizar la modificación, el programa solicita se le indique qué dato será el cambiado y hecho ésto, solicita el nuevo valor destruyendo el anterior, lo cual debe ser considerado. Además es necesario que todos los valores se encuentren cargados en la memoria volátil (RAM) previamente a la modificación; en caso en que éstos se encuentren en disco y aún no han sido trasladados o leídos a la memoria mencionada, debe recurrirse a la opción correspondiente misma que se explica más adelante. Para el caso de evaluar casos diferentes para el mismo proceso, es conveniente grabar el nuevo archivo de datos modificado con un nombre distinto al archivo inicial,

para que sean conservados como independientes, cual si pertenecieran a procesos diferentes. Terminadas las modificaciones requeridas, se regresa al menú de opciones de la base de datos.

c).- Grabación de Datos en Disco.

Esta opción permite almacenar datos contenidos en la memoria volátil de la computadora, en disco magnético donde quedarán grabados permanentemente para ser usados cuando sean requeridos. Siempre que se necesite cierto archivo de datos, si está contenido en disco, deberá leerse de éste y así ser utilizado por el programa; si la memoria volátil está vacía, todas las variables manejadas serán asignadas con cero o bien con los valores del último archivo empleado sin que se haya apagado la máquina.

Inicialmente, se indica al programa la unidad de disco en que se hará la grabación y que puede ser: A o B para unidades de disco flexible y C para unidades de disco rígido; así como el nombre que llevará el archivo de datos a grabar. Independientemente del nombre asignado, éste llevará en todo caso, la extensión "DAT" con el objetivo de distinguir archivos de datos de archivos de programas en el directorio de un disco, en el que se encuentren ambos tipos.

Acto seguido, se realiza la grabación de los datos en el disco alojado en la unidad indicada por el usuario y se retorna al menú de opciones de la base de datos.

d).- Leer Datos del Disco.

Cuando se tiene el archivo de datos de interés en un disco magnético, para ser utilizado, deben cargarse a la memoria volátil los valores en él contenidos; de lo contrario, serán utilizados los del

archivo cargado anteriormente sin que se haya apagado la computadora, ó en caso de no haber alguno en tal memoria, las variables contenidas en el programa serán asignadas con cero indistintamente.

Para realizar la lectura de datos :

- Debe indicarse el nombre de la unidad en la que se encuentra el disco que contiene el archivo de interés (A,B o C).
- Se selecciona y especifica el nombre del archivo a leer.
- Cuando se ha completado la lectura, se vuelve al menú de opciones de la base de datos.

Con ésto, quedan cargados los datos del proceso en la memoria volátil y listos a ser empleados en el programa para generar los resultados deseados.

e).- Listar Datos en Pantalla.

Con esta opción, se visualizan los valores de las variables del programa contenidas en la memoria volátil, ya sea que se hayan alimentado unos momentos antes o que se hayan leído de disco.

En forma ordenada y plenamente identificados con títulos, van apareciendo en el monitor todos los datos de entrada requeridos por el programa. En caso en que la memoria volátil esté vacía, aparecen ceros para cada variable. En tal hecho, leer o alimentar datos.

La opción descrita puede emplearse para corroborar los datos antes de ejecutar el programa y no obtener resultados erróneos en el caso que alguno de los valores de entrada esté equivocado; si esto sucede, puede corregirse el valor mediante la opción Modificar.

f).- Impresión de Datos.

Con esta opción es posible obtener un listado de datos a través de la impresora, de manera ordenada y con títulos que identifican cada valor.

La impresión se realiza de manera automática y una vez terminada, se retorna al menú de base de datos.

g).- Salir.

Con esta opción es posible salir del menú de base de datos y volver al menú del programa principal cuando ya se han terminado las maniobras requeridas dentro de aquél mencionado en primer término.

2.3.- Simulación.

En esta subrutina se realizan los cálculos correspondientes al proceso en estudio. La secuencia en que son ejecutados obedece a la configuración especificada por el usuario y contenida en los datos alimentados. Los cálculos se realizan también seccionando el proceso de acuerdo a las particiones hechas en el diagrama modular de modo que cada partición se evalúa independientemente de las otras, contando para ello con la información que corresponda al inicio de la mencionada sección del proceso. Antes de iniciar los cálculos, se ordenan las corrientes pertenecientes a cada partición en un vector del cual son tomadas sólo aquellas que están dentro de la partición que va a ser calculada, y así sucesivamente hasta completar el proceso entero. Los valores de gasto de cada componente en cada corriente se agrupan en una matriz, en la cual el número de renglones es igual al número de corrientes y el número de columnas

es igual al número de componentes que intervienen en el proceso; esto es:

Corrientes	Componentes
	... x y z
1	Gastos de
2	cada com-
3	ponente.

Esta matriz es inicializada con ceros y conforme van ejecutándose los cálculos, los ceros son sustituidos por los correspondientes valores de los gastos por componentes en cada corriente.

Para realizar los cálculos, se diseñaron módulos computacionales (modelos matemáticos) que, dada la información de entrada generan información de salida, la cual es transmitida al módulo siguiente en el orden de cálculo por el programa ejecutivo. Para cada operación unitaria que se simule, es preciso un modelo particular que la represente.

La mayoría de los procesos cuentan con tres etapas fundamentales que son:

- Preparación de materia prima.- Se llevan a cabo operaciones de mezclado y separación para dejar a la materia en condiciones óptimas para ser transformada.
- Transformación.- Mediante reacciones químicas (generalmente) es transformada la materia prima en productos deseados, lo que constituye uno de los principales objetivos del proceso.

- Separación de productos.- La eficiencia de la transformación es menor del 100%, por lo que en la salida del equipo, se tendrán los productos deseados acompañados de materia prima no transformada y de productos no deseados, lo que hace necesaria la separación de ellos.

Es debido a lo antes expuesto, que se consideran para el programa de cómputo desarrollado sólo los equipos que mezclan, transforman y separan materia; ya que son comunes a la gran mayoría de los procesos. En consecuencia, se crearon los módulos computacionales de los siguientes equipos :

- 1).- Mezclador
- 2).- Reactor
- 3).- Ramificación
- 4).- Distribución
- 5).- Separador flash
- 6).- Cascada
- 7).- Recirculación

A continuación se describe la función de cada módulo, los datos de entrada que requiere para realizarla y la información particular a cada uno, que es necesaria conocer para la adecuada utilización del mismo y obtener resultados correctos.

1).- Módulo de Mezclado.



Figura 2.5.- Representación del Módulo de Mezclado.

Calcula la suma aritmética de los gastos de hasta cinco corrientes de entrada y asigna al gasto de la corriente de salida el valor de la suma calculada. Su representación en el diagrama modular se muestra en la figura 2.5. La información de entrada es: (en ese orden)

- Número de corriente de salida
- Número de las cinco corrientes de entrada. Las corrientes que no se usan se indican con cero.

No se considera ningún parámetro de operación porque se asume que el grado de mezclado es total, es decir, que a la salida se tiene una mezcla homogénea.

2).- Módulo de Reacción.



Figura 2.6.- Representación del Módulo de Reacción.

Evalúa el balance de materiales para la reacción que se muestra en la figura 2.6 de acuerdo al porcentaje de conversión dado con respecto a un componente clave. En la misma figura se ilustra su representación en el diagrama modular.



Los datos que precisa el módulo de reacción son :

- Número de la corriente de salida
- Número de la corriente de entrada
- Número del componente clave (corresponde al orden en que son alimentados los nombres de los componentes)

Los parámetros a especificar son :

- Porcentaje de conversión del componente clave
- Coeficientes estequiométricos de los componentes (en el mismo orden en que se alimentan sus nombres). Indicar los reactantes con signo positivo (+), los productos con signo negativo (-) y los inertes o que no participan en la reacción con cero (0) .

c).- Módulo de Ramificación .

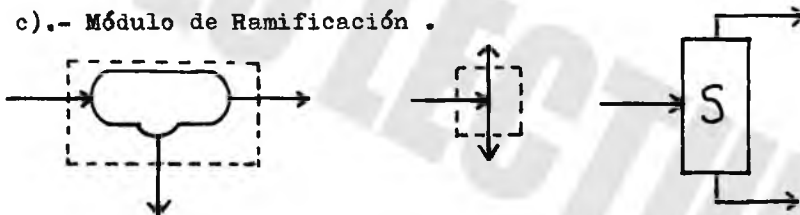


Figura 2.7.- Representación del Módulo de Ramificación

Divide el gasto de la corriente de entrada de acuerdo al porcentaje de ella misma que va a la primera salida alimentada en los datos por el usuario; la segunda salida se calcula por diferencia.

Los datos para el módulo son :

- Número de la primera salida
- Número de la segunda salida
- Número de la corriente de entrada

El parámetro involucrado es :

- Porcentaje de la corriente de entrada que va a la primera salida.

d).- Módulo de Distribución .

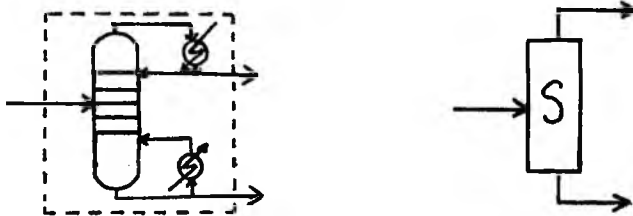


Figura 2.8.- Representación del Módulo de Distribución.

Calcula la distribución de cada componente de la corriente de entrada a las corrientes de salida, de acuerdo a las fracciones de distribución especificadas. Su representación se muestra en la figura 2.8. Los datos para este módulo son :

- Número de la primera corriente de salida
- Número de la segunda corriente de salida
- Número de la corriente de entrada

Los parámetros de operación a especificar son :

- Porcentaje del gasto de cada componente de entrada que va a la primera salida.

e).- Módulo de Separación Flash.

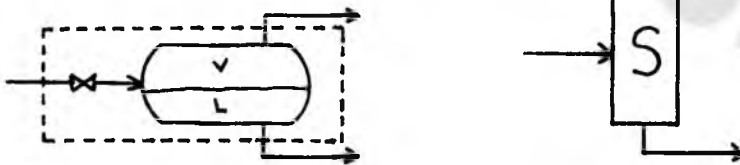


Figura 2.9.- Representación del Módulo de Separación Flash.

Calcula las cantidades de los gastos de las corrientes de salida, fases vapor y líquida, de acuerdo a las constantes de equilibrio dadas para cada componente. Su representación en el diagrama modular del proceso se ilustra en la figura 2.9.

El módulo de separación flash precisa los siguientes datos :

- Número de la primera salida (fase vapor)
- Número de la segunda salida (fase líquida)
- Número de la corriente de entrada

y opera de acuerdo a los siguientes parámetros :

- Valores de las constantes de equilibrio de los componentes

f).- Módulo de Cascada. (Absorbedor)



Figura 2.10.- Representación del Módulo de Cascada

Hace una transferencia de masa entre dos fases a contracorriente, de acuerdo a las fracciones de transferencia especificadas por el usuario y que se aplican a la suma de los flujos de entrada y el resultado se asigna a una de las salidas la cual es elegida por el usuario, la otra salida se calcula por diferencia. La forma de representar este módulo se muestra en la figura 2.10. Para su ejecución, es necesario especificar los datos siguientes:

- Número de la primera corriente de entrada
- Número de la segunda corriente de entrada
- Número de la primera corriente de salida
- Número de la segunda corriente de salida
- Número de la corriente a la cual se aplican las fracciones de transferencia.

También deben proporcionarse los parámetros:

- Valores de las fracciones de transferencia para cada componente que va a la corriente de salida elegida.

g).- Módulos de Recirculación.

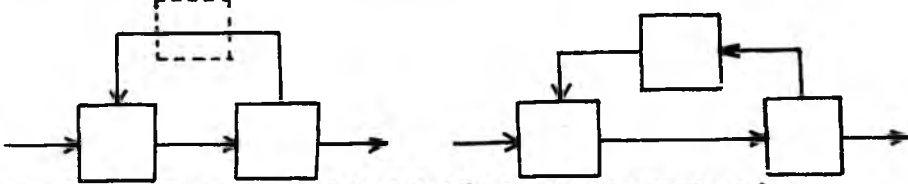


Figura 2.11.- Representación del Módulo de Recirculación.

El módulo de recirculación, mostrado en la figura 2.11, es especial debido a que es hipotético, es decir, no existe realmente en el proceso ni en el diagrama de flujo, pero existe en el diagrama modular. Esta diferencia se justifica en base a lo siguiente:

En un diagrama en el que existe recirculación, el valor de esta corriente se calcula iterando, o sea, con cálculos repetitivos que involucran a todos los equipos que son afectados por dicha corriente, iniciando con un valor supuesto y considerando como si fue una corriente de alimentación al bloque al que llega y posteriormente calculándola como si fuese una corriente de salida de producto en el bloque donde parte. Se comparan ambos valores, calculado y estimado, si la diferencia entre ellos es mayor que una tolerancia pre-establecida (criterio de convergencia), se toma el valor calculado como nuevo valor asumido y se repite el proceso descrito hasta que la diferencia entre esos valores sea menor que la fijada previamente; entonces se continúa calculando los módulos subsiguientes. Esta secuencia de cálculo descrita, cuando se trata de grandes cantidades de materia recirculada, es muy lenta para llegar a la convergencia de los valores estimados y calculados, por lo que se hace necesario un instrumento matemático que acelere la velocidad de convergencia de los cálculos de recirculaciones.

Es ésta la función del módulo de recirculación; acelerar la velocidad de convergencia en cálculos cíclicos y a continuación se explica cómo lo hace.

Al inicio, el primer valor estimado de la corriente recirculada es cero, se calculan todos los equipos involucrados en el ciclo y al calcular la corriente mencionada como salida, ésta entra al módulo de recirculación como valor calculado. Son comparados éste y el estimado anteriormente, si la diferencia entre ellos es grande, se aplica el método de Wegstein (ver el apéndice B) el cual genera un nuevo valor estimado basándose en los anteriores (estimado y calculado) y que sale del módulo de recirculación como alimentación del módulo al que regresa la corriente cíclica. Al regresar nuevamente el valor calculado en la segunda iteración es comparado con el valor estimado que se generó antes y se aplica el modelo del método hasta llegar a la convergencia; en cuyo caso se continúa con el cálculo de los equipos restantes.

Para cumplir su función, este módulo computacional requiere de los siguientes datos:

- Número de la corriente recirculada
- Número del bloque al que va la recirculación
- El número máximo de iteraciones deseadas
- El número de la recirculación en el proceso

El parámetro de operación es:

- Tolerancia de convergencia (la diferencia de los gastos estimado y calculado expresada en porcentaje).

Cada módulo es ejecutado para calcular los equipos que representan en el orden marcado por el usuario de acuerdo al diagrama modular. Una vez calculados todos los equipos, la matriz de corrientes es llenada con los valores respectivos a cada componente y transferida por el programa ejecutivo a la subrutina de salida de resultados.

#### 2.4.- Salida de Resultados.

Esta subrutina hace posible la obtención de resultados del ba-

lance de masa del proceso completo en estudio; las opciones que ofrece son:

- Salida por pantalla.

Los resultados se visualizan en grupos ordenados en el monitor identificando cada valor con mensajes; una vez que han aparecido todos los resultados, se desollega en la pantalla el menú de salida de resultados.

- Salida por impresora.

Si se desea obtener los resultados del balance impresos en papel, esto se logra mediante esta opción. En grupos claramente identificados se imprimen los valores deseados.

En ambas opciones, los resultados de los cálculos se dan en forma tabular, corriente por corriente y componente por componente como se indica:

Componente		Número de Corriente			
Número	Nombre	1	2	3	...
1	A	10	3	5	...
.	.	.	.	.	...
.	.	.	.	.	...

Además tales valores se dan en gasto masa y en gasto mol para cada componente y cada corriente.

### III.- Ejecución del Programa.

#### 3.1.- Sistema Operativo y Traductor "Basic".

El sistema operativo es un paquete de programas que hacen posible la comunicación hombre-máquina, recibiendo las órdenes del usuario desde el teclado y traduciéndolas a lenguaje de máquina para que ésta las ejecute. El sistema operativo debe cargarse en la memoria de la computadora después de que ésta ha sido encendida; para cargarlo es necesario insertar el disco que lo contiene en la unidad de disco A y pulsar cualquier tecla, con lo que se almacena el sistema operativo y cuando la máquina está lista responde en pantalla con el mensaje siguiente:

A>

Una vez cargado el sistema operativo es necesario un intérprete del lenguaje en el que está codificado el programa, Basic en este caso, para que los cálculos y comandos contenidos en él sean ejecutados por la máquina. Para cargar el intérprete en la computadora, después de introducir el disco correspondiente en la unidad de disco en operación se teclea el nombre del traductor; cuando la máquina está lista responde con el mensaje siguiente:

ok

El intérprete empleado en la creación del programa es el llamado " GWBASIC ".

Para cargar, como ejemplo, el intérprete " GWBASIC " en la computadora, después de haberlo hecho previamente con el sistema operativo se teclea:

A> GWBASIC

En pantalla aparece el mensaje que indica que la máquina está lista para ser operada en lenguaje Basic :

ok

### 3.2 .- Preparación de los datos de Entrada.

Antes de realizar la ejecución del programa y con el fin de facilitar ésta, se recomienda preparar los datos de entrada que son requeridos para llevar a cabo la función para la cual fue creado el simulador. En la sección 2.2 se mencionan los datos del proceso necesarios para los cálculos correspondientes al balance de materia del mismo.

Para una clara identificación de la información específica que se alimenta al programa, se ejemplifica la preparación de los datos de un proceso; las variables a alimentar son las mismas en todos los casos, siendo la diferencia entre cada caso de estudio los valores numéricos asignados a dichas variables:

Ejemplo: Producción de cloroetileno de acuerdo al diagrama de flujo mostrado en la figura 3.1. (9)

El primer paso es, a partir del digrama de flujo, obtener el diagrama modular del proceso en el cual se sustituyen por bloques los equipos que aparecen en el primero; dichos bloques representan los módulos operacionales que son ejecutados para simular el comportamiento de cada equipo involucrado en el proceso. Cada bloque lleva dos números en su interior con el siguiente fin:

- Para indicar la configuración del proceso: En el ángulo interior izquierdo se coloca un número encerrado en un círculo; dicho número indica la posición del módulo en el diagrama según la



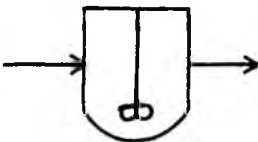
secuencia del proceso.

- Para indicar el tipo de módulo: Se coloca un número clave que identifica el tipo de módulo operacional que corresponde a cada equipo de proceso, en el ángulo superior derecho del bloque. A cada equipo le corresponde un número clave de identificación de acuerdo a la siguiente relación:

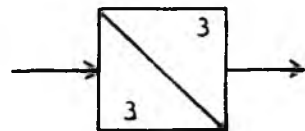
Número clave	Equipo
1	Recirculación
2	Mezclador
3	Reactor
4	Ramificación
5	Distribución
6	Separador flash
7	absorvedor

Así, la representación modular del diagrama de flujo se realiza como se ejemplifica para el reactor de la figura 3.1:

Representación en el  
diagrama de flujo



Representación en el  
diagrama modular



Con esta representación, el número 3 encerrado en un círculo indica que se trata del tercer equipo del diagrama de flujo y mediante el número 3 del ángulo superior derecho del bloque se sabe que corresponde a un reactor según la relación dada. Procediendo de manera análoga para cada equipo de proceso se construye el diagrama modular tal como se muestra en la figura 3.2; en dicho programa se incluyen los parámetros de operación de los módulos que para el ejemplo de la producción de cloroetileno son:

Equipo	Parámetros de Operación
Reactor	Conversión de $C_2H_4 = 90 \%$
Separador	Fracción de la alimentación por componente que sale en el domo: para $Cl_2 = 99.9 \%$ para $C_2H_4 = 8.0 \%$ para $C_2H_4Cl_2 = 2.0 \%$
Venteo	Fracción de alimentación purgada: 5.0 %
Recirculación	Tolerancia de convergencia = 0.01%

La información más detallada de cada módulo se encuentra en la sección 2.3.

Una vez elaborado el diagrama modular se definen los datos de entrada necesarios, organizándolos de manera que faciliten al usuario la fase de alimentación de éstos, como se muestra a continuación.

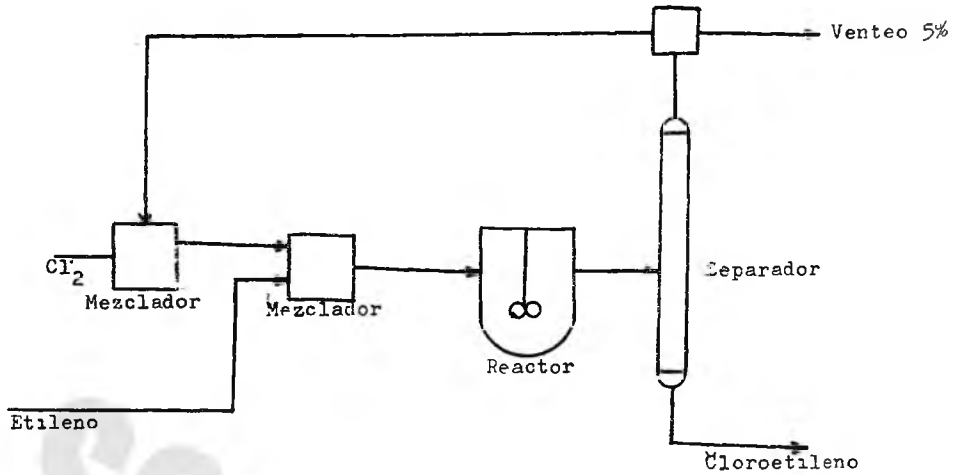


Figura 3.1 .- Diagrama de Flujo para la Producción de Cloroetileno

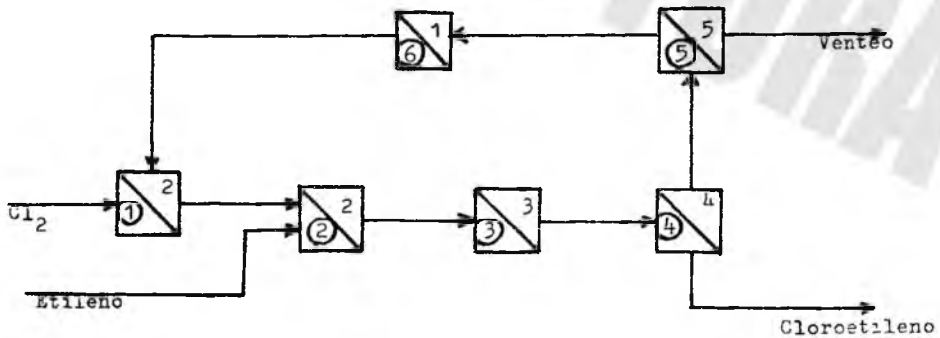


Figura 3.2 .- Diagrama Modular para la Simulación de la Producción de Cloroetileno .

\*\*\* LISTADO DE DATOS \*\*\*

NOMBRE DEL PROCESO : CLORUETILENO

NUMERO DE COMPONENTES

NUMERO DE CORRIENTES : 1

NUMERO DE CORRIENTES DEFINIDAS : 2

NUMERO DE BLOQUES DE PROCESO : 0

NUMERO DE RECIRCULACIONES : 1

NUMERO DE PARTICIONES : 1

PARTICION No.	CORRIENTES DE ENTRADA	SALIDA
1	1	9

COMPONENTE No.	NOMBRE	PESO MOLECULAR
1	CLORO	70.91
2	ETILENO	28
3	DICLORO	102.91

GASTOS MASA DE LAS CORRIENTES DE ALIMENTACION (Kg/hora)

COMPONENTE	1	2
1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0

CONFIGURACION DEL PROCESO

BLOQUE No	TIPO	SALIDA	ENTRADA
1	MEZCLADOR	3	5 1
2	MEZCLADOR	4	5 2
3	REACTOR	5	3
4	DISTRIBUCION	6 8	5
5	RAMIFICACION	9 7	5
6	RECIRCULACION	9	6

PARAMETROS DE LOS BLOQUES

BLOQUE No	TIPO	PARAMETROS DE OPERACION
1	MEZCLADOR	NO TIENE PARAMETROS
2	MEZCLADOR	NO TIENE PARAMETROS
3	REACTOR	% DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 2 = 90
	COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
	1	1
	2	1
	3	-1
4	DISTRIBUCION	COMPONENTE % QUE VA A LA SALIDA No. 6
	1	99.9
	2	8
	3	2
5	RAMIFICACION	% QUE VA A LA SALIDA No. 9 = 95
6	RECIRCULACION	No. DE BLOQUE AL QUE VA LA RECIRCULACION : 1
		No. MAXIMO DE ITERACIONES : 50
		RECIRCULACION No. : 1
		TOLENCANCIA DE CONVERGENCIA : .0001

### 3.3 .- Ejecución del Programa .

#### 3.3.1 .- Iniciación .

Una vez que se han almacenado en memoria el sistema operativo y el intérprete de Basic, se inicia la ejecución del programa teclando :

```
RUN "BALMAT.BAS"
```

En pantalla aparece la presentación del programa con el nombre de "Simulador de Procesos BALMAT", el cual se deriva de las letras iniciales de la sentencia "Balance de Materia"; a partir de este momento, el programa es ejecutado.

Después del mensaje de presentación , aparece en pantalla el menú principal de opciones tal como se muestra en la figura 3.3. Inicialmente, todas las variables que maneja el programa tienen asignado el valor de cero (0), por lo que es necesario llamar a la base de datos (opción número 1 del menú principal) .

Nota : Para cualquier orden a ser ejecutada o cualquier dato a alimentar, después de ser teclado el nombre o valor numérico respectivo, debe pulsarse la tecla de ejecución que, en algunos teclados, se identifica como "ENTER" y en otros como "RETURN". En la explicación para alimentar datos se omite mencionarlo, pero cada orden debe ir seguida de dicha tecla para ser ejecutada .

SIMULADOR DE PROCESOS \* BALMAT \*

OPCIONES DEL SIMULADOR

- 1 .- EDITAR UNA BASE DE DATOS
- 2 .- SIMULACION
- 3 .- SALIDA DE DATOS
- 4 .- REGRESAR AL SISTEMA OPERATIVO

ESCOJA ENTRE LAS OPCIONES DE 1 A 4 >

Fig. 3.3 .- Menú Principal del Programa .

EDICION DE UNA BASE DE DATOS

OPCIONES DE OPERACION

- 1 .- ALIMENTAR DATOS
- 2 .- MODIFICAR DATOS
- 3 .- GRABAR DATOS EN EL DISCO
- 4 .- LEER DATOS DEL DISCO
- 5 .- LISTAR DATOS
- 6 .- IMPRIMIR DATOS
- 7 .- REGRESAR AL MENU PRINCIPAL

SELECCIONE UNA OPCION DE 1 A 7 >

Figura 3.4 .- Menú de Opciones de la Base de Datos .

### 3.3.2.- Alimentación

El primer paso al iniciar la ejecución del programa es alimentar los datos del proceso a través del teclado o leerlos cuando éstos se encuentran almacenados en disco; para ello, del menú principal del programa, se elige la opción número 1 "Base de Datos". Hecho esto, aparece en pantalla el menú de opciones de la base de datos tal como se muestra en la figura 3.4; cada opción se explica en el capítulo II. Cualquiera de ellas que se elija, guía paso a paso al usuario mediante mensajes en pantalla para realizar las funciones requeridas.

Para alimentar datos desde el teclado: Seleccionar la opción número 1 del menú de base de datos denominada "Alimentar Datos", y en la pantalla aparecerán entonces mensajes claros solicitando uno a uno los datos necesarios para los cálculos. Esta operación es sencilla y para agilizarla se recomienda leer las secciones 2.2 y 3.2 en las que se describen cuáles son los datos de entrada y cómo prepararlos antes de la ejecución del programa.

Cuando ya han sido alimentados todos los datos, aparece nuevamente en el monitor el menú de opciones de la base de datos. En este punto, es importante señalar que los valores recién alimentados quedan almacenados en la memoria volátil de la computadora y al terminar la ejecución del programa o apagar la máquina se borran totalmente. El programa puede ejecutarse sin que los datos estén almacenados en disco, pero debe tenerse siempre presente lo mencionado en el párrafo anterior. Se recomienda que después de alimentarlos y antes de otra operación, se graben los datos en disco para evitar perderlos por cualquier contratiempo que se presente.



### 3.3.3.- Grabación de Datos en Disco.

Para conservar los datos, una vez alimentados, de manera permanente en disco:

Seleccionar la opción número 3 del menú de Base de Datos titulada como "Grabación de Datos en Disco"; a través de la pantalla, el programa pregunta en qué unidad o "drive" se encuentra el disco que almacenará los datos con el mensaje:

EN QUE DRIVE DESEA HACER LA GRABACION (A, B o C) ?

Antes de teclear la letra correspondiente, debe estar colocado el disco a grabar en la unidad que se elija para el fin; hecho esto, es posible ya responder a tal pregunta recordando que para computadoras de disco flexible pueden emplearse las opciones A y B, mientras que para máquinas de disco duro se utilizan las unidades A y C. Después que se ha tecleado la letra elegida, aparece en la pantalla la pregunta:

QUE NOMBRE LLEVARA EL ARCHIVO DE DATOS ?

El usuario indica el nombre con que desea identificar su archivo de datos y éste queda registrado con tal nombre más la extensión "DAT", la cual se asigna por el programa independientemente del nombre dado al archivo para identificar de otros a los archivos de datos que contiene en mismo disco. Por ejemplo, si se teclea el nombre "EJEMPLO", el archivo se almacena como : "EJEMPLO.DAT".

Cuando termina la grabación, el programa lo comunica al usuario con un mensaje y vuelve a aparecer en pantalla el menú de opciones de la Base de Datos (figura 3.4).

### 3.3.4. Lectura de Datos del Disco.

Esta opción se utiliza cuando los datos de entrada ya se encuentran grabados en disco y se ejecuta como se indica:

Teclar la opción número 4 del menú de Base de Datos nombrada como "Leer Datos del Disco"; en la pantalla aparece la pregunta:

EN QUE DRIVE ESTA SU ARCHIVO DE DATOS (A, B o C) ?

Antes de contestar, verificar que en el drive elegido se encuentra insertado el disco que guarda el archivo de datos de interés; de ser así, teclar la letra seleccionada. Enseguida, se despliegan en la pantalla los nombres de todos los archivos de datos almacenados en el disco de la unidad antes indicada como se muestra:

EN EL DRIVE A HAY LOS SIGUIENTES ARCHIVOS DE DATOS:

EJEMPLO 1.DAT      EJEMPLO 2.DAT      EJEMPLO 3.DAT

Es decir, todos los archivos con extensión ".DAT"; seguidos por la pregunta:

ENTRE EL NOMBRE DEL ARCHIVO QUE DESEA SEA LEIDO ?

Seleccionar entonces el nombre del archivo requerido y teclarlo sin la extensión ".DAT". Se ejecuta la lectura y al terminar aparece en pantalla nuevamente el menú de opciones de la Base de Datos.

### 3.3.5.- Listado de Datos en Pantalla.

Una vez que los datos han sido alimentados desde el teclado o leídos de disco, es posible verificar que no existe error en ellos y que los valores almacenados corresponden con los del proceso mediante la opción número 5 del menú de Base de Datos "Listar Datos en Pantalla".

Seleccionando dicho número aparecen en el monitor, en forma ordenada y claramente identificados con mensajes, los datos del proceso que en ese momento se encuentran almacenados en la memoria temporal de la computadora. Si sucede que, al ejecutar la opción, apareciesen ceros para todas las variables listadas, indica que no hay datos en la memoria volátil y es necesario alimentarlos (mediante la opción número 1) o leerlos de disco (mediante la opción número 4).

Cuando ya se han listado todos los datos aparece en el monitor el menú de opciones de la base de datos.

### 3.3.6.- Impresión de Datos.

Con esta opción, número 6 del menú de base de datos, es posible obtener una lista impresa de los datos que se encuentren en la memoria volátil de la máquina.

Es importante, antes de realizar la opción, verificar que la impresora se encuentra encendida, conectada a la computadora y con papel alimentado para la impresión; de lo contrario, ésta se interrumpirá y el proceso es abortado visualizándose en pantalla un mensaje de error; en éste momento es necesario reiniciar el programa.

Al término de la impresión, se visualiza nuevamente el menú de opciones de la base de datos.

### 3.3.7.- Modificación de Datos.

Esta opción hace posible realizar modificaciones en los valores contenidos en la memoria temporal de la computadora en algunos de estos casos:

- a).- Cuando se ha cometido un error al alimentar los datos desde el teclado. Se recomienda continuar alimentando el resto de los valores y posteriormente realizar la modificación mediante esta opción; así se evita el tener que realimentar todos los datos cuando se ha errado uno de ellos.
  
- b).- Cuando se desea cambiar un valor específico con el propósito de evaluar un caso distinto para un mismo proceso. Por ejemplo, para variar el grado de separación en un vaporizador, la conversión en un reactor, etc., no es necesario alimentar los datos con la variación, sino sólo modificar el archivo existente y almacenarlo con un nombre distinto. De este modo es posible estudiar varios casos para un mismo proceso de manera sencilla.

Al ejecutar la opción de modificación, el usuario es guiado paso a paso para realizar los cambios que desee mediante instrucciones claras que aparecen en pantalla; (ver sección 3.2).

Cuando ya se han realizado las modificaciones, el usuario lo indica al programa y aparece el menú de base de datos.

### 3.3.8.- Regresar al menú principal.

Una vez que se han realizado las operaciones necesarias dentro de la base de datos y se desea volver al menú principal del programa (figura 4.3), se selecciona el número 7 que corresponde a tal opción. En el monitor se visualiza el menú principal y el programa está disponible para realizar cualquiera de las 4 opciones que lo componen.

### 3.3.9.- Simulación.

La ejecución de los cálculos del proceso se lleva a cabo tecleando la opción número 2 del menú principal, y bajo las siguientes condiciones :

5

- a).- Aplica la técnica de aproximación modular secuencial, descrita en la sección 1.4.
- b).- Aplica los módulos operacionales descritos en la sección 2.3 en el orden indicado por el usuario en los datos de configuración del proceso.
- c).- Si se produce un error y el programa es abortado, es necesario iniciar su ejecución desde alimentación o lectura de datos ya que son borrados al ocurrir tal aborto.
- d).- Si el cálculo se interrumpe a causa de que el número de iteraciones o de tolerancia de convergencia resulta insuficiente, es necesario entrar a la base de datos para hacer las modificaciones correspondientes; hechas las correcciones, regresar al menú principal y seleccionar la opción ni

mero 2 de éste para ejecutar de nuevo los cálculos ahora con valores corregidos. Es posible realizar tantas modificaciones como se desee; es importante tener siempre presente que cada cambio hecho se almacena en memoria temporal; para ser conservado permanentemente debe grabarse en disco.

Una vez que han sido calculados todos los módulos del proceso y que las corrientes de recirculación llegan a la convergencia, terminando así la fase de cálculos aparece entonces en el monitor el menú principal.

### 3.3.10.- Salida de Resultados .

Con esta opción se obtienen los resultados de los cálculos realizados. Al seleccionar la opción número 3 del menú principal, en pantalla se visualizan las alternativas para salida de resultados en un menú como se muestra en la figura 3.5 mediante el cual, según la elección, los resultados del balance de materia se visualizan en pantalla ó se imprimen.

Independientemente de la vía de salida (monitor o impresora), los resultados que se obtienen son :

- a).- Flujo total en masa; por corriente.
- b).- Flujo total en mol; por corriente.
- c).- Flujo en masa; por componente en cada corriente.
- d).- Flujo en mol; por componente en cada corriente.
- e).- Peso molecular promedio de cada corriente.

Para visualizar los resultados en pantalla, seleccionar la opción número 1 del menú respectivo; aparecen los valores ordenados en los formatos que se muestran en las figuras 3.6 y 3.7, que corresponden a la solución del ejemplo de producción de cloroetileno. Cuando se listan totalmente, regresa al monitor el menú de salida de resultados.

Para obtener un listado impreso del balance, seleccionar la opción 2 del mismo menú. Es importante verificar, previo a la selección, que la impresora esté encendida, conectada a la computadora y con papel alimentado para la impresión ya que en caso contrario, se recibe en pantalla un mensaje de error, el programa se aborta y es necesario reiniciarlo desde alimentación o lectura de datos y ejecutar los cálculos nuevamente.

Cuando finaliza la impresión de los valores, aparece en pantalla el menú de salida de resultados; para volver al menú principal, seleccionar la opción 3.

### 3.3.11.- Regresar al Sistema Operativo.

Para salir del programa de cálculo, seleccionar la opción 4 del menú principal, en pantalla aparece el mensaje de listo del sistema operativo :

A>

Si por error se ejecuta esta opción o se desea entrar nuevamente al programa, es necesario cargar el intérprete de Basic y después de éste, el simulador, tal como se explica en la sección 3.3.1.

Salida de Resultados del Balance de

Materia :

1 .- Por Pantalla

2 .- Por Impresora

3 .- Regresar al Menú Principal

Escoja un Opción de 1 a 3 ?

Figura 3.5 .- Menú de Opciones de Salida de Resultados .



RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : CLOROETILENO  
(kg/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE				
No.	NOMBRE	1	2	3	4	5
1	CLORO	7091.0	0.0	19386.6	19386.6	12955.8
2	ETILENO	0.0	3200.0	24.5	3224.5	322.5
3	CLETILENO	0.0	0.0	180.8	180.8	9513.6
	FLUJO TOTAL	7091.0	3200.0	19591.9	22791.9	22791.9

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : CLOROETILENO  
(kg/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	6	7	8	9
1	CLORO	12942.9	647.1	13.0	12295.7
2	ETILENO	25.8	1.3	296.7	24.5
3	CLETILENO	190.3	9.5	9323.3	180.8
	FLUJO TOTAL	13158.9	657.9	9632.9	12501.0

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : CLOROETILENO  
(g/mol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	1	2	3	4
1	CLORO	70.9	100.0	0.0	273.4	273.4
2	ETILENO	32.0	0.0	100.0	0.8	100.8
3	CLETILENO	102.9	0.0	0.0	1.8	1.8
	FLUJO TOTAL		100.0	100.0	275.9	375.9
	FM FROMEDIO		70.9	32.0	71.0	60.6

Figura 3.6 .- Formato de Salida de Resultados

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
 NOMBRE DEL PROCESO : CLOROETILENO  
 (kgmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	5	6	7	8
1	CLORO	70.9	182.7	182.5	9.1	0.2
2	ETILENO	32.0	10.1	0.8	0.0	9.3
3	CLETILENO	102.9	92.4	1.8	0.1	90.6
	FLUJO TOTAL		285.2	185.2	9.3	100.0
	PM PROMEDIO		79.9	71.1	71.1	96.3

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
 NOMBRE DEL PROCESO : CLOROETILENO  
 (kgmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	9
1	CLORO	70.9	173.4
2	ETILENO	32.0	0.8
3	CLETILENO	102.9	1.8
	FLUJO TOTAL		175.9
	PM PROMEDIO		71.1

Figura 3.7 .- Formato de Salida de Resultados

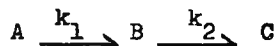
#### IV.- Ejemplos de Aplicación.

En este capítulo se resuelven ejemplos con el programa de cálculo desarrollado y cuyos datos se preparan tal como se explica en la sección 3.2. El objetivo de los ejemplos resueltos es dar mayor claridad al manejo de la información que procesa el programa y mostrar a la vez la versatilidad del mismo.

En cada caso ilustrado, sólo se involucra la información precisa del proceso necesaria para el balance de materiales; al analizar el procedimiento genérico de solución de cada ejemplo (descrito en detalle en el capítulo III) se puede evaluar cualquier otro caso de estudio deseado.

##### 4.1.- Ejemplo Número 1. (16)

Se desea realizar el balance de materia para un proceso de isomerización cuyo diagrama de flujo se muestra en la figura 4.1. La alimentación se introduce al primero de dos reactores continuos tipo tanque agitado; la reacción que ocurre en cada uno de ellos es:



Cuya cinética se expresa mediante las ecuaciones:

$$n_a = \frac{n_{a0}}{(1 + k_1 \theta)} \quad \text{--- (4.1)}$$

$$n_b = \frac{n_{b0}}{(1 + k_2 \theta)} + \frac{k_1 n_a}{(1 + k_2 \theta)} \quad \text{--- (4.2)}$$

$$n_c = n_{c0} + k_2 \theta n_b \quad \text{--- (4.3)}$$

donde  $n_a$ ,  $n_b$  y  $n_c$  son los flujos molares de A, B y C que salen; y  $n_{a0}$ ,  $n_{b0}$  y  $n_{c0}$  los flujos molares que entran a cada reactor; la salida del segundo reactor pasa a un separador instantáneo (o flash); el 75% del vapor obtenido en él, se recircula al primer reactor y el líquido va a un sistema de 2 separadores. De la primera unidad de separación, el líquido obtenido se recircula a la entrada del flash y el vapor pasa a la segunda unidad de la cual se obtienen tres fases; la fase del fondo se recircula al separador instantáneo y las dos restantes son productos.

Se cuenta con la información siguiente:

De la alimentación

<u>Componente</u>	<u>Peso Molecular</u>	<u>Flujo (l b/hr)</u>
A	90.0	970.0
B	90.0	30.0
C	90.0	0.0

De los reactores

	<u>1er. reactor</u>	<u>2o. reactor</u>
$k_1$ ( $\text{hr}^{-1}$ )	0.211	0.440
$k_2$ ( $\text{hr}^{-1}$ )	0.101	0.219
$\theta$ (hr)	1.50	2.00

Del flash

<u>Componente</u>	<u>Cte. de Equilibrio</u>
A	2.5220
B	1.5700
C	0.0309

Del sistema de separación, fracciones de separación .

<u>Componente</u>	<u>1er. Separador</u>		<u>2o. Separador</u>		
	<u>Domo</u>	<u>Fondo</u>	<u>Domo</u>	<u>Medio</u>	<u>Fondo</u>
A	0.9	0.1	0.8	0.1	0.1
B	0.5	0.5	0.6	0.4	0.0
C	0.8	0.2	0.2	0.4	0.4

En la figura 4.2 se muestra el diagrama modular del proceso obtenido a partir del diagrama de flujo de la figura 4.1 .

Nótese que el número de módulos no es igual al número de unidades de proceso debido a que :

- A la unión de 2 ó más corrientes en un punto común, corresponde un módulo de mezcla y la salida de este módulo es la corriente resultante de la unión .
- Para los dos reactores, se requieren dos módulos de reacción para cada uno de ellos, debido a que en cada uno ocurren dos reacciones.
- Para el separador con tres salidas, éste se representa con dos módulos de separación cuyas concentraciones de salida corresponden con las del separador.
- En cada corriente recirculada se inserta un módulo de recirculación para acelerar la convergencia en los cálculos iterativos de dicha corriente.

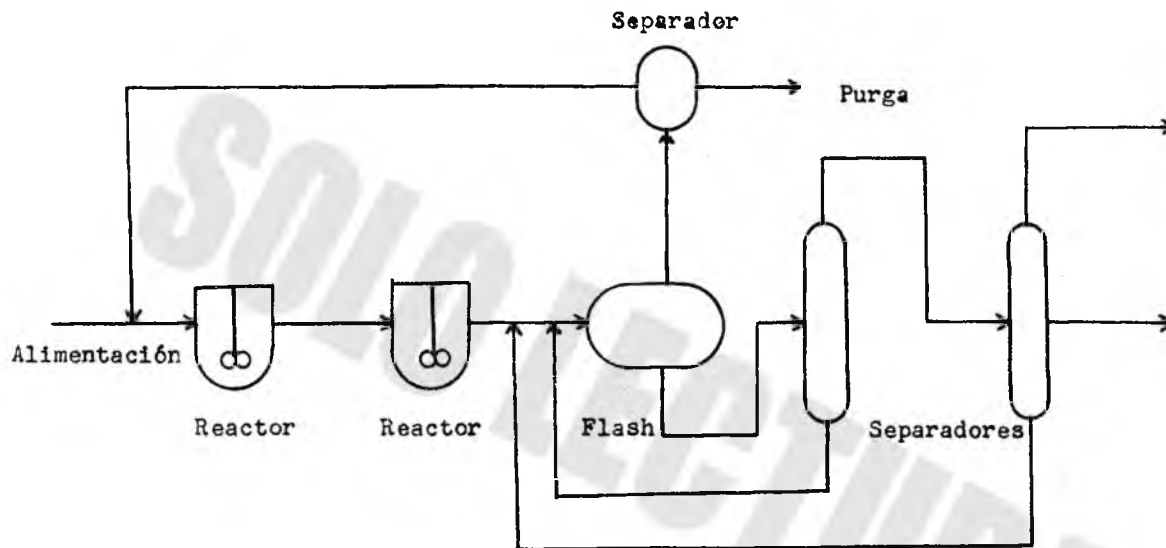
De acuerdo a las ecuaciones (4.1), (4.2) y (4.3) y con los flujos de alimentación proporcionados, es posible obtener las conversiones de las reacciones que ocurren en el proceso cuyos valores son :

<u>Módulo número</u>	<u>Reacción</u>	<u>% Conversión</u>
2	A $\rightarrow$ B	24.10
3	B $\rightarrow$ C	13.40
4	A $\rightarrow$ B	46.79
5	B $\rightarrow$ C	30.46

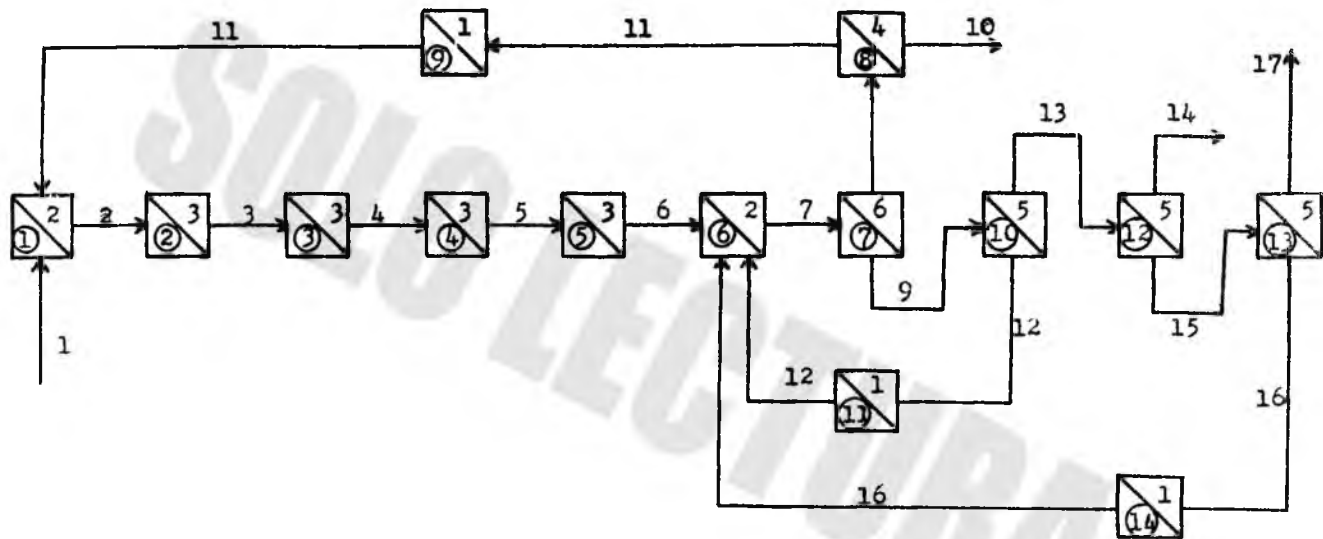
Debido a la configuración del proceso, que involucra tres recirculaciones (ver el diagrama modular, figura 4.2), no es posible dividir el proceso en particiones ya que las recirculaciones envuelven los módulos de forma que no es factible resolver algún ciclo por separado, sino que precisa la solución simultánea de los tres. Por lo anteriormente explicado, el número de particiones es igual a uno.

Es importante numerar en un orden progresivo y siguiendo el sentido del flujo del proceso, las corrientes de alimentación, las que interconectan módulos y las de productos asignando los números menores a las corrientes de alimentación.

A continuación se muestra la lista de los datos de entrada ya preparados para ser alimentados al programa, tal como se describe en la sección 3.2. Después de la lista de datos mencionada, se muestra el resultado del balance de materiales del ejemplo tal como se obtiene en la pantalla o a través de la impresora.



E. S. I. Q. I. E.	
Tesis Profesional	1989
Géniz Ruiz Fabián Enrique	
I P N	Figura 4.1 .- Diagrama de Flujo para el Ejemplo Número 1



E. S. I. Q. I. E.

Tesis Profesional

1989

Géniz Ruiz Fabián Enrique

I  
P  
N

Figura 4.2 .- Diagrama Modular  
para el Ejemplo Número 1



\*\*\* LISTADO DE DATOS \*\*\*

NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 1

NUMERO DE COMPONENTES : 3

NUMERO DE CORRIENTES : 17

NUMERO DE CORRIENTES DEFINIDAS : 1

NUMERO DE BLOQUES DE PROCESO : 14

NUMERO DE RECIRCULACIONES : 3

NUMERO DE PARTICIONES : 1

PARTICION No.	CORRIENTES DE :	ENTRADA	SALIDA
1		1	17

COMPONENTE No.	NOMBRE	PESO MOLECULAR
1	A	90.0
2	B	90.0
3	C	90.0

GASTOS MASA DE LAS CORRIENTES DE ALIMENTACION (lb/hr)

COMPONENTE	NUMERO DE CORRIENTE
	1
1	970.0
2	30.0
3	0.0

CONFIGURACION DEL PROCESO

BLOQUE No	TIPO	SALIDA		ENTRADA			
1	MEZCLADOR	2		1	11	0	0
2	REACTOR	3				2	
3	REACTOR	4				3	
4	REACTOR	5				4	
5	REACTOR	6				5	
6	MEZCLADOR	7		6	12	16	0
7	FLASH	8	9			7	
8	RAMIFICACION	10	11			8	
9	RECIRCULACION	11				11	
10	DISTRIBUCION	12	13			9	
11	RECIRCULACION	12				12	
12	DISTRIBUCION	15	14			13	
13	DISTRIBUCION	16	17			15	
14	RECIRCULACION	16				16	

PARAMETROS DE LOS BLOQUES

BLOQUE No	TIPO	PARAMETROS DE OPERACION
1	MEZCLADOR	NO TIENE PARAMETROS
2	REACTOR	% DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 1 = 24.1
	COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
	1	1
	2	-1
	3	0

3 REACTOR % DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 2 = 13.4

COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
1	0
2	1
3	-1

4 REACTOR % DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 1 = 46.79

COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
1	1
2	-1
3	0

5 REACTOR % DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 2 = 30.46

COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
1	0
2	1
3	-1

6 MEZCLADOR NO TIENE PARAMETROS

7 FLASH

COMPONENTE	CTE. DE EQUILIBRIO
1	2.522
2	1.57
3	.0329

CASCADA COMPONENTE % QUE VA A LA SALIDA No. 0

1	2.522
2	1.57
3	.0329

8 RAMIFICACION % QUE VA A LA SALIDA No. 10 = 25

9 RECIRCULACION

No. DE BLOQUE AL QUE VA LA RECIRCULACION : 1

No. MAXIMO DE ITERACIONES : 50

RECIRCULACION No. : 1

TOLERANCIA DE CONVERGENCIA : .0001

10 DISTRIBUCION COMPONENTE % QUE VA A LA SALIDA No. 12

1	10
2	50
3	20

11 RECIRCULACION

No. DE BLOQUE AL QUE VA LA RECIRCULACION : 6

No. MAXIMO DE ITERACIONES : 90

RECIRCULACION No. : 2

TOLERANCIA DE CONVERGENCIA : .0001

12	DISTRIBUCION	COMPONENTE	% QUE VA A LA SALIDA	No. 15
		1	20	
		2	40	
		3	80	

13	DISTRIBUCION	COMPONENTE	% QUE VA A LA SALIDA	No. 16
		1	50	
		2	0	
		3	50	

14            RECIRCULACION  
              No. DE BLOQUE AL QUE VA LA RECIRCULACION :    6  
              No. MAXIMO DE ITERACIONES        :    90  
              RECIRCULACION No.                :        3  
              TOLERANCIA DE CONVERGENCIA       :        .0001

SOLO LECTURA

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lb/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE				
No.	NOMBRE	1	2	3	4	5
1	A	970.0	1166.7	885.5	885.5	471.2
2	B	70.0	296.5	577.7	500.3	914.6
3	C	0.0	7.3	7.3	84.7	84.7
FLUJO TOTAL		1000.0	1470.6	1470.6	1470.6	1470.6

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lb/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE				
No.	NOMBRE	6	7	8	9	10
1	A	471.2	520.2	262.3	257.9	65.6
2	B	676.0	916.7	355.4	561.3	88.8
3	C	363.3	746.5	9.8	736.7	2.4
FLUJO TOTAL		1470.6	2183.4	627.5	1556.0	156.9

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lb/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE				
No.	NOMBRE	11	12	13	14	15
1	A	196.7	25.8	232.1	185.7	46.4
2	B	266.5	280.7	280.7	168.4	112.3
3	C	7.3	147.3	589.4	117.9	471.5
FLUJO TOTAL		470.6	453.8	1102.2	472.0	630.2

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lb/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE	
No.	NOMBRE	16	17
1	H	25.2	25.2
2	F	0.0	112.2
3	C	275.8	275.8
FLUJO TOTAL		299.0	771.2

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lbmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	1	2	3	4
1	A	90.0	10.8	13.0	9.8	9.8
2	B	90.0	0.7	7.3	6.4	5.6
3	C	90.0	0.0	0.1	0.1	0.9
FLUJO TOTAL			11.1	16.7	16.7	16.7
PM PROMEDIO			90.0	90.0	90.0	90.0

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lbmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	5	6	7	8
1	A	90.0	5.2	5.2	5.8	2.9
2	B	90.0	10.2	7.1	10.2	3.9
3	C	90.0	0.9	4.0	8.3	0.1
FLUJO TOTAL			16.3	16.3	24.3	7.0
PM PROMEDIO			90.0	90.0	90.0	90.0

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lbmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	9	10	11	12
1	A	90.0	2.9	0.7	2.2	0.7
2	B	90.0	6.2	1.0	3.0	3.1
3	C	90.0	8.2	0.0	0.1	1.6
FLUJO TOTAL			17.3	1.7	5.2	5.0
PM PROMEDIO			90.0	90.0	90.0	90.0

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lbmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	13	14	15	16
1	A	90.0	2.6	2.1	0.5	0.
2	B	90.0	7.1	1.9	1.	0.
3	C	90.0	6.5	1.7	5.2	2.6
FLUJO TOTAL			16.1	5.2	10.6	2.9
PM PROMEDIO			90.0	90.0	90.0	90.0

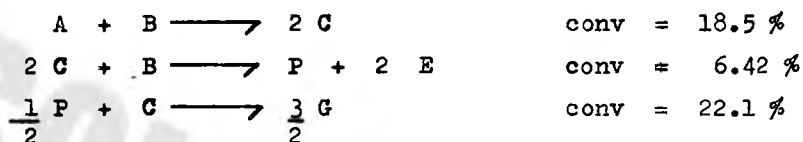
RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lbmol/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE	
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	17
1	A	90.0	0.3
2	B	90.0	1.2
3	C	90.0	2.6
FLUJO TOTAL			4.1
PM PROMEDIO			90.0

SULO LECTURA

4.2.- Ejemplo Número 2. (15)

En este ejemplo se simula el proceso cuyo diagrama de flujo se muestra en la figura 4.3. Los componentes A y B alimentados, después de mezclarse con la corriente recirculada entran a un reactor dentro del cual ocurren las reacciones :



Posteriormente, el componente G se separa en un decantador y el resto entra a una columna de destilación en cuyo domo se obtiene el 30% de P exclusivamente y el 87% de la corriente obtenida en el fondo es recirculada.

En la primera reacción, la conversión está dada con respecto al componente A; en la segunda con respecto a B y en la tercera con respecto a C. El peso molecular para todos los componentes es igual a 16.

La alimentación es a razón de 5.75 lb/hr de A y 12.407 lb/hr de B.

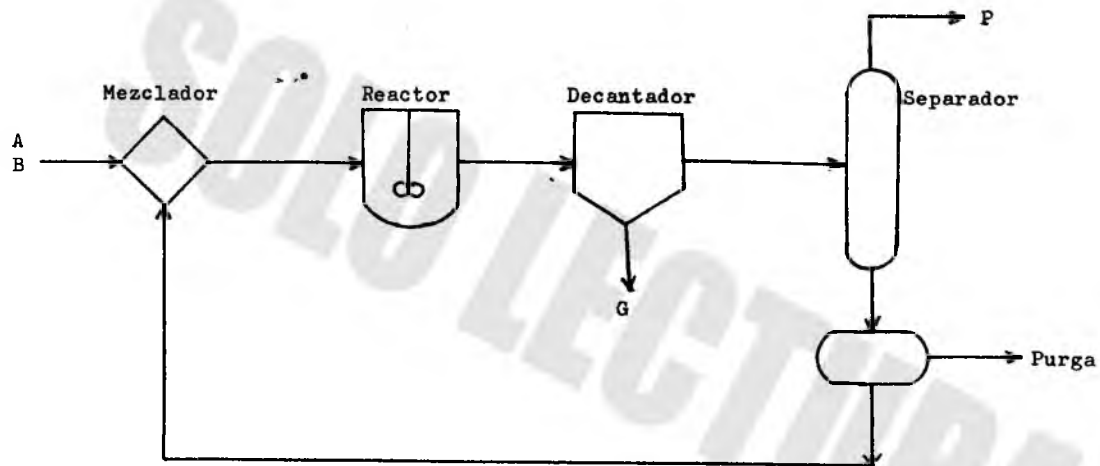
De acuerdo al diagrama de flujo de la figura 4.3, se realiza el correspondiente diagrama modular del cual se toma la configuración del proceso al ejecutar el programa; este diagrama se ilustra en la figura 4.4. Nótese que no coinciden el número de equipos de proceso con el número de módulos ya que a cada reacción, le corresponde un módulo de reacción (o sea, tres reacciones, tres módulos de reacción)



y además se inserta un módulo de recirculación en la corriente respectiva con el fin de acelerar los cálculos iterativos que ésta involucra.

Debido a que el ciclo envuelve a todos los módulos del proceso no es posible dividirlo; en consecuencia, el número de particiones es 1.

SOLO LECTURA



E. S. I. Q. I. E.

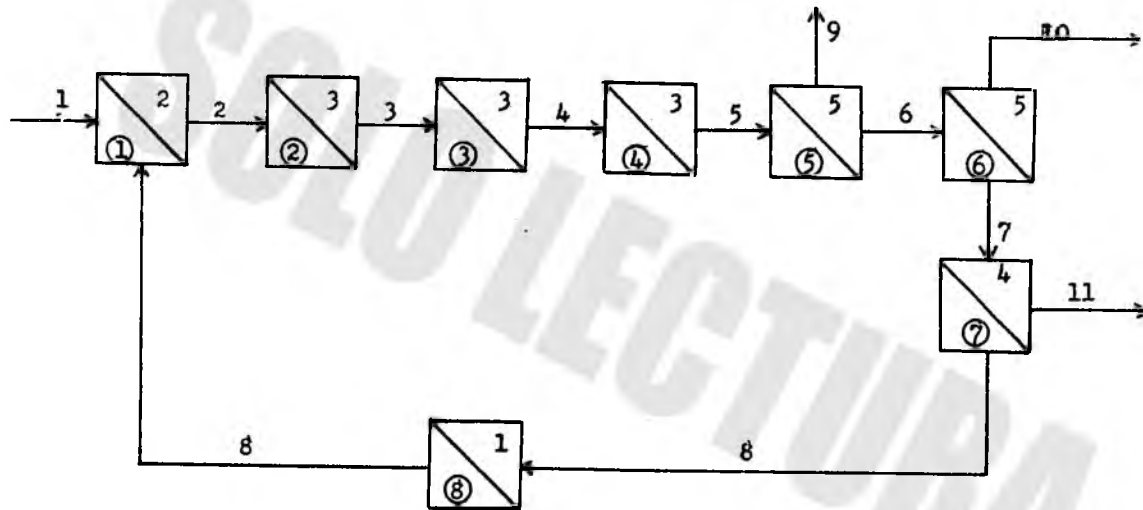
Tesis Profesional

1989

Géniz Ruiz Fabián Enrique

I  
P  
N

Figura 4.3 .- Diagrama de Flujo  
para el Ejemplo Número 2



E. S. I. Q. I. E.	
Tesis Profesional	1989
Géniz Ruiz Fabián Enrique	
I P N	Figura 4.4 .- Diagrama Modular
	para el Ejemplo Número 2

\*\*\* LISTADO DE DATOS \*\*\*

NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 2

NUMERO DE COMPONENTES : 6

NUMERO DE CORRIENTES : 11

NUMERO DE CORRIENTES DEFINIDAS : 1

NUMERO DE BLOQUES DE PROCESO : 8

NUMERO DE RECIRCULACIONES : 1

NUMERO DE PARTICIONES : 1

PARTICION No.	CORRIENTES DE :	ENTRADA	SALIDA
1		1	11

COMPONENTE No.	NOMBRE	PESO MOLECULAR
1	A	16
2	B	16
3	C	16
4	E	16
5	G	16
6	F	16

GASTOS MASA DE LAS CORRIENTES DE ALIMENTACION (lb/hr)

COMPONENTE	NUMERO DE CORRIENTE
	1
1	5.8
2	12.4
3	0.0
4	0.0
5	0.0
6	0.0

CONFIGURACION DEL PROCESO

BLOQUE No	TIPO	SALIDA	ENTRADA
1	MEZCLADOR	2	1 2 0 0 0
2	REACTOR	3	2
3	REACTOR	4	3
4	REACTOR	5	4
5	DISTRIBUCION	9 6	5
6	DISTRIBUCION	10 7	6
7	RAMIFICACION	8 11	7
8	RECIRCULACION	8	8

PARAMETROS DE LOS BLOQUES

BLOQUE No	TIPO	PARAMETROS DE OPERACION
1	MEZCLADOR	NO TIENE PARAMETROS
2	REACTOR	% DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 1 = 18.5
	COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
	1	1
	2	1
	3	-2
	4	0
	5	0
	6	0

3 REACTOR % DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 2 = 6.42

COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
1	0
2	1
3	2
4	-2
5	0
6	-1

4 REACTOR % DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 3 = 22.1

COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
1	0
2	0
3	1
4	0
5	-1.5
6	.5

5 DISTRIBUCION COMPONENTE % QUE VA A LA SALIDA No. 9

1	0
2	0
3	0
4	0
5	100
6	0

6 DISTRIBUCION COMPONENTE % QUE VA A LA SALIDA No. 10

1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	100

7 RAMIFICACION % QUE VA A LA SALIDA No. 8 = 87

8 RECIRCULACION

No. DE BLOQUE AL QUE VA LA RECIRCULACION : 1  
No. MAXIMO DE ITERACIONES : 50  
RECIRCULACION No. : 1  
TOLERANCIA DE CONVERGENCIA : .001

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lb/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE				
No.	NOMBRE	1	2	3	4	5
1	A	5.8	19.8	16.1	16.1	16.1
2	B	12.4	50.7	47.1	44.1	44.1
3	C	0.0	2.7	10.0	3.9	3.1
4	E	0.0	40.4	40.4	46.5	46.5
5	G	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
6	P	0.0	4.0	4.0	7.1	6.6
FLUJO TOTAL		18.2	117.7	117.7	117.7	117.7

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lb/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE				
No.	NOMBRE	6	7	8	9	10
1	A	16.1	16.1	14.0	0.0	0.0
2	B	44.1	44.1	38.3	0.0	0.0
3	C	3.1	3.1	2.7	0.0	0.0
4	E	46.5	46.5	40.4	0.0	0.0
5	G	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
6	P	6.6	4.6	4.0	0.0	2.0
FLUJO TOTAL		116.7	114.4	99.5	1.3	2.0

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lb/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE
No.	NOMBRE	11
1	A	2.1
2	B	5.7
3	C	0.4
4	E	6.0
5	G	0.0
6	F	0.6
FLUJO TOTAL		14.9

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lbmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	1	2	3	4
1	A	16.0	0.4	1.2	1.0	1.0
2	B	16.0	0.8	3.2	2.9	2.8
3	C	16.0	0.0	0.2	0.6	0.2
4	E	16.0	0.0	2.5	2.5	2.9
5	G	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	F	16.0	0.0	0.3	0.3	0.4
FLUJO TOTAL			1.1	7.4	7.4	7.4
FM PROMEDIO			16.0	16.0	16.0	16.0

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lbmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE			
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	5	6	7	8
1	A	16.0	1.0	1.0	1.0	0.9
2	B	16.0	2.8	2.8	2.8	2.4
3	C	16.0	0.2	0.2	0.2	0.2
4	E	16.0	2.9	2.9	2.9	2.5
5	G	16.0	0.1	0.0	0.0	0.0
6	F	16.0	0.4	0.4	0.3	0.3
FLUJO TOTAL			7.4	7.3	7.1	6.2
FM PROMEDIO			16.0	16.0	16.0	16.0

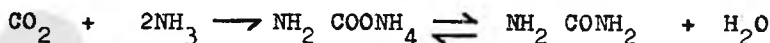
RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
(lbmol/hr)

COMPONENTE			NUMERO DE CORRIENTE		
No.	NOMBRE	PESO MOLEC.	9	10	11
1	A	16.0	0.0	0.0	0.1
2	B	16.0	0.0	0.0	0.4
3	C	16.0	0.0	0.0	0.0
4	E	16.0	0.0	0.0	0.4
5	G	16.0	0.1	0.0	0.0
6	F	16.0	0.0	0.1	0.0
FLUJO TOTAL			0.1	0.1	0.9
FM PROMEDIO			16.0	16.0	16.0



#### 4.3.- Ejemplo Número 3. (17)

Se simula la producción de Urea a partir de  $\text{CO}_2$  y  $\text{NH}_3$  mediante el proceso "Stami Carbon". En este proceso se lleva a cabo una reacción en dos etapas; en la primera se forma un producto intermedio, el carbamato de amonio, el cual al aplicarle presión en la segunda etapa de la reacción, se convierte en urea y agua, de acuerdo a la ecuación :



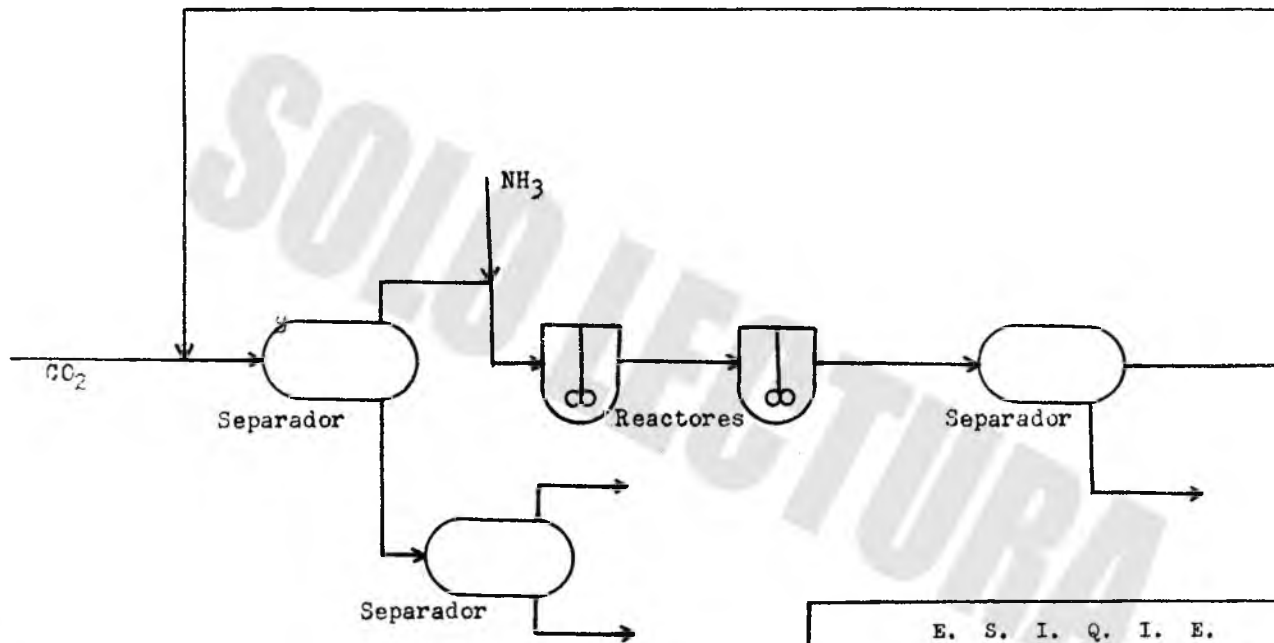
El carbamato se recircula y se alimenta al reactor junto con el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{NH}_3$  con el objetivo de favorecer la reacción hacia la formación del producto.

El diagrama de flujo de proceso se ilustra en la figura 4.5; en el primer separador el  $\text{CO}_2$  y el carbamato se separan totalmente del agua y de la Urea y se mezclan con la corriente de alimentación de  $\text{NH}_3$ . Dichos tres componentes entran al reactor en el cual la conversión de  $\text{CO}_2$  a Carbamato es del 75% y en la segunda etapa el 65% de este último se convierte en Urea; a la salida del reactor el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{NH}_3$  son separados de la Urea, Carbamato y Agua los cuales se recirculan uniéndose con la corriente de alimentación de  $\text{CO}_2$ . La Urea y Agua que salen del segundo separador se alimentan a otro donde se obtiene la Urea pura.

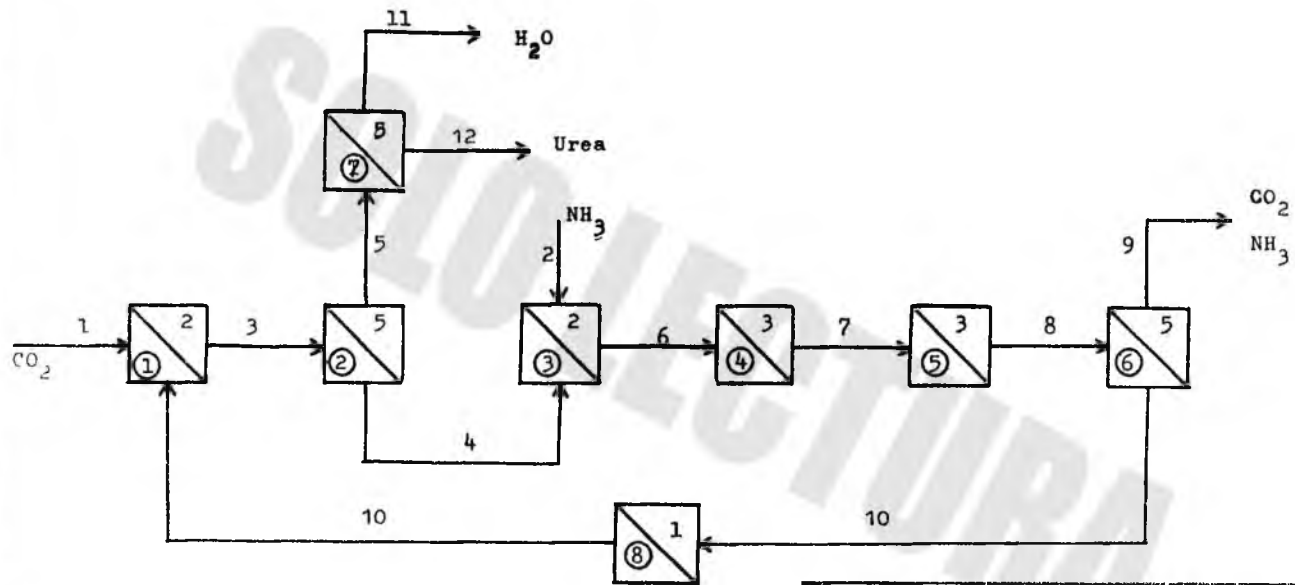
Los flujos de alimentación son :  $\text{CO}_2$  : 32.1 kg/hr

$\text{NH}_3$  : 24.2 kg/hr

El diagrama modular correspondiente se muestra en la figura 4.6.



E. S. I. Q. I. E.	
Tesis Profesional	1989
Géniz Ruiz Fabián Enrique	
I P N	Figura 4.5 .- Diagrama de Flujo para el Ejemplo Número 3



E. S. I. Q. I. E.

Tesis Profesional

1989

Géniz Ruiz Fabián Enrique

I  
P  
N

Figura 4.6 .- Diagrama Modular

para el Ejemplo Número 3

\*\*\* LISTADO DE DATOS \*\*\*

NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 3

NUMERO DE COMPONENTES : 5

NUMERO DE CORRIENTES : 12

NUMERO DE CORRIENTES DEFINIDAS : 2

NUMERO DE BLOQUES DE PROCESO : 8

NUMERO DE RECIRCULACIONES : 1

NUMERO DE PARTICIONES : 1

PARTICION No.	CORRIENTES DE :	ENTRADA	SALIDA
1		1	12

COMPONENTE No.	NOMBRE	PESO MOLECULAR
1	CO2	44
2	NH3	17
3	UREA	60
4	AGUA	18
5	CARBAMATO	78

GRUPO MAS DE LAS CORRIENTES DE ALIMENTACION (kg/hr)

COMPONENTE	NUMERO DE CORRIENTE	
	1	2
1	22.1	0.0
2	0.0	24.2
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0

CONFIGURACION DEL PROCESO

BLOQUE No	TIPO	SALIDA		ENTRADA				
1	MEZCLADOR	3		1	10	0	0	0
2	DISTRIBUCION	4	5			3		
3	MEZCLADOR	6		2	4	0	0	0
4	REACTOR	7				6		
5	REACTOR	8				7		
6	DISTRIBUCION	9	10			8		
7	DISTRIBUCION	11	12			5		
8	RECIRCULACION	10				10		

PARAMETROS DE LOS BLOQUES

BLOQUE No	TIPO	PARAMETROS DE OPERACION	
1	MEZCLADOR	NO TIENE PARAMETROS	
2	DISTRIBUCION	COMPONENTE	% QUE VA A LA SALIDA No. 4
		1	100
		2	0
		3	0
		4	0
5	100		
7	MEZCLADOR	NO TIENE PARAMETROS	

4 REACTOR % DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 1 = 75

COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
1	1
2	2
3	0
4	0
5	-1

5 REACTOR % DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. 5 = 65

COMPONENTE	COEFS. ESTEQUIOMETRICOS
1	0
2	0
3	-1
4	-1
5	1

6 DISTRIBUCION COMPONENTE % QUE VA A LA SALIDA No. 9

1	100
2	100
3	0
4	0
5	0

7 DISTRIBUCION COMPONENTE % QUE VA A LA SALIDA No. 11

1	0
2	0
3	0
4	100
5	0

8 RECIRCULACION

No. DE BLOQUE AL QUE VA LA RECIRCULACION : 1  
No. MAXIMO DE ITERACIONES : 50  
RECIRCULACION No. : 1  
TOLERANCIA DE CONVERGENCIA : .0001

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 3  
(kg/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE				
No.	NOMBRE	1	2	3	4	5
1	CO2	32.1	0.0	32.1	32.1	0.0
2	NH3	0.0	24.2	0.0	0.0	0.0
3	UREA	0.0	0.0	32.8	0.0	32.8
4	AGUA	0.0	0.0	9.8	0.0	9.8
5	CARBAMATO	0.0	0.0	23.0	23.0	0.0
FLUJO TOTAL		32.1	24.2	97.7	55.0	42.7

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 3  
(kg/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE				
No.	NOMBRE	6	7	8	9	10
1	CO2	32.1	8.0	8.0	8.0	0.0
2	NH3	24.2	5.6	5.6	5.6	0.0
3	UREA	0.0	0.0	32.8	0.0	32.8
4	AGUA	0.0	0.0	9.8	0.0	9.8
5	CARBAMATO	23.0	65.6	23.0	0.0	23.0
FLUJO TOTAL		79.2	79.2	79.2	13.6	65.6

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 3  
(kg/hr)

COMPONENTE		NUMERO DE CORRIENTE	
No.	NOMBRE	11	12
1	CO2	0.0	0.0
2	NH3	0.0	0.0
3	UREA	0.0	32.8
4	AGUA	9.8	0.0
5	CARBAMATO	0.0	0.0
FLUJO TOTAL		9.8	32.8

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 1  
(kgmol/hr)

No.	COMPONENTE NOMBRE	PESO MOLEC.	NUMERO DE CORRIENTE			
			1	2	3	4
1	CO2	44.0	0.7	0.0	0.7	0.7
2	NH3	17.0	0.0	1.4	0.0	0.0
3	UREA	60.0	0.0	0.0	0.5	0.0
4	AGUA	18.0	0.0	0.0	0.5	0.0
5	CARBAMATO	78.0	0.0	0.0	0.7	0.3
	FLUJO TOTAL		0.7	1.4	2.1	1.0
	PM PROMEDIO		44.0	17.0	46.1	53.8

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 2  
(kgmol/hr)

No.	COMPONENTE NOMBRE	PESO MOLEC.	NUMERO DE CORRIENTE			
			5	6	7	8
1	CO2	44.0	0.0	0.7	0.2	0.2
2	NH3	17.0	0.0	1.4	0.3	0.3
3	UREA	60.0	0.5	0.0	0.0	0.5
4	AGUA	18.0	0.5	0.0	0.0	0.5
5	CARBAMATO	78.0	0.0	0.3	0.8	0.3
	FLUJO TOTAL		1.1	2.4	1.4	1.9
	PM PROMEDIO		39.0	22.4	58.6	41.7

RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA  
NOMBRE DEL PROCESO : EJEMPLO No. 3  
(kgmol/hr)

No.	COMPONENTE NOMBRE	PESO MOLEC.	NUMERO DE CORRIENTE			
			9	10	11	12
1	CO2	44.0	0.2	0.0	0.0	0.0
2	NH3	17.0	0.7	0.0	0.0	0.0
3	UREA	60.0	0.0	0.5	0.0	0.5
4	AGUA	18.0	0.0	0.5	0.5	0.0
5	CARBAMATO	78.0	0.0	0.7	0.0	0.0
	FLUJO TOTAL		0.5	1.4	0.5	0.5
	PM PROMEDIO		18.6	47.7	18.0	50.0



## Conclusiones y Recomendaciones .

- Es posible emplear muchos tipos de materia prima para obtener un mismo producto y varios procesos diferentes pueden llevar al mismo resultado, por lo que los estudios casuísticos (simulaciones) de los procesos son de gran ayuda en las decisiones financieras.

- El programa de cálculo cumple el objetivo para el que fue creado: evalúa balances de materia en procesos químicos una vez que éstos han sido adaptados a las especificaciones del programa.

- El simulador creado es funcional y versátil lo cual se comprueba en los ejemplos de aplicación desarrollados en el capítulo IV.

- La aplicación de los métodos numéricos: Aproximación Modular Secuencial y Aceleración de Convergencia de Wegstein, reduce el grado de dificultad y el tiempo de máquina al ejecutar los cálculos involucrados en las corrientes de recirculación obteniendo resultados confiables.

- No es necesario que el usuario sepa programación para ejecutar eficientemente el programa; basta con que estudie el capítulo II "Ejecución del Programa", ya que éste lo guía para dicho propósito.

- La base de datos con que cuenta el programa propuesto, ofrece la ventaja de evaluar más de un caso para un mismo proceso; al realizar las modificaciones requeridas y almacenarlas como un archivo nuevo con un nombre diferente al original.

- El simulador cuenta con sólo siete módulos operacionales que simulan equipos de proceso; sin embargo, puede ser aumentado y mejorado a voluntad ya que su estructura así lo permite.

Bibliografía.

- 1.- Bagder W. L.; Banchemo , U. T.  
"Introducción a la Ingeniería Química"  
Mc. Graw Hill . México . 1980 .
- 2.- Treybal, Robert E.  
"Operaciones de Transferencia de Masa"  
Mc. Graw Hill . 2a. Edición . México . 1980 .
- 3.- Himmelblau, M. David  
"Principios y Cálculos Básicos de la Ingeniería Química"  
C.E.C.S.A. 8a. Edición . México . 1984 .
- 4.- Himmelblau, M. David  
"Análisis y Simulación de Procesos"  
C.E.C.S.A. México . 1982 .
- 5.- Westerberg, A. W. ; Hutchinson, H. P.  
"Process Flowsheeting"  
Cambridge University Press. London . 1979 .
- 6.- Crowe, C. M. ; Hoffman, A. I.  
"Chemical Plant Simulation"  
Prentice Hall . U.S.A. 1971 .
- 7.- Rosen, E. M. ; Motard, R. L. ; Schaham, M.  
"Steady State Chemical Process Simulation"  
AICHE Journal . (21), 3. May 1975 .

- 8.- Kehat, E. ; Schaham, M.  
"Chemical Process Simulation Programs"  
Process Tecnology International. (18) 1,2,3,4,5. 1973.
- 9.- Naphtali, L. M.  
"Process Heat and Material Balances"  
Chemical Engineering Progress . (60) 9. Sept. 1964 .
- 10.- Rosen, M. S. ; Winter, P.  
"Process-Engineering Databases"  
Chemical Engineering. July , 1986 .
- 11.- Peters, R. A.  
"Integrated Computer-Aided Engineering"  
Chemical Engineering . May . 1985 .
- 12.- Talbot Briddell, E.  
"Process Design by Computer"  
Chemical Engineering. February 1974 .
- 13.- Agarwal, J. C. ; Kumplar, I. V.  
" A Simple Material Balance Model"  
Chemical Engineering Process . June. 1978 .
- 14.- Rosen, E. M. ; Pauls, A. C.  
"Computer Aided Chemical Process Design"  
Computers and Chemical Engineering. 1 . 1977 .

15.- Henley, E. J. ; Rosen, E. M.

"Material and Energy Balance Computations"

16.- Rosen, E. M.

"A Machine Computation Method for Performing  
Material Balances".

Chemical Engineering Programing . 50 (10), 69-73  
October . 1962.

17.- E.S.I.Q.I.E. Academia de Diseño IV .

"Apuntes sobre Diseño de Plantas Químicas"

México . Febrero-Julio . 1988 .

SOLO LECTURA

## Apéndice A

En ésta sección se encuentra el listado completo de el programa de cálculo descrito en secciones anteriores. Está codificado en -- lenguaje "Basic".

PROGRAMA PARA BALANCES DE MATERIA EN PROCESOS QUIMICOS

```

100 DIM NSTRM(6),CO*(25,2),GIV(100,25)
110 DIM MO(50,25),OP(50,25)
200 PI=3.1415926#
210 SCREEN 1
220 FOR I=1 TO 20 STEP 2
230 CIRCLE (160,100),100+I,,0,2*PI
240 NEXT I
250 LOCATE 12,11 : PRINT "SIMULADOR DE PROCESOS"
260 LOCATE 15,18 : PRINT "BALMAT"
270 LOCATE 1,1
280 FOR I=1 TO 2500
290 NEXT I
295 SCREEN 2
499 CLS:PRINT:PRINT:PRINT SPC(17);" SIMULADOR DE PROCESOS * BALMAT *"
500 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT SPC(19);" OPCIONES DEL SIMULADOR ":PRINT
550 PRINT SFC(18);"1 .- EDITAR UNA BASE DE DATOS ":FRINT
600 PRINT SFC(18);"2 .- SIMULACION ":PRINT
610 PRINT SFC(18);"3 .- SALIDA DE DATOS ":FRINT
650 PRINT SFC(18);"4 .- REGRESAR AL SISTEMA OPERATIVO ":FRINT
700 PRINT SFC(15);"ESCOJA ENTRE LAS OPCIONES DE 1 A 4 ";;:INFUT OPC:CLS
750 IF OPC =0 OR OPC >4 THEN PRINT "FAVOR DE REPETIR LA OPCION"
800 IF OPC =0 OR OPC >4 THEN CLS:GOTO 500
850 ON OPC GOSUB 3000,15000,20000,10000
951 GOTO 499
2999 REM
3000 REM ** SUBROUTINA PARA EDITAR UNA BASE DE DATOS **
3001 REM
3010 CLS:FRINT:PRINT:PRINT SPC(20);"EDICION DE UNA BASE DE DATOS ":FRINT
3020 PRINT:PRINT SPC(20);"OPCIONES DE OPERACION ":PRINT
3030 PRINT SFC(17);"1 .- ALIMENTAR DATOS ":PRINT
3040 FRINT SFC(17);"2 .- MODIFICAR DATOS ":FRINT
3050 FRINT SFC(17);"3 .- GRABAR DATOS EN EL DISCO ":FRINT
3060 PRINT SFC(17);"4.- LEER DATOS DEL DISCO ":PRINT
3070 PRINT SFC(17);"5.- LISTAR DATOS ":FRINT
3080 PRINT SFC(17);"6 .- IMFRIMIR DATOS ":PRINT
3090 PRINT SFC(17);"7 .- REGRESAR AL MENU PRINCIPAL ":PRINT
3100 PRINT:PRINT SPC(18);"SELECCIONE UNA OFCION DE 1 A 7 ";;:INFUT OPB
3110 IF OPB =0 OR OPB 7 THEN PRINT "REFETIR SELECCION":CLS:GOTO 3020
3111 ON OPB GOTO 3800,12000,6000,7000,8000,10000,1112
3112 RETURN
3800 REM
3810 REM ** ALIMENTACION DE DATOS DEL PROCESO **
3815 REM
3950 INPUT HELP#: IF HELP#="S" THEN 23000
4000 CLS:FRINT:PRINT SPC(20);"* ALIMENTAR DATOS DEL PROCESO *":FRINT
4005 PRINT:PRINT SPC(15);"NOMBRE DEL PROCESO ";;:INFUT NIF#
4010 PRINT:PRINT SFC(15);"NUMERO DE COMPONENTES ";;:INFUT NCOM:FRINT
4015 PRINT SFC(15);"NUMERO DE CORRIENTES ";;:INFUT NFIQ:FRINT
4020 PRINT SPC(15);"NUMERO DE CORRIENTES DEFINIDAS ";;:INFUT NSIV:FRINT
4025 PRINT SPC(15);"NUMERO DE BLOQUES DE PROCESO ";;:INFUT NMOD:FRINT
4030 PRINT SPC(15);"NUMERO DE RECIRCULACIONES ";;:INFUT NLOF:FRINT
4035 PRINT SFC(15);"NUMERO DE PARTICIONES ";;:INFUT NPART:FRINT
4040 PRINT SPC(15);"SISTEMA DE UNIDADES : lb/hr (1) , kg/hr (2) ";;:INFUT NSIB
4045 IF NSIS = 0 OR NSIS 2 THEN GOTO 4040

```

```

4050 PRINT*PRINT SFC(15);"CORRIENTES DE INICIO Y FIN DE LAS FARTICIONES :";PRINT
4055 CON = J
4060 FOR FL=1 TO (NPART*2-1) STEP 2
4065 PRINT SFC(18);"PARTICION No. ";CON;": ENTRADA :";:INPUT NSTRM(KL)
4065 PRINT SFC(17);"SALIDA :";:INPUT NSTRM(FL+1)
4068 CON = CON + 1
4070 NEXT FL
4075 CLS:PRINT SFC(20);"* ENTRADA DE COMPONENTES Y SU PESO MOLECULAR *":PRINT
4080 FOR KC=1 TO NCOM
4085 PRINT SFC(15);"COMPONENTE :";KC;": NOMBRE :";:INPUT CO*(KC,1)
4090 PRINT SFC(20);"PESO MOLEC. :";:INPUT CO*(KC,2)
4105 NEXT KC
4110 CLS:PRINT SPC(20);"* VALORES DE LAS CORRIENTES DE ALIMENTACION *"
4115 FOR FG=1 TO NGIV
4118 PRINT SPC(20);KG;"a. CORRIENTE :";
4120 FOR FC=1 TO (NCOM+1)
4121 IF FC=(NCOM+1) THEN 4127
4122 PRINT SPC(15);"GASTO MASA DEL COMPONENTE";KC;": ";:GOTO 4125
4127 PRINT SPC(15);"No. DE LA CORRIENTE :";
4125 INPUT GIV(FG,FC)
4130 NEXT FC
4135 NEXT FG
4150 FOR JKM =1 TO NMUD
4155 CLS:LOCATE 4,20 : PRINT "* CONFIGURACION DEL PROCESO *":PRINT
4158 PRINT SPC(25);"No. CLAVE";SFC(8);"MODULO DE PROCESO":PRINT
4160 PRINT SPC(30);"1";SFC(12);"RECIRCULACION"
4162 PRINT SPC(30);"2";SFC(12);"MEZCLADO"
4164 PRINT SPC(30);"3";SFC(12);"REACCION"
4166 PRINT SPC(30);"4";SFC(12);"RAMIFICACION"
4168 PRINT SPC(30);"5";SFC(12);"DISTRIBUCION"
4170 PRINT SPC(30);"6";SFC(12);"FLASH"
4172 PRINT SPC(30);"7";SFC(12);"ABSORCION":PRINT
4180 PRINT SPC(30);"BLOQUE No.";JKM:PRINT
4182 PRINT SPC(16);"ENTRE EL No. CLAVE DEL BLOQUE REQUERIDO ";
4184 INPUT MO(JKM,1)
4210 IDE = MO(JKM,1)
4215 IF IDE = 2 THEN 4220
4216 IF IDE = 3 THEN 4240
4217 IF IDE = 4 THEN 4260
4220 PRINT*PRINT "DATOS DEL MODULO DE CONVERGENCIA":PRINT
4225 FOR JM=2 TO 5
4230 INPUT MO(JM,JM)
4235 NEXT JM
4236 GOTO 4215
4240 PRINT*PRINT "DATOS PARA LOS MODULOS DE ADICION":PRINT
4245 FOR JM=2 TO 7
4250 INPUT MO(JM,JM)
4251 NEXT JM
4255 GOTO 4230
4260 PRINT*PRINT "DATOS PARA MODULOS DE REACCION Y SEPARACION":PRINT
4265 IF IDE = 6 THEN MJ=4 : LIN=1 : GOTO 4280
4270 IF IDE = 7 THEN MJ=6 : LIN=2 : GOTO 4280
4275 GOTO 4280
4280 FOR JM=2 TO MJ
4285 INPUT MO(JM,JM)
4290 NEXT JM

```

```

4295 ON LIN GOTO 4270,4275
4300 IF IDE = 4 THEN 4305
4301 IF IDE = 4 THEN 4315
4302 IF IDE > 4 THEN 4325
4305 NOFE = NCOM+1
4310 GOTO 4330
4315 NOFE = 1
4320 GOTO 4330
4325 NOFE = NCOM
4330 PRINT:PRINT " PARAMATEROS DE OFERACION DEL MODULO DE FFOLESO"
4335 FOR JO=1 TO NOFE
4340 INPUT OP(JKM,JO)
4345 NEXT JO
4350 NEXT JKM
4355 GOTO 3010
5997 REM
5998 REM * GRABACION DE DATOS EN DISCO *
5999 REM
6000 CLS:PRINT SPC(20);"GRABACION DE DATOS EN EL DISCO":PRINT:PRINT
6005 FRINT SPC(10);"EN QUE DRIVE GRABARA EL ARCHIVO : (A,B o C) ";:INPUT DRV#
6010 PRINT SPC(10);"NOMBRE QUE LLEVARA SU ARCHIVO DE DATOS";:INPUT NOM#
6040 OPEN "D",1, DRV$+":"+"NOM$+".DAT"
6050 WRITE #1, TIT$,NCOM,NFLO,NGIV,NMOD,NLOP,NPART,NSIS
6070 FOR KL=1 TO (NPART*2)
6080 WRITE #1,NSTRM(KL)
6090 NEXT KL
6100 FOR KC=1 TO NCOM
6110 FOR JC=1 TO 2
6120 WRITE #1,CO$(KC,JC)
6130 NEXT JC
6140 NEXT KC
6150 FOR KG=1 TO NGIV
6160 FOR FC=1 TO (NCOM+1)
6170 WRITE #1,GIV(KG,FC)
6180 NEXT FC
6190 NEXT KG
6200 FOR JPM=1 TO NMOD
6210 WRITE #1,MO(JPM,1)
6220 IDE= MO(JKM,1)
6230 IF IDE < 2 THEN 6260
6240 IF IDE = 2 THEN 6300
6250 IF IDE > 2 THEN 6340
6260 FOR JM=2 TO 5
6270 WRITE #1,MO(JPM,JM)
6280 NEXT JM
6290 GOTO 6460
6300 FOR JM=2 TO 7
6310 WRITE #1,MO(JPM,JM)
6320 NEXT JM
6330 GOTO 6520
6340 IF IDE = 6 THEN JMJ=4 : LIN=1 : GOTO 6370
6350 IF IDE = 7 THEN JMJ=6 : LIN=2 : GOTO 6370
6360 GOTO 6410
6370 FOR JM=2 TO JMJ
6380 WRITE #1,MO(JPM,JM)
6390 NEXT JM
6400 ON LIN GOTO 6350,6360

```



```

6410 IF IDE = 4 THEN 6440
6420 IF IDE = 2 THEN 6420
6430 IF IDE = 4 THEN 6480
6440 NOFE = NCOM+1
6450 GOTO 6490
6460 NOFE=1
6470 GOTO 6490
6480 NOFE=NCOM
6490 FOR JO=1 TO NOFE
6500 WRITE #1,OF(J,M,JO)
6510 NEXT JO
6520 NEXT J,M
6600 CLOSE 1
6900 PRINT:PRINT SPC(15);"SUS DATOS YA HAN SIDO GRABADOS EN DISCO":PRINT
6910 PRINT:PRINT SPC(13);"PULSE LA TECLA `C` PARA CONTINUAR"
6920 E$=INKEY$: IF E$ = "C" THEN 6920
6930 GOTO 7010
6997 REM
6998 REM * LECTURA DE DATOS DE DISCO *
6999 REM
7000 CLS:PRINT SPC(20);"LECTURA DE DATOS DE EL DISCO":PRINT:PRINT
7001 PRINT SPC(10);"EN QUE DRIVE ESTA SU ARCHIVO DE DATOS: (A,B o C)";:INPUT DRV$
7002 PRINT:PRINT:PRINT SPC(10);"EN EL DRIVE ` `";DRV$;" ` HAY LOS SIGUIENTES";
7003 PRINT " ARCHIVOS DE DATOS : ";FILES DRV$+":"+ "*.DAT" :PRINT:PRINT
7004 PRINT SPC(10);"ENTRE EL NOMBRE DEL ARCHIVO QUE DESEA SEA LEIDO";:INPUT NOM$
7005 PRINT:PRINT:PRINT SPC(15);"PULSE LA TECLA `C` PARA INICIAR LA LECTURA"
7006 E$=INKEY$.IF E$ = "C" THEN 7006
7040 OPEN "I",1, DRV$+":"+NOM$+".DAT"
7050 INPUT #1, TIT$,NCOM,NFLO,NGIV,NMOD,NLOP,NPART,NSIS
7070 FOR KL=1 TO (NPART*2)
7080 INPUT #1, NSTRM(KL)
7090 NEXT KL
7100 FOR KC=1 TO NCOM
7110 FOR JC=1 TO 2
7120 INPUT #1, CO$(KC,JC)
7130 NEXT JC
7140 NEXT KC
7150 FOR KG=1 TO NGIV
7160 FOR FC=1 TO (NCOM+1)
7170 INPUT #1, GIV(KG,FC)
7180 NEXT FC
7190 NEXT KG
7200 FOR JKM=1 TO NMOD
7210 INPUT #1, MO(J,M,1)
7220 IDE= MO(J,M,1)
7230 IF IDE = 2 THEN 7260
7240 IF IDE = 2 THEN 7300
7250 IF IDE = 2 THEN 7340
7260 FOR JM=2 TO 5
7270 INPUT #1, MO(J,M,JM)
7280 NEXT JM
7290 GOTO 7460
7300 FOR JM=2 TO 7
7310 INPUT #1, MO(J,M,JM)
7320 NEXT JM
7330 GOTO 7520

```

```

7340 IF IDE = 6 THEN JMJ=4 : LIN=1 : GOTO 7370
7350 IF IDE = 7 THEN JMJ=6 : LIN=2 : GOTO 7370
7360 GOTO 7410
7370 FOR JM=2 TO JMJ
7380 INFUT #1, MO(JM,M,JM)
7390 NEXT JM
7400 ON LIN GOTO 7350,7360
7410 IF IDE = 4 THEN 7440
7420 IF IDE = 4 THEN 7460
7430 IF IDE = 4 THEN 7480
7440 NOPE = NCOM+1
7450 GOTO 7490
7460 NOPE=1
7470 GOTO 7490
7480 NOPE=NCOM
7490 FOR JO=1 TO NOPE
7500 INFUT #1, OF(JM,JO)
7510 NEXT JO
7520 NEXT JM
7600 CLOSE 1
7610 PRINT:PRINT:PRINT SPC(15);"SUS DATOS YA HAN SIDO LEIDOS"
7620 PRINT:PRINT:PRINT SPC(15);"PULSE LA TECLA ' C ' PARA CONTINUAR:"
7630 E$=INKEY$: IF E$ <> "C" THEN 7630
7700 IF COD = 1 THEN 12100
7950 GOTO 3010
7999 REM
8000 REM ** SUBROUTINA PARA LISTAR DATOS EN PANTALLA **
8001 REM
8010 CLS:PRINT SFC(20);"LISTADO DE DATOS EN PANTALLA":PRINT:PRINT
8020 PRINT SFC(22);"NOMBRE DEL PROCESO   ":";TIT#:PRINT:PRINT
8030 PRINT SFC(22);"NUMERO DE COMPONENTES   ":";NCOM:PRINT:PRINT
8040 PRINT SFC(22);"NUMERO DE CORRIENTES   ":";NFLO:PRINT:PRINT
8050 PRINT SFC(22);"NUMERO DE CORRIENTES DEFINIDAS   ":";NGIV:PRINT:PRINT
8060 PRINT SFC(22);"NUMERO DE BLOQUES DE PROCESO   ":";NMOD:PRINT:PRINT
8070 PRINT SFC(22);"NUMERO DE RECIRCULACIONES   ":";NLOP:PRINT:PRINT
8071 PRINT:PRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA ' C ' PARA CONTINUAR:"
8072 E$=INKEY$: IF E$ <> "C" THEN 8072
8075 CLS:PRINT:PRINT:PRINT
8080 PRINT SFC(22);"NUMERO DE PARTICIONES   ":";NPART:PRINT:PRINT:PRINT
8090 PRINT SFC(12);"PARTCION No.   ":"   " CORRIENTES DE : ENTRADA   SALIDA"
8100 FOR KL=1 TO NPART
8105 PRINT:PRINT SFC(17);KL;
8110 KJ=2*KL
8120 FI=KJ-1
8125 SP=25
8130 FOR H=1 TO FI
8140 PRINT SPC(SP);NSTRM(H,K);
8145 SP=10
8150 NEXT H
8160 NEXT KL
8161 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA ' C ' PARA CONTINUAR"
8162 E$=INKEY$: IF E$ <> "C" THEN 8162
8169 CLS:PRINT:PRINT:PRINT
8170 PRINT:PRINT SFC(10);"COMPONENTE No. ":";SFC(10);"NOMBRE ":";SFC(10);
8180 PRINT "PROCESO MOLECULAR":PRINT

```

```

8190 FOR IC=1 TO NCOM
8191 H = LEN (LO$(IC))
8192 FOR HH=1 TO (10-H)
8193  )$ = " "
8194 CO$(IC,1) = CO$(IC,1) + A$
8195 NEXT HH
8197 PRINT:PRINT SFC(15);IC;
8196 SP=11
8200 FOR JC=1 TO 2
8210 PRINT SPC(SP);:PRINT LEFT$(CO$(IC,JC),8);
8215 SP=SP+9
8220 NEXT JC
8220 NEXT IC
8221 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA ' C ' PARA CONTINUAR"
8222 E$=INKEY$ : IF E$ = "C" THEN 8232
8225 CLS:PRINT:PRINT:PRINT
8240 IF NSIS=1 THEN NSI$="lb/hr" ELSE NSI$="kg/hr"
8249 PRINT:PRINT
8250 PRINT:PRINT SFC(10);"GASTOS MASA DE LAS CORRIENTES DE ALIMENTACION ";
8260 PRINT " (";NSI$;")":PRINT:PRINT
8270 PRINT SFC(5);"COMPONENTE";SPC(20);"NUMERO DE CORRIENTE":PRINT
8275 SF=22
8280 FOR IG=1 TO NGIV
8290 PRINT SPC(SP);GIV(IG,(NCOM+1));
8295 SP=8
8300 NEXT IG
8305 PRINT
8310 FOR IC=1 TO NCOM
8320 PRINT:PRINT SFC(11);IC;
8325 SF=5
8340 FOR IG=1 TO NGIV
8350 PRINT SPC(SF);:PRINT USING "#####.#";GIV(IG,IC);
8355 SF=4
8360 NEXT IG
8370 NEXT IC
8371 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA ' C ' PARA CONTINUAR"
8372 E$=INKEY$ : IF E$ <> "C" THEN 8372
8375 CLS:PRINT:PRINT:PRINT
8400 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT SPC(20);"CONFIGURACION DEL PROCESO":PRINT:PRINT
8405 PRINT SFC(5);"BLOQUE No";SPC(10);"TIFO";SPC(8);"SALIDAS";SPC(13);"ENTRADAS"
8420 FOR JIM=1 TO NMOD
8430 IDE=MO(JIM,1)
8435 IF JIM > 9 THEN SP=8 ELSE SP=9
8440 PRINT:PRINT SPC(SP);JIM;
8450 IF IDE = 0 THEN 8480
8460 IF IDE = 1 THEN 8540
8470 IF IDE = 2 THEN 8510
8480 PRINT SPC(6);"RECIRCULACION":
8490 SF=6
8495 FOR JM=1 TO 2
8500 PRINT SFC(SF);ML(JM,2);
8510 SF=SF+12
8520 NEXT JM

```

```

8530 GOTO 8980
8540 FRINT SPC(6); "MEZCLADOR";
8545 SP=10
8550 FOR JM=2 TO 7
8560 PRINT SPC(SP); MO(JM, JM);
8570 IF JM=2 THEN SP=10 : GOTO 8590
8580 SP=1
8590 NEXT JM
8600 GOTO 8980
8610 IF IDE <= 6 THEN JMJ=4 ELSE JMJ=6
8620 IF IDE < 4 THEN 8660
8630 IF IDE = 4 THEN 8730
8640 IF IDE = 5 THEN 8810
8650 IF IDE = 6 THEN 8860
8655 IF IDE = 7 THEN 8900
8660 PRINT SPC(6); "REACTOR";
8670 SP=12
8680 FOR JM=2 TO (JMJ-1)
8690 PRINT SPC(SP); MO(JM, JM);
8700 SF=SP+4
8710 NEXT JM
8720 GOTO 8980
8730 PRINT SPC(6); "RAMIFICACION";
8740 SF=5
8750 FOR JM=2 TO JMJ
8760 IF JM=JMJ THEN SP=SP+15
8770 PRINT SPC(SP); MO(JM, JM);
8780 SP=1
8790 NEXT JM
8800 GOTO 8980
8810 PRINT SPC(6); "DISTRIBUCION";
8815 SP=5
8820 FOR JM=2 TO JMJ
8825 IF JM > 3 THEN SP=SP+15
8830 PRINT SPC(SP); MO(JM, JM);
8835 SP=1
8840 NEXT JM
8850 GOTO 8980
8860 FRINT SPC(6); "FLASH";
8865 SP=13
8870 FOR JM=2 TO JMJ
8875 IF JM=JMJ THEN SP=SP+17
8880 PRINT SPC(SP); MO(JM, JM);
8885 SP=1
8890 NEXT JM
8898 GOTO 8980
8900 FRINT SPC(6); "CASCADA"; SFC(10); MO(JM, 4); SFC(11); MO(JM, 5); SFC(15);
8910 FRINT MO(JM, 2); SFC(1); MO(JM, 3);
8980 NEXT JM
8990 PRINT:PRINT:PRINT SPC(15); "PULSE LA TECLA 'C' PARA CONTINUAR"
8995 E$=INKEY$ : IF E$ = "C" THEN 8995
9000 FOR JM=1 TO NMOD
9010 IDE=MO(JM, 1)
9020 CLS:PRINT:PRINT:PRINT SFC(25); "PARAMATROS DE LOS BLOQUES":FRINT:FRINT
9030 PRINT SFC(5); "BLOQUE No"; SFC(10); "TIFO"; SFC(15); "PARAMATROS DE OPERACION"
9040 PRINT:PRINT SPC(8); JM;

```

```

9050 IF IDE = 2 THEN 9080
9060 IF IDE = 2 THEN 9150
9070 IF IDE = 2 THEN 9170
9090 FRINT SFC(8);"RECIRCULACION":FFINT SPC(21);
9090 PRINT "No. DE BLOQUE AL QUE VA LA RECIRCULACION :";SPC(2);MO(JFM,3)
9100 FRINT SFC(28);"No. MAXIMO DE ITERACIONES :";SPC(2);MO(JFM,4)
9110 FRINT SFC(28);"RECIRCULACION No. :";SPC(6);MO(JKM,5)
9120 FRINT SFC(28);"TOLERANCIA DE CONVERGENCIA :";SPC(4);OP(JFM,1)/100
9125 FRINT:FRINT:FRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA ` C ` PARA CONTINUAR"
9126 E#=INKEY# : IF E# = "C" THEN 9126
9130 GOTO 9990
9150 PRINT SFC(6);"MEZCLADOR";SPC(16);"NO TIENE PARAMETROS"
9155 FRINT:FRINT:FRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA ` C ` PARA CONTINUAR"
9156 E#=INKEY# : IF E# = "C" THEN 9156
9160 GOTO 9990
9170 IF IDE = 4 THEN 9220
9180 IF IDE = 4 THEN 9290
9190 IF IDE = 5 THEN 9210
9200 IF IDE = 6 THEN 9370
9210 IF IDE = 7 THEN 9450
9220 FRINT SFC(6);"REACTOR";SPC(5);
9230 PRINT "% DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. ";MO(JKM,4);" = ";OP(JFM,1)
9240 FRINT:FRINT SPC(20);"COMPONENTE";SPC(5);"COEFS. ESTEQUIOMETRICOS"
9250 FOR JC=1 TO NCOM
9260 PRINT SPC(25);JC;SPC(15);OP(JKM,(JC+1))
9270 NEXT JC
9275 FRINT:FRINT:FRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA ` C ` PARA CONTINUAR"
9276 E#=INKEY# : IF E# = "C" THEN 9276
9280 GOTO 9990
9290 PRINT SFC(6);"RAMIFICACION";SPC(5);
9300 PRINT "% QUE VA A LA SALIDA No. ";MO(JKM,2);" = ";OP(JFM,1)
9305 FRINT:FRINT:FRINT SPC(15);"PULSE LA TECLA ` C ` PARA CONTINUAR"
9306 E#=INKEY# : IF E# = "C" THEN 9306
9307 GOTO 9990
9310 FRINT SFC(6);"DISTRIBUCION";SPC(5);
9320 PRINT "COMPONENTE";SPC(2);"% QUE VA A LA SALIDA No. ";MO(JKM,2)
9330 FOR JO=1 TO NCOM
9340 PRINT SPC(32);JO;SPC(17);OP(JFM,JO)
9350 NEXT JO
9355 FRINT:FRINT:FRINT SPC(15);"PULSE LA TECLA ` C ` PARA CONTINUAR"
9356 E#=INKEY# : IF E# = "C" THEN 9356
9360 GOTO 9990
9370 PRINT SFC(6);"FLASH";SPC(12);
9380 PRINT "COMPONENTE";SPC(4);"CTE. DE EQUILIBRIO"
9390 FOR JO=1 TO NCOM
9400 FRINT SFC(37);JO;SPC(14);OP(JFM,JO)
9410 NEXT JO
9415 FRINT:FRINT:FRINT SPC(15);"PULSE LA TECLA ` C ` PARA CONTINUAR"
9416 E#=INKEY# : IF E# = "C" THEN 9416
9420 GOTO 9990
9450 FRINT SFC(9);"CASCADA";SPC(9);"COMPONENTE";SPC(4);"% QUE VA A LA ";
9460 FRINT "SALIDA No. ";MO(JFM,6)
9470 FOR JC=1 TO NCOM
9480 FRINT SFC(29);JC;SPC(15);OP(JFM,JC)
9490 NEXT JC
9575 FRINT:FRINT:FRINT SPC(15);"PULSE LA TECLA ` C ` PARA CONTINUAR"
9596 E#=INKEY# : IF E# = "C" THEN 9596

```

```

9900 GOTO 9990
9990 NEXT JKM
9995 GOTO 3010
9999 REM
10000 REM ** SUBROUTINA PARA LISTADO DE DATOS **
10001 REM
10010 LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20);"*** LISTADO DE DATOS ***";LPRINT:LPRINT
10020 LPRINT TAB(22);"NOMBRE DEL PROCESO ";TIT%;LPRINT:LPRINT
10030 LPRINT TAB(22);"NUMERO DE COMPONENTES ";NCOM:LPRINT:LPRINT
10040 LPRINT TAB(22);"NUMERO DE CORRIENTES ";NFLO:LPRINT:LPRINT
10050 LPRINT TAB(22);"NUMERO DE CORRIENTES DEFINIDAS ";NGIV:LPRINT:LPRINT
10060 LPRINT TAB(22);"NUMERO DE BLOQUES DE PROCESO ";NMOD:LPRINT:LPRINT
10070 LPRINT TAB(22);"NUMERO DE RECIRCULACIONES ";NLOF:LPRINT:LPRINT
10075 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
10080 LPRINT TAB(22);"NUMERO DE PARTICIONES ";NPART:LPRINT:LPRINT:LPRINT
10090 LPRINT TAB(12);"PARTICION No. "; CURRIENTES DE : ENTRADA SALIDA"
10100 FOR IL=1 TO NPART
10105 LPRINT:LPRINT TAB(17);IL;
10110 IJ=2*IL
10120 II=IJ-1
10125 SP=25
10130 FOR KK=KI TO IJ
10140 LPRINT SPC(SP);NSTEM(I);
10145 SP=9
10150 NEXT KK
10160 NEXT IL
10169 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
10170 LPRINT:LPRINT TAB(10);"COMPONENTE No.";SPC(10);"NOMBRE";SFC(10);
10180 LPRINT "PESO MOLECULAR";LPRINT
10190 FOR KC=1 TO NCOM
10191 H = LEN (CO$(KC,1))
10192 FOR HH=1 TO (10-H)
10193 A$ = " "
10194 CO$(KC,1) = CO$(KC,1) + A$
10195 NEXT HH
10197 LPRINT:LPRINT TAB(15);IC;
10198 SP=11
10200 FOR JC=1 TO 2
10210 LPRINT SFC(SF);:LPRINT LEFT$(CO$(IC,JC),10);
10215 SF=SF+9
10220 NEXT JC
10230 NEXT KC
10235 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
10240 IF NSIS=1 THEN NSI$="lb/hr" ELSE NSI$="kg/hr"
10249 LPRINT:LPRINT:LPRINT
10250 LPRINT:LPRINT TAB(10);"GASTOS MASA DE LAS CORRIENTES DE ALIMENTACION ";
10260 LPRINT " (";NSI$;")";LPRINT:LPRINT
10270 LPRINT TAB(5);"COMPONENTE";SPC(20);"NUMERO DE CORRIENTE";LPRINT
10275 SP=22
10280 FOR IG=1 TO NGIV
10290 LPRINT SFC(SF);GIV(IG,(NCOM+1));
10295 SP=8
10300 NEXT IG
10305 LPRINT

```

```

10210 FOR IC=1 TO NCOM
10220 LPRINT:LPRINT 'AB(11);IC;
10230 SF=5
10240 FOR IG=1 TO NGIV
10250 LPRINT SPC(SF);LPRINT USING "#####.#";GIV(IG,IC);
10255 SF=4
10260 NEXT IG
10270 NEXT IC
10275 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT
10400 LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20);"CONFIGURACION DEL PROCESO":LPRINT:LPRINT
10405 LPRINT TAB(5);"BLOQUE No";SPC(9);"TIPO";SPC(8);"SALIDA";SPC(13);"ENTRADA"
10420 FOR JHM=1 TO NMOD
10430 IDE=MO(JHM,1)
10435 IF JHM = 9 THEN SF=8 ELSE SF=9
10440 LPRINT:LPRINT SPC(SF);JHM;
10450 IF IDE = 2 THEN 10480
10460 IF IDE = 2 THEN 10540
10470 IF IDE = 2 THEN 10610
10480 LPRINT SPC(5);"RECIRCULACION";
10490 SF=6
10495 FOR JM=1 TO 2
10500 LPRINT SPC(SF);MO(JHM,JM);
10510 SF=SF+12
10520 NEXT JM
10570 GOTO 10999
10540 LPRINT SPC(6);"MEZCLADOR";
10545 SF=10
10550 FOR JM=2 TO 7
10560 LPRINT SPC(SF);MO(JHM,JM);
10570 IF JM=2 THEN SF=10 : GOTO 10590
10580 SF=1
10590 NEXT JM
10600 GOTO 10999
10610 IF IDE = 6 THEN JMJ=4 ELSE JMJ=6
10620 IF IDE = 4 THEN 10660
10630 IF IDE = 4 THEN 10720
10640 IF IDE = 5 THEN 10810
10650 IF IDE = 6 THEN 10860
10655 IF IDE = 7 THEN 10900
10660 LPRINT SPC(6);"REACTOR";
10670 SF=12
10680 FOR JM=2 TO (JMJ-1)
10690 LPRINT SPC(SF);MO(JHM,JM);
10700 SF=SF+6
10710 NEXT JM
10720 GOTO 10999
10720 LPRINT SPC(6);"RAMIFICACION";
10740 SF=5
10750 FOR JM=2 TO JMJ
10760 IF JM=JMJ THEN SF=SF+15
10770 LPRINT SPC(SF);MO(JHM,JM);
10780 SF=1
10790 NEXT JM
10800 GOTO 10999
10810 LPRINT SPC(6);"DISTRIBUCION";
10815 SF=5
10820 FOR JM=2 TO JMJ

```

```

10825 IF JM = 7 THEN SF=SF+15
10830 LFRINT SFC(SF);MO(JFM,JM);
10835 SF=1
10840 NEXT JM
10850 GOTO 10990
10860 LFRINT SFC(6);"FLASH";
10865 SF=17
10870 FOR JM=2 TO JMJ
10875 IF JM=JMJ THEN SF=SF+15
10880 LFRINT SFC(SF);MO(JFM,JM);
10885 SF=1
10890 NEXT JM
10895 GOTO 10999
10900 LFRINT SFC(6);"CASCADA";SFC(10);MO(JFM,4);SFC(1);MO(JFM,5);SFC(15);
10910 LFRINT MO(JFM,2);SFC(1);MO(JFM,3);
10999 NEXT JFM
11000 LFRINT:LFRINT:LFRINT
11002 LFRINT:LFRINT:LFRINT TAB(25);"PARAMETROS DE LOS BLOQUES".LFRINT:LFRINT
11010 LFRINT TAB(5);"BLOQUE No";SFC(10);"TIPO";SFC(15);"PARAMETROS DE OPERACION"
11020 FOR JKM=1 TO NMOD
11030 IDE=MO(JFM,1)
11035 IF JFM = 9 THEN SP=7 ELSE SF=8
11040 LFRINT:LFRINT TAB(8);JKM;
11050 IF IDE = 2 THEN 11080
11060 IF IDE = 2 THEN 11150
11070 IF IDE = 2 THEN 11170
11080 LFRINT SFC(8);"RECIRCULACION";LFRINT TAB(23);
11090 LFRINT "No. DE BLOQUE AL QUE VA LA RECIRCULACION :";SFC(2);MO(JFM,3)
11100 LFRINT TAB(28);"No. MAXIMO DE ITERACIONES :";SFC(2);MO(JFM,4)
11110 LFRINT TAB(29);"RECIRCULACION No. :";SFC(6);MO(JFM,5)
11120 LFRINT TAB(29);"TOLERANCIA DE CONVERGENCIA :";SFC(4);OF(JFM,1)/100
11130 GOTO 11990
11150 LFRINT SFC(6);"MEZCLADOR";SFC(18);"NO TIENE PARAMETROS"
11160 GOTO 11990
11170 IF IDE = 4 THEN 11220
11180 IF IDE = 4 THEN 11290
11190 IF IDE = 5 THEN 11310
11200 IF IDE = 6 THEN 11270
11210 IF IDE = 7 THEN 11450
11220 LFRINT SFC(4);"REACTOR";SFC(2);
11230 LFRINT "% DE CONVERSION DEL COMPONENTE No. ";MO(JFM,4);"=";OF(JFM,1)
11240 LFRINT:LFRINT TAB(20);"COMPONENTE";SFC(5);"COEFS. ESTEQUIOMETRICOS"
11250 FOR JC=1 TO NCOM
11260 LFRINT TAB(25);JC;SFC(15);OF(JFM,(JC+1))
11270 NEXT JC
11280 GOTO 11990
11290 LFRINT SFC(6);"RAMIFICACION";SFC(5);
11300 LFRINT "% QUE VA A LA SALIDA No. ";MO(JFM,1);"=";OF(JFM,1)
11307 GOTO 11990
11310 LFRINT SFC(6);"DISTRIBUCION";SFC(5);
11320 LFRINT "COMPONENTE";SFC(3);"% QUE VA A LA SALIDA No. ";MO(JFM,1)
11330 FOR JO=1 TO NCOM
11340 LFRINT TAB(32);JO;SFC(17);OF(JFM,JO)
11350 NEXT JO
11360 GOTO 11990

```



```

1130 LPRINT "C(6); 'LAZAR'; SFC(12);
1135 LPRINT "COMPONENTE"; SFC(4); "UTE. DE EQUILIBRIO"
1137 FOR JU=1 TO NCOM
1140 LPRINT "AB(28); JO; SFC(35); OF(JM,JO)
1141 NEXT JO
1142 GOTO 1190
1145 LPRINT SFC(6); "CARGADA"; SFC(2); "COMPONENTE"; SFC(3); "% QUE VA A LA ";
1146 LPRINT "SALIDA No. "; MO(JM,6)
1147 FOR JL=1 TO NCOM
1148 LPRINT SFC(21); JC; SFC(15); OF(JM,JC)
1149 NEXT JL
1160 GOTO 1190
1190 NEXT JM
1195 GOTO 3010
1199 REM
1200 REM ** SUBROUTINA PARA MODIFICACION DE DATOS **
1201 REM
1205 CLS:FRINT:FRINT:PRINT
1210 FRINT SFC(15); "PARA MODIFICAR DATOS, ESTOS DEBEN LEERSE DEL DISCO":PRIN:
1220 FRINT SFC(15); "YA HAN SIDO LEIDOS SUS DATOS DEL DISCO (SI/NO) ";:INFUT M#
1230 REM IF M# = "SI" OR M# = "NO" THEN 12010
1240 IF M# = "SI" THEN 12100
1250 CUD = 1
1260 COTO 7001
12100 CLS:FRINT:FRINT "LOS DATOS SE AGRUPOAN DE LA SIGUIENTE FORMA :":FRINT
12110 FRINT:FRINT SFC(12);1;SFC(28);2;SFC(27);3:PRINT
12120 PRINT SFC(8); "NOMBRE DEL PROCESO"; SFC(9); "ENTRADAS Y SALIDAS"; SFC(9);
12140 FRINT "NOMBRE DE"
12150 FRINT SFC(8); "No. COMPONENTES"; SFC(12); "DE LAS PARTICIONES"; SFC(9);
12160 FRINT "LOS COMPONENTES"
12170 FRINT SFC(8); "No. DE CORRIENTES"
12180 PRINT SFC(8); "No. DE CORRIENTES DEFINIDAS":PRINT SFC(8); "No. DE MODULOS"
12190 PRINT SFC(8); "No. DE RECIRCULACIONES":PRINT SFC(8); "No. DE PARTICIONES"
12200 FRINT SFC(8); "SIST. DE UNIDADES":PRINT
12210 FRINT SFC(12);4;SFC(27);5;SFC(24);6:PRINT
12220 FRINT SFC(9); "CORRIENTES DE"; SFC(14); "CONFIGURACION"; SFC(14);
12240 FRINT "PARAMETROS DE"
12250 FRINT SFC(8); "ALIMENTACION"; SFC(15); "DEL PROCESO"; SFC(16); "LOS MODULOS"
12260 FRINT
12270 INPUT " ENTRE SI SI DESEA MODIFICAR O 'NO' PARA REGRESAR AL MENU "; M2#
12280 IF M2# = "SI" THEN 3010
12290 FRINT
12300 PRINT SFC(5); "SELECCIONE EL GRUPO EN EL QUE VA A HACER MODIFICACIONES";
12310 INPUT " ( 1 A 8 ) "; M1
12320 IF M1 = 1 OR M1 = 2 THEN 12100
12350 ON M1 GOTO 12360,12700,12800,12900,12990,13300
12360 CLS:FRINT:FRINT SFC(25); "GRUPO 1":FRINT:FRINT
12370 FRINT SFC(20); "1.- NOMBRE DEL PROCESO"
12380 FRINT SFC(20); "2.- No. DE COMPONENTES"
12390 FRINT SFC(20); "3.- No. DE CORRIENTES"
12400 FRINT SFC(20); "4.- No. DE CORRIENTES DEFINIDAS"
12410 FRINT SFC(20); "5.- No. DE MODULOS"
12420 FRINT SFC(20); "6.- No. DE RECIRCULACIONES"
12430 FRINT SFC(20); "7.- No. DE PARTICIONES"
12440 FRINT SFC(20); "8.- SISTEMA DE UNIDADES"
12450 FRINT SFC(20); "9.- REGRESAR AL MENU DE MODIFICACIONES":FRINT:FRINT

```

```

12460 PRINT SPC(10);"ENTRE EL NUMERO DEL DATO A MODIFICAR (1 A 9) ";;INPUT M7
12470 IF M7 = 1 OR M7 = 9 THEN 12760
12480 ON M3 GOTO 12490,12510,12570,12580,12580,12600,12620,12640,12670
12490 PRINT:PRINT SPC(15);"ENTRE EL NUEVO NOMBRE DEL PROCESO ";;INPUT M1$
12500 GOTO 12760
12510 PRINT:PRINT SPC(15);"ENTRE EL NUEVO No. DE COMPONENTES ";;INPUT NCOM
12520 GOTO 12760
12530 PRINT:PRINT SPC(15);"ENTRE EL NUEVO No. DE CORRIENTES ";;INPUT NFLO
12540 GOTO 12760
12560 PRINT:PRINT SPC(9);"ENTRE EL NUEVO No. DE CORTES. DEFINIDAS ";;INPUT NGIV
12570 GOTO 12760
12580 PRINT:PRINT SPC(15);"ENTRE EL NUEVO No. DE MODULOS ";;INPUT NMOD
12590 GOTO 12760
12600 PRINT:PRINT SPC(15);"ENTRE EL NUEVO No. DE RECIRCULACIONES ";;INPUT NLOP
12610 GOTO 12760
12620 PRINT:PRINT SPC(15);"ENTRE EL NUEVO No. DE FARTICIONES ";;INPUT NFAET
12630 GOTO 12760
12640 PRINT:PRINT SPC(9);"ENTRE EL NUEVO SIST. DE UNIDADES: 1) 'hr' (1)";
12650 PRINT " , kg/hr (2) ";;INPUT NSIS
12660 GOTO 12760
12670 GOTO 12100
12700 CLS:PRINT:PRINT SPC(10);"ENTRE EL No.DE CORRIENTE DE ENTRADA Y SALIDA ";;
12710 PRINT "DE LAS FARTICIONES":PRINT
12720 PRINT SPC(25);"EN FORMA CONTINUA":PRINT:PRINT
12730 FOR FL=1 TO (NFAET*2)
12740 PRINT SPC(5);"INICIO ENTER FIN ENTER ";;PRINT
12750 INPUT NSTRM(FL)
12760 NEXT FL
12780 GOTO 12100
12800 CLS:PRINT:PRINT SPC(7);"ENTRE EL NOMBRE Y FM DE CADA COMPONENTE";
12810 PRINT " EN FORMA CONTINUA":PRINT:PRINT
12820 FOR IC=1 TO NCOM
12830 PRINT SPC(10);"COMPONENTE ";;IC;" , NOMBRE Y FM : "
12840 FOR JC=1 TO 2
12850 INPUT C$(IC,JC)
12860 NEXT JC
12870 NEXT IC
12890 GOTO 12100
12900 CLS:PRINT:PRINT SPC(5);"ENTRE LOS VALORES DE LAS CORRIENTES DE";
12910 PRINT " ALIMENTACION EN FORMA CONTINUA":PRINT:PRINT
12920 FOR KG=1 TO NGIV
12930 FOR KC=1 TO (NCOM+1)
12940 INPUT GIV(KG,KC)
12950 NEXT KC
12960 NEXT KG
12980 GOTO 12100
12990 CLS:PRINT:PRINT SPC(10);"MODIFICACIONES EN LA CONFIGURACION DEL ",
13000 PRINT "PROCESO":PRINT:PRINT
13010 PRINT SPC(10);"ENTRE EL NUMERO DEL BLOQUE QUE VA A CORRER ";;
13020 INPUT JFM:PRINT:PRINT
13030 PRINT SPC(10);"ENTRE EL No. DE CODIGO DEL BLOQUE ";;INPUT MD(JFM,1)
13040 IDE=MD(JFM,1)
13050 IF IDE < 2 THEN 13080
13060 IF IDE = 2 THEN 13130
13070 IF IDE = 2 THEN 13180

```

```

1050 PRINT:PRINT SFC(10) <"ENTRE LOS DATOS DEL BLOQUE : "
1090 FOR JM=2 TO 5
1100 INPUT MO(JM,JM)
1110 NEXT JM
1120 GOTO 11250
1130 PRINT:PRINT SFC(10);"ENTRE LOS DATOS DEL BLOQUE : "
1140 FOR JM=2 TO 7
1150 INPUT MO(JM,JM)
1160 NEXT JM
1170 GOTO 11250
1180 PRINT:PRINT SFC(10);"ENTRE LOS DATOS DEL BLOQUE : "
1190 IF IDE = 6 THEN JMJ=4 ELSE JMJ=6
1200 FOR JM=2 TO JMJ
1210 INPUT MO(JM,JM)
1220 NEXT JM
1230 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"DESEA MODIFICAR OTRO BLOQUE (SI/NO) ";
1240 INPUT M5#
1250 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"DESEA MODIFICAR OTRO BLOQUE (SI/NO) ";
1260 INPUT M5#
1270 IF M5# = "SI" THEN 1290
1280 GOTO 12100
1290 CLS:PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"MODIFICACION DE LOS PARAMETROS DE LOS";
1300 PRINT " BLOQUES":PRINT:PRINT
1310 PRINT SFC(15);"ENTRE EL No. DEL BLOQUE :";INPUT J1M :PRINT
1320 PRINT:PRINT SFC(15);"ENTRE EL No. DE CODIGO DEL BLOQUE :";INPUT IDE
1330 IF IDE = 1 THEN NOPE = 1 : GOTO 13385
1340 IF IDE = 2 THEN 13450
1350 IF IDE = 3 THEN NOPE = NCOM+1 : GOTO 13385
1360 IF IDE = 4 THEN NOPE = 1 : GOTO 13385
1370 IF IDE > 4 THEN NOPE = NCOM
1380 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"ENTRE LOS PARAMETROS DEL BLOQUE : "
1390 FOR JO=1 TO NOPE
1400 INPUT OF(J1M,JO)
1410 NEXT JO
1420 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"DESEA MODIFICAR OTRO BLOQUE (SI/NO) ";
1430 INPUT M6#
1440 IF M6# = "SI" THEN 13300 ELSE 12100
1450 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"BLOQUE DE MEZCLADO , NO TIENE PARAMETROS"
1460 GOTO 13420
14999 REM
15000 REM ** SUBROUTINA PARA CALCULOS DEL PROCESO **
15001 REM
15005 LOCATE 8,20:PRINT "REALIZANDO CALCULOS":PRINT
15006 LOCATE 10,20:PRINT "FAVOR DE ESFERAR"
15010 DIM FLO(NFLO,NCOM),TFLO(NFLO),OFLO(NFLO,NCOM)
15015 DIM FITE(NLGF),ILOF(NLOF),XFLO(NLOP,NCOM)
15020 DIM XOFLO(NLOP,NCOM),Z(NCOM),STRM(100)
15025 DIM AVM(NFLO),FPMH(NFLO),PMH(NFLO,NCOM)
15100 REM * AFREGLO DE CORRIENTES *
15102 NDX = NPART * 2
15104 I = NDX - 1
15106 JL = 0
15108 FOR FM=1 TO I STEP 2
15110 J = NSTRM(FM)
15112 J1 = NSTRM(FM+1)
15114 FOR Q=J1 TO J1
15116 JL = JL + 1

```

```

15114 STRM(JL) = JI
15115 NEXT JI
15116 NEXT KM
15118 FOR IF=1 TO NFLO
15120 FOR KC=1 TO NCOM
15120 FLO(KF,KC) = 0
15140 OFLO(IF,KC) = 0
15150 NEXT KC
15160 NEXT KF
15170 FOR IG=1 TO NGIV
15175 NGS = GIV(KG, (NCOM+1))
15180 FOR KF=1 TO NFLO
15200 IF NGS < STRM(KF) THEN 15250
15210 FOR IC=1 TO NCOM
15220 FLO(KF,IC) = GIV(KG,IC)
15230 NEXT IC
15250 NEXT KF
15260 NEXT IG
15450 L=1
15500 REM * INICIALIZACION *
15510 FOR KM=L TO NMOD
15520 IDE = MO(IM,1)
15550 ON IDE GOTO 15550,15950,16150,16450,16600,16750,17150
15549 REM
15550 REM * MODULO DE RECIRCULACION *
15551 REM
15560 INL = MO(IM,2)
15570 INI = MO(KM,3)
15580 NITE = MO(IM,4)
15590 LOP = MO(KM,5)
15600 TOL = .01 * OP(IM,1)
15610 FOR LMN=1 TO NCOM
15620 IF FLO(INL,LMN) = 0 THEN FLO(INL,LMN) = 0
15625 IF FLO(INL,LMN) = 0 THEN 15650
15630 IF FLO(INL,LMN) = 0 THEN 15640
15640 IF ABS(1 - OFLO(INL,LMN) / FLO(INL,LMN)) >= TOL THEN 15670
15650 NEXT LMN
15660 GOTO 15830
15670 IF KITE(LOP) >= NITE THEN 15885
15680 IF KITE(LOP) >= 2 THEN ILOP(LOP) = 1
15690 IF ILOP(LOP) = 1 THEN 15740
15700 IF KITE(LOP) > 1 THEN 15740
15705 FOR KC=1 TO NCOM
15710 IF KITE(LOP) > 0 THEN XFLO(LOP,IC) = XFLO(LOP,IC)
15715 XFLO(LOP,IC) = FLO(INL,IC)
15720 OFLO(INL,IC) = FLO(INL,IC)
15725 NEXT KC
15730 GOTO 15800
15740 FOR IC=1 TO NCOM
15745 IF FLO(INL,IC) = OFLO(INL,IC) THEN 15795
15750 S = (XFLO(LOP,IC) - XFLO(LOP,IC)) / (FLO(INL,IC) - OFLO(INL,IC))
15755 Q = 1 / (1 - S)
15760 IF Q > 5 THEN Q = 5
15765 IF Q < -5 THEN Q = -5
15770 XFLO(LOP,IC) = XFLO(LOP,IC)
15775 OFLO(INL,IC) = FLO(INL,IC)
15780 XFLO(LOP,IC) = Q * (XFLO(LOP,IC) + (1 - Q) * FLO(LOP,IC))

```

```

15785 FLO(INL,IC) = FLO/LOF,IC)
15790 IF FLO(INL,IC) = 0 THEN FLO(INL,IC) = QFLO(INL,IC)
15795 NEXT IC
15800 KITE(LOF) = FITE(LOF) + 1
15805 L = INI
15810 GOTO 15500
15820 PRINT:PRINT SPC(10);"LA RECIRCULACION No. ";LOF;" CONVERGE EN ";
15840 PRINT FITE(LOF);" ITERACIONES ";PRINT:
15860 KITE(LOF) = 0
15870 GOTO 17500
15885 PRINT:PRINT SPC(10);"LA RECIRCULACION No. ";LOF;" NO CONVERGE EN ";
15890 PRINT KITE(LOF);" ITERACIONES ";PRINT:STOP
15900 RETURN
15949 REM
15950 REM * MODULO DE ADICION *
15951 REM
15960 FOR IC=1 TO NCOM
15970 EXI = 0
15980 LEA = MO(KM,2)
15990 FOR I=1 TO 5
16000 INL1 = MO(KM,I+2)
16010 IF INL1 = 0 THEN 16080
16020 FOR JE=1 TO NFLD
16030 IF INL1 > STRM(JE) THEN 16060
16040 INL = JE
16050 GOTO 16070
16060 NEXT JE
16070 EXI = EXI + FLO(INL,IC)
16080 NEXT I
16090 FLO(LEA,IC) = EXI
16100 NEXT IC
16120 GOTO 17500
16149 REM
16150 REM * MODULO DE REACCION *
16151 REM
16160 LEA = MO(KM,2)
16170 INL = MO(KM,3)
16180 KY = MO(KM,4)
16190 CON = .01 * OP(PM,1)
16200 FOR IC=1 TO NCOM
16210 STO = OP(PM,(IC+1))
16220 IF STO > 0 THEN 16230
16222 IF STO = 0 THEN 16260
16224 IF STO < 0 THEN 16280
16230 FRA = -STO * CON / OF(KM,(IY+1))
16240 F1 = 1
16250 FLO(LEA,IC)=FRA*FLO(INL,IY)*VAL(CO$(IC,2))/VAL(CO$(IY,2))+FLO(INL,IC)*F1
16255 GOTO 16280
16260 FLO(LEA,IC) = FLO(INL,IC)
16270 GOTO 16280
16280 FRA = 1 - CON
16290 IF (KY - IC) < 0 THEN 16320

```

```

16300 F1 = 0
16310 GOTO 16250
16320 FRA = STO * CON / OP(KM, (IY+1))
16330 CONST1 = FLO(INL, IC) / VAL(CO$(IC, 2))
16340 CONST2 = FLO(INL, IY) / VAL(CO$(IY, 2))
16350 FLO(LEA, IC) = CONST1 - CONST2 * FRA
16360 FLO(LEA, IC) = FLO(LEA, IC) * VAL(CO$(IC, 2))
16370 IF FLO(LEA, IC) = 0 THEN FLO(LEA, IC) = 0
16380 NEXT IC
16400 GOTO 17500
16449 REM
16450 REM * MODULO DE RAMIFICACION *
16451 REM
16460 LEA1 = MO(KM, 2)
16470 LEA2 = MO(KM, 3)
16480 INL = MO(KM, 4)
16490 FRA = .01 * OP(KM, 1)
16500 FOR IC=1 TO NCOM
16510 ENT = FLO(INL, IC)
16520 EXI = ENT * FRA
16530 FLO(LEA1, IC) = EXI
16540 FLO(LEA2, IC) = ENT - EXI
16550 NEXT IC
16580 GOTO 17500
16599 REM
16600 REM * MODULO DE DISTRIBUCION *
16601 REM
16610 LEA1 = MO(KM, 2)
16620 LEA2 = MO(KM, 3)
16630 INL = MO(KM, 4)
16640 FOR IC=1 TO NCOM
16650 FRA = .01 * OP(KM, IC)
16660 ENT = FLO(INL, IC)
16670 EXI = ENT * FRA
16680 FLO(LEA1, IC) = EXI
16690 FLO(LEA2, IC) = ENT - EXI
16700 NEXT IC
16720 GOTO 17500
16749 REM
16750 REM * MODULO FLASH *
16751 REM
16760 LEA1 = MO(KM, 2)
16770 LEA2 = MO(KM, 3)
16780 INL = MO(KM, 4)
16790 PHI = .5
16800 PHIO = 1
16810 FEED = 0
16820 FOR IC=1 TO NCOM
16830 FEED = FEED + FLO(INL, IC)
16834 NEXT IC
16836 FOR IC=1 TO NCOM
16840 Z(IC) = FLO(INL, IC) / FEED
16850 NEXT IC
16860 FOR IONT=1 TO 50
16870 FUNC = 0 : FUNC1 = 0

```

```

16890 FOR IC=1 TO NCOM
16895 FUNC = FUNC + Z(IC) / (1 - PHI * (1 - 1 / OP(KM,IC)))
16900 FUNC1 = FUNC1 + Z(IC) * (1 - 1 / OP(KM,IC)) / ((1 - PHI * (1 - 1 / OP(KM,IC)))^2)
16905 NEXT IC
16910 FUNC = FUNC - 1
16920 IF ABS(FUNC) = .00001 OR ABS(1 - PHI / PHI) = .0001 THEN 16980
16930 PHI = PHI
16940 PHI = PHI - FUNC / FUNC1
16950 NEXT IC
16955 PRINT SPC(10); "EL MODULO No. "; I; M; ", (FLASH) , NO CONVERGE EN"; KONT;
16960 PRINT "ITERACIONES": PRINT
16962 PRINT SPC(20); "PARA MODIFICAR LAS ITERACIONES :": PRINT
16970 RETURN
16980 FOR IC=1 TO NCOM
16990 FLO(LEA1,IC) = (1 - PHI) * FLO(INL,IC) / (1 - PHI * (1 - 1 / OP(KM,IC)))
17000 FLO(LEA2,IC) = FLO(INL,IC) - FLO(LEA1,IC)
17010 NEXT IC
17050 GOTO 17500
17149 FEM
17150 REM * MODULO DE CASCADA *
17151 REM
17160 INL1 = MO(I, M, 2)
17170 INL2 = MO(I, M, 3)
17180 LEA1 = MO(I, M, 4)
17190 LEA2 = MO(I, M, 5)
17200 LEAE = MO(I, M, 6)
17210 FOR IC=1 TO NCOM
17220 FRA = .01 * OF(KM,IC)
17230 SUMA = FLO(INL1,IC) + FLO(INL2,IC)
17240 FLO(LEAE,IC) = FRA * SUMA
17250 IF LEAE = LEA1 THEN FLO(LEA2,IC) = SUMA - FLO(LEAE,IC)
17260 IF LEAE = LEA2 THEN FLO(LEA1,IC) = SUMA - FLO(LEAE,IC)
17280 NEXT IC
17300 GOTO 17500
17500 NEXT I; M
18000 REM * VELOCIDADES DE FLUJO MOLAR TOTALES *
18010 FOR N=1 TO NFLO
18020 FOR J=1 TO NCOM
18030 IF FLO(N,J) = 0 THEN 18050
18040 FLO(N,J) = -1 * FLO(N,J)
18050 NEXT J
18060 NEXT N
18070 FOR KF=1 TO NFLO
18080 TFLO(KF) = 0
18090 TFMH(KF) = 0
18100 QVM(KF) = 0
18110 FOR IC=1 TO NCOM
18120 TFLO(KF) = TFLO(KF) + FLO(KF,IC)
18130 FMH(KF,IC) = 0
18140 IF FLO(KF,IC) = 0 THEN FMH(KF,IC) = FLO(KF,IC) / VAL(CD*(IC, 2))
18150 TFMH(KF) = TFMH(KF) + FMH(KF,IC)
18160 NEXT IC

```

```

18170 IF TFMH(I F) = 0 THEN 18190
18180 AVM(I F) = TFLO(I F)/TFMH(I F)
18190 NEXT I F
18500 RETURN
19997 REM
20000 REM ** SUBROUTINA PARA SALIDA DE RESULTADOS DEL BALANCE **
20001 REM
20010 CLG:FRINT:FRINT:PRINT SPC(15);"RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA"
20020 FRINT:FRINT:FRINT:FRINT:PRINT
20030 PRINT SPC(10);"SE HA REALIZADO EL BALANCE DE MATERIA DEL PROCESO":FRINT
20040 PRINT SPC(10);"LAS OPCIONES PARA OBTENER LOS RESULTADOS SON :":PRINT
20050 PRINT:PRINT:PRINT SPC(20);"1 .-LISTADOS EN PANTALLA":PRINT:PRINT
20060 PRINT:FRINT SPC(20);"2 .- LISTADOS POR IMPRESORA":FRINT:FRINT
20070 PRINT:PRINT SPC(20);"3 .- REGRESAR AL MENU PRINCIPAL":FRINT:PRINT:FRINT
20080 PRINT SPC(15);"ELIJA LA OPCION DESEADA (1 A 3)":;INFUT OPD
20090 ON OPD GOTO 20200,21000,22000
20200 REM * LISTADO DE RESULTADOS EN PANTALLA *
20205 FOR II=1 TO NFLD STEP 5
20207 I = II
20208 J = I
20209 IF (I+4-NFLD) < 0 THEN 20210 ELSE 20212
20210 I = I+4
20211 GOTO 20215
20212 I = NFLD
20215 CLG:FRINT:PRINT
20220 PRINT SPC(20);"RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA"
20230 IF NSIS = 1 THEN NSI$ = "lb/hr" ELSE NSI$ = "kg/hr"
20240 PRINT SPC(30);"(";NSI$;")":PRINT:FRINT:PRINT:PRINT
20250 FRINT SPC(7);"COMPONENTE";SPC(15);"NUMERO DE CORRIENTE":PRINT:FRINT
20260 PRINT SPC(3);"No. ";SPC(5);"NOMBRE";
20265 SP=9
20266 FOR I G=J TO I
20270 FRINT SPC(SP);I G;
20280 SP=8
20290 NEXT I G
20300 PRINT
20310 FOR I C=1 TO NCOM
20311 H = LEN (CO$(I C,1))
20312 FOR HH=1 TO (10-H)
20313 A$ = " "
20314 CO$(I C,1) = CO$(I C,1) + A$
20317 NEXT HH
20320 PRINT:PRINT SPC(3);I C;SPC(7);;PRINT LEFT$(CO$(I C,1),10):
20325 SP=5
20330 FOR JC=J TO I
20340 PRINT SPC(SP);;PRINT USING "#####.#";FLO(JC,I C);
20350 SP=4
20360 NEXT JC
20370 NEXT I C
20371 PRINT
20372 PRINT SPC(6);"FLUJO TOTAL";
20374 SP=7
20376 FOR I F=J TO I
20378 PRINT SPC(SP);;PRINT USING "#####.#";TFLO(I F);
20380 SP=4
20382 NEXT I F

```



```

20285 PRINT:PRINT:PRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA  C  PARA CONTINUAR"
20286 E$=INKEY$ : IF E$ = "C" THEN 20380
20390 NEXT I1
20400 FOR I1=1 TO NFLO STEP 4
20410 I = 11
20415 J = I
20420 IF (I+3-NFLO) = 0 THEN 20425 ELSE 20435
20425 I = I+2
20430 GOTO 20440
20435 I = NFLO
20440 CLS:PRINT:PRINT
20450 PRINT SFC(20);"RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA"
20460 IF NSIS = 1 THEN NSI$ = "lbmol/hr" ELSE NSI$ = "kgmol/hr"
20470 PRINT SFC(30);"(";NSI$;")":PRINT:PRINT:PRINT
20480 PRINT SFC(7);"COMPONENTE";SFC(15);"NUMERO DE CORRIENTE":PRINT:PRINT
20490 PRINT SFC(7);"No. ";SFC(2);"NOMBRE";SFC(5);"PESO MOLEC.";
20500 SP=5
20510 FOR I2=J TO I
20520 PRINT SFC(SP);I2;
20530 SF=8
20540 NEXT I2
20545 PRINT
20550 FOR I3=1 TO NCOM
20551 H = LEN (CO$(I3,1))
20552 FOR HH=1 TO (10-H)
20553 A$ = " "
20554 CO$(I3,1) = CO$(I3,1) + A$
20557 NEXT HH
20560 PRINT:PRINT SFC(3);I3;SFC(2);:PRINT LEFT$(CO$(I3,1),10);SFC(2);
20561 PRINT USING "#####.#";VAL (CO$(I3,2));
20565 SF=6
20570 FOR I4=J TO I
20580 PRINT SFC(SP);:PRINT USING "#####.#";PMH(I4);
20585 SP=4
20590 NEXT I4
20595 NEXT I3
20600 PRINT:PRINT SFC(5);"FLUJO TOTAL";
20605 SF=17
20610 FOR I5=J TO I
20615 PRINT SFC(SP);:PRINT USING "#####.#";TPMH(I5);
20620 SP=4
20625 NEXT I5
20630 PRINT:PRINT SFC(5);"FM PROMEDIO";
20635 SP=18
20640 FOR I6=J TO I
20645 PRINT SFC(SF);:PRINT USING "#####.#";AVM(I6);
20650 SP=5
20655 NEXT I6
20800 PRINT:PRINT SFC(15);"PULSE LA TECLA  C  PARA CONTINUAR"
20805 E$=INKEY$ : IF E$ = "C" THEN 20805
20850 NEXT I1
20900 GOTO 20000

```

```

20999 REM
21000 REM * LISTADO DE RESULTADOS POR IMPRESORA *
21001 REM
21004 CC = 0
21005 FOR II=1 TO NFLO STEP 5
21006 CC = CC + 1
21007 I = II
21008 J = I
21009 IF (I+4-NFLO) = 0 THEN 21010 ELSE 21012
21010 I = I+4
21011 GOTO 21015
21012 I = NFLO
21015 LPRINT :LPRINT:LPRINT
21020 LPRINT SPC(20);"RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA"
21025 LPRINT SPC(20);"NOMBRE DEL PROCESO : ";TIT$
21030 IF NSIS = 1 THEN NSI$ = "lb/hr" ELSE NSI$ = "kg/hr"
21040 LPRINT SPC(30);"(";NSI$;")";LPRINT
21050 LPRINT SPC(7);"COMPONENTE";SPC(15);"NUMERO DE CORRIENTE";LPRINT
21060 LPRINT SPC(3);"No. ";SPC(5);"NOMBRE";
21065 SP=10
21066 FOR IG=J TO I
21070 LPRINT SPC(SP);IG;
21080 SP=8
21090 NEXT IG
21100 LPRINT
21110 FOR IC=1 TO NCOM
21111 H = LEN (CO$(IC,1))
21112 FOR HH=1 TO (10-H)
21113 A$ = " "
21114 CO$(IC,1) = CO$(IC,1) + A$
21117 NEXT HH
21120 LPRINT:LPRINT SPC(3);IC;SPC(3);:LPRINT LEFT$(CO$(IC,1),10);
21125 SP=6
21130 FOR JC=J TO I
21140 LPRINT SPC(SP);:LPRINT USING "#####.#";FLO(JC,IC);
21150 SP=4
21160 NEXT JC
21170 NEXT IC
21171 LPRINT
21172 LPRINT SPC(6);"FLUJO TOTAL";
21174 SP=8
21176 FOR IF=J TO I
21178 LPRINT SPC(SP);:LPRINT USING "#####.#";TFLO(IF);
21180 SP=4
21182 NEXT IF
21184 IF CC = 4 THEN PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
21186 IF CC = 4 THEN CC = 0
21190 NEXT II
21198 CC = 0
21200 FOR II=1 TO NFLO STEP 4
21208 CC = CC + 1
21210 I = II
21215 J = I
21220 IF (I+4-NFLO) = 0 THEN 21225 ELSE 21235
21225 I = I+4

```

```

21230 GOTO 21240
21235 I = NFLO
21240 LPRINT :LPRINT:LFRINT:LFRINT
21250 LPRINT SPC(20);"RESULTADOS DEL BALANCE DE MATERIA"
21255 LPRINT SPC(20);"NOMBRE DEL PROCESO : ";TIT$
21260 IF NSIS = 1 THEN NSI$ = "lbmol/hr" ELSE NSI$ = "gmol/hr"
21270 LPRINT SPC(30);"(";NSI$;")":LPRINT
21280 LPRINT SPC(7);"COMPONENTE";SPC(15);"NUMERO DE CORRIENTE":LPRINT
21290 LPRINT SPC(3);"No.";SPC(3);"NOMBRE";SPC(5);"PESQ MOLEC.";
21300 SP=6
21310 FOR I=J TO I
21320 LPRINT SPC(SP);I;
21330 SP=8
21340 NEXT I
21345 LPRINT
21350 FOR I=C=1 TO NCOM
21360 LPRINT:LPRINT SPC(3);I;SPC(2);:LPRINT LEFT$(CO$(I,C),10);
21362 LPRINT SPC(2);:LPRINT USING "#####.#";VAL(CO$(I,C,2));
21365 SP=6
21370 FOR I=F=J TO I
21380 LPRINT SPC(SP);:LPRINT USING "#####.#";PMH(I,F,I);
21385 SP=4
21390 NEXT I
21395 NEXT I
21400 LPRINT :LPRINT SPC(5);"FLUJO TOTAL";
21402 SP=17
21410 FOR I=J TO I
21415 LPRINT SPC(SP);:LPRINT USING "#####.#";TPMH(I);
21420 SP=4
21425 NEXT I
21430 LPRINT:LPRINT SPC(5);"PM PROMEDIO";
21435 SP=18
21440 FOR I=J TO I
21445 LPRINT SPC(SP);:LPRINT USING "#####.#";AVM(I);
21446 SP=5
21450 NEXT I
21451 LPRINT
21453 IF CC = 4 THEN PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
21454 IF CC = 4 THEN CC = 0
21455 NEXT I
21900 GOTO 20000
22000 RETURN
30000 SYSTEM

```

Apéndice B

Se describe brevemente el método de Wegstein para aceleración de convergencia de cálculos iterativos que se aplica en el módulo de recirculación al presentarse corrientes recicladas en los casos de estudio .

### Método de Wegstein para Aceleración de Convergencia .

En cada corriente recirculada se inserta un "Módulo de Recirculación" el cual aparece en el diagrama modular del proceso en estudio. La función del módulo es, mediante la aplicación del método de Wegstein, acelerar la convergencia en los cálculos iterativos de recirculación.

La entrada a él son los valores de la corriente recirculada calculados por el módulo del cual proviene dicha corriente; la salida son los valores estimados a partir de los calculados que entran.

Así, el método de Wegstein genera los valores de flujo para cada componente que salen del módulo de recirculación y que entran al módulo al cual es recirculada la corriente, de acuerdo a las fórmulas :

$$\bar{x}_{n+1} = q \bar{x}_n + (1-q) x_{n+1}$$

Donde :

$x$  = valor calculado

$\bar{x}$  = valor estimado

$q$  =  $1 / (1-a)$

$a$  =  $(\bar{x}_n - \bar{x}_{n-1}) / (x_{n+1} - x_n)$

$n$  = Contador de iteraciones

El valor del parámetro  $q$  está limitado con el fin de evitar divergencia en los cálculos, el rango recomendado es :

$$-5 \leq q \leq +5$$

Se considera que se alcanza la convergencia cuando la diferencia porcentual entre los valores calculado y estimado de una iteración es menor ó igual a la tolerancia especificada por el usuario en los datos de entrada; es decir :

$$\left| x_n - \bar{x}_n / x_n \right| \leq \epsilon$$

donde

$\epsilon$  = tolerancia de convergencia

SOLO LECTURA