



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

"DIAGRAMAS DE FASES PARA SISTEMAS
MULTICOMPONENTES POR COMPUTADORA
UTILIZANDO ECUACIONES DE
ESTADO CUBICAS"



EXÁMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A

JOSE JORGE MASVIDAL FLORES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

I.	DIAGRAMAS DE FASES	1
1.	INTRODUCCION	1
2.	REGLA DE FASES	2
3.	MEZCLAS BINARIAS	3
A.	Regla de fases	3
B.	Representación tridimensional	3
C.	Diagrama Pxy	6
D.	Diagrama Txy	7
E.	Diagrama Hxy	8
F.	Desviaciones positivas, negativas y azeotropía	9
4.	MEZCLAS MULTICOMPONENTES	13
A.	Diagrama PT	14
B.	Región crítica	16
C.	Diagramas PH y TS	18
II.	CONDICIONES DE EQUILIBRIO Y CALCULO DE PROPIEDADES	
	TERMODINAMICAS CON ECUACIONES CUBICAS DE ESTADO	21
1.	CONDICIONES DE EQUILIBRIO	21
A.	Conceptos de equilibrio	21
B.	La entropía como medida de equilibrio	21
C.	La energía libre de Gibbs como medida de equilibrio	22
D.	El potencial químico en los conceptos de equilibrio de fases	23
E.	Criterios de equilibrio en términos de fugacidades	24

2.	CALCULO DE FUGACIDADES	25
A.	Cálculo de fugacidad en mezclas gaseosas	25
B.	Cálculo de fugacidades en mezclas líquidas	26
C.	Constante de equilibrio L-V	26
3.	CALCULO DE PROPIEDADES TERMODINAMICAS UTILIZANDO ECUACIONES DE ESTADO CUBICAS	27
A.	Propiedades termodinámicas del gas ideal	27
B.	Regla de mezclado cuadrática para "a"	28
C.	Ecuaciones de estado cúbicas	29
4.	LISTA DE SIMBOLOS	34
III.	ALGORITMOS PARA GENERAR DIAGRAMAS DE FASES	36
1.	INTRODUCCION	36
2.	ESTRATEGIA GENERAL PARA LA GENERACION DE DIAGRAMAS	37
3.	ALGORITMOS	
A.	Algoritmo general para la entrada de información	38
B.	Banco de datos	40
C.	Creación del diagrama	45
I.	Diagramas PT, PH y ST	45
II.	Diagramas Txy, Pxy y Hxy	51
	Sort Shell Metzner	55
D.	Filosofía de almacenamiento de datos	56
E.	Gráficas	63
4.	NOTAS FINALES	78

IV. MANUAL DE OPERACION DEL SISTEMA	79
1. INTRODUCCION	79
2. SIMBOLOGIA Y TERMINOS UTILIZADOS EN EL MANUAL	79
A. Simbología utilizada en las entradas de información	80
B. Entrada general de información	80
C. Pantallas en el manual	81
D. PROMPT	81
3. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	82
4. PRIMER USO: CONFIGURACION DEL COMPUTADOR	82
A. Disco duro	83
B. Dos discos "Floppy"	85
5. INICIO DE CADA SESION	88
6. MENU PRINCIPAL	89
7. ACTUALIZADOR DEL BANCO DE DATOS	90
A. Dar de alta un componente	91
B. Listado de los componentes del banco	93
C. Consulta, bajas y modificaciones	94
OPCION DE AYUDA	96
8. CALCULO AISLADO DE PROPIEDADES	97
A. Ejemplo 1. Cálculo de temperatura de burbuja. Equilibrio L-V	105
B. Ejemplo 2. Cálculo de separación isotérmica. Equilibrio L-L	108
C. Ejemplo 3. Separación isotérmica líquido-líquido-vapor	111

9.	CREACION DE DIAGRAMAS PT	114
	RECUPERAR LOS ARCHIVOS QUE CONTIENEN LA GRAFICA	123
	OPCIONES DISPONIBLES EN LA GRAFICA DESPLEGADA EN LA PANTALLA	126
	MODIFICACION DE LOS PARAMETROS DE LA GRAFICA	127
	ARREGLOS PRIMARIOS	127
	INVERSION DE PUNTOS	129
	CAMBIO DE UNIDADES	131
	ARREGLOS SECUNDARIOS	132
	MANEJO DE DATOS	135
	AGREGAR PUNTOS	136
	BORRAR PUNTOS	138
	LISTAR PUNTOS Y PUNTOS GRAFICOS	138
	REVISION DEL FOLDER	
10.	CREACION DE DIAGRAMAS PH Y TS	140
	UNIDADES PARA EL DIAGRAMA PH	141
	UNIDADES PARA EL DIAGRAMA TS	143
11.	CREACION DE DIAGRAMAS TXV Y HXV	144
	MODIFICACIONES A LA GRAFICA TXV	150
	BORRAR UNA LISTA DE PUNTOS	150
	MODIFICACIONES A LA GRAFICA HXV	154
	ENTALPIA DE REFERENCIA	154
12.	CREACION DEL DIAGRAMA PXV	155
	ELECCION DEL BARRIDO	156
	CONCLUSIONES	160
13.	SOBREPOSICION DE GRAFICAS	164

14.	DATOS EXPERIMENTALES	169
	CONCLUSIONES DEL MANUAL	171
V.	APLICACIONES Y RESULTADOS	172
1.	INTRODUCCION	172
2.	SISTEMA METANO - ETANO - PROPANO - nBUTANO - nPENTANO - nHEXANO - NITROGENO	172
3.	SISTEMA METANOL-AGUA	173
4.	SISTEMA TRIFLUORCLOROMETANO-TRICHLOROMETANO ($CClF_2/CCl_2F$)	174
5.	SISTEMA AMONIACO-AGUA	175
6.	SISTEMA FREON 12 - FREON 23	176
7.	SISTEMA FREON 13 - FREON 12	177
8.	SISTEMA TETRAFLORURO DE CARBONO - TRIFLUOROMETANO	178
9.	SISTEMA METANO-BIOXIDO DE CARBONO-ACIDO SULFURICO	179
10.	SISTEMA ISOBUTANO - BIOXIDO DE CARBONO	180
11.	SISTEMA ETANO - HEPTANO	180
12.	SISTEMA ETANO - HEPTANO	181
13.	SISTEMA METANO - ETANO - PROPANO - CO_2 - H_2S	182
14.	SISTEMA PROPANO-nBUTANO-nPENTANO-nHEXANO-nOCTANO - AGUA	183
15.	SISTEMA BIOXIDO DE CARBONO	183
VI.	CONCLUSIONES	184
	BIBLIOGRAFIA	186

CAPITULO I

DIAGRAMAS DE FASES

1. INTRODUCCION

La separación de mezclas multicomponentes, tanto gaseosas como líquidas, en componentes puros o en fracciones de composición deseada es una de las funciones más importantes de la ingeniería química: ya sea, en la preparación de mezclas de materias primas para procesos ulteriores o en la purificación de productos de reacción. La mayoría de los procesos de separación utilizan la diferencia de composiciones de dos fases coexistentes en equilibrio. Es por esto, que el conocimiento del equilibrio de fases es necesario para la comprensión del proceso en una unidad de separación y para el cálculo del estado final obtenible en una etapa de equilibrio. Cuando se añade ó se remueve calor en un proceso de separación, también se deben conocer las entalpías de la mezcla.

Los resultados obtenidos por el cálculo de las propiedades pueden ser tabulados y presentados en diagramas concisos, e.g. $T-x, P-x, H-x, P-T, P-H, T-S, \log P-H$. Dichos diagramas son extremadamente útiles para resolver los problemas básicos en estudios de proceso, apreciar rápidamente el comportamiento característico de un sistema binario, representar gráficas de equilibrios, obtener balances de masa y entalpía etc.

2. REGLA DE FASES.

Considérese un sistema de π fases que contiene N especies químicas no reactivas. El número de grados de libertad F en el equilibrio corresponde a la diferencia entre el número de variables intensivas necesarias para caracterizar el estado del sistema y el número de ecuaciones independientes que pueden escribirse relacionando estas variables. Las variables de la regla de fases son temperatura, presión y $N-1$ fracciones molares para cada fase. El número total de estas variables resulta en $2 + (N-1)(\pi)$. Las masas de las fases no son variables a considerar en esta regla porque las composiciones de las fases en equilibrio no dependen de la cantidad de ellas presentes.

Las ecuaciones que pueden escribirse para relacionar las variables de la regla de las fases están dadas por la ecuación 2.13 ó 2.15. El número de ecuaciones independientes para el equilibrio de fases es $(\pi - 1)(N)$. Estas ecuaciones relacionan los potenciales químicos que son funciones de la temperatura, la presión y la composición; por tanto, las ecuaciones representan relaciones entre las variables de la regla de las fases. Como F se obtiene de la diferencia entre el número de variables y número de ecuaciones se tiene:

$$F = 2 + (N - 1)(\pi) - (\pi - 1)(N) \quad (1.1)$$

rearrreglando:

$$F = 2 - \pi + N \quad (1.2)$$

3. MEZCLAS BINARIAS

A. Regla de fases

Para un sistema de dos especies químicas ($N = 2$) la regla de las fases se convierte en $F = 4 - \pi$. En un sistema formado por una fase ($\pi = 1$), el número de variables independientes de la regla de las fases requerido para especificar el estado estable es de tres. Si las variables independientes se toman como T y P y la fracción mol de uno de los componentes (ó fracción peso), todos los estados de equilibrio del sistema pueden representarse en un espacio tridimensional P-T-x. Dentro de este espacio, los estados de dos fases que coexisten en equilibrio ($F = 4 - 2 = 2$) están localizados en superficies.

B. Representación tridimensional

Un diagrama esquemático tridimensional de las superficies para el equilibrio líquido-vapor se muestra en la figura 1-1.

Esta figura muestra esquemáticamente la superficie P-T-composición que representa estados de equilibrio de vapor saturado y líquido saturado para un sistema binario. La superficie inferior que representa estados de vapor saturado corresponde a la superficie PTy. La superficie superior que representa estado de líquido saturado es la superficie PTx. Estas superficies se intersecan a lo largo de las líneas UBHC₁ y KAC₂, que representan las curvas de presión de vapor contra T para los componentes puros 1 y 2. Las superficies inferior y superior forman una superficie continua redondeada en la cima del diagrama entre C₁ y

C_2 . Los puntos C_1 y C_2 son los puntos críticos de los componentes puros 1 y 2; los puntos críticos de las diversas mezclas de 1 y 2 se encuentran a lo largo de una línea en la orilla redondeada de la superficie entre C_1 y C_2 . Este lugar crítico se define por los puntos en los cuales las fases líquida y de vapor en equilibrio se hacen idénticas.

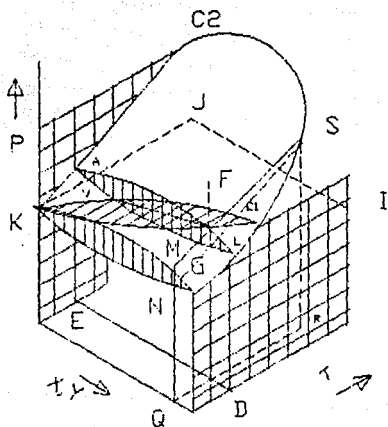


Fig. 1-1. Diagrama PTxy para el equilibrio líquido vapor

La región situada sobre la superficie superior de la figura 1-1 corresponde a la región de líquido subenfriado; la región debajo de la superficie inferior es la del vapor sobrecalentado. El espacio entre las dos superficies corresponde a la región de coexistencia de ambas fases: líquida y vapor. Si se toma un líquido en el punto F y se reduce su presión a temperatura y composición constantes, a lo largo de la línea vertical FG, la primera burbuja de vapor aparecerá en el punto L, que se encuentra sobre la superficie superior. Por esta razón, L recibe el nombre de punto de burbuja y la superficie superior es la de puntos de burbuja. El estado de equilibrio de la burbuja de vapor con el líquido en L debe representarse por un punto sobre la superficie inferior a la temperatura y presión de L. Este punto aparece indicado por la letra V. La línea VL constituye un ejemplo de la líneas de unión que relacionan los puntos que representan fases en equilibrio.

Como la presión se reduce todavía a lo largo de línea FG, cada vez se vaporiza más líquido hasta que el proceso se completa en W. El punto W se encuentra sobre la superficie inferior y representa el estado de vapor saturado que tiene una composición igual a la de la mezcla. Como W es el punto en el cual desaparece la última gota de líquido (rocío), recibe el nombre de punto de rocío y la superficie inferior es la de puntos de rocío. Si la reducción de la presión continúa, se penetrará a la región de vapor sobrecalentado.

C. Diagrama Pxy

Debido a la complejidad de la figura 1-1, las características detalladas del ELV de mezclas binarias se representan usualmente por medio de gráficas en dos dimensiones que muestran lo que puede verse en varios planos que cortan el diagrama tridimensional. Los tres planos principales, cada uno perpendicular a uno de los ejes coordenados, se muestran en la figura 1-1. Un plano vertical perpendicular al eje de las temperaturas se señala por ALBDEA. Las líneas en este plano representan un diagrama de fases de presión-composición a temperatura constante. Si las líneas de estos planos se proyectan en un solo plano paralelo, se obtendrá un diagrama como el de la figura 1-2, que muestra gráficas P-xy para tres temperaturas diferentes. La gráfica correspondiente a T_1 representa la sección de la figura 1-1 indicada por ALBDEA. Las líneas horizontales son líneas de unión que determinan las composiciones de las fases en equilibrio. La temperatura T_1 se encuentra entre las dos temperaturas críticas de los componentes puros, identificadas por C_1 y C_2 en la figura 1-1 y T_1 se localiza por encima de estas dos temperaturas críticas. Las curvas para estas dos temperaturas no se extienden en todo el diagrama; sin embargo, la primera pasa a través de un punto crítico de la mezcla y la segunda por dos de estos puntos. Los tres puntos críticos se indican por la letra C. Cada uno es un punto de tangencia en el cual una línea horizontal toca la curva. Esto es consecuencia del hecho de que todas las líneas que relacionan

fases en equilibrio son horizontales y la línea que relaciona fases idénticas (la definición de punto crítico) debe ser, por tanto, la última línea que corta el diagrama.

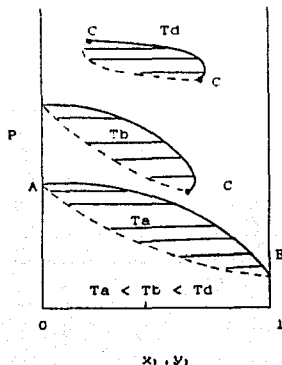


Fig. 1-2. Diagrama Pxy para tres temperaturas constantes

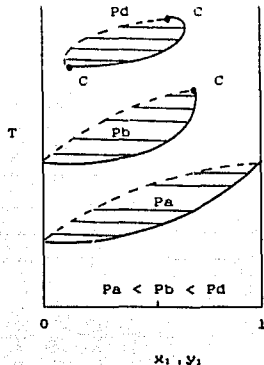


Fig. 1-3. Diagrama Txy para tres presiones constantes

Líquido saturado (puntos de burbuja)
Vapor saturado (puntos de rocío)

D. Diagrama TXY

El plano horizontal de la figura 1-1 perpendicular al eje P se identifica por HIJKLMH. Visto desde la parte superior, las líneas de este plano representan un diagrama Txy. Cuando varios conjuntos de estas líneas se proyectan en un plano paralelo, el diagrama que resulta aparece en la figura 1-3, la cual es análoga a la 1-2, con excepción que representa valores para tres presiones constantes P, P, P.

E. Diagrama Hxy

Dentro de los diagramas de mezclas binarias se encuentran los de entalpia vs composición muy utilizados en los problemas de destilación resueltos por el método Ponchon y Savarit. Estos diagramas pueden ser construidos tanto para presión constante como para temperatura constante. Se presenta un ejemplo de estos tipos de diagramas a presión constante en la fig. 1-4.

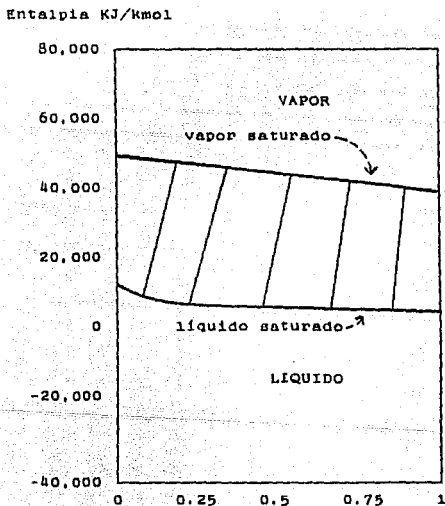


Fig. 1-4. Diagrama entalpia-composición (Hxy) para el sistema agua-metanol a 1 atm. presión

F. Desviaciones positivas, negativas y azeotropía

El comportamiento de las fases a presión bajas se clasifican de acuerdo con el tipo de desviación respecto a la ley de Raoult. Se dice que exhiben desviaciones negativas los sistemas en los cuales la curva P_x o de puntos de burbuja se encuentra por debajo de la relación lineal P_x proporcionada por la ley de Raoult. Un ejemplo se muestra en la figura 1-5, en la cual aparecen los datos del sistema tetracloruro de carbono-hidrofurano a 30 C. Cuando la desviación llega a ser lo suficientemente grande respecto a la diferencia de presiones de vapor de dos componentes puros, la curva P_x muestra un mínimo, como se ilustran en la figura 1-6 para el sistema cloroformo-tetrahidrofurano a 30 C. La curva P_y también tiene un mínimo en el mismo punto por tanto, las curvas de puntos de rocío y de puntos de burbuja son tangentes y $x = y$ en este punto. Un líquido de esta composición en ebullición produce un vapor de exactamente la misma composición y el líquido no cambia de composición cuando se evapora. No es posible efectuar la separación de los componentes de esta solución de temperatura de ebullición constante por medio de destilación. Para describir este estado se utiliza el término azeótropo.

Se dice que las soluciones presentan desviaciones positivas cuando la curva P_x a presión constante se encuentra sobre la línea de la ley de Raoult. Los datos para el sistema tetracloruro

de carbono-furano a 30 C mostrados en la figura 1-7 proporcionan un ejemplo para el cual las desviaciones positivas son muy pequeñas. El sistema etanol-tolueno presenta desviaciones positivas lo suficientemente grande como para tener un máximo en la curva P_x, como se muestra en la figura 1-8 para una temperatura de 65 C. De la misma forma en que un mínimo en la curva P_x representa un azeótropo, cuando haya un máximo se tendrá también un azeótropo. Entonces existen azeótropos de presión mínima y de presión máxima. En cualquiera de los dos casos, las fases vapor y líquida en estado azeotrópico son de composición idéntica.

A nivel molecular, las desviaciones negativas apreciables de la ley de Raoult reflejan fuerzas intermoleculares más fuertes entre moléculas diferentes que entre moléculas iguales. Opuestamente, desviaciones positivas apreciables resultan en soluciones en las que las fuerzas intermoleculares entre moléculas parecidas son más fuertes que cuando las moléculas son distintas. En este último caso, las fuerzas entre moléculas parecidas pueden ser tan fuertes en comparación con las fuerzas entre las moléculas distintas que pueden impedir la miscibilidad completa. En este caso, la mezcla forma dos fases líquidas separadas en cierto intervalo de composiciones.

Como los procesos de destilación se llevan a cabo a presión constante mas que a temperatura constante, los diagrama Txy a P constante tienen un uso mas frecuente que los diagramas Pxy. Los cuatro diagramas 1-5 al 1-8 se muestran en la figura 1-9 al 1-12 para presión atmosférica. Debe notarse que las curvas del punto de rocío (ty) se encuentran ahora sobre las curvas del punto de burbuja (tx). El azeótropo de presión mínima de la figura 1-6 corresponde al azeótropo de temperatura de ebullición máxima de la figura 1-10. Existe una correspondencia análoga entre las figuras 1-8 y 1-12.

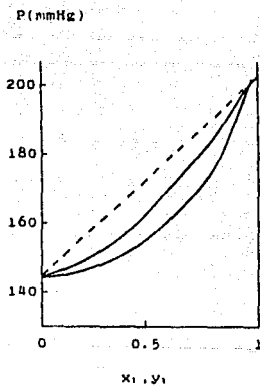


Fig. 1-5 Pxy a temperatura constante. Sistema: Tetrahidrofurano(1)- tetracoloro de carbono(2) a 30°C

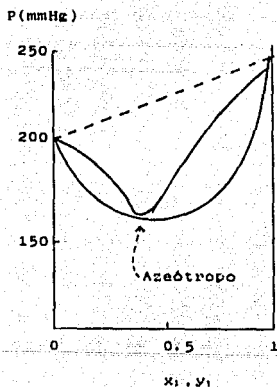


Fig. 1-6 Pxy a temperatura constante. Sistema: cloroformo (1)-tetrahidrofurano(2) a 30°C

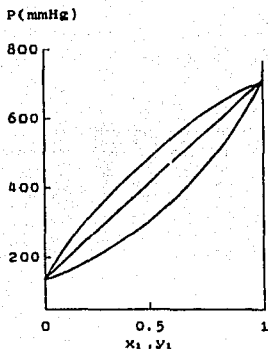


Fig. 1-7 Pxy a temperatura constante. Sistema: Furano(1)-tetracoloruro de carbono(2) a 30°C.

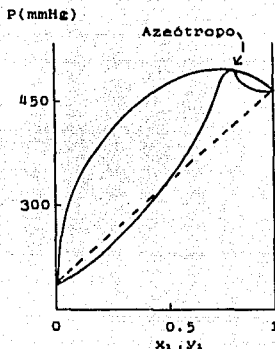


Fig. 1-8 Pxy a temperatura constante. Sistema: etanol(1)-tolueno (2) a 65°C.

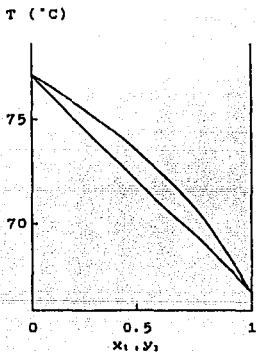


Fig. 1-9 Txy a presión constante. Sistema: Tetrahidrofurano(1)-tetracoloruro de carbono(2). 1 atm.

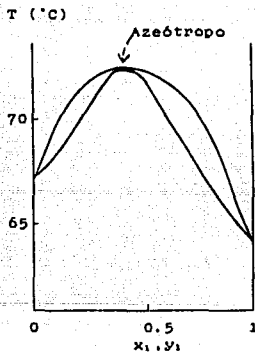


Fig. 1-10 Txy a presión constante sistema: cloroformo (1)-tetrahidrofurano(2). 1 atm

T (°C)

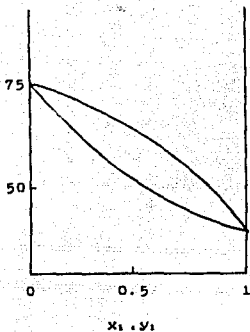


Fig. 1-11 Txy a presión constante. Sistema: furano (1)-tetracloruro de carbono(2). 1 atm.

T (°C)

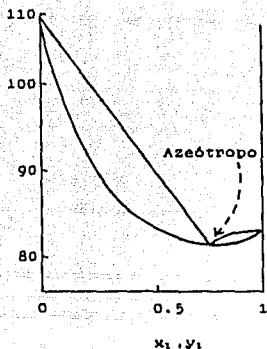


Fig. 1-12 Txy a presión constante. Sistema: etano (1)-tolueno(2). 1 atm.

4. MEZCLAS MULTICOMPONENTES

Todo lo que se indique de las mezclas multicomponentes también se aplica a las mezclas binarias debido a que éstas únicamente son una particularización del caso general. Para el tratado del diagrama PT se utilizará la información generada para las mezclas binarias. Un solo componente también se puede considerar como una mezcla multicomponente.

A. Diagrama PT

El tercer plano indicado en la figura 1-1 es el vertical, que resulta perpendicular al eje de la composición y que se indica por MNQRS LM. Cuando las líneas de varios de estos planos se proyectan en un plano paralelo, se obtiene un diagrama como el que se muestra en la figura 1-13. La figura representa el diagrama PT; las líneas UC₁ y KC₂ son las curvas de presión de vapor de los componentes puros, identificadas por las mismas letras en la figura 1-1. Cada curva representa el comportamiento PT del líquido y del vapor saturados para una mezcla de composición fija; cada curva corresponde a una composición distinta. La relación PT para líquido saturado es distinta de la del vapor saturado de la misma composición, lo cual contrasta con el comportamiento de un material puro para el cual coinciden la línea de puntos de burbuja y la de puntos de rocío. En los puntos A y B de la figura 1-13, las líneas de líquido y vapor saturado se intersecan. En estos puntos de intersección, un líquido saturado de una composición y un vapor saturado de otra composición se encuentran a la misma T y P y ambas fases deben estar, por tanto, en equilibrio. La línea de unión que relaciona los puntos coincidentes en A ó B es perpendicular al plano PT, como se muestra por medio de las líneas de unión VL en la figura 1-1.

El punto crítico de una mezcla binaria se presenta cuando la punta de una curva de la figura 1-13 es tangente a la curva

envolvente. Dicho de otra manera, la curva envolvente es el foco crítico, lo cual puede verificarse considerando dos curvas adyacentes muy cercanas y prestando atención a lo que sucede en el punto de intersección cuando la separación resulta infinitesimal. La figura 1-13 indica que la colocación del punto crítico en la punta de la curva varía de una composición a otra. En general, no es el punto de temperatura más alto ni el punto más alto de presión en el que pueden coexistir las fases de líquido y vapor, como en el caso de un fluido puro; por tanto, es posible, observar bajo ciertas circunstancias un proceso de condensación como resultado de una reducción de presión.

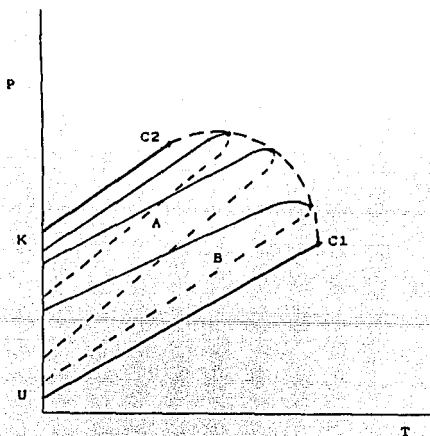


Fig. 1-13 Diagrama PT para diversas composiciones

B. Región crítica

Considérese un sección ampliada de la punta para una sola curva PT en la figura 1-14. El punto crítico se encuentra en C. Los puntos de máxima presión y máxima temperatura se identifican con M_p y M_t . Las curvas punteadas de la figura 1-14 indican la fracción del sistema que corresponde al líquido en una mezcla de dos fases: líquido y vapor. A la izquierda del punto crítico C, una reducción de presión a lo largo de la línea como BD se ve acompañada, como cabría esperar, por una vaporización que va del punto de burbuja al punto de rocío; sin embargo, si la condición original corresponde al punto F, un estado de vapor saturado, se tendrá una licuefacción por la reducción de la presión y alcanzará un máximo en G, después tendrá lugar una vaporización hasta que se alcance el punto de rocío en H. Este fenómeno se denomina condensación retrógrada y ha llegado a ser de importancia considerable en la producción de petróleo de ciertos pozos profundos de gas en los que la presión bajo la tierra es lo suficientemente alta para estar en la región de F. En estas condiciones, si se mantiene la presión en la superficie en un valor cercano al del punto G, será posible conseguir una licuefacción considerable y, por tanto, una separación parcial de los componentes más pesados de la mezcla. Si la presión en la superficie se reduce por debajo del punto de rocío H, no se producirá la licuefacción y se perderá la separación inicial. La represurización resulta común para tales casos; es decir, gas

ligero (gas del cual se han eliminado los componentes menos volátiles) se regresa al depósito subterráneo para mantener la presión elevada. Si no se hiciera esto, la disminución de la presión mediante la extracción del gas provocaría la condensación de la formación subterránea y se reduciría en consecuencia, la última producción del pozo.

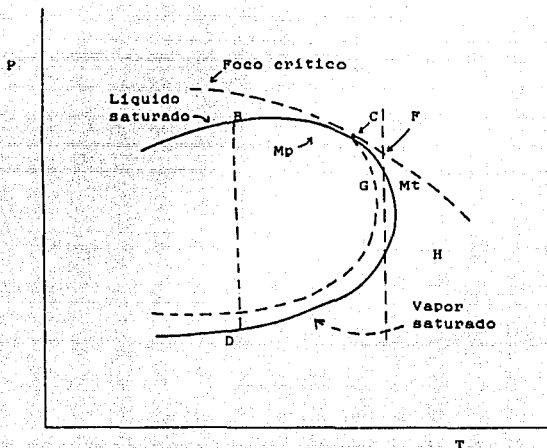


Fig. 1-14 Parte del diagrama PT que muestra el comportamiento de las fases en la región crítica.

C. Diagramas PH y TS

Dentro de los diagramas de fases se encuentra un tipo de diagramas que son muy útiles para las representaciones gráficas de procesos que involucran transferencia de calor, así como auxiliares en el diseño de procesos de generación de potencia. Estos diagramas son los diagramas presión-entalpía y temperatura-entropía.

A continuación se lista una serie de ejemplos de las aplicaciones de los diagramas PH y TS : ciclos de Carnot para la generación de potencia, ciclos de Rankine, ciclos de Rankine con sobrecalentamiento, ciclos de Rankine con precalentamiento, ciclo de Carnot para refrigeración, ciclo de refrigeración sencillos y ciclos de refrigeración en dos pasos.

Ejemplos de estos diagramas se presentan en las figuras 1-15, 1-16.

Muchas de estos ciclos pueden ser representados con los diagramas que se obtienen con los algoritmos propuestos, cuyo alcance es la construcción de la "campana" concretamente. Si se requieren, para la representación gráfica de un proceso, isobaras, isotermas, isocoras, isoentrópicas ó insoentrópicas, estas pueden ser calculadas, por separado, y luego agregadas mediante la opción de "Datos experimentales". (Ver Manual de Operación del sistema) (Capítulo 4)

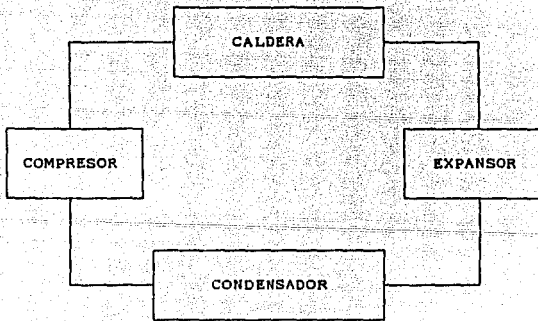
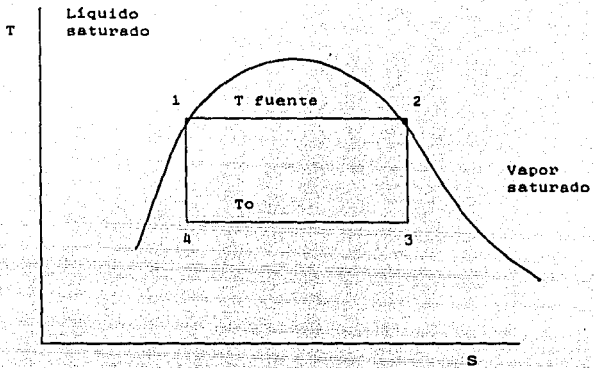


Fig. 1-15. Ciclo de Carnot para la generación de potencia.

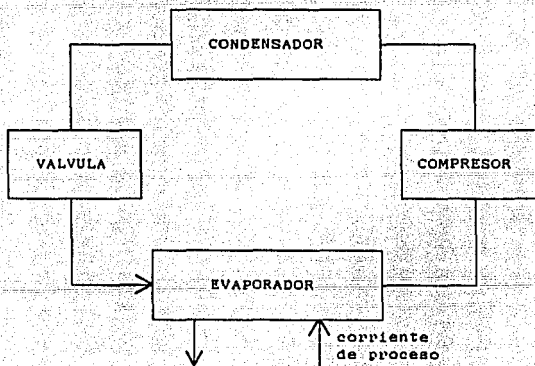
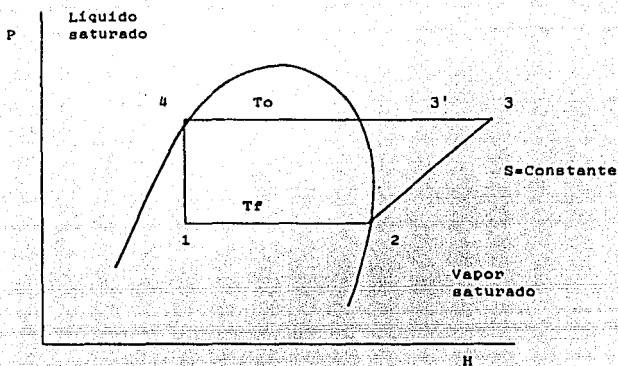


Fig. 1-16. Ciclo de refrigeración sencillo

CAPITULO II

CONDICIONES DE EQUILIBRIO Y CALCULO DE PROPIEDADES TERMODINAMICAS CON ECUACIONES CUBICAS DE ESTADO

1. CONDICIONES DE EQUILIBRIO

A. Conceptos de equilibrio

El equilibrio en un sistema se alcanza cuando no hay cambio en sus propiedades macroscópicas con respecto al tiempo. De una manera esquemática se pueden considerar diversos estados de un sistema aislado. Se toman dos de dichos estados posibles (vgr. I y II) y se postula que el estado II es el estado de equilibrio

- si:
- El sistema en el estado I modificará sus propiedades hasta llegar al estado II de una manera progresiva.
 - Se mantiene el sistema aislado y se alcanza el estado II. es decir, el de equilibrio, éste se mantendrá naturalmente mientras no se interaccione con el sistema.
 - El sistema en el estado II nunca podrá pasar al estado I.
 - El paso del estado I al II es irreversible.

B. La entropía como medida del equilibrio

Se tiene la siguiente ecuación para un sistema cerrado que intercambia calor con el medio ambiente:

$$S_{II} - S_I \geq (\Sigma Q/T) \quad (2.1)$$

Para el sistema aislado, $Q = 0$, se puede deducir que:

$$S_{II} > S_I \quad (2.2)$$

Generalizando para cualquiera que sea el sistema I, siempre y cuando no sea el de equilibrio, este tendrá una menor entropía que el estado de equilibrio. Concluyendo: El estado de equilibrio de un sistema aislado es aquel para el cual el valor de la entropía es máximo.

C. La energía libre de Gibbs como medida de equilibrio

En la práctica es más común plantear problemas de equilibrio en sistemas a temperatura y presión constantes.

Se realiza un balance de energía para el sistema cerrado que se está estudiando.

$$U_{II} - U_I = Q - P (V_{II} - V_I) \quad (2.3)$$

Despajando Q de la ecuación 2.3 y sustituyendo en la ecuación 2.1 se tiene que:

$$T (S_{II} - S_I) - U_{II} + U_I - P (V_{II} - V_I) > 0 \quad (2.4)$$

Multiplicando la ecuación anterior por (-1) e invirtiendo el signo de la desigualdad se obtiene:

$$(U_{II} + P V_{II} - T S_{II}) - (U_I + P V_I - T S_I) < 0 \quad (2.5)$$

Definiendo una propiedad nueva : La energía libre de Gibbs como:

$$G = U + PV - TS \quad (2.6)$$

Sustituyendo la ecuación 2.6 en la 2.5 se obtiene:

$$G_{II} - G_I < 0 \quad \text{despejando: } G_{II} < G_I \quad (2.7)$$

Concluyendo: En un sistema cerrado a temperatura y presión constantes el estado de equilibrio es aquel para el cual la energía libre de Gibbs es mínima.

D. El potencial químico en los conceptos de equilibrio de fases

En un sistema a presión y temperatura constante el cambio en la energía libre de Gibbs está dado por:

$$dG = \sum_i \left(\partial G / \partial N_i \right)_{T, P, N_j \neq i} dN_i \quad (2.8)$$

Donde N_i son las moles del componente i y el subíndice $N_j \neq i$ en la derivada parcial significa que todas las moles de los componentes, excepto el de i , permanecen constantes. A la derivada parcial se le conoce como el potencial químico (μ_i):

$$\mu_i = \left(\partial G / \partial N_i \right)_{T, P, N_j \neq i} \quad (2.9)$$

además:

$$dG = \sum_i \mu_i dN_i \quad (2.10)$$

El potencial químico es una propiedad intensiva del sistema.

Integrando (2.10) a temperatura, presión y composición constantes se obtiene:

$$G = \sum_i \mu_i N_i \quad (2.11)$$

Considere un sistema cerrado formado por las fases α y β a condiciones de P,T constantes. El componente i puede transferirse entre las dos fases. La variación de la energía libre al transferir dN_i moles de la fase β a la fase α está dada por la ecuación 2.10; para dos fases ésta se reduce a:

$$dG = (\mu_1^\alpha - \mu_1^\beta) dN_i \quad (2.12)$$

El equilibrio queda definido cuando $dG = 0$. Se obtiene la siguiente ecuación:

$$\mu_1^\alpha = \mu_1^\beta \quad (\text{equilibrio}) \quad (2.13)$$

Se puede agregar entonces que para:

$$\mu_1^\alpha > \mu_1^\beta \quad (\text{el componente i se transfiere de la fase } \alpha \text{ a la fase } \beta)$$

$$\mu_1^\alpha < \mu_1^\beta \quad (\text{el componente i se transfiere de la fase } \beta \text{ a la fase } \alpha)$$

Concluyendo: cuando los potenciales químicos de distintas fases para cada especie en el sistema son iguales se obtiene el equilibrio de fases. Si hay una diferencia de potenciales, el componente se transferirá de la fase de mayor potencial químico a la de menor potencial químico.

E. Criterios de equilibrio en términos de fugacidades

Se ha definido el potencial químico como una cantidad auxiliar para expresar el criterio de equilibrio. Es Lewis quien

introduce una cantidad más accesible para la expresión del equilibrio de fases; esta cantidad se llama fugacidad y se define como:

$$\mu_1^\alpha(T) - \mu_1^\beta(T) = RT \ln \frac{f_1^\alpha}{f_1^\beta} \quad (2.14)$$

La única restricción que se tiene para esta ecuación es que la temperatura permanezca constante para ambos estados α y β .

Si se sustituye la ecuación 2.14 en 2.13 se obtiene:

$$f_1^\alpha = f_1^\beta \quad (\text{equilibrio}) \quad (2.15)$$

La fugacidad tiene las mismas características aplicativas que el potencial químico. Presenta además la ventaja de que no depende de los valores de estados de referencia como el potencial químico.

2. CALCULO DE FUGACIDADES

A. Cálculo de fugacidad en mezclas gaseosas

La fugacidad en mezclas gaseosas se calcula mediante la relación:

$$f_1^V = P y_1 \phi_1^V \quad (2.16)$$

En donde P es la presión del gas, y_1 la fracción mol del componente i en la mezcla y ϕ_1^V el coeficiente de fugacidad. Para el cálculo del coeficiente de fugacidad se utilizará una ecuación

de estado cúbica que ofrece soluciones para sistemas no polares ó ligeramente polares. En el caso de que se trate de un sistema que contenga compuestos polares se hará uso de los parámetros de interacción binaria en la medida en que se cuente con ellos.

B. Cálculo de fugacidades en mezclas líquidas

El procedimiento directo para el cálculo de fugacidad en mezclas líquidas se hace utilizando la siguiente ecuación:

$$f_1^L = P x_1 \phi_1^L \quad (2.17)$$

Donde x_i es la fracción mol del componente i en la mezcla y ϕ_1^L el coeficiente de fugacidad del componente i en la fase líquida.

C. Constante de equilibrio L-V

El equilibrio líquido vapor se puede describir mediante la conjunción de las ecuaciones 2.15, 2.16 y 2.17 de manera que:

$$y_i \phi_i^V = x_i \phi_1^L \quad (2.18)$$

Rearreglando la ecuación 2.18 se tiene:

$$K_{iL-V} = \frac{y_i}{x_i} = \frac{\phi_1^L}{\phi_i^V} \quad (2.19)$$

que es la expresión de la constante de equilibrio de fases para el componente i , la cual es función de la temperatura, presión y composición de ambas fases.

3. CALCULO DE PROPIEDADES TERMODINAMICAS UTILIZANDO ECUACIONES DE ESTADO CUBICAS.

Las propiedades termodinámicas a las que se hará referencia en este trabajo son: entalpía (h), entropía (s) y fugacidad (f.)

No se pretende hacer una deducción matemática para llegar a las fórmulas prácticas que se utilizarán, sino simplemente una enumeración de las ecuaciones usadas para el cálculo de las propiedades en cuestión. Para el cálculo de propiedades se requiere un conocimiento de las propiedades críticas de los compuestos a tratar, a saber: temperatura crítica, presión crítica, factor acéntrico, así como constantes para evaluar la capacidad calorífica del gas ideal (Cp) en función de la temperatura.

A. Propiedades termodinámicas del gas ideal

La entalpía y la entropía para una mezcla de gases ideales se pueden calcular a partir de las siguientes expresiones.

$$H^v(T,P) = \sum_i x_i \left[(h^*_f)_i + \int_{T^*}^T C_{p,i}^v dT \right] \quad (2.20)$$

$$S^v(T,P) = \sum_i x_i \left[(s^*_f)_i + \int_{T^*}^T \frac{C_{p,i}^v}{T} dT - R \ln \frac{P x_i}{1 \text{ atm}} \right] \quad (2.21)$$

El estado de referencia para las expresiones anteriores son los elementos en su estado natural a T' y 1 atm. Este estado de referencia es útil cuando se llevan a cabo reacciones químicas. En la aplicaciones para las cuales no ocurren reacciones químicas el estado de referencia requerido es arbitrario y puede escogerse de modo que a la T' y P=1 atm. base, la entalpía y entropía como gas ideal sean iguales a cero para todos los componentes, es decir, $h^*=0$ y $s^*=0$. Estos valores son arbitrarios y se proporciona la opción al usuario del sistema de escoger el estado de referencia que le convenga para su caso particular. (Ver Manual de Operación del Sistema) (Capítulo 4).

B. Regla de mezclado cuadrática para "a"

Para realizar los cálculos de las propiedades de la mezcla se asume, de acuerdo al concepto "de un fluido", que la mezcla puede ser representada por la ecuación de estado para una sustancia hipotética que se comporte exactamente como aquella. Las características de dicha sustancia hipotética se encuentran con la combinación de las constantes de los componentes puros de manera apropiada. En el presente trabajo se utiliza las reglas tradicionales de van der Waals:

$$a = \sum_i \sum_j x_i x_j a_{ij} \quad (2.22)$$

$$b = \sum_i x_i b_i \quad (2.22a)$$

$$a_{ij} = (a_i a_j)^k (1 - k_{ij}) \quad (2.23)$$

C. Ecuaciones de estado cúbicas

El uso de este tipo de ecuaciones permite predecir continuidad en estados para fases fluidas. Es decir se pueden utilizar tanto en la fase líquida como en la de vapor.

La primera de las ecuaciones que nos interesan es la de Redlich-Kwong-Soave propuesta en 1972 por Soave [20].

$$P = \frac{RT}{v - b} - \frac{a(T)}{v(v + b)} \quad (2.24)$$

La segunda es la ecuación de Peng-Robinson publicada en 1976 [14]:

$$P = \frac{RT}{v - b} - \frac{a(T)}{v(v + b) + b(v - b)} \quad (2.25)$$

Para fines prácticos computacionales es necesario encontrar una representación única de ambas ecuaciones. Schmidt y Wenzel proponen [15]:

$$P = \frac{RT}{v - b} - \frac{a(T)}{v^2 + Ubv + Wb^2} \quad (2.26)$$

Sustituyendo el volumen por densidad molar se reescribe:

$$P = \frac{\delta(RT)}{1 - \delta b} - \frac{a(T) \delta^2}{1 + U\delta b + Wb^2 \delta^2} \quad (2.27)$$

La ecuación 2.27 puede representarse como:

$$P = \frac{d}{1 - d} - \frac{\theta d^2}{1 + Ud + Wd^2} \quad (2.28)$$

En donde:

$$\theta = A / B \quad (2.29)$$

$$d = B / Z \quad (2.30)$$

Rearreglando la ecuación 2.28 se encuentra la ecuación cúbica para Z:

$$f(Z) = Z^3 - Z^2(1+B-UB) + Z(A+WB^2-UB^2-UB) - WB^2 - WB^2 - AB = 0 \quad (2.31)$$

En donde:

$$A = \sum_i \sum_j z_i z_j A_{ij} \quad (2.32)$$

$$B = \sum_i z_i B_i \quad (2.33)$$

$$A_{ij} = (A_i A_j)^{k_j} (1 - K_{ij}) \quad (2.34)$$

$$A_i = \Omega_A (P/Pc_1) (Tc_1/T)^2 a_i \quad (2.35)$$

$$B_i = \Omega_B (P/Pc_1) (Tc_1/T) \quad (2.36)$$

Las cantidades antes mencionadas son adimensionales, en las cuales a su vez :

$$m_1 = c_1 + c_2 w_1 + c_3 w_1^2 \quad (2.37)$$

$$a_1 = [1 + m_1 (1 - (T/Tc_1))^k - p_1 (1 - T/Tc_1) (0.7 - T/Tc_1)]^2 \quad (2.38)$$

Esta es la expresión de α_i que propone Mathias [16] para agregar, a la ecuación de Soave, el tratamiento de sustancias polares incluidas en la mezcla.

A continuación se presenta una pequeña tabla de parámetros polares de Mathias para algunas sustancias.

TABLA 2.1	
COMPUESTO	PARAMETRO P
Agua	0.1277
Acetona	0.0715
Metanol	0.1006
1-Pentanol	-0.2615
1-Octanol	-0.2109

Las ecuaciones a continuación planteadas son las utilizadas prácticamente para el cálculo de propiedades de una mezcla real.

$$H(T,P) - H^*(T,P) = RT [Z - 1 - (A/B + A'/B) L] \quad (2.39)$$

$$S(T,P) - S^*(T,P) = R [\ln(Z-B) - (A'/B) L] \quad (2.40)$$

$$\ln \theta_1 = \frac{B_1}{B} (Z - 1) - \ln(Z-B) + \frac{AL}{B} \left[\frac{B_1}{B} - \frac{2 \sum_j z_j (A_1 A_j)^{k_{1j}} (1 - k_{1j})}{A} \right] \quad (2.41)$$

$$A' = \sum_i \sum_j z_i z_j (A_i A_j)^{k_{ij}} \left(\frac{1}{\Gamma \alpha_1 \Gamma_1} + \frac{1}{\Gamma \alpha_j \Gamma_2} \right) \quad (2.42)$$

$$\Gamma_1 = k m_1 (T/Tc_1)^k - p_1 T/Tc_1 (1.7 - 2 T/Tc_1) \quad (2.43)$$

Esta es la expresión de α_i , que propone Mathias [16] para agregar, a la ecuación de Soave, el tratamiento de sustancias polares incluidas en la mezcla.

A continuación se presenta una pequeña tabla de parámetros polares de Mathias para algunas sustancias.

TABLA 2.1	
COMPUESTO	PARAMETRO P
Agua	0.1277
Acetona	0.0715
Metanol	0.1006
1-Pentanol	-0.2615
1-Octanol	-0.2109

Las ecuaciones a continuación planteadas son las utilizadas prácticamente para el cálculo de propiedades de una mezcla real.

$$H(T,P) - H^*(T,P) = RT [Z - 1 - (A/B + A'/B) L] \quad (2.39)$$

$$S(T,P) - S^*(T,P) = R [\ln(Z-B) - (A'/B) L] \quad (2.40)$$

$$\ln \theta_1 = \frac{B_1}{B} (Z - 1) - \ln(Z-B) + \frac{AL}{B} \left[\frac{B_1}{B} - \frac{2 \sum_j z_j (A_1 A_j)^{k_{1j}} (1 - k_{1j})}{A} \right] \quad (2.41)$$

$$A' = \sum_j z_j z_j (A_1 A_j)^{k_{1j}} (1 - k_{1j}) \left(\frac{1}{\Gamma \alpha_1 \Gamma_1} + \frac{1}{\Gamma \alpha_j \Gamma_2} \right) \quad (2.42)$$

$$\Gamma_1 = k_1 m_1 (T/Tc_1)^k - v_1 T/Tc_1 (1.7 - 2 T/Tc_1) \quad (2.43)$$

$$\Gamma_2 = \frac{1}{2} m_j (T/T_{c_j})^k - p_j T/T_{c_j} (1.7 - 2 T/T_{c_j}) \quad (2.44)$$

A continuación se presenta una tabla con las constantes utilizadas para las ecuaciones de Redlich-Kwong-Soave (SRK) y Peng-Robinson (PR).

TABLA 2.2		
Constante	Soave-Redlich-Kwong	Peng-Robinson
U	1	2
W	0	-1
Ω_a	0.42747	0.45724
Ω_b	0.08664	0.07778
c_1	0.480	0.37464
c_2	1.5740	1.5422
c_3	-0.1760	-0.2662

La letra "L" representa a:

$$L = \ln \frac{Z + B}{Z} \quad ; \quad L = \frac{1}{2 \sqrt{2}} \ln \frac{Z + B(1 + \sqrt{2})}{Z + B(1 - \sqrt{2})} \quad (2.45)$$

para las ecuaciones SRK y PR respectivamente.

El factor de compresibilidad se calcula resolviendo la ecuación 2.31, que es una ecuación cúbica. En los algoritmos presentados en esta tesis se resuelve esta ecuación analíticamente.

camente. Esta solución tiene la ventaja de que al calcular el discriminante, directamente puede saberse si existen una o tres raíces reales, lo que permite en este último caso que pueda encontrarse fácilmente la raíz buscada asegurando su validez.

En caso de que se encuentren tres raíces la mayor corresponde al vapor, su valor debe encontrarse en el intervalo. Para el líquido se utiliza la menor.

Algoritmo de cálculo de propiedades de mezclas:

1. Entrada de $T_c, P_c, w_i, k_i, D_i, C_p$.
2. Cálculo de A (T.P,x ó y) y de B (T.P,x ó y) para el líquido y el vapor.
3. Cálculo de Z a partir de la ecuación cúbica
4. Cálculo de H,S y G, con las ecuaciones 2.39, 2.40 y 2.41 respectivamente.

En la tesis presentada por Molina y Romero [2] se resuelven los problemas de la solución trivial de la ecuación de estado en detalle así como los algoritmos para el cálculo de las presiones y temperaturas de saturación y separaciones isotérmicas para los equilibrios líquido-vapor, líquido-líquido, líquido-líquido-vapor. Se sugiere hacer referencia a este trabajo para los detalles de los algoritmos y estrategias de cálculo.

4. LISTA DE SIMBOLOS

Mayúsculas

A	Parámetro de atracción de la ecuación de estado
A'	Parámetro para el cálculo de propiedades definido en la ecuación 2.42
B	Parámetro de repulsión de la ecuación de estado
G	Energía de Gibbs
H	Entalpía
K ^{L1}	Constante de equilibrio L-L para el componente 1
K ^{Lv}	Constante de equilibrio L-V para el componente 1
L	Parámetro para el cálculo de propiedades definido con la ecuación 2.45
N	Número de moles
P	Presión (atm)
P _{c1}	Presión crítica del componente 1 (atm)
R	Constante universal de los gases (1.987 cal/gmol·K)
S	Entropía
T	Temperatura (°K)
T _{c1}	Temperatura crítica del componente 1 (°K)
U	Energía interna. Constante definida en la tabla 2.2
W	Constante definida en la tabla 2.2
Z	Factor de compresibilidad

Minúsculas

a	Parámetro de atracción de la ecuación de estado
b	Parámetro de repulsión de la ecuación de estado
c ₁ a c ₂	Constantes de la ecuación 2.37 (tabla 2.2)
d	Densidad reducida (adimensional)

$f(Z)$	Función del factor de compresibilidad
g^i	Fugacidad del componente i
K_{ij}	Parámetro de interacción binaria para el par $i-j$
m_i	Función del factor acéntrico para el componente i
n	Número de componentes
P_i	Parámetro de polaridad de Mathias para el componente i
s_i	Entropía molar del componente i
v	Volumen específico
w_i	Factor acéntrico de Pitzer para el componente i
x	Fracción mol de la fase líquido
y	Fracción mol de la fase vapor
z	Composición en fracción mol

Letras griegas

α	Número de moles en la fase vapor entre el número de moles totales, V/F
α_i	Parámetro definido para la dependencia del término de atracción de la ecuación de estado con la temperatura
β	Número de moles de la fase líquido uno entre el número total de moles L/F
Γ	Función de α y/o β
δ	Densidad
θ	Inverso de temperatura reducida (adimensional)
μ_i	Potencial químico del componente i
θ_i	Coefficiente de fugacidad del componente i
Ω, Ω_c	Constantes de la ecuación de estado

CAPITULO III

ALGORITMOS PARA GENERAR DIAGRAMAS DE FASES

1. INTRODUCCION

La presente tesis comprende la creación de siete diagramas de fases para el equilibrio-líquido vapor que son:

- Diagrama PT
- Diagrama PH
- Diagrama ST
- Diagrama Pxy
- Diagrama Txy
- Diagrama Hxy a temperatura constante
- Diagrama Hxy a presión constante.

Los diagramas están formados por líneas de puntos de burbuja y de rocío que se conjuntan, para formar la curva denominada "campana", que envuelve a la zona de dos fases (líquido-vapor).

Para crear estos diagramas se seguirán una serie de algoritmos; similares para PT, PH y ST y similares a su vez para Txy, Pxy, Hxy. Las explicaciones de estos algoritmos se presenta en este capítulo. Una vez generada la colección puntos de rocío y de burbuja, estos tienen que ser representados en una gráfica. Es un objetivo de este trabajo presentar al usuario del sistema una serie de opciones que aumentarán la versatilidad en la graficación. Los algoritmos de estas opciones también se describen en este capítulo.

Para la creación de los diagramas es necesario contar con una banco de datos. Este banco de datos contiene los valores de las constantes críticas y constantes del calor específico así como los parámetros de Mathias para sustancias polares. Así mismo se explicará el manejo del banco de datos.

2. ESTRATEGIA GENERAL PARA LA GENERACION DE DIAGRAMAS

A continuación se presenta el esquema de los pasos a seguir para la creación de un diagrama de fases sea cual sea su tipo.

- Actualización del banco de datos de los componentes puros: inclusión de los compuestos con los que se va a trabajar.
- Elección del tipo de diagrama que se va a crear.
- Especificación de variables generales para el cálculo que comprende, tipo de ecuación, equilibrio, convergencia, número máximo de iteración, utilización de Wegstein y cada cuantas iteraciones, opción de amortiguamiento y el uso de parámetros kij.
- Algoritmo para la selección de puntos que se van a calcular.
- Cálculo de los puntos
- Almacenamiento de los puntos calculados.
- Graficación del sistema en cuestión
- Modificación de la gráfica de acuerdo a los requerimientos específicos de cada sistema.
- Almacenamiento de la gráfica modificada.

El lenguaje utilizado en este sistema es el BASIC para computador IBM PC y compatibles. Si se utiliza la versión BASICA será necesario realizar una serie de modificaciones al sistema ya que la instrucción LOCATE no identifica las coordenadas (0,0) para el BASICA.

3. ALGORITMOS

A continuación se hará una descripción de los diferentes algoritmos utilizados en el sistema, presentados como segmentos de programas y precedidos por una descripción de las operaciones lógicas realizadas en determinadas líneas. La concepción de estos segmentos arroja el programa final.

A. Algoritmo general para la entrada de información.

Objetivo: Presentar al usuario del sistema un procedimiento general para la entrada de información, cuando se requiere de una elección entre una serie de opciones presentadas. La ventaja de este procedimiento es que las teclas que no tienen una utilidad específica en esta entrada son bloqueadas, para evitar al máximo los errores posibles.

Descripción: El procedimiento consta de dos partes, la primera se encuentra en el cuerpo principal del programa y aquí se especifican las variables que serán mandadas a la subrutina, la segunda, la subrutina, aparecerá en los programas que así lo requieran.

Especificación de variables para ser mandadas a la subrutina.

1. Texto. Definido en una sola variable (A\$) respetando las longitudes de líneas.
2. Paso. Una variable (ST) que especifica la longitud en que debe ser dividida la variable del texto.

3. Coordenada horizontal. Variable (LO1)
4. Coordenada vertical. Variable (LO2)
5. Rango de los valores ASCII permitidos como entrada. Variable (AS1) que contiene el limite inferior del rango. Variable que contiene el limite superior (AS2).
6. (A3) Valor del número de opción tomada como default por la computadora.

Subrutina

La subrutina empieza por desplegar el TEXTO, en longitudes definidas por el PASO, en la posición especificada por LO1 y LO2. El número de opción como DEFAULT aparecerá en colores inversos. En este momento el usuario se moverá entre los números definidos por sus valores ASCII AS1 y AS2. Una vez que se tiene la opción que se desea en color inverso. Pulsar ENTER. El control regresa al cuerpo del programa y la variable A3 contiene la opción elegida.

Ejemplo:

```
101 A3=*1, DIAGRAMA P VS T 2, DIAGRAMA P VS H 3, DIAGRAMA T VS S
*SI=24:AS1=49:AS2=51:LO1=9:LO2=14:A3=1:GOSUB 10480:TIPODIAG=A3
```

Esta instrucción mandará el texto a la posición 9,14, lo desplegará en líneas de 24 caracteres de longitud (ST=24) no permitirá números de entrada mayores que 3 (AS2=52) y menores que 1 (AS1=49), el número de default es 1 y al regresar al cuerpo del diagrama la variable TIPODIAG contendrá la opción elegida.

Listado 1. Subrutina para la entrada general de datos:

```
10490 REM <<SUBROUTINA ENTRADA DE DATOS>>
10490 FOR I=1 TO LEN(A$) STEP 51
10500 LOCATE (I-1*ST)/ST*101,LO2:PRINT MID$(A$,I,ST)
10510 NEXT I
10520 LOCATE A2*101,LO2:COLOR 0,7:PRINT MID$(A$,A3*ST-(ST-1),ST);:COLOR 7,0
10530 K$=INKEY$:IF LEN(K$)=0 THEN 10530 ELSE K$=ASC(K$)
10540 IF K$=13 THEN 10590
10550 IF K$=AS1 OR K$=AS2 THEN 10530
10560 LET A1=WAL(K$)
10570 LOCATE A3*101,LO2:COLOR 7,0:PRINT MID$(A$,A3*ST-(ST-1),ST);:COLOR 0,7
10580 A3=A1+GO10 10520
10590 RETURN
```

B. Banco de datos

El archivo que se maneja es un archivo de acceso aleatorio. Donde las llaves de los registros están identificadas por el número del componente en el banco.

Cada registro contiene la siguiente información:

Fórmula del compuesto, nombre del compuesto, temperatura crítica, presión crítica, z crítica, factor acéntrico, constantes a,b,c y d para la capacidad calorífica y el parámetro de Mathias.

El programa ACTBANCO.BAS proporciona las opciones para dar de alta, de baja, modificar, consultar y listar los registros en el archivo.

Descripción del listado 2:

Líneas 10-100. Rutina de inicialización: apertura del archivo y desplegado del menu.

Líneas 120-320. Opción para dar de alta un registro: entrada de información y grabado en disco

Líneas 500-590. Rutina para el listado de los registros en el archivo. Unicamente se listan el número de registro, fórmula y nombre del componente. Para consultas mas extensivas de algún registro en específico se hara por el modo "consulta"

Líneas 1000-1850. Rutina que propociona las siguientes opciones: Dar de baja un registro, eleminandolo del disco. Modificar las entradas hechas con anterioridad. Consultar un registro.

Líneas 2000-2110. Subrutina de ayuda. Cuando el usuario del sistema no conoce el número de registro del compuesto en cuestión, el sistema propociona esta herramienta, donde se despliegan el número de registro, fórmula y nombre de compuesto a manera de listado.

Líneas 5000-5050. Terminación del programa. Encadenamiento con el programa origen. El programa origen es aquel desde el cual se encadeno el ACTBANCO.

Líneas 11000-11030. Desplegado de la pantalla que muestra las variables de cada registro.

Líneas 15000-15100. Subrutina para la entrada de información.

Listado 2. Programa ACTBANCO, actualizador del banco de datos.

```

10 REM ACTBANCO
20 REM PROGRAMA QUE ACTUALIZA EL BANCO DE DATOS
30 KEY OFF:DEFDBL A-Z:CLS:LOCATE 1,1
35 DEFINT I
36 IF FLAG=1 THEN GOTO 45
37 IF FLAG=2 THEN GOTO 45
40 OPEN "A:BANCO.DAT" AS J LEN=128
45 FIELD 3,18 AS BFC#,28 AS BNC#,8 AS BTC#,8 AS BPC#,8 AS BZC#,9 AS B##,8 AS
B#C#P#,8 AS B#C#P#,8 AS B#C#P#,8 AS B#C#P#,8 AS B#P#A#,1 AS FLAG#
50 COLOR 7,0
60 PRINT STRING$(60,CHR$(19));LOCATE 2,19:PRINT "ACTUALIZADOR DEL BANCO DE
DATOS":PRINT STRING$(80,CHR$(19));
70 A#="1.-ADICIONAR UN COMPONENTE          2.-LISTADO DE COMPONENTES DEL BANCO
3.-CONSULTA,BAJAS Y MODIFICACIONES  4.-FIN DEL PROGRAMA
72 LOCATE 18,70:PRINT "TECLLEAR EL NUMERO DE OPCION DESEADA +
":CHR$(17):CHR$(19):CHP#(217)
75 S1=36:R1=4:L01=3:L02=26:AS1=49:AS2=52:GOSUB 15000
100 BOR=8:BOP1=1:BOR2=79:GOSUB 13000
120 ON A3 GOTO 200,500,1000,5000
200 I#=1
203 GET J,I#
204 IF FLAG#="0" THEN 208
205 IF I#<L01(3)/128 THEN I#:=I#+1:GOTO 203
208 RECORD#:=I#
210 GOSUB 11000
220 LOCATE 5,15:COLP 0,7:INPUT "*,FC#":IF FC#="" THEN COLOR 7,0:CLS:GOTO 45
230 LOCATE 6,15:INPUT "*,NC#":LOCATE 7,15:INPUT "*,TC#":TC#:=VAL(TC#)
240 LOCATE 8,15:INPUT "*,PC#":PC#:=VAL(PC#):LOCATE 9,15:INPUT
"*,ZC#":ZC#:=VAL(ZC#):LOCATE 10,15:INPUT "*,W#":W#:=VAL(W#):LOCATE 5,61:INPUT
"*,CAC#":C#PEP:=VAL(CAC#)
250 LOCATE 6,61:INPUT "*,CBCP#":BCP:=VAL(CBCP#):LOCATE 7,61:INPUT
"*,CCCP#":CCCP:=VAL(CCCP#):LOCATE 8,61:INPUT "*,CDCP#":CDCP:=VAL(CDCP#):LOCATE
9,61:INPUT "*,PHAT#":LET PHAT:=VAL(PHAT#)
260 COLOR 7,0
270 LOCATE 13,40:PRINT "ESTAN COFFELOS LOS DATOS":A#=" 1. SI  2. NO
"ST#7:L01=12:L02=68:AS1=47:AS2=50:A3=1:GOSUB 15000
280 IF A3=2 THEN GOTO 715
290 GOSUB 16000
300 LOCATE 15,40:PRINT "EL NUMERO DEL REGISTRO ES  ":COLOR 0,7:PRINT I#;COLP
7,0
310 PUT J,RECORD#
315 BOR=5:BOR1=15:BOR2=79:GOSUB 13000
320 GOTO 200
500 REM ((LISTADO DE TODOS LOS COMPONENTES"
510 LOCATE 5,9:PRINT "REG.-  -FORMULA-          -NOMBRE-"
520 PRINT : LINE#:=1
530 FOR I#:=1 TO L0F(3)/128
540 GET J,I#
550 IF "0"<FLAG# THEN 580
560 PRINT TAB(I#) I# TAB(17) EFC# TAB(36) BNC#

```

```

570 LET LINEA=LINEA+1:IF LINEA >=13 THEN GOSUB 6600
580 NEXT I3
590 PRINT :PRINT :PRINT SPACE(20):"PARA REGRESAR AL MENU PULSE *
CHR$(17):CHR$(196):CHR$(217):INPUT**,RESP$:CLS:GOTO 45
999 END
1000 GOSUB 11000
1010 PRINT:PRINT SIRON$(60),CHR$(196):
1020 LOCATE 12,20:PRINT "NUMERO DEL COMPONENTE EN EL BANCO CR/FIN H/AYUDA
*":COLOR 0,7:INPUT **,RESP$:COLOR 7,0
1060 IF RESP$="H" THEN GOSUB 10600:GOTO 1020
1170 IF RESP$="*" THEN CLS:GOTO 45 ELSE LET NCOM=VAL(RESP$)
1180 GET J,NCOM
1185 IF FLAG$="E" THEN GOSUB 3000:LOCATE 12,20:PRINT "NO EXISTE ESTE
COMPONENTE":FOR I=1 TO 1000:NEXT I:GOSUB 3000:GOTO 1020
1190 LOCATE 5,15:PRINT BFC$:LOCATE 5,61:PRINT CV$(CBCAP$)
1200 LOCATE 6,15:PRINT BNC$:LOCATE 6,61:PRINT CV$(CBCCP$)
1210 LOCATE 7,15:PRINT CVD$(BFC$):LOCATE 7,61:PRINT CVD$(CBCCP$)
1220 LOCATE 8,15:PRINT CVD$(BNC$):LOCATE 8,61:PRINT CVD$(CBCCP$)
1230 LOCATE 9,15:PRINT CVD$(BCC$):LOCATE 9,61:PRINT CVD$(BPNAT$)
1240 LOCATE 10,15:PRINT CVD$(BMS$)
1250 GOSUB 3000:PRINT "NUMERO DE CAMPO A CAMBIAR B/BAJA CR/FIN *":COLOR
0,7:INPUT **,RESP$:COLOR 7,0
1260 IF RESP$="*" THEN BOP=4:BOR1=12:GOSUB 13000:GOTO 1000
1270 IF RESP$="B" THEN GOSUB 15000:GOTO 1000
1280 LET RESP3=VAL(RESP$):GOSUB 16000:ROP=4:ROP1=12:GOSUB 13000:GOTO 1000
1500 LOCATE 15,20:PRINT "ESTA SEGURO DE LA BAJA *":A$=" 1. SI 2. NO
*":S1=7:LO1=14:LO2=44:AS1=49:AS2=50:AZ=11:GOSUB 15000
1505 ROP=4:ROP1=12:GOSUB 13000
1510 IF AZ=2 THEN GOSUB 3000:GOTO 1000
1520 LSET FLAG$="E":LSET BFC$=SPACE(15):LSET BNC$=SPACE(28)
1525 PUT J,NCOM:GOSUB 3000:RETURN
1600 PER <MODIFICACIONES>
1610 IF RESP3=0 AND RESP3=11 THEN GOSUB 3000:GOTO 1250
1620 ON RESP3 GOTO
1640,1650,1660,1670,1680,1690,1700,1710,1720,1730,1740,1750,1760
1640 R$=1:GOSUB 2100:INPUT **,FC$:LSET BFC$=FC$:GOTO 1800
1650 T$=1:GOSUB 2100:INPUT **,NC$:LSET BNC$=NC$:GOTO 1800
1660 T1$=1:GOSUB 2100:INPUT **,TC$:LSET BFC$=MID$(TC$,1):GOTO 1800
1670 T1$=2:GOSUB 2100:INPUT **,PC$:LSET BNC$=MID$(PC$,1):GOTO 1800
1680 T1$=3:GOSUB 2100:INPUT **,ZC$:LSET BCC$=MID$(ZC$,1):GOTO 1800
1690 T1$=4:GOSUB 2100:INPUT **,MS$:LSET BMS$=MID$(MS$,1):GOTO 1800
1700 R$=1:GOSUB 2100:INPUT **,FCAP$:LSET BFC$=FCAP$:LSET
SCAP$=MID$(CAP$,1):GOTO 1800
1710 T1$=1:GOSUB 2100:INPUT **,CBCP$:LSET CBCP$=VAL(CBCP$):LSET
CBCCP$=MID$(CCP$,1):GOTO 1800
1720 T1$=2:GOSUB 2100:INPUT **,CCCP$:LSET CCCP$=VAL(CCCP$):LSET
BCCCP$=MID$(CCP$,1):GOTO 1800
1730 T1$=3:GOSUB 2100:INPUT **,CDCP$:LSET CDCP$=VAL(LDCP$):LSET
BCDCP$=MID$(DCP$,1):GOTO 1800
1740 T1$=4:GOSUB 2100:INPUT **,PMAT$:LSET PMAT$=VAL(PMAT$):LSET
BPNAT$=MID$(PNAT$,1):GOTO 1800
1800 COLOR 7,0

```

```

1805 GOSUB 7000
1810 A3=1:A4=" 1. SI 2. NO *ST=7:L01=13:L02=60:AS1=49:AS2=50:LOCATE 14,70:PRINT
*CONTINUAR MODIFICANDO*:GOSUB 15000
1820 IF A3=1 THEN GOSUB 300 :BOR=14:BOR1=15:GOSUB 13000:GOTO 1,50
1830 A3=1:LOCATE 14,30:PPRINT *GPABAR MODIFICACIONES*:GOSUB 15000
1840 IF A3=2 THEN GOTO 1850
1845 PUT 3,NC04
1850 BOR=14:BP1=16:GOSUB 13000:RETURN
2000 LOCATE 14,9:INPUT * REGISTRO INICIAL DE BUSQUEDA *,INIC1:IF INIC1=0 THEN
LET INIC1=1
2005 LINEA=1
2010 LOCATE 14,9:PRINT *-REG.- -FORMULA- -NOMBRE-*
2015 PRINT
2020 FOR IX=INIC1 TO LOF(3)/128
2025 GET 3,IX
2030 IF *C*=FLAG4 THEN 2070
2040 PPRINT TAB(10) IX TAB(17) BFC# TAB(76) BNC#
2050 LINEA=LINEA+1:IF LINEA > 3 THEN GOSUB 7000
2070 NEXT IX
2090 PPRINT: PRINT SPACE(15): *PULSE *(CHR$(17):CHR$(196):CHR$(217)):*PAPA
CONTINUAR*:INPUT **,RESP#
2100 GOSUB 3000:BOR=14:BP1=22:GOSUB 13000
2110 RETURN
3000 LOCATE 12,1:PPRINT TAB(79):LOCATE 12,20:RETURN
3100 LOCATE R,T:PRINT SPACE(19):LOCATE R,T:COLOR 0,7
3110 RETURN
5000 IF FLAG=1 THEN CLEAR:CHAIN *EQVASES*
5001 IF FLAG=2 THEN CLEAR:CHAIN *PRIN
5002 IF FLAG=3 THEN CLEAR:CHAIN *TDTAG
5010 RUN *MENU
5050 CLS:PRINT *PROGRAMA TERMINADO*
6000 LINEA=1:A3=1:A4=" 1. SEGUIR CONSULTANDO EL LISTADO 2. REGRESAR AL MENU
*ST=74:L01=20:L02=9:AS1=49:AS2=50:GOSUB 15000
6010 IF A3=1 THEN BOR=7:BP1=22:GOSUB 13000:LOCATE 7,9:RETURN
6020 CLS:GOTO 45
7000 LINEA=0:A3=1:A4=" 1. SEGUIR CONSULTANDO EL LISTADO 2. REGRESAR A LA ENTRADA
ANTEP: *ST=34:L01=20:L02=9:AS1=49:AS2=50:GOSUB 15000
7010 IF A3=1 THEN BOR=15:BP1=22:GOSUB 13000:LOCATE 16,9:RETURN
7020 IF A3=2 THEN BOR=14:BP1=22:GOSUB 13000:GOSUB 3000:GOTO 1020
11000 LOCATE 5,1:PPRINT *1. FORMULA *:LOCATE 6,1:PPRINT *2. NOMBRE *:LOCATE
7,1:PPRINT *3. TO Y *:LOCATE 8,1:PPRINT *4. FC (ATH) *
11010 LOCATE 9,1:PPRINT *5. CC *:LOCATE 10,1:PPRINT *6. W *:LOCATE
5,50:PPRINT *7. CACP *:LOCATE 6,50:PPRINT *8. CCRP *
11020 LOCATE 7,50:PPRINT *9. CCRP *:LOCATE 8,49:PPRINT *10. CDRP *:LOCATE
9,49:PPRINT *11. P *
11025 PPRINT STRING$(89),CHR$(196),
11050 RETURN
12000 FOR I=BP1 TO BP1:LOCATE I,1:PRINT SPACE(BOR2):NEXT I:RETURN
15000 REM *SUEPUTINA PARA ENTRADA DE DATOS*
15010 FOR I=1 TO LEN(A#) STEP 50
15020 LOCATE (I-1*ST):ST=L01:L02:PRINT MID$(A#,I,ST)
15070 NEXT I

```

```

15040 LOCATE A3+L01,L02:COLOR 0,7:PRINT MID$(A$,A3+ST-(ST-1),ST);:COLOR 7,0
15050 K$=INKEY$:IF LEN(K$)=0 THEN 15050 ELSE K$=ASC(K$)
15060 IF K$=13 THEN 15100
15070 IF K$=451 OR K$=452 THEN 15050
15080 A1=VAL(K$)
15090 LOCATE A2+L01,L02:COLOR 7,0:PRINT MID$(A$,A3+ST-(ST-1),ST);:COLOR 0,7
15095 A3=A1:GOTO 15040
15100 RETURN
16000 LSET FLAG$="0":LSET BFC$=FC$:LSET DMC$=MC$:LSET BIC$=MD$(TC):LSET
BPC$=MD$(PC)
16010 LSET BZ$=MD$(ZC):LSET BWH$=MD$(WH):LSET BCACP$=MD$(CACP):LSET
BCBCF$=MD$(CBCF):LSET BC CCP$=MD$(CCCP):LSET BCDCP$=MD$(CDCP):LSET
BPHAT$=MD$(PHAT)
16020 RETURN

```

C. Creación del diagrama

Esta sección está dividida en dos subsecciones: la primera comprende la creación de los diagramas PT, PH y ST, la segunda la creación de los diagramas Txy, Pxy y Hxy.

I. Diagramas PT, PH y ST.

Para la creación de estos tres tipos de diagramas se sigue un algoritmo similar. Se necesita la entrada de los incrementos de temperatura y de presión con los cuales se realizará la curva, así como la presión inicial.

Filosofía de cálculo de puntos

Las curvas de rocío y de burbuja se calculan siguiendo una filosofía definida como sigue:

- Se inicia la "campana" por el lado de la línea de puntos de rocío.
- Se calculan dos puntos uno a la presión inicial y el otro a la presión inicial más el incremento.

- Se hace una comparación de pendientes y en base a esto se decide si se va a calcular una presión de saturación o una temperatura de saturación.

- Las condiciones iniciales de cálculo se hace utilizando los resultados obtenidos del punto anterior a excepción de los dos primeros.

- Se termina de calcular una curva cuando los factores de compresibilidad (Z) del líquido y del vapor tienden a hacerse iguales. Esto es debido a que se están acercando a la región crítica. Donde estas dos cantidades se igualan se denomina el punto crítico.

NOTA: Los cálculos realizados cerca del punto crítico requieren un número bastante elevado de iteraciones, mientras que a presiones bajas el cálculo es relativamente rápido.

Quizá el factor mas importante de todo el algoritmo es la decisión entre calcular una presión o una temperatura de saturación. Esta decisión se toma en base a la pendiente que va adquiriendo la curva en proceso de creación. Extremando las condiciones podemos explicar el algoritmo como sigue:

Cuando la pendiente de la curva tiende a infinito el cálculo se tiene que hacer fijando presión y calculando temperaturas de saturación. La presión se fija agregando a la presión del punto anterior el incremento.

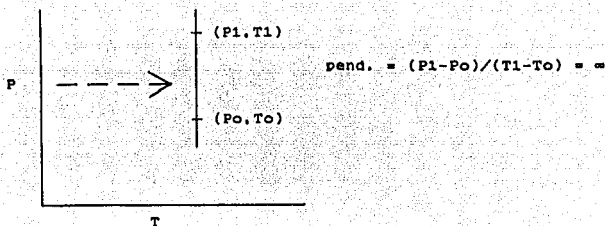


Figura 3-1

Como se puede apreciar en la fig. 3-1 si fijáramos la temperatura el cálculo sería imposible. En cambio si se fija la presión el cálculo no presenta ningún problema.

Cuando la pendiente de la curva tiende a cero se fijara la temperatura y se calculará la presión de saturación. Gráficamente podemos apreciar el porqué de esto fig.3-2.

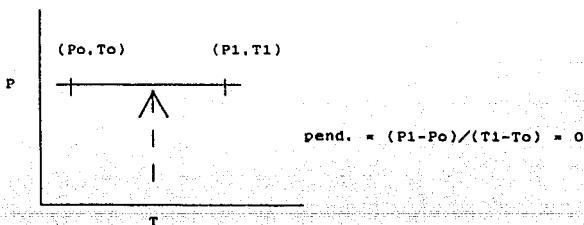


Fig. 3-2

Para fines prácticos la pendiente se compara contra una pendiente creada por el cociente de los incrementos de presión y de temperatura.

Se tiene que tener en cuenta que el incremento de presión o de temperatura puede ser negativo en ciertos casos. Esta faceta se incorpora para el cálculo de diagramas como el de la figura 3-3.

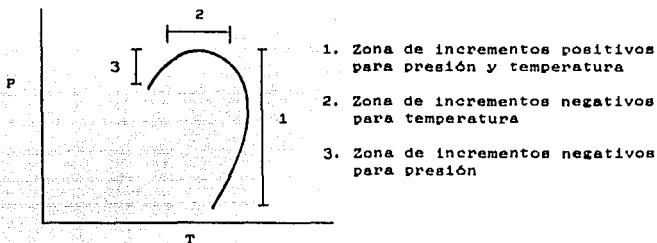


Figura 3-3

Se incrementará positivamente la presión si la presión del punto corriente es mayor que la presión del punto anterior y negativamente si la presión del punto corriente es menor que la del anterior. Esta consideración es válida también para la temperatura.

Se ha descrito el algoritmo para la creación del diagrama PT. Para los diagramas PH y TS se tienen que adicionar la sección de cálculo de estas propiedades (entalpía, entropía). Se generan además archivos para guardar estas propiedades.

Descripción del listado 3:

Siempre que hay una transferencia del control del programa a otra línea, va precedida por una asignación a la variable A3.

Cuando :

A3=1 se calcula Temperatura de burbuja
A3=2 se calcula Presión de burbuja
A3=3 se calcula Temperatura de rocío
A3=4 se calcula Presión de rocío.

Líneas 1000-1400. Rutina de creación de la curva de rocío.

Líneas 2000-2300. Rutina de creación de la curva de burbuja.

Listado 3. Rutina de creación de la campana para los diagramas PT, PH y TS.

```
1110 REM << CURVA DE ROCIO >>
1111 LET CALCULAND=1
1112 IF PPIINFLAG=1 THEN GOSUB 6000
1120 LOCATE 6,2:PRINT "CURVA DE ROCIO":PA=PIMI:P=PA:TA=0:T=TA
1140 A3=3:GOSUB 11200
1141 FOR I=1 TO N
1142 IF E=1 THEN Y(I)=Z(I)
1143 IF E=2 THEN X(I)=Z(I)
1144 NEXT I
1145 FLAGPE=1:GOTO 12090
1146 FLAGPE=2:GOTO 12370
1150 FOR I=1 TO N:XA(I)=X(I):X(I)=Y(I):NEXT I
1160 P=PA+INCP:Z=0:A3=3:GOSUB 11200:FOR I=1 TO N
1161 IF E=1 THEN X(I)=Z(I)
1162 IF E=2 THEN Y(I)=Z(I)
1163 NEXT I
1164 FLAGPE=3:GOTO 12090
1165 FLAGPE=2:GOTO 12370
1167 QB=1:FOR I=1 TO N:Y(I)=Y(I):NEXT I:GOTO 1180
1170 A3=3:GOSUB 11200:FLAGPE=3:GOTO 12370
1180 IF (Z1-Z2)/Z1 THEN 2000
1190 TPD=(P-PA):(T-TA)
1200 IF ABS(TPD)/(INCP/INCT) THEN 1320
1210 TLED=INCT
1220 IF (T-TA)<0 THEN TLED=-INCT
1230 LEO=TLED/(T-TA):PLED=(P-PA)/LED:PA=P:P=PLED
1240 SE=1:FOR I=1 TO N:LLED=X(I)-TA:YLED=Y(I)-Z(I):X(I)=X(I)+XLED
1250 IF X(I)=0 THEN X(I)=.00001
```

```

1260 IF X(I)>1 THEN X(I)=.999
1270 S=S+X(I):NEXT I
1280 FOR I=1 TO N:K(I)=I(I)/S:NEXT I
1290 TA=T+T*LED
1300 A3=4:GOSUB 11200:FLAGREI=4:GOTO 12370
1310 GOTO 1180
1320 PLED=INCP
1330 IF (P-PA)<0 THEN PLED=-INCP
1340 LED=PLED/(P-PA):TLED=(T-TA)*LED:TA=T+T*LED
1350 S=0:FOR I=1 TO N:YLED=(X(I)-YA(I))*LED:YA(I)=X(I):Y(I)=Y(I)+YLED
1360 IF I(I)<0 THEN X(I)=.00001
1370 IF I(I)>1 THEN X(I)=.999
1380 S=S+X(I):NEXT I
1390 FOR I=1 TO N:K(I)=(I(I)/S):NEXT I
1400 PA=P+P*P*PLED:GOTO 1170
2000 PEM <<(CURVA DE BURBUJA)>>
2011 @:PLANGO=2
2020 LOCATE 8,2:PRINT "CURVA DE BURBUJA":PA=PINI:P=PA:TA=0:T=TA
2030 FOR I=1 TO N:K(I)=I(I):NEXT I
2040 A3=1:GOSUB 11200
2050 FLAGRE=5:GOTO 12090
2052 FLAGREI=5:GOTO 12370
2053 QC=T:TA=T
2054 FOR I=1 TO N:K(I)=(I(I)):YA(I)=I(I):NEXT I
2060 P=PA:INCP=F*0:A3=1:GOSUB 11200
2062 FLAGRE=4:GOTO 12090
2063 FLAGREI=6:GOTO 12370
2064 FOR I=1 TO N:K(I)=Y(I):NEXT I:GOTO 2080
2070 A3=1:GOSUB 11200:FLAGREI=7:GOTO 12370
2080 IF (I1-I2)<.1 THEN 3000
2090 IPD=(P-PA)/(T-TA)
2100 IF ABS(IPD)>(INCP/INCI) THEN 2220
2110 TLED=INCT
2120 IF (T-TA)<0 THEN TLED=-INCT
2130 LED=ILED/(T-TA):PLED=(P-PA)*LED:PA=P+P*PLED
2140 S=0:FOR I=1 TO N:YLED=(Y(I)-YA(I))*LED:YA(I)=Y(I):Y(I)=Y(I)+YLED
2150 IF I(I)<0 THEN Y(I)=.00001
2160 IF I(I)>1 THEN Y(I)=.999
2170 S=S+Y(I):NEXT I
2180 FOR I=1 TO N:Y(I)=Y(I)/S:NEXT I
2190 TA=T+T*YLED
2200 A3=2:GOSUB 11200:FLAGREI=8:GOTO 12370
2210 GOTO 2080
2220 PLED=INCP
2230 IF (P-PA)<0 THEN PLED=-INCP
2240 LED=PLED/(P-PA):TLED=(T-TA)*LED:TA=T+T*LED
2250 SY=0:FOR I=1 TO N:YLED=(Y(I)-YA(I))*LED:YA(I)=Y(I):Y(I)=Y(I)+YLED
2260 IF Y(I)<0 THEN Y(I)=.00001
2270 IF Y(I)>1 THEN Y(I)=.999
2280 S=S+Y(I):NEXT I
2290 FOR I=1 TO N:Y(I)=Y(I)/S:NEXT I
2300 PA=P+P*YLED:GOTO 2070

```

II. DIAGRAMAS Txy, Pxy Y Hxy

Se seguirán algoritmos análogos para la creación de diagramas a presión constante y a temperatura constante. Este tipo de diagramas se crearán incrementando la composición según se haya establecido en las entradas generales.

Los diagramas presentan formas diversas como se puede ver en las figuras 1-2 y 1-3. Esto presenta una dificultad a la hora del cálculo. Por ésto la medida de los factores de compresibilidad (Z) para terminar una curva no se puede utilizar automáticamente. Es necesario, el juicio del usuario para terminar una curva.

Se inicia la creación de estos diagramas por la curva de rocío, incrementando la composición según se especificó. Para cada punto calculado se tiene la siguiente información:

1. Presión si se trata de un diagrama Txy ó Hxy a temperatura constante . Temperatura si se trata de un diagrama Pxy ó Hxy a presión constante.
2. Composición del líquido
3. Composición del vapor.

Para diagramas como el de la figura 3-4 se tiene el problema de que para una composición dada se necesitan calcular dos puntos de rocío y para otra composición dos puntos de burbuja. Estas composiciones están marcadas como X1 y X2 .

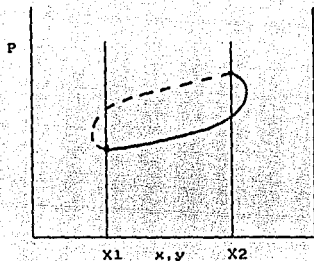


Figura 3-4

Este problema se resuelve creando dos archivos simultáneos para cada diagrama. El primero contiene información de presión ó temperatura, según sea el caso, y fracción mol para el líquido (X). El segundo con presión ó temperatura, según el caso y fracción mol para el vapor (Y).

Después cada uno de estos archivo es ordenado de manera ascendente para la temperatura ó presión, según el caso. Posteriormente se unen estos archivos para tener solo uno con toda la información.

Para ordenar los archivos se utiliza el "sort" Shell-Metzner. Este sort subdivide la lista en sublistas y estas son ordenadas por separado y luego se unen. Tiene la ventaja de que es extraordinariamente rapido y no requiere de archivos de soporte.

Descripcion del listado 4:

Línea 1016. Proporciona la opción de barrido de composiciones de 0-1 y de 1-0.

Líneas 1110-1153. Curva de rocío para diagrama Txy a presión constante.

Líneas 2000-2053. Curva de burbuja para diagrama Txy a presión constante.

Líneas 1500-1553. Curva de rocío para diagrama Pxy a temperatura constante.

Líneas 2500-2556. Curva de burbuja para diagrama Pxy a temperatura constante.

La asignación de variable A3 para el cálculo de puntos es similar a la que se usa para los diagramas PT.

Listado 4. Rutina para la creación de los diagramas Txy, Pxy y Hxy.

```
1015 LOCATE 9,3:PRINT "NUMERO DE INTERVALOS EN COMPOSICION *":COLOR 0,7:INPUT
**NINC:COLOR 7,0
1016 A#="1. BARRIDO COMPOSICION 0 A 1 2. BARRIDO COMPOSICION 1 A 0 3. FIN
      *ST=70:AS1=49:AS2=51:L01=12:L02=3:A3=1:GOSUB 10480:EMPIEZA=A3:IF
A3#3 THEN GOTO 5
1017 IF TIPODIAG=: THEN LOCATE 10,3:PRINT "TEMPERATURA CONSTANTE *":COLOR
0,7:INPUT **:FIN:COLOR 7,0:GOTO 1500
1020 LOCATE 10,2:PRINT "PRESION CONSTANTE *":COLOR 0,7:INPUT **:PINI:COLOR 7,0

1110 REM : CURVA DE ROCIO:
1111 IF PRINELAG=1 THEN GOSUB 6000
1120 LOCATE 6,3:PRINT "CURVA DE ROCIO*":PA=PINI:P=PA:TA=0:1=TA
1121 CALC:LANC=0#1
1122 LET NMC0=1 NINC:IF EMPIEZA=2 THEN LET M0=1 ELSE LET M0=:
1121 2=1+M0C0(1,2)+1-(1)
1140 A3=:GOSUB 1120#
1141 FOR I=1 TO N
```

```

1142 IF E=1 THEN X(1)=Z(1)
1143 IF E=2 THEN Y(1)=Z(1)
1144 NEXT I
1145 FLAGFE=1:GOTO 12090
1146 FLAGFE=1:GOTO 12270
1150 IF EMPIEZA=1 AND MOC=1 THEN GOTO 2000
1151 IF EMPIEZA=2 AND MOC=0 THEN GOTO 2000
1152 IF EMPIEZA=1 THEN MOC=MOC+NMCCOM ELSE MOC=MOC-NMCCOM
1153 GOTO 1131
1500 LOCATE 6,2:PRINT "CURVA DE POCJO":T=TIME:P=0
1501 CALCULANDO=1
1502 IF P=1 THEN FLAG=1 THEN GOSUB 6000
1510 LET NMCCOM=1/MINC:IF EMPIEZA=2 THEN LET MOC=1 ELSE LET MOC=0
1511 Z(1)=MOC:Z(2)=1-Z(1)
1520 A3=4:GOSUB 11200
1521 FOR I=1 TO N
1522 IF E=1 THEN X(I)=Z(1)
1523 IF E=2 THEN Y(I)=Z(1)
1524 NEXT I
1525 FLAGFE=2:GOTO 12090
1526 FLAGFE=2:GOTO 12270
1530 IF EMPIEZA=1 AND MOC=1 THEN GOTO 2500
1531 IF EMPIEZA=2 AND MOC=0 THEN GOTO 2500
1532 IF EMPIEZA=1 THEN MOC=MOC+NMCCOM ELSE MOC=MOC-NMCCOM
1533 GOTO 1511

```

```

2000 REM
2010 REM "<CURVA DE BURBUJA>"
2011 CALCULANDO=2
2020 LOCATE 6,2:PRINT "CURVA DE BURBUJA":FA=TIME:P=PRATA=0:T=TA
2021 LET NMCCOM=1/MINC:IF EMPIEZA=2 THEN LET MOC=1 ELSE LET MOC=0
2022 Z(1)=MOC:Z(2)=1-Z(1)
2030 FOR I=1 TO N:Z(1)=Z(1):NEXT I
2040 A3=1:GOSUB 11200
2050 FLAGFE=3:GOTO 12090
2052 FLAGFE=3:GOTO 12270
2053 IF EMPIEZA=1 AND MOC=1 THEN GOTO 3000
2054 IF EMPIEZA=2 AND MOC=0 THEN GOTO 3000
2055 IF EMPIEZA=1 THEN MOC=MOC+NMCCOM ELSE MOC=MOC-NMCCOM
2056 GOTO 2022
2500 LOCATE 6,2:PRINT "CURVA DE BURBUJA":T=TIME:P=0
2501 CALCULANDO=2
2521 LET NMCCOM=1/MINC:IF EMPIEZA=2 THEN MOC=1 ELSE MOC=0
2522 Z(1)=MOC:Z(2)=1-Z(1)
2530 FOR I=1 TO N:Z(1)=Z(1):NEXT I
2540 A3=2:GOSUB 11200
2550 FLAGFE=4:GOTO 12090
2552 FLAGFE=4:GOTO 12270
2553 IF EMPIEZA=1 AND MOC=1 THEN GOTO 2000
2554 IF EMPIEZA=2 AND MOC=0 THEN GOTO 2000
2555 IF EMPIEZA=1 THEN LET MOC=MOC+NMCCOM ELSE LET MOC=MOC-NMCCOM
2556 GOTO 2522

```

Sort Shell Metzner .

Descripción del listado 5.

Lineas 7000-7096. Los dos archivos creados son mandados al sort para ser ordenados, y posteriormente unidos en uno solo.

Lineas 8000-8120. Subrutina de ordenamiento ascendente de datos.
(Sort Shell-Metzner)

Listado 5. Subrutina para ordenar y clasificar los datos.(sort Shell Metzner.)

```
7000 REM *ORDENAR Y CLASIFICAR INFORMACION OBTENIDA
7020 DIM SOR(2,MNM);FOR I=1 TO MNM:SOR(1,I)=IIX(1,I);SOR(2,I)=IIX(2,I);NEXT I
7030 GOSUB 8000
7035 FOR I=1 TO MNM:IIX(1,I)=SOR(1,I);IIX(2,I)=SOR(2,I);NEXT I
7070 ERASE SOR;DIM SOR(2,MNM);FOR J=1 TO
MNM:SOR(1,J)=YYY(1,J);SOR(2,J)=YYY(2,J);NEXT J
7080 GOSUB 8000
7085 FOR I=1 TO MNM:YYY(1,I)=SOR(1,I);YYY(2,I)=SOR(2,I);NEXT I
7091 DIM YG1(1,MNM*2),IG1(MNM*2)
7092 FOR I=1 TO MNM:LET YG1(1,I)=YYY(2,I);IG1(1)=YYY(1,I);NEXT I
7093 FOR I=1 TO MNM:LET YG1(1,MNM+1)=IIX(2,I);IG1(1+MNM)=IIX(1,I);NEXT I
7095 MNM=MNM*2
7096 RETURN
8000 REM ----- SHELL METZNER SORT.
8010 SORTP=MNM
8020 SORTP=INT(SORTP/2)
8030 IF SORTP=0 THEN RETURN
8040 SORTK=MNM-SORTP+1;SORTJ=1
8050 SORTI=SORTJ
8060 SORTL=SORTI+SORTP
8070 IF SOR(2,SORTI)/SOR(2,SORTL) THEN 8100
8080 SWAP SOR(2,SORTI),SOR(2,SORTL);SWAP
SOR(1,SORTI),SOR(1,SORTL);SORTI=SORTI-SORTP
8090 IF SORTI=1 THEN 8060
8100 SORTJ=SORTJ+1
8110 IF SORTJ<=SORTK THEN 8050
8120 GOTO 8020
```

D. Filadofia de almacenamiento de datos.

Cada diagrama tiene un archivo maestro y una serie de archivos secundarios. El archivo maestro contiene la siguiente información:

- Símbolo utilizado para representar la curva.
- Cuadricular la gráfica (S/N)
- Número de rayas horizontales
- Número de rayas verticales
- Unión de puntos por rectas (S/N)
- Impresión de puntos (S/N)
- Dimensiones de la gráfica
- Paso para el eje X
- Paso para el eje Y
- Unidades para el eje X
- Unidades para el eje Y

A las variables mencionadas se les hará referencia como "variables de graficación"

El número de registro en el archivo maestro determina el nombre del archivo secundario. Este archivo secundario tiene las parejas de datos X, Y utilizadas para la graficación. La asignación de X y Y varían dependiendo del diagrama en cuestión. Ejemplo: para el diagrama P vs H, la P esta representada por los valores de X y la H por los de Y.

Para este caso el archivo maestro es el FILER3 y todos los archivos secundarios empiezan con el prefijo 3ARCH-- seguido de un número que corresponde al número de registro en el archivo maestro.

Descripción del listado 6.

El listado 6 es un ejemplo de los programas que utilizan el manejo de datos de disco. Las explicaciones están hechas en base a este programa específico, sin embargo, se puede generalizar.

Líneas 10-104. Inicialización del programa.

Líneas 110-150. Cuando se elige la opción de "Gráfica ya existente". Se despliegan todos los registros del archivo maestro del diagrama elegido.

Líneas 150-174. Elección del registro, asignación de las variables de graficación, del registro elegido, a las variables generales del sistema.

Línea 176. Menú con opciones para el manejo del folder. El "folder" es un registro en el archivo maestro.

Líneas 182-188. Opción para borrar un folder del archivo maestro

Líneas 190-197. Opción para modificar las dos líneas de descripción que contiene cada folder.

Líneas 500-540. Desplegado en pantalla de los folders físicamente.

Líneas 3001-3040. Rutina de asignación de las variables iniciales de graficación después que se ha creado un diagrama. Grabado en disco de los registros en el archivo maestro. Grabado en disco de los archivos secundarios.

Líneas 3500-3570. Subrutina de grabado en disco de los archivos secundarios.

Líneas 4000-4040. Subrutina de grabado en disco de los registros en el archivo maestro.

Líneas 4100-4120. Subrutina de lectura de registros del archivo maestro.

Líneas 4500-4630. Rutina de impresión de las variables de graficación y del folder.

Líneas 4800-4810. Subrutina de lectura de registros del archivo maestro aumentado. Se utiliza como preparación de las matrices correspondientes para agregar la información del diagrama recién creado.

Líneas 5000-5040. Inicialización del programa. Despliegado de encabezado.

Líneas 6000-6090. Rutina de impresión. En caso de que se haya elegido la opción de utilizar una impresora, esta rutina imprimirá el encabezado, que contiene información sobre el sistema que se está tratando, los componentes del sistema, tipo de cálculos y los parámetros de interacción binaria (kij) del sistema.

Listado 6. Rutina para manejo de archivos.

```

10 CLEAR :GOSUB 5000      'INICIALIZACION
20 A1=*1. GRAFICA YA EXISTENTE 2. CREACION DE DIAGRAMA 3. SOBREPONER GRAFICAS 4.
FIN                      '*S1=24;A51=49;A52=52;L01=9;L02=14;A3=4;GOSUB 10480
30 ON A3 GOTO 100,1900,10,10470
100 BOP=9;BOP1=1;GOSUB 10000
101 A1=*1. DIAGRAMA P VS T      2. DIAGRAMA P VS H      3. DIAGRAMA T VS S
   *S1=24;A51=49;A52=51;L01=9;L02=14;A3=1;GOSUB 10480;TIPODIAG=A3
102 IF TIPODIAG=1 THEN FILEP="FILEP";APCH="ARCH";D10="P VS T"
103 IF TIPODIAG=2 THEN FILEP="FILEP";APCH="JARCH";D10="P VS H"
104 IF TIPODIAG=3 THEN FILEP="FILEP";APCH="JARCH";D10="T VS S"
110 OPEN "*" ,1,FILEP
120 INPRT A1,NNE:(EN A1*NNE),A19*NNE,Q1(NNE),Q2(NNE),Q3(NNE),Q4(NNE),
Q5(NNE),Q6(NNE),Q7(NNE),Q8(NNE),EJE1(NNE),EJE2(NNE),Q10(NNE),Q11(NNE),Q14(NNE),
Q15(NNE),UP1(NNE),TU1(NNE),APCH(NNE)
121 GOSUB 4100
125 GOSUB 500
127 I1=1;I2=-1
130 LINEA=PPR 12+1 TO NNE:I1=1;I2=12+4;LOCATE 12,I1-2;COLOR 7,B;PRINT
I3;COLOR 7,0;LOCATE 12,I1+1;PPRNT A1-I3;LOCATE 12+1,I1+1;PPRNT A18(I3)
131 LINEA=LINEA+1:IF LINEA/4 THEN LINEA=0;GOSUB 200
140 NET 10
150 LOCATE 22,2;COLOR 0,7;PPRNT * NUMERO REGISTRO *;:COLOR 7,0;INPUT * *,RE
155 IF RE=0 OR RE=NNE THEN GOTO 10
160 LOCATE 22,7;B=APCH+P;LHT=STP+RE ,LEN(STP+RE)-1;PPRNT B
165 GOSUB 4600
172 Q1=Q1+RE;Q2=Q2+RE;Q3=Q3+RE;Q4=Q4+RE;Q5=Q5+RE;Q6=Q6+RE;
Q8=Q8+RE;Q7=Q7+RE; Q10=Q10+RE; W1=W1+RE;Q14=Q14+RE;Q15=Q15+RE;
EJE1=EJE1+RE; EJE2=EJE2+RE;UP1=UP1+RE;TU1=TU1+RE
177 B=C+EJE1+RE;S1=EJE1+RE
174 GOSUB 4500
175 A1=*1. BORRAR FOLIO 2. CAMBIAR DESCRIPCION 3. GRAFICAR      4.
PANTALLA INICIAL      '*S1=74;L01=1;L02=9;A51=14;A52=52;A3=3;GOSUB 10480

```

```

180 ON A3 GOTO 181,189,199,10
181 GOSUB 182:GOTO 10
182 BOR=19:BOR1=23:GOSUB 10600:LOCATE 19,9:PRINT "CONTINUAR CON LA BAJA
*LO1=18:LO2=33:A3=1:GOSUB 10610:GOSUB 10480
183 BOR=19:BOR1=22:GOSUB 10600:IF A3=2 THEN RETURN
184 KILL ARCH*RIGHT$(STR$(PE),LEN(STR$(PE))-1)
185 FOR I=PE+1 TO NNE:Q1(I-1)=Q1(I):Q2(I-1)=Q2(I):Q3(I-1)=Q3(I):Q4(I-1)=Q4(I)
Q4(I-1)=Q4(I):Q5(I-1)=Q5(I):Q6(I-1)=Q6(I):Q3(I-1)=Q3(I):Q4(I-1)=Q4(I)
Q1(I-1)=Q1(I):ARCH(I-1)=ARCH(I)
186 Q11(I-1)=Q11(I):Q14(I-1)=Q14(I):Q15(I-1)=Q15(I):EJE1(I-1)=EJE1(I)
EJE1(I-1)=EJE1(I):UP1(I-1)=UP1(I):TU6(I-1)=TU6(I):A4(I-1)=A4(I):A1W(I-1)=A1W(I)
187 NAME ARCH*RIGHT$(STR$(I),LEN(STR$(I))-1) AS
ARCH*RIGHT$(STR$(I-1),LEN(STR$(I-1))-1):NEXT I:NNE=NNE-1
188 GOSUB 4000:RETURN
189 GOSUB 190:GOTO 176
190 LOCATE 3,10:PRINT SPACE(83):LOCATE 4,10:PRINT SPACE(68):LOCATE 3,10:COLOR
0,7:INPUT " ",REAN
191 IF LEN(REAN)=0 THEN LOCATE 3,10:PRINT A$(RE) ELSE A$(RE)=REAN
192 LOCATE 4,10:INPUT " ",REALS
193 IF LEN(REALS)=0 THEN LOCATE 4,10:PRINT A$(RE) ELSE A$(RE)=REALS
194 COLOR 7,0:BOR=19:BOR1=23:GOSUB 10600:LOCATE 19,9:PRINT "GRABAR
MODIFICACIONES":LO1=18:LO2=33:A3=1:GOSUB 10610:GOSUB 10480
195 BOR=19:BOR1=22:GOSUB 10600
196 IF A3=2 THEN RETURN
197 GOSUB 4000:RETURN
198 INPUT " ",JFL
199 DEFDBL D:DEFINT J:GOTO 20400
200 LOCATE 22,4:COLOR 6,7:PRINT " NO. REGISTRO o CR PARA CONTINUAR *::COLOR
7,0:INPUT " ",RE
210 IF RE<>0 THEN GOTO 155
220 CLS:GOSUB 560:II=13:II2=-1:RETURN
500 CLS
505 P=1:O=9:L=60
510 FOR II=2 TO 21 STEP 4:LOCATE II,P:PRINT STRING$(70,CHR$(205)):LOCATE
II,0:PRINT CHR$(201):LOCATE II+1,0:PRINT CHR$(186):LOCATE II+2,0:PRINT
CHR$(186):LOCATE II+3,0:PRINT CHR$(186):LOCATE II+4,0:PRINT STRING$(2,CHR$(205))
515 LOCATE II,L:PRINT CHR$(187)
516 FOR I2=1 TO 4:LOCATE II+I2,L:PRINT CHR$(186):NEXT I2
517 IF L<70 THEN LOCATE II+5,0-3:PRINT CHR$(186):LOCATE II+6,0-3:PRINT
CHR$(186):LOCATE II+4,0-3:PRINT CHR$(186):LOCATE II+5,L:PRINT CHR$(186):LOCATE
II+6,L:PRINT CHR$(187)
520 LOCATE II+3,0-3:PRINT CHR$(201)
521 P=P-1:O=O-1:L=L-1
530 NEXT II
535 LOCATE 22,2:PRINT CHR$(211):PRINT STRING$(73,CHR$(196)):PRINT CHR$(187)
540 RETURN
3000 BOR=20:BOR1=41:BOR1=22:GOSUB 10660:GOSUB 3500:GOTO 10
3001 OPEN "*,L,FILES
3002 GOSUB 4800
3003 GOSUB 4100
3004 LET NNE=NNE+1:A$(NNE)=ADES:A1$(NNE)=AIDES

```

```

3095 I=MNE:Q1(I)=4:Q2(I)=1:Q3(I)=5:Q4(I)=6:Q5(I)=2:Q6(I)=1:
Q8(I)=4:Q11(I)=1:Q14(I)=3:Q15(I)=1:EJER(I)=6:1:EJEY(I)=2:Q19(I)=1:Q9(I)=10:
UPR(I)="ATMOSFERAS":TUR(I)="KELVIN":ARCH(I)=MNE
3097 IF FILEP="FILEP" THEN TUR(I)="CAL:MMOL"
3098 IF FILEP="FILEP" THEN TUR(I)="CAL:MMOL *":UPR(I)="KELVIN"
3015 GOSUB 4000
3017 LET AS=ARCH+RIGHT$(STR$(MNE),LEN$(STR$(MNE))-1)
3018 PRINT "MEMBRE DEL ARCHIVO ";AS
3019 GOSUB 4000
3020 OPEN "O",2,AS
3025 RETURN
3040 GOTO 10
3500 LOCATE 7,2:PRINT "DESCRIPCION":LOCATE 9,3:COLOR 0,7:INPUT **,ADES:LOCATE
10,2:INPUT **,AISES:COLOR 7,0
3510 IF FLAGD=1 THEN FILER="FILEP":ARCH="ARCH":GOSUB 3001 ELSE 3530
3520 PRINT #2,MNE:PRINT #2,1:FOR I=1 TO 1:FOR I=1 TO MNE:PRINT #2,YG1(I),I:PRINT
#2,YG1(I):NEXT I:NEXT I:CLOSE
3530 IF FLAGD=1 THEN FILER="FILEP":ARCH="ARCH":GOSUB 3001 ELSE 3550
3540 PRINT #2,MNE:PRINT #2,1:FOR I=1 TO 1:FOR I=1 TO MNE:PRINT
#2,HY1(I),I:PRINT #2,MG1(I):NEXT I:NEXT I:CLOSE
3550 IF FLAGD=1 THEN FILER="FILEP":ARCH="ARCH":GOSUB 3001 ELSE 3570
3560 PRINT #2,SNN:PRINT #2,1:FOR I=1 TO 1:FOR I=1 TO SNN:PRINT
#2,SY1(I),I,I:PRINT #2,SG1(I):NEXT I:NEXT I:CLOSE
3570 RETURN
4000 OPEN "O",1,FILEP
4010 PRINT #1,MNE
4020 FOR I=1 TO MNE:PRINT #1,AS(I):PRINT #1,AI(I):PRINT #1,Q1(I):PRINT
#1,Q2(I):PRINT #1,W1(I):PRINT #1,Q4(I):PRINT #1,Q5(I):PRINT #1,Q6(I):PRINT
#1,Q8(I):PRINT #1,Q11(I):PRINT #1,Q14(I):PRINT #1,Q15(I):PRINT #1,EJEI(I):PRINT
#1,EJEY(I):PRINT #1,Q19(I)
4030 PRINT #1,Q15(I):PRINT #1,UPR(I):PRINT #1,TUR(I):PRINT #1,ARCH(I):NEXT I:CLOSE
4040 RETURN
4100 FOR I=1 TO MNE:INPUT #1,AR(I):INPUT #1,AIS(I):INPUT #1,Q1(I):INPUT
#1,Q2(I):INPUT #1,Q3(I):INPUT #1,Q4(I):INPUT #1,Q5(I):INPUT #1,Q6(I):INPUT
#1,Q8(I):INPUT #1,Q9(I):INPUT #1,Q10(I):INPUT #1,Q11(I):INPUT #1,EJEI(I):INPUT
#1,EJEY(I):INPUT #1,Q14(I)
4110 INPUT #1,Q19(I):INPUT #1,UPR(I):INPUT #1,TUR(I):INPUT #1,ARCH(I):NEXT I:CLOSE
4120 RETURN
4510 LOCATE 2,10:PRINT AS:PE:LOCATE 4,10:PRINT AIS:PE)
4510 AS="1. CUADRADO LLENO 242 2. CUADRADO VACIO 242 3. CUADRADO LLENO 242 4.
CRUZ 242 5. CRUZ 242 6. FLECHA 7. CIRCULO VACIO
4520 LOCATE 6,8:PRINT "SIMBOLO ":LOCATE 6,22:PRINT MID$AS,9:122-16,18)
4530 LOCATE 8,8:PRINT "CARACTERES":QER=Q2:LOCATE 8,28:GOSUB 4700
4540 LOCATE 10,8:PRINT "NO PAVAS HORTEL":LOCATE 10,27:PRINT Q3:LOCATE 12,6:PRINT
"NO PAVAS JERTEL":LOCATE 12,27:PRINT Q4
4545 LOCATE 14,8:PRINT "UNION PUNTOS LINEAS":LOCATE 14,28:QEP=Q5:GOSUB
4700:LOCATE 16,6:PRINT "IMPRESION PUNTOS":LOCATE 16,28:QER=Q6:GOSUB 4700
4550 LOCATE 8,41:PRINT "ANCHO GRAFICA":LOCATE 8,57:PRINT Q6:LOCATE 9,41:PRINT
"ALTURA GRAFICA":LOCATE 9,57:PRINT 174-Q9
4550 LOCATE 10,41:PRINT "PASO EJE X ":LOCATE 10,57:PRINT Q10:LOCATE 12,41:PRINT
"PASO EJE Y ":LOCATE 12,57:PRINT Q11

```

```

4570 LOCATE 14,41:PRINT "UNIDAD EJE X ":LOCATE 14,57:PRINT TAB;LOCATE 16,41:PRINT
"UNIDAD EJE Y ":LOCATE 16,57:PRINT UP;
4599 RETURN
4600 CLS:LOCATE 2,8:PPRINT STRING$(70,CHR$(205)):LOCATE 2,7:PRINT CHR$(201):LOCATE
3,7:PRINT CHR$(196):LOCATE 4,7:PRINT CHR$(156):LOCATE 5,7:PRINT CHR$(199):LOCATE
5,5:PRINT STRING$(2,CHR$(205)):LOCATE 5,4:PRINT CHR$(201)
4610 LOCATE 2,78:PRINT CHR$(187):FOR I7=5 TO 17:LOCATE 17,78:PRINT CHR$(196):NEXT
I7:FOR I7=6 TO 17:LOCATE 17,45:PRINT CHR$(196):NEXT I7
4620 LOCATE 19,45:PRINT CHR$(200):STRING$(73,CHR$(205)):CHR$(188)
4630 RETURN
4700 IF QEF=1 THEN QEF="SI" ELSE QEF="NO"
4710 PRINT QEF:RETURN
4800 IMPRINT #1,MNE:DIM A$(MNE+1),A1$(MNE+1),Q1(MNE+1),Q2(MNE+1),Q3(MNE+1),
Q4(MNE+1),Q5(MNE+1),Q6(MNE+1),Q7(MNE+1),Q8(MNE+1),Q9(MNE+1),EJEX(MNE+1),
EJEY(MNE+1),Q10(MNE+1),Q11(MNE+1),Q14(MNE+1),Q15(MNE+1),
UP$(MNE+1),TAB(MNE+1),ARCH(MNE+1)
4810 RETURN
4900 ERASE A$,A1$,Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q8,Q9,EJEX,EJEY,Q10,Q11,Q14,Q15,UP$,TAB$,ARCH
4910 RETURN
5000 PEN <<IMPRESION DE PANTALLA>>
5005 COLOR 7,0:KEY OFF:CLS
5010 PRINT STRING$(80,CHR$(196)):LOCATE 2,10:PRINT "PROGRAMA GRAFICADOR DEL
DIAGRAMA P VS T, P VS H, T VS S":PRINT STRING$(80,CHR$(196))
5020 GETDEL A=2:DEFINT I:DEFINT U
5025 BOR=30:NN=0
5040 RETURN
6000 PEN "IMPRESION INICIAL
6010 LPRINT CHR$(27):"E";
6011 LPRINT CHR$(15)
6012 LPRINT STRING$(80,"_"):LPRINT
6015 LPRINT "FECHA :";DATE$:LPRINT
6016 IF FLAG(0)=0 THEN LPRINT "EC.SOAVE"; ELSE LPRINT "EC. PENG-ROBINSON";
6017 LPRINT TAB(40);"INCREMENTO P/PESION ":INCP
6018 IF FLAG(7)=0 THEN LPRINT "SIN WEGSTEIN"; ELSE LPRINT "WEGSTEIN CADA ";WITE;"
ITERACIONES";
6019 LPRINT TAB(40);"INCREMENTO TEMPER. ":INCT
6020 LPRINT "CONVERGENCIA ":P;TAB(40);"PRESION INICIAL ":PINI
6025 LPRINT:LPRINT " SISTEMA :";
6029 FOR I=1 TO N:LPRINT I;" ";NCH(I);
6030 FOR I=1 TO N
6040 IF I=I3 THEN GOTO
6050 HH=H(I,I)
6055 IF HH=0 THEN GOTO
6057 LPRINT " ";I;I3;" ";HH;
6070 NEXT I
6075 LPRINT
6080 NEXT I
6085 LPRINT:LPRINT STRING$(80,"_")
6090 RETURN

```

E. Gráficas

La rutina es general y se puede utilizar para graficar cualquier archivo de parejas de datos. Las variables de graficación se utilizarán en esta rutina.

Descripción de listado 7.

Líneas 30100-30192. Ordenamiento de los datos del archivo secundario de manera que se puedan graficar. Este ordenamiento incluye encontrar los valores mayores y menores de (X) y de (Y). A todos las X, se les suma el valor de la X menor. A todas las Y se les suma el valor de la Y menor, de esta manera se evita tener que graficar números negativos, cosa que la computadora no puede hacer.

Líneas 30196-30210. Despliegado de los puntos que conforman la gráfica utilizando la técnica de valores proporcionales entre la longitud de la pantalla y la magnitud de los valores a graficar. Esta despliegado puede ser con unión de los puntos por rectas.

Líneas 30225-30360 Interpolador. El sistema proporciona un interpolador gráfico identificado como una pequeña cruz en la posición (0,0) de la gráfica. Esta cruz se puede mover, utilizando las flechas direccionales, a través de la gráfica. Los valores de X y Y de la posición corriente de la cruz se despliegan en la esquina superior derecha de la pantalla.

Líneas 30370-30500. Subrutina de manejo de datos del archivo secundario.

Líneas 30510-30610. Subrutina que continua con el arreglo de los datos.

Líneas 30620-30660. Rutina de cuadrículado de la gráfica y cálculo de los números que se deben mandar a la subrutina de dibujo de puntos.

Línea 40001. Menú principal.

Línea 40002-40653. Cambio de las variables de graficación. Cuatro variables que no se habían mencionado son los valores extremos de los ejes X y Y. Las aplicaciones de las variables se explicarán en el capítulo 4.

Línea 40645. Menú del manejo de datos.

Líneas 40657-40900. Listado de los puntos con los cuales se realiza la gráfica.

Líneas 42000-42200. Subrutina del cambio de las dimensiones de la gráfica.

Líneas 45100-45130. Dibujo de los símbolos con los cuales se grafican los puntos.

Línea 46010. Menú de la opción de agregar puntos.

Líneas 46011-46036. Identificación de los números entre los cuales se hará una inserción de datos.

Líneas 46036-46075. Inserción de los puntos agregado al archivo secundario.

Líneas 46100-46172. Agregado de puntos al principio y al final de la lista corriente.

Líneas 46200-46280. Inversión de puntos. Los puntos son desplegados por un cruz y la identificación del rango a invertir se hace gráficamente.

Líneas 46400-46409. Borrado de puntos. Este borrado se hace gráficamente. Es decir, se localiza el punto sobre la grafica para ser borrado.

Líneas 46410-46500. Graficado de los puntos del archivo. Para uso en las opciones borrado, consulta e inversión de puntos.

Líneas 47000-47970. Cambio de las unidades tanto de las absisas como de las ordenadas.

Líneas 48000-48050. Entrada de las parejas de datos que se van a agregar con la opción correspondiente.

Líneas 49000-49040. Manejo del folder con el cual se está trabajando. Se incluyen modificaciones a la descripción, borrar el folder y grabar las modificaciones hechas tanto al archivo maestro como al secundario.

Líneas 49050-49097. Rutina que proporciona la opción de guardar la gráfica antes de las modificaciones hechas al archivo maestro y así mismo, guardar la gráfica modificada.

Líneas 50000-50100. Subrutina dibujo de los números. Esta subrutina tuvo que ser agregada ya que la pantalla normal únicamente cuenta 24*80 posiciones para desplegar texto, en cambio, la pantalla de alta resolución tiene 200*639 puntos. Entonces, un número tiene que empezar en un punto definido por el concepto de partes proporcionales. Muchas veces este punto no coincide con una de las posiciones de texto de la pantalla normal. De aquí la necesidad de dibujar los números a partir del punto exacto.

Líneas 60000-60300. Subrutina de identificación de los dígitos de los números para ser mandados a la subrutina de dibujo de números.

Listado 7. Rutina de graficación.

```

30000 PEN GPAP
30010 CLS
30015 CLEAR
30100 SCREEN 2
30103 IF FLAGPUZ=0 THEN FLAGPUZ=1:GOTO 30105 ELSE GOTO 30110
30105 PSET (50,100):DRAW "POL2USDB" :DIM CRUZ(10)
30106 GET (49,96)-(57,104),CRUZ:SCREEN 0:SCREEN 2
30110 PEN
30112 M:=1:FOR J=1 TO NF:FOR I=1 TO N:IF M>Y(J,I) THEN M=Y(J,I)
30120 NEXT I,J
30120 M:=1:FOR I=2 TO N:IF M<X(I) THEN M=X(I)
30140 NEXT I
30150 GOSUB 30510
30160 FOR J=1 TO NF:FOR I=1 TO N:Y(J,I)=Y(J,I)-M:NEXT I:NEXT J:FOR I=1 TO
N:(X(I)-M):NEXT I:M=Y(1,1):FOR J=1 TO NF:FOR I=1 TO N:IF Y(X(J),I) THEN
M=X(J,I)
30170 NEXT I:NEXT J:M=X(1):FOR I=2 TO N:IF Y(X(I) THEN M=X(I)
30190 NEXT I
30192 GOSUB 45100
30195 PSET(502,8+60):DRAW DPAN:LOCATE 9,65:PRINT MID$(A1$(RE),1,15):LOCATE
9,65:PRINT MID$(A1$(PE),1,15)
30196 IF FLAGIMP=0 THEN MDE=M
30197 IF FLAGIMP=1 THEN MDE=M-2
30198 IF 45=1 AND 06=2 THEN GOTO 30205
30200 FOR I=1 TO MMDE:FOR J=1 TO NF:PSET
(X(I)/MM+3*76,174-(I-1)/MM*(174-09)):DRAW DPAN:NEXT J,I
30204 IF 05=2 THEN GOTO 30210
30205 FOR I=1 TO MMDE-1:FOR J=1 TO NF:LINE
(X(I)/MM+3*76,174-Y(J,1)/MM*(174-09)-(I+1)/MM+3*76,174-Y(J,1)/MM*(174-09))
30206 NEXT J,I
30210 LINE (76,175)-(02+76,175):LINE (76,09)-(76,175)
30220 LOCATE 6,64:PRINT " * " :LOCATE 6,68:PRINT UP$
30221 LOCATE 7,64:PRINT " * " :LOCATE 7,68:PRINT TO$
30222 LOCATE 1,64:PRINT "DIAGRAMA " :LOCATE 1,64:PRINT "DIAGRAMA "
30225 COUNT=0:COUNT=0
30226 PUT(71,170),CRUZ:COUNT=71:COUNT=170
30230 LOCATE 12,029:PRINT:IF LEN(Y$)=0 THEN GOTO 30230 ELSE KS=ASC(Y$)
30240 IF 11=12 THEN GOTO 30270
30250 IF LEN(Y$)=2 THEN GOTO 30230 ELSE 13=ASC(RIGHT(Y$,1))

```



```

30540 YIM=X(I,1);FOR J=1 TO NF:FOR I=1 TO N:IF YIMX(J,1) THEN YIM=X(J,1)
30550 NEXT I:NEXT J:YIM=X(I,1):FOR I=2 TO N:IF YIM=X(I) THEN YIM=X(I)
30560 NEXT I
30570 M1=X:M1=X:M1=X
30580 LET D=X:M-M1:D1=D/93
30590 LET D=X:M-M1:D2=D/94
30600 LET D=X:M-M1:D3=D/95
30610 LET D=X:M-M1:D4=D/94
30620 FOR I=0 TO Q3 STEP
911:LOC1=X:LOC2=174+174*Q3:Q3IT:GE=MIV*Q3:II:UU=1:GOSUB 60000:NEXT II
30630 FOR I=0 TO Q4 STEP W1:LOC1=98:Q4:II+50:LOC2=184:GE=MIV*Q3:II:GOSUB
60000:NEXT II
30635 IF Q2=2 THEN FOR I=1 TO Q2:LINE
(76,174-(174-Q3)/Q3:II)--75,174-(174-Q3)/Q3:II):NEXT I:FOR I=1 TO Q4 :LINE
(98/Q4:II+75,172)--(98/Q4:II+75,174):NEXT I:GOTO 30660
30640 FOR I=1 TO Q3:LINE (76,174-(174-Q3)/Q3:II)--(75+Q3,174-(174-Q3)/Q3:II):NEXT I
30650 FOR I=1 TO Q4 :LINE (98/Q4:II+75,172)--(98/Q4:II+75,174):NEXT I
30660 RETURN
30670 GOSUB 30420
30680 INPUT "CUANTOS PUNTOS A AÑEGAR ";NN
30690 LET N=N+NN:DIM Y(2,NF,N),Z(N)
30700 FOR J=1 TO NF:FOR I=1 TO N-NN:Y2(J,1)=Y(I,1):NEXT I:NEXT J:FOR I=1 TO
N-NN:Z(I)=X(I):NEXT I
30710 ERASE Y,Z:DIM Y,NF,N,Z,NF:FOR J=1 TO NF:FOR I=1 TO N-NN:Y(J,1)=Y2(J,1):NEXT
I:NEXT J:FOR I=1 TO N-NN:Z(I)=Z(I):NEXT I:EPASE 12,12
30720 FOR J=1 TO NF:FOR I=N-NN+1 TO N:PRINT "INTRODUCE EL VALOR DE Y("I;J;",";I;")
";I:INPUT Y(I,1):PRINT"INTRODUCE EL VALOR DE X("I;I;",";I;")";INPUT X(I):NEXT I:NEXT
J:GOTO 30400
40000 CLS
40001 LOCATE 8,20:A3=4:A4=1. APREGLOS PRIMARIOS 2. APREGLOS SECUNDARIOS 3.
NANJJO DE DATOS 4. GRAFICAP 5. CAMBIO DE UNIDADES 6. REVISION
DEL FOLDEO 7. PANTALLA INICIAL *1:ST=24:L01=8:L02=20:AS1=4:AS2=55:GOSUB 10480
40002 IF FLAGAGRE=1 THEN FLAGAGRE=0
40005 ON A1 GOTO 40009,40500,40551,41000,47000,49000,10
40009 CLS:LOCATE 2,8:PRINT "SIMBOLO PUNTUAL"
40010 A1=1. CUADRADO LLENO 2:2. CUADRADO VACIO 3:3. CUADRADO LLENO 2:2 4.
CPUZ 2:2 5. CPUZ 2:2 6. POME 7. CIRCULO VACIO
40020 A3=Q1:ST=Q2:L01=7:L02=4:AS1=49:AS2=55:GOSUB 10480:Q1=A3
40026 LOCATE 7,4:PRINT "CUADRICULAR GRAFICA *L01=2:L02=0:A3=Q2:GOSUB
10610:GOSUB 10480:Q2=A3
40040 LOCATE 8,4:PRINT "NO. RAJAS HORIZONTALES ";:COLOR 0,7:INPUT **,REQ:COLOR
7,0:IF REQ=0 THEN Q2=REQ
40045 LOCATE 8,6:COLOR 0,7:PRINT Q2:COLOR 7,0
40050 LOCATE 7,4:PRINT "NO. RAJAS VERTICALES ";:COLOR 0,7:INPUT **,REQ:COLOR
7,0:IF REQ=0 THEN Q4=REQ
40060 LOCATE 7,6:COLOR 0,7:PRINT Q4:COLOR 7,0
40062 LOCATE 12,7:PRINT "UNION DE PUNTOS POP RECTAS *L01=12:L02=20:A3=Q5:GOSUB
10610:GOSUB 10480:Q5=A3
40063 IF Q5=2 THEN Q6=1
40064 IF Q5=1 THEN LOCATE 17,38:FOR I=1 TO 9:PRINT CHR$(196);:NEXT I:LOCATE

```

```

13.42:PPINT "IMPRESION DE PUNTOS " :I01=12:I02=69:A3=96:GOSUB 10610:GOSUB
10460:96:A3
40090 GOTO 40090
40500 CLS:LOCATE 4,3:PPINT "CAMBIO DE VOLAPES EXTREMOS DE IMPRESION
*I01=3:I02=44:A2=2:GOSUB 10410:GOSUB 10480
48510 IF A2=1 THEN GOTO 40600
40515 LOCATE 6,29:PPINT "ACTUAL " :TAB(55):"CAMBIO"
40520 LOCATE 8,2:PPINT "EXTREMO SUPERIOR EJE Y " :TAB(31):CSNG(Y1M):TAB(51):COLOR
0,7:INPUT " :EJE Y :COLOR 7,0
40520 LOCATE 9,2:PPINT "EXTREMO INFERIOR EJE Y " :TAB(31):CSNG(Y1M):TAB(51):COLOR
0,7:INPUT " :EJE Y :COLOR 7,0
40540 LOCATE 10,2:PPINT "EXTREMO SUPERIOR EJE X " :TAB(31):CSNG(X1M):TAB(51):COLOR
0,7:INPUT " :EJE X :COLOR 7,0
40550 LOCATE 11,2:PPINT "EXTREMO INFERIOR EJE X " :TAB(31):CSNG(X1M):TAB(51):COLOR
0,7:INPUT " :EJE X :COLOR 7,0
40560 IF FLAGIMP=0 THEN M=N+2
40565 DIM Y2(1,M),X2(1,M)
40570 FOR J=1 TO N:FOR I=1 TO M-2+2(J,1)=Y(J,1):NEXT I:NEXT J:FOR I=1 TO
M-2+2(I,1)=X(I,1):NEXT I
40580 ERASE Y,I:DIM Y(N,M),X(N,M):FOR J=1 TO N:FOR I=1 TO M-2+Y(J,1)=X2(J,1):NEXT
I:NEXT J:FOR I=1 TO M-2+X(I,1)=Y2(I,1):NEXT I:ERASE I2,r2
40590 Y(I,M-1)=E2(I):X(I,M-1)=E2(X(I,M))=E1(Y(I,M))=E1(Y:FLAGIMP=1
40600 LOCATE 13,3:PPINT "PASO DE NUMEROS EN EL EJE Y " :COLOR 0,7:INPUT
" :PAS:COLOR 7,0:IF PAS=0 THEN Q1=PAS
40610 LOCATE 13,2:PPINT "PASO DE NUMEROS EN EL EJE X " :COLOR 0,7:PRINT Q1:COLOR
7,0
40620 LOCATE 14,3:PPINT "PASO DE NUMEROS EN EL EJE Y " :COLOR 0,7:INPUT
" :PAS:COLOR 7,0:IF PAS=0 THEN Q1=PAS
40630 LOCATE 14,2:PPINT "PASO DE NUMEROS EN EL EJE X " :COLOR 0,7:PRINT Q1:COLOR
7,0
40640 LOCATE 16,3:PPINT "CAMBIAR DIMENSIONES GRAFICA " :I01=15:I02=33:A3=2:GOSUB
10610:GOSUB 10480
40650 IF A3=1 THEN GOSUB 42000
40652 GOTO 40600
40653 CLS
40654 A4="1. AGREGAR PUNTOS 2. INVERTIR PUNTOS 3. BORRAR PUNTOS 4. LISTAR
PUNTOS 5. PUNTOS GRAFICOS 6. FIN DE TABLA
*I01=6:I02=29:ST=19:A3=49:PS=54:A2=6:GOSUB 10410
40655 IF FLAGAGRE=1 AND (A3=2 OR A3=3 OR A3=5) THEN FLAGAGRE=0:CLS:LOCATE
5,2:PPINT "OPCION NO DISPONIBLE " :LOCATE 6,10:PPINT "OPACIFICAR PRIMERO Y LUEGO
REPETIR" :FOR I=1 TO 1000:NEXT I:GOTO 40600
40656 ON A3 GOTO 40610,40620,40630,40657,40658,40600
40657 GOSUB 40610:GOTO 40653
40658 A4="6. CONSULTA":GOSUB 46410:SCREEN 0:GOTO 40653
40659 CLS:LINEA=0:PPINT "PRINT "NO Y" " *Y " :TAB(25):" X "
40665 LOCATE 5,0
40670 IF FLAGIMP=1 THEN NUJ2=N-2
40680 IF FLAGIMP=0 THEN NUJ2=N
40690 FOR I=1 TO NUJ2
40700 LINEA=LINEA+1
40710 PRINT I:TAB(5):CSNG(Y1I,1):TAB(20):CSNG(X1I(1))
40715 IF LINEA =13 THEN GOTO 40730

```

```

40720 NEXT I
40730 COUNT=LINEA
40731 LOCATE LINEA+4,0:COLOR 0,7:PRINT
COUNT:TAB(5):(CSNG(YI+1,COUNT));TAB(20):(CSNG(YI,COUNT));:COLOR 7,0
40760 LOCATE 11,40:PRINT "FLECHAS DIRECCIONALES"
40770 LOCATE 12,40:PRINT "PAPA (CAMBIAR PUNTO)"
40780 YI=INTE(YI); IF LEN(XI)=0 THEN GOTO 40780 ELSE YI=ASC(XI)
40790 IF YI=1 THEN GOTO 40900
40800 IF LEN(XI)=2 THEN GOTO 40730 ELSE XI=ASC(PIGHT(XI,1))
40810 IF XI=2 THEN COUNT=COUNT-1:LINEA=LINEA-1:GOTO 40830
40820 IF XI=30 THEN COUNT=COUNT+1:LINEA=LINEA+1:GOTO 40830
40830 GOTO 40760
40830 IF COUNT>NNUES THEN COUNT=COUNT-1:LINEA=LINEA-1:GOTO 40780
40840 IF COUNT<1 THEN COUNT=1:LINEA=1:GOTO 40780
40850 IF LINEA=1 THEN LOCATE 5,0:LINEA=0:FOR I=COUNT
>NNUES:LINEA=LINEA+1:PRINT I:TAB(5):(CSNG(YI+1,1));:TAB(20):(CSNG(YI(1))) ELSE GOTO
40855
40855 IF LINEA=18 THEN LINEA=1:GOTO 40890
40854 NEXT I:BI=20:BOPI=LINEA+1:BOPI=22:GOSUB 1060:LINEA=1:BOPI=80:GOTO 40850
40855 IF LINEA=1 THEN LOCATE 5,0:LINEA=0:FOR I=COUNT-17
>NNUES:LINEA=LINEA+1:PRINT I:TAB(5):(CSNG(YI+1,1));:TAB(20):(CSNG(YI(1))) ELSE GOTO
40860
40856 IF LINEA=18 THEN LINEA=18:GOTO 40890
40857 NEXT I
40860 IF YI=72 THEN LI=1 ELSE LI=1
40870 LOCATE LINEA+4-LI,0:COLOR 7,0:PRINT
COUNT-LI:TAB(5):(CSNG(YI+1,COUNT-LI));TAB(20):(CSNG(XI(COUNT-LI)));:COLOR 7,0
40880 LOCATE LINEA+4,0:COLOR 0,7:PRINT
COUNT:TAB(5):(CSNG(YI+1,COUNT));TAB(20):(CSNG(XI(COUNT)));:COLOR 7,0
40890 GOTO 40730
40900 PETUFN
40910 GOTO 40900
41000 GOSUB 45000
41010 RETURN
42000 CLS
42005 IF FLAGEJE=0 THEN FLAGEJE=1:GOTO 42010 ELSE QB=QB(RE):QJ=QJ(RE)
42010 LOCATE 22,10:FOR I=1 TO EJEI-1:PRINT CHR$(196);:NEXT I:FOR I=21 TO EJEI
STEP -1:LOCATE I,10:PRINT CHR$(179);NEXT I:LOCATE 22,10:PRINT CHR$(192)
42020 LOCATE 5,40:PRINT "UTILIZAR FLECHAS DIRECCIONALES"
42030 LOCATE 6,40:PRINT "PAPA AUMENTAR O DISMINUIR EL"
42040 LOCATE 7,40:PRINT "TAMANO DE LOS OJOS"
42050 LOCATE 8,40:INTE(YI); IF LEN(XI)=0 THEN GOTO 42050 ELSE YI=ASC(XI)
42060 IF YI=1 THEN LET QB=QB-15: EJEI=YI:QJ=QJ+EJEI-5:LI=1:PETUFN
42070 IF LEN(XI)=2 THEN GOTO 42050 ELSE YI=ASC(PIGHT(XI,1))
42080 IF YI=75 THEN LOCATE 22,EJEI:PRINT SPACE(YI):EJEI=EJEI-1
42090 IF YI=77 THEN LOCATE 22,EJEI:PRINT CHR$(196):EJEI=EJEI+1
42100 IF YI=79 THEN LOCATE EJEI,10:PRINT SPACE(YI):EJEI=EJEI+1
42110 IF YI=72 THEN LOCATE EJEI-1,10:PRINT CHR$(179):EJEI=EJEI-1
42200 GOTO 42050
45000 IF LOG(FLAG)=1 AND LOG(LAGI)=0 THEN GOSUB 47900:LOG(FLAG)=1
45002 IF FLAG=MF+1 THEN NNUE2=N-2 ELSE NNUE2=N
45005 IF FLAG=MF+1 THEN YI=N-1:ESEYI=N-1:ESEYI=N-1:ESEYI=N-1:ESEYI=N-1:ESEYI=N-1

```

```

45010 FOR J=1 TO NF:FOR I=1 TO NNUE2:LET Y(J,I)=Y1(J,I):NEXT I:NEXT J:FOR I=1 TO
NNUE2:X(1)=X1(1):NEXT I:RETURN
45100 IF Q1=1 THEN DRAB="U3L303P1U2P1D2"
45110 IF Q1=2 THEN LET DRAB="U2L303P2"
45120 IF Q1=3 THEN DRAB="U2L303R1U1"
45130 IF Q1=4 THEN DRAB="L2R4L2U2D4"
45140 IF Q1=5 THEN DRAB="H2E2F2G2O2S2I2R2"
45150 IF Q1=6 THEN DRAB="L1R2L1U1D2"
45160 IF Q1=7 THEN DRAB="H1U1E1R1F1D1G1"
45200 RETURN
46000 REM
46010 CLS:LOCATE 7,35:PRINT "MODO AREGAR:1=1. PRIMERA POSICION 2. ULTIMA
POSICION 3. INTERCALAR 4. TEPMINAP TAREA
*:S1=20:AS1=4:AS2=52:AS3=4:L01=8:L02=30:GOSUB 10480
46011 ON A3 GOTO 46100,46150,46012,46053
46012 CLS:LINEA=0:PRINT :PRINT "MO (*;TAB(25);" I "
46013 LOCATE 5,40:PRINT "NUMEROS ENTRE LOS CUALES":LOCATE 6,40:PRINT "SE HARA
LAINSERCION ":GOSUB 46065
46014 IF CUNT=NNUE1 THEN GOTO 46010
46015 LOCATE 8,40:PRINT
CUNT:TAB(45):CSNG(Y1(1,CUNT)):TAB(60):CSNG(I1(CUNT)):LOCATE 9,40:PRINT
CUNT:1:TAB(45):CSNG(X1(1,CUNT-1)):
46017 PRINT TAB(60):CSNG(I1(CUNT+1))
46020 LOCATE 17,40:PRINT "CORRECTO *:L01=18:L02=50:A3=1:GOSUB 19610:GOSUB 10480
46025 IF A3=2 THEN GOTO 46010
46035 GOSUB 46060
46036 IF NAG=9 THEN GOTO 46010
46037 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE=N-2
46038 IF FLAGIMP=0 THEN NNUE=N
46040 DIM Y2(NF,NNUE),I2:NNUE:=I:FOR I=1 TO NNUE:Y2(I,1)=Y1(1,I):I2(I)=I1(I):NEXT
I:PARSE (1,I1:LET NNUE=NNUE+NAG:DIM Y1(NF,NNUE),I1(NNUE)
46041 N=N+NAG
46050 FOR I=1 TO CUNT:Y1(I,1)=Y2(I,1):I1(I)=I2(I):NEXT I
46060 FOR I=CUNT-1 TO CUNT+NAG:Y1(I,1)=Y2(I,1-CUNT):X1(I)=X0(I-CUNT):NEXT I
46070 FOR I=CUNT+NAG-1 TO NNUE:Y1(I,1)=Y2(I,1-NAG):X1(I)=X2(I-NAG):NEXT I
46074 FLAGAFC=1
46075 ERASE *,1:DIM Y(NF,N),I(N)
46076 GOSUB 46060
46078 ERASE I2,I2
46079 ERASE IAG,IAG
46080 GOTO 46053
46100 GOSUB 46060
46110 IF NAG=9 THEN GOTO 46010
46115 CUNT:=CUNT+37
46120 GOSUB 46060
46160 IF NAG=0 THEN GOTO 46010
46170 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE=N-2
46171 IF FLAGIMP=0 THEN NNUE=N
46172 CUNT=NNUE:GOTO 46037
46200 REM "(INVERTIR)"
46216 A33="MODO INVERTIR"
46220 GOSUB 46010:SCREEN 0:LET PFIMER=CUNT

```



```

46230 GOSUB 46410:SCREEN 0:LOCATE 9,70:PRINT USING "000000.00";I1(CUNT);LOCATE
10,70:PRINT USING "000000.00";I1(I,CUNT):LOCATE 11,70:PRINT "NO REG";PRINT USING
"000";CUNT:LET SEGUNDO=CUNT
46235 LOCATE 3,70:PRINT USING "000000.00";I1(PRIMER):LOCATE 4,70:PRINT USING
"000000.00";I1-1,PRIMER:LOCATE 5,70:PRINT "NO REG";PRINT USING "000";PRIMER
46240 LOCATE 15,58:PRINT "CORRECTO *L01=14:L02=8:A=1:GOSUB 10610:GOSUB 10480
46242 IF A=2 THEN 40655
46250 IF SEGUNDO=PRIMER-1 THEN SWAP SEGUNDO,PRIMER
46260 INTER=INT(.5*SEGUNDO-PRIMER+.2)
46270 FOR I=0 TO INTER:SWAP I1(I,PRIMER+1),I1(I,SEGUNDO-1):SWAP
I1,PRIMER+1,I1,SEGUNDO-1:NEXT I
46280 GOTO 40655
46400 A41="MOD0 BORRAR"
46401 GOSUB 46410:SCREEN 0:LOCATE 3,70:PRINT USING "000000.00";I1(CUNT):LOCATE
4,70:PRINT USING "000000.00";I1(I,CUNT):LOCATE 6,70:PRINT "NO REG";PRINT USING
"000";CUNT
46402 LOCATE 15,58:PRINT "CORRECTO *L01=14:L02=8:A=1:GOSUB 10610:GOSUB 10480
46402 IF A=2 THEN 40655
46404 DIM I2(NF,N),I2(N).FOR I=1 TO NNUE+Y2(I,1):I1(I,1):I2(I)=I1(I):NEXT I:ERASE
Y1,I1:LET N=N-NNUE+NNUE-1:DIM Y1(NF,N),I1(N)
46405 IF CUNT=N THEN FOR I=2 TO N+1:Y1(I,1-1)=Y2(I,1):I1(I-1)=I2(I):NEXT I
46406 IF CUNT=NNUE THEN FOR I=1 TO NNUE-1:I1(I,1)=Y2(I,1):I1(I)=I2(I):NEXT I
46407 FOR I=1 TO CUNT-1:Y1(I,1)=Y2(I,1):I1(I)=I2(I):NEXT I:FOR I=CUNT+1 TO
N+1:Y1(I,1-1)=Y2(I,1):I1(I-1)=Y2(I):NEXT I
46408 ERASE I2,I2
46409 GOTO 40655
46410 SCREEN 2
46412 LINE (50,100)-(56,96),B
46413 DIM CUAD(5):GET (49,101)-(57,93),CUAD
46414 SCREEN 0:SCREEN 2
46415 QBAP=Q1:Q1=5:GOSUB 45100:Q1=QBAP
46416 LOCATE 10,68:PRINT A43
46420 IF FLAGIMP=0 THEN NNUE=N
46430 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE=N-2
46440 FOR J=1 TO NNUE:FOR I=1 TO NF:SET
(I1(I)/XMRQ3+76,174+I),I:YMR(174-99):DRAW DBAP:NEXT J,I
46445 LET CUNT=:QBAP=Q1:Q1=2:GOSUB 45100:Q1=QBAP
46446 PUT (I,CUNT)/XMRQ3+72,169+I(I,CUNT)/YMR(174-99),CUAD
46447 CUNT=I-1
46450 I=1:FOR I:IF (LEN+I)=0 THEN GOTO 46450 ELSE I=ASC(I);
46450 IF I=15 THEN GOTO 46500
46470 IF LEN+I=2 THEN GOTO 46450 ELSE I=ASC(PIGHT(A,I))
46480 IF A=72 THEN CUNT=CUNT+1:GOTO 46440
46490 IF I=40 THEN CUNT=CUNT-1:GOTO 46440
46491 GOTO 46450
46492 IF CUNT=1 THEN CUNT=N
46493 IF CUNT=NNUE THEN CUNT=NNUE
46494 PUT (I,CUNT)/XMRQ3+72,169+I(I,CUNT)/YMR(174-99),CUAD
46495 PUT (I,CUNT)/XMRQ3+72,169+I(I,CUNT)/YMR(174-99),CUAD
46495 LOCATE 3,70:PRINT USING "000000.00";I1(CUNT):LOCATE 4,70:PRINT USING
"000000.00";I1-1,CUNT:LOCATE 6,70:PRINT "NO REG";PRINT USING "000";CUNT
46496 CUNTOL=CUNT

```

```

46498 GOTO 46450
46500 ERASE CUAD:PETUFH
47000 CLS:IF T1P0DIAG=1 THEN GOSUB 47010:GOSUB 47200:GOTO 40000
47092 IF T1P0DIAG=2 THEN GOSUB 47010:GOSUB 47300:GOTO 40000
47093 IF T1P0DIAG=3 THEN GOSUB 47500:GOTO 40000
47010 LOCATE 6,20:A3=914:A4=*1. ATMOSFERAS 2. Ton/pulg'2 3. mmHg 4.
Kg/cm'2 5. Kg/m'2 6. Lb/pulg'2 7. BAR 8. Lb/pi'2 9. paig Hg
*ST=15:AS1=49:AS2=57:L01=5:L02=10:GOSUB 10480
47020 UP#*MID$(A$,A3$1-(ST-1),ST)
47021 UP#*MID$(UP$,4,11)
47022 A3BA#A3:A3=914:GOSUB 47020:PUN11=PUN1:A3=A3BA:GOSUB 47030:Q14=A3BAK
47025 PUN10=PUN1/PUN11
47024 IF FLAG1P=1 THEN NNUE2=N-2 ELSE NNUE2=N
47025 IF FLAG1P=1 THEN ESE1=ESEY1PUN10:ET1=E1EY1PUN10
47026 FOR I=1 TO NNUE2:LET Y1(I,1)=Y1(I,1)+TUNID:NEXT I
47027 RETURN
47030 IF A2=1 THEN PUN1=1
47040 IF A3=2 THEN PUN1=.006733
47050 IF A3=3 THEN PUN1=740
47060 IF A3=4 THEN PUN1=1.033333
47070 IF A3=5 THEN PUN1=10333.33
47080 IF A3=6 THEN PUN1=14.69
47090 IF A3=7 THEN PUN1=1.01333
47092 IF A3=8 THEN PUN1=2116.4
47094 IF A3=9 THEN PUN1=29.92
47100 RETURN
47200 A2=915:A4=*1. YELVIN 2. CENTIGRAOS 3. PANKINE 4. FARENHEIT
*ST=15:AS1=49:AS2=52:L01=5:L02=40:GOSUB 10480
47210 TU#*MID$(A$,A3$1-(ST-1),ST):TU#*MID$(TU$,4,11)
47220 A3BA#A3:A3=915:GOSUB 47220
47221 TUN#TUN:TUN#1:TUN1=A3:A3BAK:Q15=A3BAK:GOSUB 47230
47222 IF FLAG1P=1 THEN NNUE1=N-2 ELSE NNUE1=N
47223 IF FLAG1P=1 THEN ESE1=ESEX1TUN#1:TUN#1:ESE1=ESE1TUN-TUN#1
ET1=(E1E1+TUN#1)/TUN#1:ET1=E1E1TUN-TUN#1
47224 FOR I=1 TO NNUE1:LET Y1(I,1)=Y1(I,1)+TUN#1:TUN#1:Y1(I,1)=Y1(I,1)+TUN-TUN#1:NEXT I
47225 RETURN
47230 IF A1=1 THEN TUN=1:TUN#1=0
47240 IF A2=1 THEN TUN#1:TUN#1=273
47250 IF A2=2 THEN TUN#1,8:TUN#1=0
47260 IF A2=4 THEN TUN#1,8:TUN#1=460
47270 RETURN
47300 LOCATE 6,40:A3=915:A4=*1. CAL/GHOL 2. CAL/GR 3. BTU/LBML 4.
BTU/LE 5. JOULE/PMOL 6. JOULE/GR 7. JOULE/LBML 8. JOULE/LB
*ST=15:AS1=49:AS2=57:L01=5:L02=40:GOSUB 10480
47310 IF A2=2 OR A2=4 OR A3=9 OR A3=8 THEN LOCATE 15,40:INPUT *PESO MOLECULAR
*PMOL:GOTO 47320
47311 IF Q15=2 OR Q15=4 OR Q15=6 OR Q15=8 THEN LOCATE 15,40:INPUT *PESO
MOLECULAR*PMOL
47320 TU#*MID$(A$,A3$1-(ST-1),ST)
47321 TU#*MID$(TU$,4,11)
47322 A3BA#A3:A3=915:GOSUB 47320:PUN11=PUN1:A3=A3BA:GOSUB 47330:Q15=A3BAK
47325 PUN10=PUN1/PUN11

```

```

47324 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE2=N-2 ELSE NNUE2=N
47325 IF FLAGIMP=1 THEN ESEI=ESEI*PUNID;EIEI=EIEI*PUNID
47326 FOR I=1 TO NNUE2:LET X(I)=X(I);I:PUNID:NEXT I
47327 GOTO 47400
47330 IF A3=1 THEN PUNI=1
47340 IF A3=2 THEN PUNI=1/PMOL
47350 IF A3=3 THEN PUNI=1.8
47360 IF A3=4 THEN PUNI=1.8/PMOL
47370 IF A3=5 THEN PUNI=4.136
47380 IF A3=6 THEN PUNI=4.186/PMOL
47392 IF A3=7 THEN PUNI=1898.7694
47384 IF A3=8 THEN PUNI=1896.7696/PMOL
47390 RETURN
47400 LOCATE 18,5:PRINT "LOGARITMICO PARA LA PRESION *LO1=17;LO2=34;A3=2;GOSUB
10610;GOSUB 10480
47410 LOGFLA=A3
47412 LOCATE 20,5:INPUT "NUEVA ENTALPIA DE REFERENCIA *I:EREF
47417 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE2=N-2 ELSE NNUE2=N
47414 IF FLAGIMP=1 THEN ESEI=ESEI*EREF;EIEI=EIEI*EREF
47415 FOR I=1 TO NNUE2:LET X(I)=X(I)+EREF:NEXT I
47420 RETURN
47500 A7=414;A8=*I. KELVIN      2. CENTIGRADOS 3. RANKINE      4. FAHRENHEIT
*ST=15;A3=1+4;A5=52;LO1=5      LO2=10;GOSUB 10430
47510 T0=MID$(A8,A3,ST-1);ST=UPR(MID$(UPR,4,11))
47520 A76=A7+A3;A3=Q14;GOSUB 47270
47521 TUNN=TUN;TUN1=TUN1+A3*A76A7;Q14=A36A7;GOSUB 47230
47522 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE2=N-2 ELSE NNUE2=N
47523 IF FLAGIMP=1 THEN ESEI=(ESEI+TUNN1)/TUNN;ESEY=ESEI*(TUN-TUN1);
EIEI=(EIEI+TUNN1)/TUNN;EIEY=EIEI*(TUN-TUN1)
47524 FOR I=1 TO NNUE2:(X(I,1)+X(I,1)+TUNN1)/TUNN;Y(I,1)+Y(I,1)+TUN-TUN1:NEXT
I
47590 LOCATE 6,49;A7=415;A8=*I. (CAL/MOL K      2. LT ATM/MOLK 3. CM^3ATM/MOLK 4.
BTU/MOLB R 5. LTM^3/MOLK 6. PSIFTS/MOLR 7. ATMFTS/MOLR 8. LBFT/MOL R
*ST=15;A3=1+4;A5=57;LO1=5;LO2=40;GOSUB 10480
47620 T0=MID$(A8,A3,ST-1);ST=UPR(MID$(UPR,4,11))
47621 TUN=MID$(TUN,4,11)
47622 A76A7=A3;A3=Q15;GOSUB 47620;PUN11=PUN1+A3*A76A7;GOSUB 47630
47627 PUN10=PUN1/PUN11
47624 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE2=N-2 (ELSE NNUE2=N
47625 IF FLAGIMP=1 THEN ESEI=ESEI*PUNID;EIEI=EIEI*PUNID
47626 FOR I=1 TO NNUE2:LET X(I)=X(I);I:PUNID:NEXT I
47627 GOTO 47712
47630 IF A3=1 THEN PUNI=1
47640 IF A3=2 THEN PUNI=.541297
47650 IF A3=3 THEN PUNI=.0129632
47660 IF A3=4 THEN PUNI=1
47670 IF A3=5 THEN PUNI=.213244948
47680 IF A3=6 THEN PUNI=.540664
47682 IF A3=7 THEN PUNI=.767459
47684 IF A3=8 THEN PUNI=.777.954
47690 RETURN
47712 LOCATE 20,5:INPUT "NUEVA ENTROPIA DE REFERENCIA *I:SPEC

```

```

47713 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE2=N-2 ELSE NNUE2=N
47714 IF FLAGIMP=3 THEN ESE=ESE+SREF:ETE=EIE+SREF
47715 FOR I=1 TO NNUE2:LET A(I)=A(I)+SREF:NEXT I
47720 RETURN
47900 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE2=N-2 ELSE NNUE2=N
47910 IF FLAGIMP=1 THEN ESE=LOG(ESE)/2.3026:EIE=LOG(EIE)/2.3026
47920 FOR I=1 TO NNUE2:LET Y(I,I)=LOG(Y(I,I))/2.3026
47925 NEXT I:RETURN
47950 IF FLAGIMP=1 THEN NNUE2=N-2 ELSE NNUE2=N
47960 IF FLAGIMP=1 THEN ESE=10^ESE:EIE=10^EIE
47970 FOR I=1 TO NNUE2:LET X(I,I)=10^(X(I,I)):NEXT I:RETURN
48000 CLE
48010 PRINT:PRINT "NUMERO DE PUNTOS A AGEGAR ";:COLOR 0,7:INPUT "",MAG:COLOR 7,0
48011 IF MAG=0 THEN RETURN
48012 DIM YAG(1,MAG),JAG(MAG)
48020 PRINT STINGENOS="0,CHP(196)";PRINT "NO Y";TAB(40);" X ";:PRINT
STINGENOS="CHP(196)";
48030 FOR I=1 TO MAG:LOCATE 4,0:COLOR 0,7:PRINT I;:COLOR 7,0:PRINT TAB(64);:PRINT
"DE ";:COLOR 0,7:PRINT NA;:COLOR 7,0
48035 LOCATE I,7:PRINT I;TAB(6);:COLOR 0,7:INPUT "",YAG(I,I):LOCATE I+7,40:INPUT
"",JAG(I):COLOR 7,0
48036 NEXT I
48040 LOCATE 21,40:PRINT "DATOS CORRECTOS ";:LOI=20:LO2=58:A3=11:GOSUB 10610:GOSUB
10430
48050 IF A3=2 THEN ERASE YAG,JAG:GOTO 48000
48060 RETURN
49000 GOSUB 4650:GOSUB 4500
49010 A#="1. BOPRAR FOLDER 2. CAMBIAR DESCRIPCION 3. GRABAR
MODIFICACIONES 4. MENU PRINCIPAL
";ST=25:1-31=18:LO2=9:A3=49:AS2=55:A7=4:GOSUB 10480
49020 ON A# GOTO 49030,49040,49050,49200
49030 GOSUB 182:GOTO 10
49040 GOSUB 190:GOTO 49200
49050 BOP=1:BPRI=2:GOSUB 10600:LOCATE 19,5:PRINT "CONTINUAR CON GPABACIONES
";LOI=18:LO2=77:A3=11:GOSUB 10610:GOSUB 10460
49055 IF A3=1 THEN GOTO 49200
49070 LOCATE 19,45:PRINT "GUARDAR OPAFICA ANTERIOR":LOI=18:LO2=71:A3=2:GOSUB
10610:GOSUB 10430
49075 APT=A3
49085 IF APT=2 THEN GOTO 49100
49086 ERASE A#,A11,A1,92,93,94,95,96,99,99,910,911,914,915,EJEX,EJEY,UPS,TUB,ARCH
49087 OPEN "1",1,"FILEP"
49088 GOSUB 4800:GOSUB 4100
49090 NNE=NNE+1: LOCATE 3,10:PRINT SPACE(68):LOCATE 4,10:PRINT SPACE(68):LOCATE
3,10:COLOR 0,7:INPUT " ",PEAS
49090 IF LEN(PEAS)=0 THEN LOCATE 3,10:PRINT A#(PE):A#(NNE)=A#(RE) ELSE
A#(NNE)=PEAS
49091 LOCATE 4,10:INPUT " ",PEA10
49092 IF LEN(PEA10)=0 THEN LOCATE 4,20:PRINT A#(RE):A10=NNE=A10(PE) ELSE
A10=NNE+PEA10
49093 I=NNE:Q1(1)=Q11:Q2(1)=Q21:Q3(1)=Q31:Q4(1)=Q41:Q5(1)=Q51:Q6(1)=Q61
Q7(1)=Q71:Q8(1)=Q81:Q9(1)=Q91:Q10(1)=Q101:Q11(1)=Q111:Q12(1)=Q121:Q13(1)=Q131:Q14(1)=Q141:Q15(1)=Q151:Q16(1)=Q161:Q17(1)=Q171:Q18(1)=Q181:Q19(1)=Q191:Q20(1)=Q201:Q21(1)=Q211:Q22(1)=Q221:Q23(1)=Q231:Q24(1)=Q241:Q25(1)=Q251:Q26(1)=Q261:Q27(1)=Q271:Q28(1)=Q281:Q29(1)=Q291:Q30(1)=Q301:Q31(1)=Q311:Q32(1)=Q321:Q33(1)=Q331:Q34(1)=Q341:Q35(1)=Q351:Q36(1)=Q361:Q37(1)=Q371:Q38(1)=Q381:Q39(1)=Q391:Q40(1)=Q401:Q41(1)=Q411:Q42(1)=Q421:Q43(1)=Q431:Q44(1)=Q441:Q45(1)=Q451:Q46(1)=Q461:Q47(1)=Q471:Q48(1)=Q481:Q49(1)=Q491:Q50(1)=Q501:Q51(1)=Q511:Q52(1)=Q521:Q53(1)=Q531:Q54(1)=Q541:Q55(1)=Q551:Q56(1)=Q561:Q57(1)=Q571:Q58(1)=Q581:Q59(1)=Q591:Q60(1)=Q601:Q61(1)=Q611:Q62(1)=Q621:Q63(1)=Q631:Q64(1)=Q641:Q65(1)=Q651:Q66(1)=Q661:Q67(1)=Q671:Q68(1)=Q681:Q69(1)=Q691:Q70(1)=Q701:Q71(1)=Q711:Q72(1)=Q721:Q73(1)=Q731:Q74(1)=Q741:Q75(1)=Q751:Q76(1)=Q761:Q77(1)=Q771:Q78(1)=Q781:Q79(1)=Q791:Q80(1)=Q801:Q81(1)=Q811:Q82(1)=Q821:Q83(1)=Q831:Q84(1)=Q841:Q85(1)=Q851:Q86(1)=Q861:Q87(1)=Q871:Q88(1)=Q881:Q89(1)=Q891:Q90(1)=Q901:Q91(1)=Q911:Q92(1)=Q921:Q93(1)=Q931:Q94(1)=Q941:Q95(1)=Q951:Q96(1)=Q961:Q97(1)=Q971:Q98(1)=Q981:Q99(1)=Q991:Q100(1)=Q1001:Q101(1)=Q1011:Q102(1)=Q1021:Q103(1)=Q1031:Q104(1)=Q1041:Q105(1)=Q1051:Q106(1)=Q1061:Q107(1)=Q1071:Q108(1)=Q1081:Q109(1)=Q1091:Q110(1)=Q1101:Q111(1)=Q1111:Q112(1)=Q1121:Q113(1)=Q1131:Q114(1)=Q1141:Q115(1)=Q1151:Q116(1)=Q1161:Q117(1)=Q1171:Q118(1)=Q1181:Q119(1)=Q1191:Q120(1)=Q1201:Q121(1)=Q1211:Q122(1)=Q1221:Q123(1)=Q1231:Q124(1)=Q1241:Q125(1)=Q1251:Q126(1)=Q1261:Q127(1)=Q1271:Q128(1)=Q1281:Q129(1)=Q1291:Q130(1)=Q1301:Q131(1)=Q1311:Q132(1)=Q1321:Q133(1)=Q1331:Q134(1)=Q1341:Q135(1)=Q1351:Q136(1)=Q1361:Q137(1)=Q1371:Q138(1)=Q1381:Q139(1)=Q1391:Q140(1)=Q1401:Q141(1)=Q1411:Q142(1)=Q1421:Q143(1)=Q1431:Q144(1)=Q1441:Q145(1)=Q1451:Q146(1)=Q1461:Q147(1)=Q1471:Q148(1)=Q1481:Q149(1)=Q1491:Q150(1)=Q1501:Q151(1)=Q1511:Q152(1)=Q1521:Q153(1)=Q1531:Q154(1)=Q1541:Q155(1)=Q1551:Q156(1)=Q1561:Q157(1)=Q1571:Q158(1)=Q1581:Q159(1)=Q1591:Q160(1)=Q1601:Q161(1)=Q1611:Q162(1)=Q1621:Q163(1)=Q1631:Q164(1)=Q1641:Q165(1)=Q1651:Q166(1)=Q1661:Q167(1)=Q1671:Q168(1)=Q1681:Q169(1)=Q1691:Q170(1)=Q1701:Q171(1)=Q1711:Q172(1)=Q1721:Q173(1)=Q1731:Q174(1)=Q1741:Q175(1)=Q1751:Q176(1)=Q1761:Q177(1)=Q1771:Q178(1)=Q1781:Q179(1)=Q1791:Q180(1)=Q1801:Q181(1)=Q1811:Q182(1)=Q1821:Q183(1)=Q1831:Q184(1)=Q1841:Q185(1)=Q1851:Q186(1)=Q1861:Q187(1)=Q1871:Q188(1)=Q1881:Q189(1)=Q1891:Q190(1)=Q1901:Q191(1)=Q1911:Q192(1)=Q1921:Q193(1)=Q1931:Q194(1)=Q1941:Q195(1)=Q1951:Q196(1)=Q1961:Q197(1)=Q1971:Q198(1)=Q1981:Q199(1)=Q1991:Q200(1)=Q2001:Q201(1)=Q2011:Q202(1)=Q2021:Q203(1)=Q2031:Q204(1)=Q2041:Q205(1)=Q2051:Q206(1)=Q2061:Q207(1)=Q2071:Q208(1)=Q2081:Q209(1)=Q2091:Q210(1)=Q2101:Q211(1)=Q2111:Q212(1)=Q2121:Q213(1)=Q2131:Q214(1)=Q2141:Q215(1)=Q2151:Q216(1)=Q2161:Q217(1)=Q2171:Q218(1)=Q2181:Q219(1)=Q2191:Q220(1)=Q2201:Q221(1)=Q2211:Q222(1)=Q2221:Q223(1)=Q2231:Q224(1)=Q2241:Q225(1)=Q2251:Q226(1)=Q2261:Q227(1)=Q2271:Q228(1)=Q2281:Q229(1)=Q2291:Q230(1)=Q2301:Q231(1)=Q2311:Q232(1)=Q2321:Q233(1)=Q2331:Q234(1)=Q2341:Q235(1)=Q2351:Q236(1)=Q2361:Q237(1)=Q2371:Q238(1)=Q2381:Q239(1)=Q2391:Q240(1)=Q2401:Q241(1)=Q2411:Q242(1)=Q2421:Q243(1)=Q2431:Q244(1)=Q2441:Q245(1)=Q2451:Q246(1)=Q2461:Q247(1)=Q2471:Q248(1)=Q2481:Q249(1)=Q2491:Q250(1)=Q2501:Q251(1)=Q2511:Q252(1)=Q2521:Q253(1)=Q2531:Q254(1)=Q2541:Q255(1)=Q2551:Q256(1)=Q2561:Q257(1)=Q2571:Q258(1)=Q2581:Q259(1)=Q2591:Q260(1)=Q2601:Q261(1)=Q2611:Q262(1)=Q2621:Q263(1)=Q2631:Q264(1)=Q2641:Q265(1)=Q2651:Q266(1)=Q2661:Q267(1)=Q2671:Q268(1)=Q2681:Q269(1)=Q2691:Q270(1)=Q2701:Q271(1)=Q2711:Q272(1)=Q2721:Q273(1)=Q2731:Q274(1)=Q2741:Q275(1)=Q2751:Q276(1)=Q2761:Q277(1)=Q2771:Q278(1)=Q2781:Q279(1)=Q2791:Q280(1)=Q2801:Q281(1)=Q2811:Q282(1)=Q2821:Q283(1)=Q2831:Q284(1)=Q2841:Q285(1)=Q2851:Q286(1)=Q2861:Q287(1)=Q2871:Q288(1)=Q2881:Q289(1)=Q2891:Q290(1)=Q2901:Q291(1)=Q2911:Q292(1)=Q2921:Q293(1)=Q2931:Q294(1)=Q2941:Q295(1)=Q2951:Q296(1)=Q2961:Q297(1)=Q2971:Q298(1)=Q2981:Q299(1)=Q2991:Q300(1)=Q3001:Q301(1)=Q3011:Q302(1)=Q3021:Q303(1)=Q3031:Q304(1)=Q3041:Q305(1)=Q3051:Q306(1)=Q3061:Q307(1)=Q3071:Q308(1)=Q3081:Q309(1)=Q3091:Q310(1)=Q3101:Q311(1)=Q3111:Q312(1)=Q3121:Q313(1)=Q3131:Q314(1)=Q3141:Q315(1)=Q3151:Q316(1)=Q3161:Q317(1)=Q3171:Q318(1)=Q3181:Q319(1)=Q3191:Q320(1)=Q3201:Q321(1)=Q3211:Q322(1)=Q3221:Q323(1)=Q3231:Q324(1)=Q3241:Q325(1)=Q3251:Q326(1)=Q3261:Q327(1)=Q3271:Q328(1)=Q3281:Q329(1)=Q3291:Q330(1)=Q3301:Q331(1)=Q3311:Q332(1)=Q3321:Q333(1)=Q3331:Q334(1)=Q3341:Q335(1)=Q3351:Q336(1)=Q3361:Q337(1)=Q3371:Q338(1)=Q3381:Q339(1)=Q3391:Q340(1)=Q3401:Q341(1)=Q3411:Q342(1)=Q3421:Q343(1)=Q3431:Q344(1)=Q3441:Q345(1)=Q3451:Q346(1)=Q3461:Q347(1)=Q3471:Q348(1)=Q3481:Q349(1)=Q3491:Q350(1)=Q3501:Q351(1)=Q3511:Q352(1)=Q3521:Q353(1)=Q3531:Q354(1)=Q3541:Q355(1)=Q3551:Q356(1)=Q3561:Q357(1)=Q3571:Q358(1)=Q3581:Q359(1)=Q3591:Q360(1)=Q3601:Q361(1)=Q3611:Q362(1)=Q3621:Q363(1)=Q3631:Q364(1)=Q3641:Q365(1)=Q3651:Q366(1)=Q3661:Q367(1)=Q3671:Q368(1)=Q3681:Q369(1)=Q3691:Q370(1)=Q3701:Q371(1)=Q3711:Q372(1)=Q3721:Q373(1)=Q3731:Q374(1)=Q3741:Q375(1)=Q3751:Q376(1)=Q3761:Q377(1)=Q3771:Q378(1)=Q3781:Q379(1)=Q3791:Q380(1)=Q3801:Q381(1)=Q3811:Q382(1)=Q3821:Q383(1)=Q3831:Q384(1)=Q3841:Q385(1)=Q3851:Q386(1)=Q3861:Q387(1)=Q3871:Q388(1)=Q3881:Q389(1)=Q3891:Q390(1)=Q3901:Q391(1)=Q3911:Q392(1)=Q3921:Q393(1)=Q3931:Q394(1)=Q3941:Q395(1)=Q3951:Q396(1)=Q3961:Q397(1)=Q3971:Q398(1)=Q3981:Q399(1)=Q3991:Q400(1)=Q4001:Q401(1)=Q4011:Q402(1)=Q4021:Q403(1)=Q4031:Q404(1)=Q4041:Q405(1)=Q4051:Q406(1)=Q4061:Q407(1)=Q4071:Q408(1)=Q4081:Q409(1)=Q4091:Q410(1)=Q4101:Q411(1)=Q4111:Q412(1)=Q4121:Q413(1)=Q4131:Q414(1)=Q4141:Q415(1)=Q4151:Q416(1)=Q4161:Q417(1)=Q4171:Q418(1)=Q4181:Q419(1)=Q4191:Q420(1)=Q4201:Q421(1)=Q4211:Q422(1)=Q4221:Q423(1)=Q4231:Q424(1)=Q4241:Q425(1)=Q4251:Q426(1)=Q4261:Q427(1)=Q4271:Q428(1)=Q4281:Q429(1)=Q4291:Q430(1)=Q4301:Q431(1)=Q4311:Q432(1)=Q4321:Q433(1)=Q4331:Q434(1)=Q4341:Q435(1)=Q4351:Q436(1)=Q4361:Q437(1)=Q4371:Q438(1)=Q4381:Q439(1)=Q4391:Q440(1)=Q4401:Q441(1)=Q4411:Q442(1)=Q4421:Q443(1)=Q4431:Q444(1)=Q4441:Q445(1)=Q4451:Q446(1)=Q4461:Q447(1)=Q4471:Q448(1)=Q4481:Q449(1)=Q4491:Q450(1)=Q4501:Q451(1)=Q4511:Q452(1)=Q4521:Q453(1)=Q4531:Q454(1)=Q4541:Q455(1)=Q4551:Q456(1)=Q4561:Q457(1)=Q4571:Q458(1)=Q4581:Q459(1)=Q4591:Q460(1)=Q4601:Q461(1)=Q4611:Q462(1)=Q4621:Q463(1)=Q4631:Q464(1)=Q4641:Q465(1)=Q4651:Q466(1)=Q4661:Q467(1)=Q4671:Q468(1)=Q4681:Q469(1)=Q4691:Q470(1)=Q4701:Q471(1)=Q4711:Q472(1)=Q4721:Q473(1)=Q4731:Q474(1)=Q4741:Q475(1)=Q4751:Q476(1)=Q4761:Q477(1)=Q4771:Q478(1)=Q4781:Q479(1)=Q4791:Q480(1)=Q4801:Q481(1)=Q4811:Q482(1)=Q4821:Q483(1)=Q4831:Q484(1)=Q4841:Q485(1)=Q4851:Q486(1)=Q4861:Q487(1)=Q4871:Q488(1)=Q4881:Q489(1)=Q4891:Q490(1)=Q4901:Q491(1)=Q4911:Q492(1)=Q4921:Q493(1)=Q4931:Q494(1)=Q4941:Q495(1)=Q4951:Q496(1)=Q4961:Q497(1)=Q4971:Q498(1)=Q4981:Q499(1)=Q4991:Q500(1)=Q5001:Q501(1)=Q5011:Q502(1)=Q5021:Q503(1)=Q5031:Q504(1)=Q5041:Q505(1)=Q5051:Q506(1)=Q5061:Q507(1)=Q5071:Q508(1)=Q5081:Q509(1)=Q5091:Q510(1)=Q5101:Q511(1)=Q5111:Q512(1)=Q5121:Q513(1)=Q5131:Q514(1)=Q5141:Q515(1)=Q5151:Q516(1)=Q5161:Q517(1)=Q5171:Q518(1)=Q5181:Q519(1)=Q5191:Q520(1)=Q5201:Q521(1)=Q5211:Q522(1)=Q5221:Q523(1)=Q5231:Q524(1)=Q5241:Q525(1)=Q5251:Q526(1)=Q5261:Q527(1)=Q5271:Q528(1)=Q5281:Q529(1)=Q5291:Q530(1)=Q5301:Q531(1)=Q5311:Q532(1)=Q5321:Q533(1)=Q5331:Q534(1)=Q5341:Q535(1)=Q5351:Q536(1)=Q5361:Q537(1)=Q5371:Q538(1)=Q5381:Q539(1)=Q5391:Q540(1)=Q5401:Q541(1)=Q5411:Q542(1)=Q5421:Q543(1)=Q5431:Q544(1)=Q5441:Q545(1)=Q5451:Q546(1)=Q5461:Q547(1)=Q5471:Q548(1)=Q5481:Q549(1)=Q5491:Q550(1)=Q5501:Q551(1)=Q5511:Q552(1)=Q5521:Q553(1)=Q5531:Q554(1)=Q5541:Q555(1)=Q5551:Q556(1)=Q5561:Q557(1)=Q5571:Q558(1)=Q5581:Q559(1)=Q5591:Q560(1)=Q5601:Q561(1)=Q5611:Q562(1)=Q5621:Q563(1)=Q5631:Q564(1)=Q5641:Q565(1)=Q5651:Q566(1)=Q5661:Q567(1)=Q5671:Q568(1)=Q5681:Q569(1)=Q5691:Q570(1)=Q5701:Q571(1)=Q5711:Q572(1)=Q5721:Q573(1)=Q5731:Q574(1)=Q5741:Q575(1)=Q5751:Q576(1)=Q5761:Q577(1)=Q5771:Q578(1)=Q5781:Q579(1)=Q5791:Q580(1)=Q5801:Q581(1)=Q5811:Q582(1)=Q5821:Q583(1)=Q5831:Q584(1)=Q5841:Q585(1)=Q5851:Q586(1)=Q5861:Q587(1)=Q5871:Q588(1)=Q5881:Q589(1)=Q5891:Q590(1)=Q5901:Q591(1)=Q5911:Q592(1)=Q5921:Q593(1)=Q5931:Q594(1)=Q5941:Q595(1)=Q5951:Q596(1)=Q5961:Q597(1)=Q5971:Q598(1)=Q5981:Q599(1)=Q5991:Q600(1)=Q6001:Q601(1)=Q6011:Q602(1)=Q6021:Q603(1)=Q6031:Q604(1)=Q6041:Q605(1)=Q6051:Q606(1)=Q6061:Q607(1)=Q6071:Q608(1)=Q6081:Q609(1)=Q6091:Q610(1)=Q6101:Q611(1)=Q6111:Q612(1)=Q6121:Q613(1)=Q6131:Q614(1)=Q6141:Q615(1)=Q6151:Q616(1)=Q6161:Q617(1)=Q6171:Q618(1)=Q6181:Q619(1)=Q6191:Q620(1)=Q6201:Q621(1)=Q6211:Q622(1)=Q6221:Q623(1)=Q6231:Q624(1)=Q6241:Q625(1)=Q6251:Q626(1)=Q6261:Q627(1)=Q6271:Q628(1)=Q6281:Q629(1)=Q6291:Q630(1)=Q6301:Q631(1)=Q6311:Q632(1)=Q6321:Q633(1)=Q6331:Q634(1)=Q6341:Q635(1)=Q6351:Q636(1)=Q6361:Q637(1)=Q6371:Q638(1)=Q6381:Q639(1)=Q6391:Q640(1)=Q6401:Q641(1)=Q6411:Q642(1)=Q6421:Q643(1)=Q6431:Q644(1)=Q6441:Q645(1)=Q6451:Q646(1)=Q6461:Q647(1)=Q6471:Q648(1)=Q6481:Q649(1)=Q6491:Q650(1)=Q6501:Q651(1)=Q6511:Q652(1)=Q6521:Q653(1)=Q6531:Q654(1)=Q6541:Q655(1)=Q6551:Q656(1)=Q6561:Q657(1)=Q6571:Q658(1)=Q6581:Q659(1)=Q6591:Q660(1)=Q6601:Q661(1)=Q6611:Q662(1)=Q6621:Q663(1)=Q6631:Q664(1)=Q6641:Q665(1)=Q6651:Q666(1)=Q6661:Q667(1)=Q6671:Q668(1)=Q6681:Q669(1)=Q6691:Q670(1)=Q6701:Q671(1)=Q6711:Q672(1)=Q6721:Q673(1)=Q6731:Q674(1)=Q6741:Q675(1)=Q6751:Q676(1)=Q6761:Q677(1)=Q6771:Q678(1)=Q6781:Q679(1)=Q6791:Q680(1)=Q6801:Q681(1)=Q6811:Q682(1)=Q6821:Q683(1)=Q6831:Q684(1)=Q6841:Q685(1)=Q6851:Q686(1)=Q6861:Q687(1)=Q6871:Q688(1)=Q6881:Q689(1)=Q6891:Q690(1)=Q6901:Q691(1)=Q6911:Q692(1)=Q6921:Q693(1)=Q6931:Q694(1)=Q6941:Q695(1)=Q6951:Q696(1)=Q6961:Q697(1)=Q6971:Q698(1)=Q6981:Q699(1)=Q6991:Q700(1)=Q7001:Q701(1)=Q7011:Q702(1)=Q7021:Q703(1)=Q7031:Q704(1)=Q7041:Q705(1)=Q7051:Q706(1)=Q7061:Q707(1)=Q7071:Q708(1)=Q7081:Q709(1)=Q7091:Q710(1)=Q7101:Q711(1)=Q7111:Q712(1)=Q7121:Q713(1)=Q7131:Q714(1)=Q7141:Q715(1)=Q7151:Q716(1)=Q7161:Q717(1)=Q7171:Q718(1)=Q7181:Q719(1)=Q7191:Q720(1)=Q7201:Q721(1)=Q7211:Q722(1)=Q7221:Q723(1)=Q7231:Q724(1)=Q7241:Q725(1)=Q7251:Q726(1)=Q7261:Q727(1)=Q7271:Q728(1)=Q7281:Q729(1)=Q7291:Q730(1)=Q7301:Q731(1)=Q7311:Q732(1)=Q7321:Q733(1)=Q7331:Q734(1)=Q7341:Q735(1)=Q7351:Q736(1)=Q7361:Q737(1)=Q7371:Q738(1)=Q7381:Q739(1)=Q7391:Q740(1)=Q7401:Q741(1)=Q7411:Q742(1)=Q7421:Q743(1)=Q7431:Q744(1)=Q7441:Q745(1)=Q7451:Q746(1)=Q7461:Q747(1)=Q7471:Q748(1)=Q7481:Q749(1)=Q7491:Q750(1)=Q7501:Q751(1)=Q7511:Q752(1)=Q7521:Q753(1)=Q7531:Q754(1)=Q7541:Q755(1)=Q7551:Q756(1)=Q7561:Q757(1)=Q7571:Q758(1)=Q7581:Q759(1)=Q7591:Q760(1)=Q7601:Q761(1)=Q7611:Q762(1)=Q7621:Q763(1)=Q7631:Q764(1)=Q7641:Q765(1)=Q7651:Q766(1)=Q7661:Q767(1)=Q7671:Q768(1)=Q7681:Q769(1)=Q7691:Q770(1)=Q7701:Q771(1)=Q7711:Q772(1)=Q7721:Q773(1)=Q7731:Q774(1)=Q7741:Q775(1)=Q7751:Q776(1)=Q7761:Q777(1)=Q7771:Q778(1)=Q7781:Q779(1)=Q7791:Q780(1)=Q7801:Q781(1)=Q7811:Q782(1)=Q7821:Q783(1)=Q7831:Q784(1)=Q7841:Q785(1)=Q7851:Q786(1)=Q7861:Q787(1)=Q7871:Q788(1)=Q7881:Q789(1)=Q7891:Q790(1)=Q7901:Q791(1)=Q7911:Q792(1)=Q7921:Q793(1)=Q7931:Q794(1)=Q7941:Q795(1)=Q7951:Q796(1)=Q7961:Q797(1)=Q7971:Q798(1)=Q7981:Q799(1)=Q7991:Q800(1)=Q8001:Q801(1)=Q8011:Q802(1)=Q8021:Q803(1)=Q8031:Q804(1)=Q8041:Q805(1)=Q8051:Q806(1)=Q8061:Q807(1)=Q8071:Q808(1)=Q8081:Q809(1)=Q8091:Q810(1)=Q8101:Q811(1)=Q8111:Q812(1)=Q8121:Q813(1)=Q8131:Q814(1)=Q8141:Q815(1)=Q8151:Q816(1)=Q8161:Q817(1)=Q8171:Q818(1)=Q8181:Q819(1)=Q8191:Q820(1)=Q8201:Q821(1)=Q8211:Q822(1)=Q8221:Q823(1)=Q8231:Q824(1)=Q8241:Q825(1)=Q8251:Q826(1)=Q8261:Q827(1)=Q8271:Q828(1)=Q8281:Q829(1)=Q8291:Q830(1)=Q8301:Q831(1)=Q8311:Q832(1)=Q8321:Q833(1)=Q8331:Q834(1)=Q8341:Q835(1)=Q8351:Q836(1)=Q8361:Q837(1)=Q8371:Q838(1)=Q8381:Q839(1)=Q8391:Q840(1)=Q8401:Q841(1)=Q8411:Q842(1)=Q8421:Q843(1)=Q8431:Q844(1)=Q8441:Q845(1)=Q8451:Q846(1)=Q8461:Q847(1)=Q8471:Q848(1)=Q8481:Q849(1)=Q8491:Q850(1)=Q8501:Q851(1)=Q8511:Q852(1)=Q8521:Q853(1)=Q8531:Q854(1)=Q8541:Q855(1)=Q8551:Q856(1)=Q8561:Q857(1)=Q8571:Q858(1)=Q8581:Q859(1)=Q8591:Q860(1)=Q8601:Q861(1)=Q8611:Q862(1)=Q8621:Q863(1)=Q8631:Q864(1)=Q8641:Q865(1)=Q8651:Q866(1)=Q8661:Q867(1)=Q8671:Q868(1)=
```

```

EJEY(I)=EJEY(Q10(I)+Q10:Q9(I)+Q9:UP9(I)+UP9:TU9(I)+TU9:ARCH(I))=1
49044 GOSUB 4000
49075 LET B4="ARCH"+RIGHT$(STR$(NME),LEN(STR$(NME))-1)
49096 GOSUB 30440
49097 COLOR 7,0:GOTO 40000
49100 GOSUB 30440
49110 I=RE :Q1(I)=Q1:Q2(I)=Q2:Q3(I)=Q3:Q4(I)=Q4:Q5(I)=Q5:Q6(I)=Q6:Q8(I)=Q8:
Q11(I)=Q11:Q13(I)=Q13:Q15(I)=Q15:IEJEY(I)=EJEY:IEJEY(I)=EJEY:
Q10(I)=Q10:Q9(I)=Q9:UP9(I)=UP9:TU9(I)=TU9:ARCH(I)=1
49120 GOSUB 40000
49200 GOTO 40000
50000 IF NUM9=0 THEN NUM9="HIU4R1D5E504L1U4G2GR3BU6L4BF6"
50010 IF NUM9=1 THEN NUM9="P2U6G1E1F1G42BR2"
50020 IF NUM9=2 THEN NUM9="UIR1U1P1U1P2U1F1U1L1U1L1U1L1G65P4U1P1D1R2"
50030 IF NUM9=3 THEN NUM9="H1R1F1R2U1F1U1L1U1C1U1L1U1L1D1L1B02BP:R2BF2RF1"
50040 IF NUM9=4 THEN NUM9="PIU2L4U1F1U1P1U1P2U1L1E1F1Q2L1D1R1D1P1G1D1R1B1R1"
50050 IF NUM9=5 THEN NUM9="H1P1F1P2U1L4U1R1H1F56G1G671R1"
50060 IF NUM9=6 THEN NUM9="H1U1E2P1L1G2G2F1P2U3L1B01R2P1G1B1F1B1R1"
50070 IF NUM9=7 THEN NUM9="U1E2U2L4U1F1R1E1G2G2G2BR3"
50080 IF NUM9=8 THEN NUM9="R1D6L3H1U1B2U1B02BR1P2E2B1B02D1R1F1"
50090 IF NUM9=9 THEN NUM9="R1E2U4L3U1L1D1P1D1R2E1D2G2BR3"
50095 IF NUM9=10 THEN NUM9="U1F1E1"
50096 IF NUM9=11 THEN NUM9="RS"
50097 IF NUM9=12 THEN NUM9="R4U1D1L5P1U2R2D1U2D1L2U2L1P5D1"
50098 IF NUM9=13 THEN NUM9="R5L2U2D5"
50100 DRAW NUM9
50210 PETCH9
60000 IF LOGFLAG=1 AND UU=1 THEN UU=0:EE=10*EE
60005 PUNTO=0:PRES1=0:PRES=0
60010 LET DE=STR$(DE)
60015 IF MID$(DE$,1,1)="" THEN NUM9=11:PSET(LOC1+1,LOC2-3):GOSUB 50000
60020 FOR I=2 TO LEN$(DE)
60025 IF MID$(DE$,I,1)="" AND I=3 AND MID$(DE$,19,1)="" THEN PONEN=1
60030 IF MID$(DE$,I,1)="" AND I=2 THEN PRES=4:PUNTO=1:NUM9=10:ESP=2:GOTO 60090
60034 IF MID$(DE$,I,1)="" AND PONEN=0 AND DE=DE THEN GOTO 60020
60035 IF MID$(DE$,I,1)="" THEN NUM9=10:ESP=2:PUNTO=1:PRES=2:GOTO 60090
60040 LET NUM9=VAL$(MID$(DE$,I,1))
60045 GOSUB 60050:GOTO 60032
60050 IF NUM9=1 OR NUM9=2 THEN ESP=0
60060 IF NUM9=3 OR NUM9=4 OR NUM9=5 OR NUM9=6 OR NUM9=8 OR NUM9=9 THEN
ESP=1
60070 IF NUM9=4 THEN ESP=3
60080 IF NUM9=7 THEN ESP=2
60090 IF NUM9=10 THEN
60092 IF PUNTO=0 THEN PRES1=PRES+1
60097 IF PUNTO=0 AND PRES1/PRES THEN GOTO 60200
60099 PSET(LOC1+ESP+1-I*8,LOC2-6:GOSUB 50000
60100 NEXT I
60200 IF PONEN=0 THEN GOTO 60200
60210 PONEN=1
60220 PSET(LOC1+7*8+5*8,LOC2+1:NUM9=12:GOSUB 50000
60230 IF MID$(DE$,19,1)="" THEN NUM9=11:PSET(LOC1+1,LOC2-3):GOSUB 50000

```

```

60235 IF MID$(DE$,20,1)="+ THEN NUMEP=13:PSET(LOC1+1+616,LOC2-3);GOSUB 50000
60240 LET NUMER=VAL(MID$(DE$,21,1));GOSUB 60050:PSET(LOC1+ESP+748,LOC2);GOSUB
50000
60250 LET NUMER=VAL(MID$(DE$,22,1));GOSUB 60050:PSET(LOC1+ESP+918,LOC2);GOSUB
50000
60300 RETURN

```

La explicación de todas las opciones que se ofrecen para lograr la gráfica como el usuario lo requiera se da en el "Manual de Operación del Sistema" (Capítulo 4).

4. NOTAS FINALES.

Los listados presentados son suficientes para las explicaciones de los algoritmos. Un listado de todos los programas llevaría una cantidad de espacio muy grande, por lo que se prefirió no incluirlos.

Los algoritmos de los cálculos de los puntos de saturación están explicados en detalle en la tesis de Molina y Romero [2]. Para profundizar en ellos sugerimos hacer referencia a este trabajo.

El presente trabajo únicamente trata con el trazo de gráficas para el equilibrio líquido-vapor para mezclas multicomponentes.

CAPITULO IV
MANUAL DE OPERACION DEL SISTEMA

1. INTRODUCCION

El manual de operación del sistema tiene como objetivo proporcionar al usuario un conocimiento sobre la utilización del sistema: como empezar, crear los siete diagramas disponibles, graficar dichos diagramas, imprimir los diagramas, sobreponer gráficas, actualizar el banco de datos, manejar el archivo maestro y los secundarios, calcular propiedades por separado, calcular equilibrio líquido-líquido y equilibrio líquido-líquido-vapor.

El sistema que se presenta en este trabajo únicamente trata con la creación de diagramas basados en el equilibrio líquido-vapor. Sin embargo, se puede realizar cálculos aislados para los equilibrios líquido-líquido y líquido-líquido-vapor. Estos cálculos se basan en los algoritmos presentados en la tesis de licenciatura de los Ingenieros Felipe Molina y Alejandro Romero [2].

Al sistema se le ha asignado el nombre ELV.

2. SIMBOLOGIA Y TERMINOS UTILIZADOS EN EL MANUAL

En la computadora IBM y compatibles hay una tecla marcada como ENTER. Para fines prácticos se utilizará una abreviación de esta tecla como CR. (Carriage Return).

A. Simbología utilizada en las entradas de información.

En el sistema hay dos tipos de entradas. La primera cuando se requiere de la entrada de un texto, la segunda cuando es una elección de una serie de opciones presentadas.

El primer tipo de entrada aparecerá en el manual como sigue:

texto + CR.

número + CR.

Se deberá teclear el texto ó número, que variará según la entrada que se trate, y luego pulsar la tecla ENTER. No se debe pulsar la tecla "+", la cual se incluye para indicar que después del texto o número se debe pulsar CR.

El segundo tipo es la elección de una opción de una lista presentada:

1 + CR.

Se deberá pulsar la tecla "1" seguida de la tecla ENTER. Esta operación elegirá la opción marcada con un "1" de la serie (No se debe pulsar la tecla "+").

B. Entrada general de información.

La mayoría de las entradas del sistema son de opción múltiple. Este tipo de entradas tiene una serie de facetas que se discutirán en esta sección.

- Siempre que aparece una lista, una de las opciones estará en colores inversos. Esta es la opción denominada como "default".

- Si la opción a elegir es la de "default" simplemente pulsar CR.

- Si se desea una opción diferente pulsar el número de la nueva elección.

- En este punto la nueva opción elegida aparecerá en colores inversos. Si se desea entrar esta opción pulse CR. Si por error se pulsó un número distinto a la opción deseada, antes de pulsar CR, teclear el nuevo número de opción. La opción anterior aparecerá en colores normales y la opción corriente en colores inversos. La operación regresa al principio de este inciso.

C. Pantallas en el manual.

En el manual se presentan una serie de pantallas. Estas pantallas están enmarcadas en un cuadro de líneas dobles. Las pantallas se utilizan para ayudar al usuario en el seguimiento de la operación del sistema.

La pantalla es una representación exacta de lo que el usuario ve en el monitor de la computadora.

D. PROMPT

La palabra PROMPT se utilizará para indicar que la máquina se detiene y espera la entrada de información por medio del teclado.

3. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Para el funcionamiento adecuado del sistema se requiere:

1. Sistema operativo MSDOS (la versión es irrelevante sin embargo se recomienda que sea mayor de 2.0)

2. Compilador BASIC. El sistema no correrá adecuadamente si se utiliza la versión BASICA. Si no se cuenta con el BASIC se tendrán que realizar una serie de modificaciones a los programas en las líneas donde aparezca la instrucción LOCATE 0,0 ya que el BASICA no reconoce estas coordenadas. La manera de proceder es correr el programa, y en los puntos donde la computadora mande el mensaje de error, corregir la línea. La corrección simplemente es cambiar 0 por 1 en la instrucción LOCATE.

3. Programa GRAPHICS. Este programa se encuentra dentro de las aplicaciones del sistema operativo.

4. Programas del sistema.

4. PRIMER USO: CONFIGURACION DEL COMPUTADOR

La computadora puede tener varios tipos de configuraciones.

El término configuración se refiere al número de drives con que se cuentan, si se tiene disco duro y al tipo de impresora.

El sistema necesita de una impresora conectada en paralelo.

Si no se cuenta con ésta el sistema correrá igualmente y todos los desplegados serán únicamente en pantalla.

A. Disco duro.

Cuando se tiene una unidad de disco duro, la manera de proceder es como sigue: Crear un directorio donde se van a guardar todos los programas y los archivos del sistema. Copiar del diskette original a este directorio. Crear un batch en el directorio principal del disco.

1. Encender la máquina. Entrar la información que requiera la computadora hasta llegar al prompt C>. Este información puede incluir entrada de fecha y hora.

2. Para crear un directorio se utiliza la instrucción:

```
C>md elv + CR.
```

"elv" es el nombre del directorio .El usuario puede utilizar cualquier nombre.

"md" es la instrucción Make Directory

3. Una vez creado el directorio. Hay cambiar el control del computador a este directorio. Se hace con la instrucción.

```
C>cd elv + CR.
```

"CD" es la instrucción Change Directory.

Para regresar al directorio principal teclear:

```
C>cd ..
```

4. Estando en subdirectorio ELV. Poner el diskette con los programas y los archivos del sistema en drive "A".

```
C>copy a:*. * c:\elv
```

```
C>copy (directorio);basic.exe c:\elv
```

La primera instrucción copia todo el contenido del diskette en el drive A al subdirectorío ELV.

La segunda instrucción copia el archivo basic.exe del directorio donde se encuentre (especificado por el usuario), al subdirectorío "elv".

5. El siguiente paso es crear un archivo batch que incluye todas las operaciones necesarias para acceder el sistema.

Teclear:

```
C>cd ..
```

Para regresar al directorio principal.

```
C>copy con elvmenu.bat + CR  
graphics + CR  
cd elv + CR  
basic menu + CR  
^Z + CR.
```

Aparecerá el desplegado "1 File(s) copied" y se regresará al prompt C>. ^Z se obtiene pulsando la tecla CTRL y la tecla Z al mismo tiempo.

El sistema quedará configurado como sigue:

En el directorio principal se tendrán los programas "graphics.com" y "elvmenu.bat"

En el subdirectorío los programas "basic.exe" y los programas del sistema.

Las instrucciones descritas con anterioridad se encuentran explicadas en la "Guía del Usuario MSDOS". Son instrucciones para la versión 3.1 si se cuenta con otra versión favor de revisar que sean las mismas para la versión utilizada, en la "Guía del Usuario del MSDOS".

B. Dos Discos "Floppy"

Cuando se tiene dos discos "floppy" la configuración se hará como sigue: En un diskette colocar los programas y archivos del sistema y en otro los programas COMMAND.COM, BASIC.EXE, GRAPHICS.COM y el programa batch. En el segundo diskette los programas del sistema ELV.

1. Encender el computador y entrar la información que se requiera hasta llegar al prompt A>

2. Formatear un diskette con la instrucción:

```
A>format /b
```

3. Colocar el diskette recién formateado en el drive B y en el drive A el diskette que tiene los programas BASIC.EXE y GRAPHICS.COM.

```
A>copy a:basic.exe b:
```

```
B>copy a:graphics.com b:
```

4. Colocar el diskette formateado con los archivos BASIC y GRAPHICS en el drive A.

5. Crear el archivo bat.

```
A>copy con elmenu.bat + CR
graphics + CR.
basic menu + CR.
^Z + CR.
```

Aparecerá el desplegado "1 File(s) copied".

Las instrucciones antes descritas pueden ser realizadas en el diskette que contiene el sistema operativo y con el cual se prende la máquina. Obviamente no se necesitará formatear el diskette ni tampoco copiar el programa GRAPHICS si el sistema ya lo tiene. Probablemente se necesitará cambiar el programa BASICA por el BASIC si el anterior es con el que se cuenta.

En configuraciones de este tipo los programas del sistema y los archivos se tendrán en un solo diskette. Esto provoca una disminución del espacio del disco para el almacenamiento de gráficas.

En caso de que se prefiera tener dos diskettes para la operación. Se recomienda copiar todos los programas en un diskette y utilizar el segundo diskette para los archivos. Si se elige esta opción entonces se tendrán que hacer modificaciones a los programas. Recomendamos hacer estas modificaciones por usuarios que tengan cierta experiencia en programación para evitar daño a los programas.

Las modificaciones son:

En todas las líneas donde se transfiera control de un programa a otro ya se por medio de la instrucción RUN o la instrucción CHAIN agregar la especificación del drive B

Ejemplo:

```
RUN "EQFASES"
```

Tendrá que ser sustituido por:

```
RUN "B:EQFASES"
```

```
y CHAIN "TERB",.ALL
```

sustituido por:

```
CHAIN "B:TERB",.ALL
```

Los cambios tiene que ser realizados en todos los programas.

La manera de proceder es utilizar el drive A como default y el drive B como secundario. En el drive A se coloca un diskette con todos los archivos, en el drive B se coloca un diskette con todos los programas.

Instrucciones para copiado de programas y archivos.

Colocar el diskette con programas y archivos (original) en el drive A en el drive B colocar un diskette formateado.

```
A>copy a:*.bas b:
```

Se copiarán todas los programas.

Colocar un diskette formateado en el drive B.

```
A>copy a:*arch* b:
```

```
A>copy a:filer* b:
```

```
A>copy a:banco.dat b:
```

Se copiarán todos los archivos en el diskette nuevo.

La línea "basic menu + CR" en el archivo batch será cambiada por:

```
basic b:menu + CR.
```

5. INICIO DE CADA SESION

Para comenzar a trabajar con el sistema ELV se necesita instalar el sistema realizando los pasos descritos en la sección

4. Al inicio de cada sesión se deben efectuar los siguientes pasos:

1. Prender el computador. Entrar la información requerida por el computador hasta llegar al prompt A> o C> según sea la configuración del sistema. Teclar:

```
A>elvmenu + CR.
```

En caso de que no se haya instalado el archivo batch las operaciones pueden ser realizadas desde el teclado una por una a saber:

```
A>graphics + CR  
A>basic + CR  
>run "menu
```

para el caso de discos floppy y :

```
C>graphics + CR  
C>cd elv + CR  
C>basic + CR  
>run "menu
```

para el caso de disco duro.

Pulsar la tecla CAPS LOCK para trabajar siempre en mayúsculas.

6. MENU PRINCIPAL

Al acceder el sistema por cualquiera de los métodos descritos aparecerá el menú principal del sistema Pantalla 1:

MENU PRINCIPAL	
DIAGRAMAS	[
	1. UM SOLO COMPONENTE
	2. MEZCLAS BINARIAS
	3. MEZCLAS MULTICOMPONENTES
	4. ACTUALIZADOR BANCO DATOS
	5. CALCULO AISLADO PROPIEDADES
	6. DATOS EXPERIMENTALES
	<u>7. FIN</u>

Pantalla 1

La opción que aparece subrayada es el default. Todos las transferencias de control se harán a partir de este programa y cuando se haya terminado el proceso específico el control regresará al menú principal.

Si se tecllea CR, aparecerá un mensaje de PROGRAMA TERMINADO y el control regresa al compilador BASIC.

7. ACTUALIZADOR DEL BANCO DE DATOS.

El banco de datos de componentes puros es un archivo que contiene las constantes de los compuestos que se utilizarán en los procesos. Estas constantes incluyen: fórmula, nombre, temperatura y presión críticas, factor acéntrico, constantes del Cp a, b, c, y d, parámetro de Mathias.

Para las constantes del Cp se recomienda utilizar las que proponen Reid et al. La ecuación es:

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$$

Se accesa este programa tecleando:

4 + CR. en el menú principal.

Se desplegará el menú del actualizador del banco de datos. Pantalla 2. En este menú se tiene el control de todas las opciones para el manejo del archivo que contiene la información sobre los compuestos a utilizar en los procesos.

Teclear CR para regresar el control al menú principal del sistema.

ACTUALIZADOR DEL BANCO DE DATOS
<p>1.-ADICIONAR UN COMPONENTE 2.-LISTADO DE COMPONENTES DEL BANCO 3.-CONSULTA,BAJAS / MODIFICACIONES 4.-FIN DEL PROGRAMA</p>
<p>TECLEAR EL NUMERO DE OPCION DESEADA + ↵</p>

Pantalla 2

A. Dar de alta un componente

Con esta opción del menú del actualizador del banco de datos se pueden agregar compuestos al archivo. Se accesa tecleando:

1 + CR en el menú del actualizador del banco de datos.

Aparecerá la pantalla principal (Pantalla 3) dispuesta para la entrada de la información. En caso de que se quiera regresar al menú del actualizador pulsar CR cuando se hace el prompt por la FORMULA, cualquier otra entrada ocasionará que se hagan los prompts para todas las constantes en cuestión.

ACTUALIZADOR DEL BANCO DE DATOS	
1. FORMULA =	7. CACP =
2. NOMEPE =	8. CBCP =
3. TC *X =	9. CCCP =
4. PC (ATM) =	10. CDCP =
5. ZC =	11. P =
6. W =	

Pantalla 3

Ejemplo. Dar de alta el registro para el etano teclear:

C2H6 + CR / ETANO + CR / 305.4 + CR / 48.2 + CR /.285 + CR /
 .091 + CR / 1.295 + CR / 4.254E-2 + CR / 1.651E-1 + CR /
 2.081E-9 + CR / CR /.

En la entrada para el parámetro P de Mathias se pulso CR ya que el valor es 0. Nótese el error que se cometió en la constante C del Cp. El valor correcto es -1.651E-5. Después se corregirá como ejemplo de la opción de modificaciones. Se desplegará la Pantalla 4 en la que se pregunta "Están correctos los datos. Si están, pulsar CR el registro se grabará en el archivo. El número de registro aparecerá momentaneamente. En adelante cuando se quiera acceder este registro se hará por medio de este número. Si los datos no están correctos teclear 2 + CR y no se grabará nada. El control regresa al prompt por la FORMULA .

ACTUALIZADOR DEL BANCO DE DATOS	
1. FORMULA = C2H6	7. CACP = 1.292
2. NOMEFE = ETANO	8. CBCP = 4.154E-2
3. TC * V = 295.4	9. CCCP = 1.651E-1
4. PE (ATM) = 48.2	10. CDCP = 2.081E-1
5. ZC = .285	11. P =
6. W = .098	
ESTAN CORRECTOS LOS DATOS 1. SI 2. NO	

Pantalla 4

B. Listado de los componentes del banco.

Teclar 2 + CR. en el menú del actualizador.

ACTUALIZADOR DEL BANCO DE DATOS		
-REG.-	-FORMULA-	-NOMEFE-
1	C2H6	ETANO
2	C7H16	HEPTANO
3	CH4	METANO
4	C3H8	PROPANO
5	nC4H10	n-BUTANO
6	n-C5H12	n-PENTANO
7	n-C6H14	n-HEXANO
8	N2	NITROGENO
9	C6H12	CICLOHEXANO
10	C6H6	BENCENO
11	CH3NO2	NITROMETANO
12	n-C3H8	n-PROPANO
1. SEGUIR CONSULTANDO EL LISTADO		
2. REGRESAR AL MENU		

Pantalla 5

La Pantalla 5 es un ejemplo de un listado de los compuestos que se encuentran en el banco de datos. Pulsar CR para seguir consultando el archivo. Pulsar 2 + CR para regresar al menú del actualizador del banco de datos. Cuando se llegue al final del archivo pulsar CR para regresar al menú del actualizador.

C. Consulta, bajas y modificaciones

Accesar esta opción tecleando 3 + CR en el menú del actualizador del banco de datos. Aparecerá la Pantalla 6. Las opciones son: CR para regresar al menú. (Número de registro) + CR para desplegar el compuesto. H + CR para utilizar la opción de ayuda.

ACTUALIZADOR DEL BANCO DE DATOS	
1. FORMULA =	7. CACP =
2. NOMBRE =	8. CBCP =
3. TC *K =	9. CCCP =
4. PC (ATM) =	10. CDCP =
5. ZC =	11. P =
6. W =	
NUMERO DEL COMPONENTE EN EL BANCO CR/FIN H/AYUDA =	

Pantalla 6

Para continuar con el ejemplo anterior teclar 1 + CR que es el número de registro del etano en el archivo. Aparecerá la pantalla 7.

ACTUALIZADOR DEL RANCO DE DATOS	
1. FORMULA = C2H6	7. CACP = 1.292
2. NOMEPE = ETANO	8. CBCP = .34254
3. IC *K = 305.4	9. CCEP = .1651
4. PC (ATM) = 48.2	10. CDEP = .090000002081
5. IC = .295	11. P = 0
6. W = .049	
NUMERO DE CAMPO A CAMBIAR B/BAJA CR/IN	

Pantalla 7

Las opciones en este punto son:

- B + CR para dar de baja. Aparecerá un prompt de confirmación de la baja "Esta seguro de la baja". Pulsar CR para dar de baja. Teclar 2 + CR para regresar a la Pantalla 6.

- (numero de campo) + CR el cursor se colocará en el campo correspondiente. (modificación) + CR . Aparecerá un prompt que pregunta "Continuar modificando". CR para continuar ó 2 + CR para terminar las modificaciones. Si se terminaron la modificaciones aparecerá otro prompt que preguntará "Grabar Modificaciones".

Pulsar CR para grabar las modificaciones hechas y regresar a la Pantalla 6. Si se desea continuar con las modificaciones el control regresará a la pantalla 7.

Ejemplo:

9 + CR / -1.651E-5 + CR / 2 + CR/ CR

Nueve es el campo que se desea modificar. -1651E-5 es la modificación correspondiente. 2 + CR para terminar con las modificaciones y CR para grabar las modificaciones hechas. En este momento se regresa a la pantalla 6 donde se puede volver a ver el registro 1 para verificar que las modificaciones hayan sido grabadas propiamente.

- CR para regresar al menú del actualizador del banco de datos.

OPCION DE AYUDA.

Cuando se teclea H + CR. Aparecerá un prompt en el que se pregunta "Registro Inicial de búsqueda" se tiene dos opciones:

- CR para empezar la búsqueda desde el registro 1.
- (numero de registro) + CR para empezar la búsqueda desde el registro especificado.

A continuación se desplegará una lista de componentes empezando por el que le corresponde el numero de registro especificado.

Se hará un prompt para "Seguir consultando el listado" ó "Regresar a la entrada anterior". CR para seguir consultando.

2 + CR para regresar a la Pantalla 6.

Esta herramienta es especialmente útil cuando no se conoce el número de componente en el banco .

En la Pantalla 8 se da un ejemplo de la opción ayuda empezando por el registro 4. H + CR / 4 + CR

ACTUALIZADOR DEL BANCO DE DATOS		
1. FORMULA =		7. CACP =
2. NOMBRE =		8. CBCP =
3. TC =		9. CCCP =
4. PC (ATM) =		10. CDCP =
5. ZC =		11. P =
6. W =		
NUMERO DEL COMPONENTE EN EL BANCO CR/FIN H/AYUDA =H		
-REG.-	-FORMULA-	-NOMBRE-
4	C3H8	PROPANO
5	n-C4H10	n-BUTANO
6	n-C5H12	n-PENTANO
7	n-C6H14	n-HEXANO
1. SEGUIE CONSULTANDO EL LISTADO		
2. REGRESAR A LA ENTRADA ANTERIOR		

Pantalla 8

8. CALCULO AISLADO DE PROPIEDADES

Esta opción permite el cálculo de propiedades para los equilibrios: líquido-vapor, líquido-líquido, líquido-líquido-vapor. Las entradas son generales para los tres tipos de equilibrios. Algunas opciones no están disponibles para ciertos tipos de cálculos. Se presentan ejemplos para el cálculo de cada uno de los equilibrios. Se accesa este programa tecleando:

5 + CR en el menú principal.

Se desplegará la Pantalla 9.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
1. FORMULA =	7. GACP =
2. NOMBRE =	8. CBCP =
3. TC'K =	9. CCCP =
4. PC (ATH) =	10. CDCP =
5. ZC =	11. P =
6. W =	
ESTAN TODOS LOS COMPONENTES EN EL BANCO	
	1. SI
	2. NO
	3. FIN

Pantalla 9

Las opciones que se presentan son las siguientes:

- CR Si se tienen todos los componentes de la mezcla en el banco de datos.

- 2 + CR Si no están todos los componentes en el banco de datos.

Aparecerá el prompt:

"Encadenamiento con el banco de datos" :

- CR para cambiar el control al programa de actualización del banco de datos

- 2 + CR para regresar al prompt anterior.

- 3 + CR para regresar al menú principal.

Quando la elección de las opciones es la primera es decir, que si se tienen todos los componentes de la mezcla en el banco de datos aparecerá el prompt:

"Numero de componentes _"

Teclar (numero de componentes de la mezcla) + CR

Al siguiente prompt se teclará como ejemplo:

1 + CR. que es el número de registro del etano en el banco.

Se desplegará la Pantalla 10

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
1. FORMULA = C2H6	7. CACP = 1.292
2. NOMBPE = ETANO	8. CBEP = .04254
3. TC'Y = 305.4	9. CCEP = -.00001657
4. PC (ATM) = 46.2	10. CBEP = .00000002081
5. ZC = .9999	11. P = 0
6. M = .098	
1 DE 2	NUMERO DEL COMPONENTE EN EL BANCO CR/FIN H/AYUDA =1
ES EL REGISTRO CORRECTO	1. SI 2. NO

Pantalla 10

Pulsar CR si es registro es el deseado.

Pulsar 2 + CR para regresar al prompt anterior.

La opción AYUDA descrita en la sección del "Actualizador del banco de datos" también se encuentra a la disposición del usuario en este prompt.

Continuar con esta rutina hasta que se hayan metido todos los componentes de la mezcla.

El siguiente prompt se muestra en la Pantalla 11.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
IMPRESION DE RESULTADOS	1. SI 2. NO

Pantalla 11

Esta opción está disponible para las temperaturas y presiones de saturación del equilibrio líquido-vapor únicamente, e indica si se desea que los resultados sean mandados a la impresora, además de aparecer en pantalla.

Las Pantalla 12 y 13 tiene una serie de prompts descritos a continuación:

"Impresión automática "(SI/NO). Disponible para los equilibrios líquido-vapor y líquido-líquido. Esta opción nos permite hacer cálculos en serie para un rango determinado de presiones ó temperaturas según el caso de que se trate. Si se elige hacer uso de esta opción se harán prompts para el rango de temperatura ó presión y el incremento correspondiente, según el caso. Teclar: 1 - CR para utilizar esta opción.

CR para realizar únicamente un cálculo.

Cuando se haga el prompt "Otro cálculo" pulsar CR para continuar con los cálculos.

"Número máximo de iteraciones". Determina la cantidad de iteraciones que realizará el sistema antes de terminar con el proceso. Pulsar:

CR para utilizar el default que son 20.

(numero máximo de iteraciones) + CR.

"Convergencia ". Es una cantidad que determina la exactitud del cálculo. Pulsar:

CR para utilizar el default (0.0005).

(convergencia) + CR.

"Wegstein ". En problemas de equilibrio de fases fuertemente no ideales (equilibrio líquido-líquido, equilibrio líquido-vapor cerca del punto crítico, sistemas con componentes polares) la convergencia puede ser lenta o nunca llegar al valor deseado. En este caso será necesario utilizar esta opción, la cual tiene implantado el algoritmo de Wegstein para acelerar la convergencia del cálculo. Normalmente este algoritmo va acompañado de la opción de amortiguamiento, utilizado también para acelerar la convergencia en el cálculo.

CR Para utilizar el método de Wegstein se harán los siguientes prompts:

"Cada cuantas iteraciones".

CR asigna el default 2

(cada cuantas iteraciones) + CR

"Opción de amortiguamiento".

CR para utilizar el amortiguamiento

2 + CR para no utilizar el amortiguamiento

2 + CR para no utilizar el método de Wegstein.

La pantalla 13 tiene prendida la opción de Wegstein . La pantalla 12 despliega la información cuando no se utiliza Wegstein.

"Ecuación". El sistema nos proporciona la faceta de utilizar dos tipos distintos de ecuaciones de estado. Teclrear.

CR Para utilizar la ecuación de Soave-Redlich-Kwong

2 + CR Para utilizar la ecuación de Peng-Robinson

"Equilibrio". Nos permite elegir entre los tres tipos de equilibrio presentados:

CR Equilibrio líquido-vapor

2 + CR Equilibrio líquido-líquido

3 + CR Equilibrio líquido-líquido-vapor

"Cálculo de:" Según el equilibrio escogido se tiene las siguientes opciones:

Para el equilibrio líquido-vapor y líquido-líquido-vapor:

CR para temperatura de burbuja

2 + CR para presión de burbuja

3 + CR para temperatura de rocío

4 + CR para presión de rocío

5 + CR para separación isotérmica ("flash")

Para el equilibrio líquido-líquido:

CR para temperatura de solubilidad incipiente

2 + CR para separación isotérmica ("flash")

El siguiente prompt pregunta si se quiere modificar alguna de las dos secciones que aparecen en la pantalla. Opciones:

1 + CR para modificar la sección

2 + CR para modificar la sección 2

CR para continuar

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES		
1 IMPRESION AUTOMATICA	1. SI 2. NO	NUM. MAXIMO DE ITERACIONES 20
CONVERGENCIA	.0005	
WEGSTEIN	1. SI 2. NO	
2 ECUACION	1. SOAVE-REDLICH-KWONG 2. PENG-ROBINSON	CALCULO DE :
EQUILIBRIO	1. LIQUIDO-VAPOR 2. LIQUIDO-LIQUIDO 3. LIQ.-LIQ.-VAPOR	1. TEMPERATURA BURBUJA 2. PRESION DE BURBUJA 3. TEMPERATURA POCIO 4. PRESION DE POCIO 5. FLASH ISOTERMICO
NUMERO DE SECCION A CORREGIR CR/CONTINUAR		

Pantalla 12

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES		
1 IMPRESION AUTOMATICA	1. SI 2. NO	NUM. MAXIMO DE ITERACIONES 20
CONVERGENCIA	.0005	CADA CUANTAS ITERACIONES 2
WEGSTEIN	1. SI 2. NO	AMORTIGUAMIENTO 1. SI 2. NO
2 ECUACION	1. SOAVE-REDLICH-KWONG 2. PENG-ROBINSON	CALCULO DE :
EQUILIBRIO	1. LIQUIDO-VAPOR 2. LIQUIDO-LIQUIDO 3. LIQ.-LIQ.-VAPOR	1. TEMPERATURA BURBUJA 2. PRESION DE BURBUJA 3. TEMPERATURA POCIO 4. PRESION DE POCIO 5. FLASH ISOTERMICO
NUMERO DE SECCION A CORREGIR CR/CONTINUAR		

Pantalla 13

A continuación aparece la Pantalla 14 que incluye tres prompts que son generales para cualquier tipo de cálculo.

"Autoinicialización". Está opción corre los programas de inicialización de los procesos iterativos. En caso de que no se elija esta opción se harán los prompts correspondientes para inicializar manualmente el proceso de cálculo.

CR Para inicializar automáticamente los procesos de cálculo.

2 + CR Para inicializar manualmente.

"Inicialización secuencial". Se utiliza esta opción cuando se hacen cálculos por medio de la opción de impresión automática. Para iniciar los procesos iterativos se usarán las condiciones del último punto calculado. Esta manera de proceder disminuye el número de iteraciones en el proceso.

CR para no utilizar la inicialización secuencial

1 + CR para hacer uso de esta opción.

"Uso de Kij's". Cuando se cuenta con los parámetros de interacción binaria estos serán incluidos en este prompt.

CR Para no utilizar esta opción

1 + CR Para iniciar la serie de prompts que permiten la entrada de los parámetros de interacción binaria.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
SOLVE-FEELICH-WONG LIQ.-LIQ.-VAPOR TEMPERATURA BURBUJA	
AUTO-INICIALIZACION	1. SI 2. NO
INICIALIZACION SECUENCIAL	1. SI 2. NO
USO DE Key's	1. SI 2. NO

Pantalla 14

Los prompts que siguen varían dependiendo del cálculo que se está realizando. A continuación presentamos tres ejemplos de cálculos distintos .

A. Ejemplo 1. Cálculo de temperatura de burbuja, equilibrio L-V

Se realizará el cálculo de la temperatura de burbuja a 10 atm de presión para el equilibrio líquido-vapor. Sistema etano-heptano para una fracción mol .7 de etano y .3 para heptano.

PROMPTS	RESPUESTAS
Menú principal	5 + CR = Cálculo aislado de propiedades
Están todos los componentes en el banco de datos	CR = si están
Número de componentes	2 + CR = 2 componentes
Componente 1 de 2	1 + CR = etano
Es el registro correcto	CR = si es
Componente 2 de 2	2 + CR = heptano
Es el registro correcto	CR = si es
Impresión de resultados	CR = no
Impresión automática	CR = no
Número máximo de iteraciones	CR = 20 (default)
Convergencia	CR = .0005 (default)
Wegstein	CR = si
Cada cuantas iteraciones	CR = 2 (default)
Amortiguamiento	CR = si
Ecuación	CR = Soave-Redlich-Kwong
Equilibrio	CR = Líquido-vapor
Calculo de:	CR = Temperatura de burbuja
Número de sección a corregir	CR = están correctas ambas
Autoinicialización	CR = si
Inicialización secuencial	CR = no
Uso de Kij	CR = no

Los siguientes prompts son específicos de este cálculo:
 Presión, composiciones. Teclar 10 + CR para 10 atm de presión y
 .7 + CR y .3 + CR para las composiciones. Pantalla 15

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
SOAVE-REDLICH-KWONG LIQUIDO-VAPOR TEMPERATURA BURBUJA	
PRESION 10	
COMPOSICIONES	
1.- ETANO	Z= .7
2.- HEPTANO	Z= .3

Pantalla 15

Empieza el proceso iterativo hasta que el cálculo converge. La
 Pantalla 16 muestra los resultados obtenidos.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES P. EQUI.				
SOAVE-REDLICH-KWONG		PRESION 10	TIPO CALCULO 1. SI	
LIQUIDO-VAPOR			2. NO	
TEMPERATURA BURBUJA				
NO. COM.	EQUILIBRIO	COEF. FUG. VAPOR	COEF. FUG. LIQUIDO	
1	1.423162	.88141e8	1.258606	
2	9.795222E-04	.498448	4.881412E-04	
DIFERENCIA DE FUGACIDADES		8.08524e997761596D-06		
Z LIQUIDO = 4.58254e-02		Z VAPOR = .8669275		
ITERACIONES				
TB = 255.9619024586108				
ETANO		Y= .99920e1	z= .7	
HEPTANO		Y= 2.937516E-04	z= .3	
ENERGIA LIBRE DE GIBBS -219.667050747671				

Pantalla 16

B. Ejemplo 2. Cálculo de separación isotérmica. Equilibrio L-L

Sistema Ciclohexano (.52)-Benceno (.08)-Nitrometano (.4) a 298.15

*K y 1 atm. Se incluye parámetros de interacción binaria.

PROMPTS	RESPUESTAS
Menú principal	5 + CR = Cálculo aislado de propiedades
Están todos los componentes en el banco de datos	CR = si están
Número de componentes	3 + CR = 3 componentes
Componente 1 de 3	9 + CR + CR = Ciclohexano
Componente 2 de 3	10 + CR + CR = Benceno
Componente 3 de 3	11 + CR + CR = Nitrometano
Impresión de resultados	CR = no
Impresión automática	CR = no
Número máximo de iteraciones	CR = 20 (default)
Convergencia	CR = .0005 (default)
Wegstein	CR = si
Cada cuantas iteraciones	CR = 2 (default)
Amortiguamiento	CR = si
Ecuación	CR = Soave-Redlich-Kwong
Equilibrio	2 + CR = Líquido-Líquido
Calculo de:	2 + CR = Flash isotérmico
Número de sección a corregir	CR = están correctas ambas
Autoinicialización	CR = si
Inicialización secuencial	CR = no
Uso de Kij	1 + CR = si

Entrada de los parámetros de interacción binaria Kij. Aparece la Pantalla 17.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
SOAVE-REDLICH-KWONG LIQUIDO-LIQUIDO FLASH ISOTERMICO	
K(1 , 2) = .06	
K(1 , 3) = .2	
K(2 , 3) = .1	

Pantalla 17

Entrar 298.15 + CR/ 1 + CR/ .52 + CR / .08 + CR /.4 + CR. Aparece la pantalla 18.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
SOAVE-REDLICH-KWONG LIQUIDO-LIQUIDO FLASH ISOTERMICO	
TEMPERATURA 298.15 PRESION 1	
COMPOSICIONES	
1 - CICLOHEXANO	Z = .52
2 - BENCENO	Z = .08
3 - NITROPENTANO	Z = .4

Pantalla 18

Teclar 1 + CR/ 3 + CR para los componentes claves en los
líquidos uno y dos. Pantalla 19

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES
SOAVE-REDLICH-WUNIG LIQUIDO-LIQUIDO FLASH ISOTERMICO
COMPONENTE CLAVE #1 1 COMPONENTE CLAVE #2 3

Pantalla 19

La Pantalla 20 muestra los resultados obtenidos cuando termina el
proceso iterativo.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES K. EQUI.			
SOAVE-REDLICH-WUNIG	PRESION 1	OTRO CALCULO	[L, S]
LIQUIDO-LIQUIDO	TEMPERATURA 298.15		2. NO
FLASH ISOTERMICO			
NO. COM	FEQUILIBRIO	COEF. FUG. LIQUIDO 1	COEF. FUG. LIQUIDO 2
1	149.6297	.1205794	19.508e7
2	7.642e77	.1579e27	1.508205
3	4.4386311-02	.3190371	3.635404E-02
DIF DE FUGACIDADES 2.291774E-04 L/T = .6187195			
Z LIQUIDO 2= 3.163922E-03 Z LIQUIDO 1= 4.632632E-03			
4 ITERACIONES			
CICLOHEXANO	X1= .8269942		K1= .0056907
BENCENO	X2= .1196463		K2= 1.56e427E-02
NITROETANO	X3= 4.335958E-02		K3= .9787349

Pantalla 20

C. Ejemplo 3. Separación isotérmica líquido-líquido-vapor

Sistema C3-nC4-nC5-nC6-nC8-H₂O a 350 °K y 5 atm de presión. Se incluyen parámetros de interacción binaria.

PROMPTS	RESPUESTAS
Menú principal	5 + CR = Cálculo aislado de propiedades
Están todos los componentes en el banco de datos	CR = si están
Número de componentes	6 + CR = 6 componentes
Entrada de los seis componentes	4 + CR + CR = Propano 5 + CR + CR = Butano 6 + CR + CR = Pentano 7 + CR + CR = Hexano 12 + CR + CR = Octano 13 + CR + CR = Agua
Impresión de resultados	CR = no
Impresión automática	CR = no
Número máximo de iteraciones	CR = 40 + CR
Convergencia	CR = .005 + CR
Wegstein	CR = si
Cada cuantas iteraciones	CR = 2 (default)
Amortiguamiento	CR = si
Ecuación	2 + CR = Peng-Robinson
Equilibrio	CR = Líquido-Líquido-Vapor
Cálculo de:	5 + CR = Flash isotérmico
Número de sección a corregir	CR = están correctas ambas
Autoinicialización	CR = si
Inicialización secuencial	CR = no
Uso de Kij	1 + CR = si

Entrada de los parámetro kij. En este caso: $k_{16} = .48$ $k_{26} = .48$
 $k_{36} = .48$ $k_{46} = .48$ $k_{56} = .48$. En los prompts donde no se
cuenta con los parámetros de interacción binaria teclear CR para
pasar al siguiente y asignar 0.

A continuación se entrarán la temperatura y la presión así
como las composiciones de la mezcla. Aparecen la Pantalla 21 y 22
sucesivamente.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
PENG-ROBINSON LIQ.-LIQ.-VAPOR FLASH ISOTERMICO	
TEMPERATURA 750 PRESION 5	
COMPOSICIONES	
1.- PROPIANO	Z= .16667
2.- N-PUTANO	Z= .16667
3.- n-PENTANO	Z= .2
4.- n-HEXANO	Z= .46667

Pantalla 21

Como el número de componentes es mayor que 4 la entrada de
composiciones no puede realizarse en una sola pantalla.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
PENG-ROBINSON LIQ.-LIQ.-VAPOR FLASH ISOTERMICO	
TEMPERATURA 250 PRESION 5	
COMPOSICIONES	
5.- N-OCTANO	Z= .13333
6.- AGUA	Z= .26667

Pantalla 22

Teclar 6 + CR / 5 + CR para los componentes claves. Empieza el proceso iterativo y los resultados aparecen en las Pantallas 23 y 24.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES k. EQUI.			
PENG-ROBINSON LIQ.-LIQ.-VAPOR FLASH ISOTERMICO			
NOM. COMPONENTE	K. EQUILIBRIO 1	K. EQUILIBRIO 2	
HEXANO	4.34891	3.02294E-09	
N-HEPTANO	1.720205	2.08762E-11	
n-PENTANO	.7026226	8.057415E-14	
n-HEXANO	.275316	1.115809E-16	
n-OCTANO	5.551407E-02	6.640766E-22	
AGUA	20.64714	234.8919	
F.CB1 9.47947E-04 V/F= .3625339 L1/F= .2339132 L2/F= .405553 Z/F= .9159064 ZL1= 3.853879E-03 ZL2= 2.409873E-02			
CR PARA CONTINUAR DESPLEGADO DE INFORMACION			

Pantalla 23

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES K. EQUI.			
PENG-ROBINSON		OTRO CALCULO 1. SI	
LIQ.-LIQ.-VAPOR		2. NO	
FLASH ISOTERMICO			
2 ITERACIONES			
1	Z= .16667	Y= .3661207	X1= 2.544144E-10 X2= 8.411101E-0
2	Z= .16667	Y= .2791528	X1= 3.387652E-12 X2= .1622429
3	Z= .2	Y= .2134343	X1= 2.448175E-14 X2= .3038911
4	Z= .06667	Y= 3.835067E-02	X1= 1.458611E-17 X2= .1507641
5	Z= .13333	Y= 1.744096E-02	X1= 2.038592E-22 X2= .314743
6	Z= .26667	Y= .0255006	X1= 1 X2= 4.257877E-0
ENERGIA LIBRE DE GIBBS -633.0020527666089			

Pantalla 24

9. CREACION DE DIAGRAMAS PT.

A continuación se presentarán los pasos para construir un diagrama PT. Se hará por medio de un ejemplo para facilitar la comprensión. Este procedimiento se aplica para la creación de diagramas PT para cualquier tipo de mezcla (binarias, multi-componentes y un solo componente). Se pueden crear distintos tipos de diagramas (ver Capítulo 5). Este proceso también se aplica para la construcción de diagramas PH y TE.

Ejemplo: Diagrama PT para el sistema Etano-Heptano con .587 y .413 de composiciones respectivamente. Se tratará esta mezcla como una mezcla multicomponente. Teclrear:

3 + CR en el menú principal.

Se desplegará la Pantalla 25 :

MENU PRINCIPAL	
MEZCLAS MULTICOMPONENTES	
1.	DIAGRAMA P VS T
2.	DIAGRAMA P VS H
3.	DIAGRAMA T VS S
4.	SOBREPOSICION
5.	<u>MENU PRINCIPAL</u>

Pantalla 25

Teclrear 1 + CR . Se desplegará la pantalla 26.

PROGRAMA DEFINICION DEL DIAGRAMA P VS T, P VS H, T VS S	
1.	GRAFICA YA EXISTENTE
2.	CREACION DE DIAGRAMA
3.	SUPERPOSICION GRAFICAS
4.	<u>FIN</u>

Pantalla 26.

Teclar 2 + CR en el prompt de la pantalla 26. Los demás serán explicados posteriormente. Aparecerá la pantalla 27. Se hace un prompt que pregunta cual o cuales de los diagramas se desean crear. En este prompt se pueden "prender" una, dos o las tres opciones. Teclar (número de opción) + CR. Si se desea apagar una de las opciones, teclar: (número de opción) + CR. Cuando se hayan prendido todas las opciones deseadas pulsar CR.

PROGRAMA GRAFICADOR DEL DIAGRAMA P VS T, P VS H, T VS S
<p>1. DIAGRAMA P VS T 2. DIAGRAMA H VS P 3. DIAGRAMA S VS T</p> <p>CON EL NUMERO CORRESPONDIENTE PRENDER O APAGAR LA OPCION EN CUESTION</p>

Pantalla 27

A continuación se harán entradas generales que están explicadas en la sección "Cálculo aislado de propiedades". Primero se presenta una lista de los prompts y las respuestas y después la Pantalla 28 que los despliega.

PROMPTS	RESPUESTAS
Menú principal	3 + CR = Mezclas multi-componentes
Menú secundario	1 + CR = Diagrama P vs T
Están todos los componentes en el banco de datos	CR = sí están
Número de componentes	2 + CR = 2 componentes
Componente 1 de 2	1 + CR = Etano
Registro correcto	CR = si es
Componente 2 de 2	2 + CR = Heptano
Registro correcto	CR = si es
Impresión de resultados	1 + CR = imprimir resultados
Número MÁXIMO de iteraciones	CR = 20 (default)
Convergencia	CR = .0005 (default)
Wegstein	CR = sí
Cada cuantas iteraciones	CR = 2 (default)
Amortiguamiento	CR = sí
Ecuación	CR = Soave-Redlich-Kwong
Equilibrio	CR = Líquido-Vapor
Uso de Kij	CR = no

Terminando esta serie de prompts se preguntarán la composición de la mezcla. Teclrear .587 + CR / .413 + CR para las composiciones. Nótese que se contestó SI a la opción de "Imprimir resultados". Verifique que la impresora esté prendida y en línea. Una parte del listado se muestra en la página siguiente

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
1. NUM. MÁXIMO DE ITERACIONES	20
CONVERGENCIA .0005	CADA CUANTAS ITERACIONES 2
WEGSTEIN 1. SI 2. NO	AMORTIGUAMIENTO 1. SI 2. NO
2. ECUACION	1. SOAVE-FELICHE-AMOND 2. PENO-ROBINSON
EQUILIBRIO	1. LIQUIDO-VAPOR 2. LIQUIDO-LIQUIDO 3. LIQ.-LIQ.-VAPOR
NUMERO DE SECCION A COPREGIR	CR/CONTINUAR

Pantalla 28

Después de la introducción de las composiciones se harán prompts por: Incrementos de presión, incrementos de temperatura, y presión inicial. Pantalla 29. Estos datos son establecidos a juicio del usuario del sistema. Habrá casos en los que será necesario volver a correr el programa y cambiar estos datos porque la elección hecha en un principio no fue adecuada. Una elección adecuada es aquella cuyos intervalos son:

Lo suficientemente grandes para no hacer una serie innecesaria de cálculos.

Lo suficientemente pequeños para que los puntos obtenidos representen una curva apropiada.

FECHA :11-04-1987

CG.SOAVI
WEGSTEIN CADA 2 ITERACIONES
CONVERGENCIA .0005

INCREMENTO PRESION 5
INCREMENTO TEMPER. 10
PRESION INICIAL 10

SISTEMA :

1 ETANO
2 HEPTANO

T = 418.9613 P = 10 ITER = 2 Fobj = 2.918875E-04
IV = .8972641 ZL = 5.848388E-02 E GIBBS 632.7638

NO.COMP	X. EQUILIBRIO	FUGACIDAD LIQ.	FUGACIDAD VAP.	Y	X
1	.9061802	1.005775	9.11413	.587	6.480784E-02
2	.4416096	.7799591	.34443	.413	.9351922

T = 438.4214 P = 15 ITER = 3 Fobj = 1.232725E-05
IV = .8633196 ZL = 8.756075E-02 E GIBBS 851.3226

NO.COMP	X. EQUILIBRIO	FUGACIDAD LIQ.	FUGACIDAD VAP.	Y	X
1	6.406636	1.012317	6.485544	.587	9.162581E-02
2	.4546579	.7157025	.3253998	.413	.9083744

T = 446.4214 P = 18.83962 ITER = 4 Fobj = 4.906392E-05
IV = .8396214 ZL = .1103091 E GIBBS 973.3662

NO COMP	X. EQUILIBRIO	FUGACIDAD LIQ.	FUGACIDAD VAP.	Y	X
1	5.211181	1.018184	5.30595	.587	.1126337
2	.465427	.6730538	.3132574	.413	.8873663

T = 456.4214 P = 23.70345 ITER = 3 Fobj = 2.083329E-04
IV = .8115171 ZL = .139783 E GIBBS 1096.019

NO COMP	X. EQUILIBRIO	FUGACIDAD LIQ.	FUGACIDAD VAP.	Y	X
1	4.186513	1.026539	4.297619	.587	.1401688
2	.4803508	.6246403	.3000464	.413	.8598332

T = 466.4214 P = 30.11195 ITER = 4 Fobj = 1.216144E-04
IV = .7766272 ZL = .1799367 E GIBBS 1274.254

NO COMP	X. EQUILIBRIO	FUGACIDAD LIQ.	FUGACIDAD VAP.	Y	X
1	3.284341	1.039022	3.412501	.587	.1786941
2	.5028786	.5675219	.2853946	.413	.821306

En realidad con la primera consideración no habrá ningún problema en la representación gráfica del diagrama. Sin embargo, con la segunda puede haber casos en los que las curvas no se puedan apreciar adecuadamente. No hay reglas ni ecuaciones con las que se puedan calcular los valores de los incrementos. El usuario obtendrá con la práctica el juicio necesario para estimar estos valores adecuadamente.

Ciertos cambios en estos valores no representan una modificación notable en la gráfica. Es por esto que la estimación no es de un valor único, sino de un valor que esta comprendido en un rango.

Se recomienda a escoger incrementos de presión entre 5 y 15 atm. Valores menores de 5 son prácticamente innecesarios, teniendo en cuenta que existen excepciones a esta regla. Para la temperatura se recomienda escoger valores que pueden ir desde 1 hasta 20 grados kelvin. Este valor es más difícil de determinar.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES
SDAVE-REDLICH-KWONG LIQUIDO-VAPOR
INCREMENTO DE PRESION 5 INCREMENTO DE TEMPERATURA 10 PRESION INICIAL 10

Pantalla 29

Una vez introducidos los incrementos se inicia el proceso iterativo para el primer punto de la "campana". Se imprime el encabezado de los resultados. Aparece la pantalla 30 y se imprime el primer punto.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES K. EQUI.			
SOAVE-REDLICH-KWONG		PRESION 10	1. CONTINUAR
LIQUIDO-VAPOR			2. CONT.SIN GRABAR
CURVA DE ROCIO			3. TERMINAR
NO.COM.	KEQUILIBRIO	COEF.FUG. VAPOR	COEF.FUG. LIQUIDO
1	9.061802	1.005775	9.11413
2	.4416006	.7799581	.34443
DIFERENCIA DE FUGACIONES		2.9188749498059580-04	
1 LIQUIDO = 5.848388E-02		1 VAPOR = .8972641	
2 ITERACIONES			
TR = 418.9612618975539			
ETANO		Y= .587	I= 6.480784E-02
HEPTANO		Y= .413	I= .9351922
ENERGIA LIBRE DE GIBBS		632.7637323678256	

Pantalla 30

El prompt que se presenta en la pantalla 30 tiene las siguientes opciones:

- CR para continuar con la creación del diagrama automáticamente.

- 2 + CR para continuar con la creación del diagrama, evitar la grabación del punto desplegado en pantalla, terminar la curva de rocío y empezar con la curva de burbuja. Esta opción debe ser utilizada cuando el cálculo se está acercando a la región

crítica y el proceso iterativo no converge. El último punto calculado, es decir el que se despliega en la pantalla, no será grabado en los archivos correspondientes. Esta opción puede no ser utilizada, aunque se requiera debido a que no convergió un punto. Posteriormente se borrará este punto del archivo mediante la faceta de borrado de puntos que presenta el sistema y que se explicará en su momento. Esta opción no debe ser utilizada cuando se está calculando la curva de burbuja.

- 3 + CR Terminar con la creación del diagrama. El punto desplegado en la pantalla no será grabado en el archivo. Esta opción se utiliza cuando: se está calculando la curva de burbuja, el proceso iterativo no converge y se desea terminar la construcción del diagrama manualmente. Esta opción puede ser utilizada en cualquier punto de la creación del diagrama.

La construcción del diagrama continua y se hace el prompt anterior cada vez que se termina de calcular un punto. El usuario debe estar pendiente de los resultados que se van obteniendo por si se da el caso de que sea necesaria una intervención manual (opciones 2 y 3).

El proceso de construcción puede terminar manualmente ó automáticamente según el usuario elija. Cuando esto ocurre la máquina hará un prompt por la descripción del sistema. Esta descripción consta de dos líneas. La primera no debe de exceder 60 caracteres de longitud. Los primeros 15 caracteres de la

segunda línea se utilizarán para describir el sistema en las gráficas. Pantalla 31. Esta descripción se utilizará para identificar el sistema posteriormente y puede incluir todo tipo de información. El usuario la utilizará como mejor se ajuste a sus necesidades.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES K. EQUI.
DESCRIPCION
SISTEMA ETANO (.587) - HEPTANO (.413) WEGSTEIN. AMORT. CONV=.005 (.21507) 17

Pantalla 31

Con estos pasos se han creado los archivos que contiene la información necesaria para construir una gráfica. El control del programa regresa al menú de la Pantalla 26. El siguiente paso es modificar la gráfica a las especificaciones particulares de cada sistema. Estas especificaciones incluyen la representación visual de la gráfica, cambio de unidades, manejo de puntos etc.

RECUPERAR LOS ARCHIVOS QUE CONTIENE LA GRAFICA

Esta rutina es general y la misma para cualquier tipo de diagrama. Se explicará por medio de un ejemplo:

1 + CR en el menú de página 26.

Aparece un menú secundario Pantalla 32 en donde se pregunta el tipo de diagrama del que se está tratando.

CR para utilizar el diagrama P vs T.

PROGRAMA GRAFICADOR DEL DIAGRAMA P VS T, P VS H, T VS S
<p>1. DIAGRAMA P VS T 2. DIAGRAMA P VS H 3. DIAGRAMA T VS S</p>

Pantalla 32

Una vez elegido el diagrama que se va a graficar aparecerán en la pantalla una serie de folders que despliegan las descripciones de los diagramas creados, Pantalla 33. Se hace un prompt en la parte inferior de la pantalla por la elección de uno de los registros o "folders". Si el archivo contiene mas folders que los que se pueden desplegar en una pantalla pulsar CR para ver la siguiente pantalla. El numero que aparece centelleando es la identificación del numero de registro.

11C1-CO2-H2S .5-.1-.4 WEGST. AMORT. CONV=.0005 PUNTOS DE ROCIO PR C1-CO2-H2S
12C1 CO2-H2S .5-.1-.4 WEGST. CONV=.0005 AMORT. PUNTOS BURBUJA PB C1-CO2-H2S
13PUNTO CRITICO PARA C1-CO2-H2S P.CRITICO
14SISTEMA ETANO(.587) - HEPTANO(.413) WEGSTEIN. AMORT. CONV=.0005 C2(.587)-C7
NUMERO REGISTRO

Pantalla 33

Teclar 14 → CR. Folder del ejemplo en cuestión. Pantalla 34.

SISTEMA ETANO(.587) - HEPTANO(.413) WEGSTEIN. AMORT. CONV=.0005 C2(.587)-C7			
SIMBOLO	CRUZ 313	ANCHO GRAFICA	413
CUADRICULAR	SI	ALTURA GRAFICA	164
NO PAYAS HORIZ.	5	PASO EJE X	1
NO PAYAS VERTI.	6	PASO EJE Y	1
UNION PUNTOS/LINEAS	NO	UNIDAD EJE X	KELVIN
IMPRESION PUNTOS	SI	UNIDAD EJE Y	ATMOSFERAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. BOPRAR FOLDER 2. CAMBIAR DESCRIPCION 3. GRAFICAP 4. PANTALLA INICIAL 			

Pantalla 34

Opciones:

1 + CR. Borrar el folder. Con esta opción se dará de baja del archivo maestro el registro y se borrará el archivo secundario con los puntos. Si se utiliza esta opción, aparecerá un segundo prompt que pregunta "Continuar con la baja" las opciones son: CR para dar de baja. El control vuelve a la pantalla 26.

2 + CR para regresar a la Pantalla 34 sin
modificar los archivos.

2 + CR. Cambiar descripción. Se utiliza para cambiar la descripción del registro. Se borrará la descripción en la pantalla y se hará el prompt en el lugar correspondiente. Las opciones en este punto son:

CR para utilizar la descripción original. Es decir, si para alguna de las líneas no se desea cambiar la descripción.

(descripción + CR) para cambiar la línea de descripción.

A continuación se hará un prompt por "Grabar las modificaciones ". Las opciones son:

CR para grabar las modificaciones hechas a la descripción.

2 + CR para ignorar los cambios hechos.

CR para trazar la gráfica en cuestión.

4 + CR para regresar a la pantalla 26.

La elección de interés es la del trazado de la gráfica. Aparecerá la gráfica 4-1. Esta es la representación original de la gráfica. A continuación se describirán los pasos a seguir para modificar esta gráfica a las necesidades específicas del usuario.

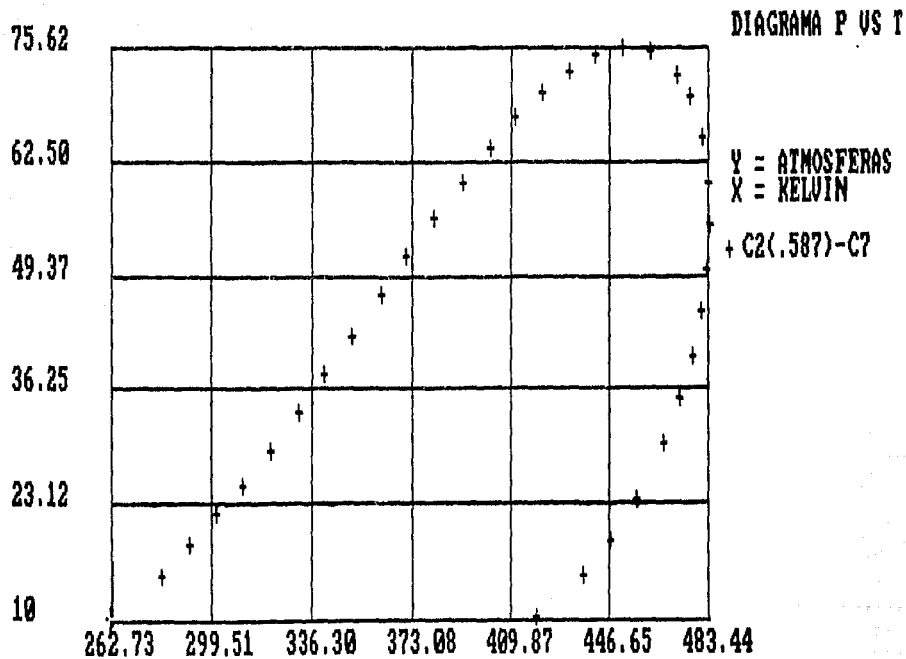
OPCIONES DISPONIBLES EN LA GRAFICA DESPLEGADA EN PANTALLA.

CR para acceder al menú principal de graficación

Prt Sc Para imprimir la gráfica. Es necesario tener la impresora prendida y en línea. La tecla Prt Sc puede ser una sola o una combinación por ejemplo: Shift y * que se tienen que pulsar al mismo tiempo.

Utilizar el Interpolador. El interpolador es una cruz que aparece en principio en las coordenadas (0,0). Para mover esta cruz pulsar las teclas direccionales a saber, en el teclado numérico, sin la opción de NUM LOCK:

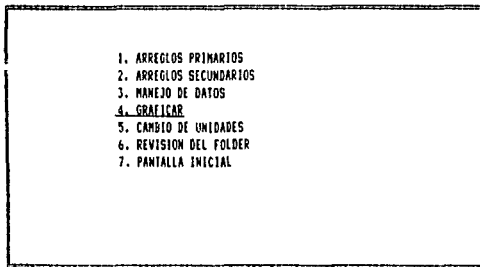
- 7 un cuadro hacia arriba y uno a la izquierda
- 8 un cuadro hacia arriba
- 9 un cuadro hacia arriba y uno a la derecha
- 4 un cuadro a la izquierda
- 6 un cuadro a la derecha
- 1 un cuadro hacia abajo y uno a la izquierda
- 2 un cuadro hacia abajo
- 3 un cuadro hacia abajo y uno a la derecha



Cuando se inicia el movimiento del interpolador en la esquina superior derecha de la pantalla aparecerán los valores de las coordenadas del punto donde se encuentra la cruz.

MODIFICACION DE LOS PARAMETROS DE LA GRAFICA

Al pulsar CR en el desplegado de la gráfica aparecerá el siguiente menú denominado "menú principal de graficación".



Pantalla 35

En este menú se presentan una serie de opciones que serán descritas a continuación:

ARREGLOS PRIMARIOS

Los arreglos primarios de la gráfica incluyen: símbolo para la representación de la gráfica, cuadrículado de la gráfica, rayas horizontales, rayas verticales, unión de puntos por rectas e impresión de puntos cuando se unen los puntos por rectas.

Realizar las siguientes entradas:

PROMPTS	RESPUESTAS
Menú principal de graficación	1 + CR = arreglos primarios
Símbolo	6 + CR = rombo
Cuadricular	CR = si
Rayas horizontales	CR = 5
Rayas verticales	CR = 6
Unión de puntos por rectas	1 + CR = si
Impresión de puntos	CR = si

Al terminar estas entradas la pantalla se verá así (Pantalla 36):

SÍMBOLO PUNTUAL	
1. CUADRADO LLENO 313	CUADRICULAR GRAFICA <u>1. SI</u>
2. CUADRADO VACIO 313	2. NO
3. CUADRADO LLENO 212	NO. RAYAS HORIZONTALES 5
4. CRUZ 313	NO. RAYAS VERTICALES 6
5. CRUZ 212	
<u>6. ROMBO</u>	
7. CIRCULO VACIO	
UNION DE PUNTOS POR RECTAS <u>1. SI</u>	IMPRESION DE PUNTOS <u>1. SI</u>
2. NO	2. NO

Pantalla 36

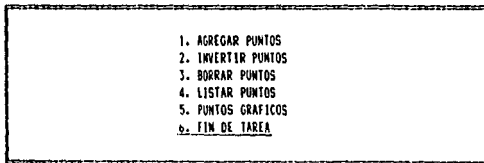
INVERSION DE PUNTOS

Al terminar estas entradas aparecerá otra vez el menú principal de graficación. Pulsar CR para graficar. Aparecerá la gráfica 4-2. Como se puede ver la continuidad de esta gráfica se rompe al cambiar de la línea de puntos de rocío a la de puntos de burbuja. Esto se debe a que el algoritmo empieza la creación de las curvas a partir de la presión inicial. Para corregir este defecto el sistema proporciona una faceta de inversión de puntos. Esta faceta funciona como sigue:

- Buscar el primer punto de la serie a invertir
- Buscar el último punto de la serie a invertir
- Pulsar CR para invertir esta serie

La serie práctica es:

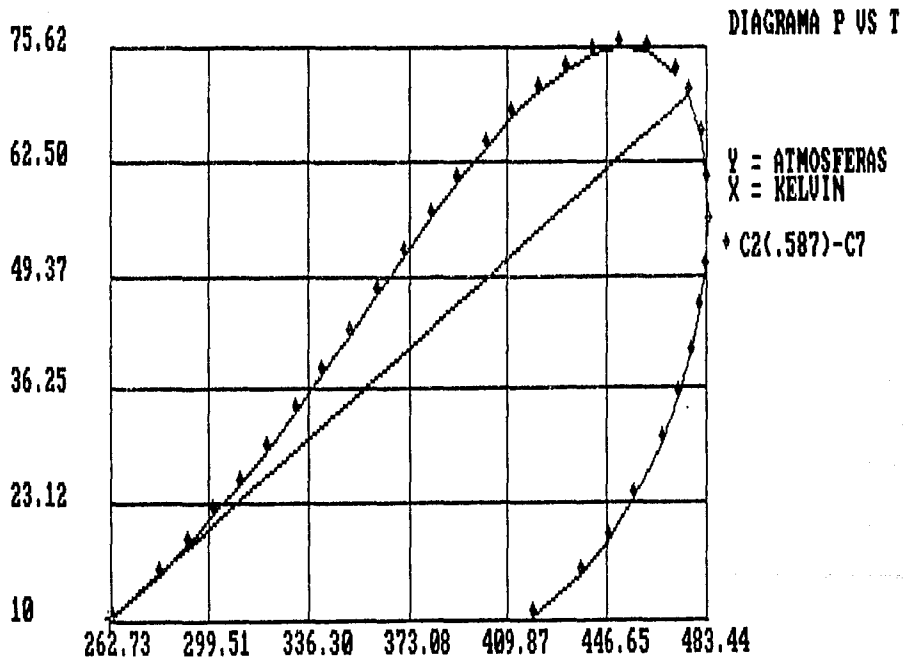
3 + CR en el menú principal de graficación aparecerá el menú de manejo de datos. Pantalla 37



Pantalla 37

2 + CR en el menú de manejo de datos. Aparecerá la pantalla que se muestra en la gráfica 4-3. A continuación se tendrá que buscar el primer punto a

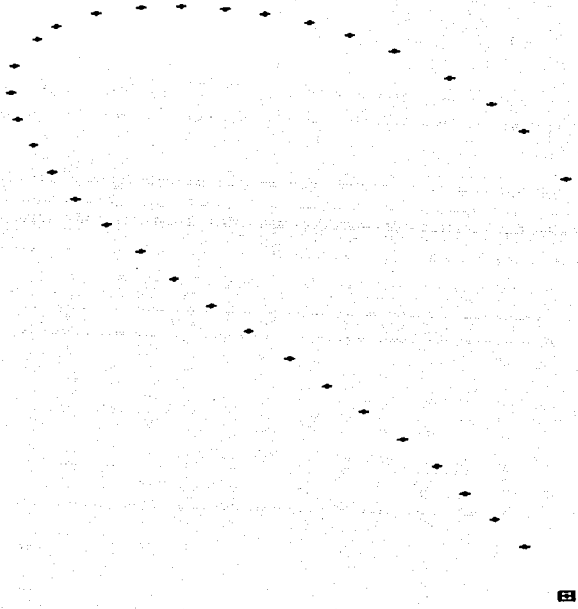
Gráfica 4-2.



262.73
18.00

NO REG 14

MODO INVERTIR



■ ■ ■ ■

Gráfica 4-3.

invertir. Utilizar las flechas direccionales para cambiar la posición del cuadrado que determina el punto corriente. Las únicas flechas que funcionan son la flecha direccional hacia arriba (8) y la flecha direccional hacia abajo (2).

Para determinar el primer punto de la inversión, pulsar la flecha direccional hacia arriba (8) 14 veces hasta llegar a la posición que se muestra en la gráfica 4-3. Pulsar CR.

Para determinar el último punto de la inversión, pulsar la flecha direccional hacia arriba (8) 33 veces hasta llegar a la posición que se muestra en la gráfica 4-4. Pulsar CR. Aparece la pantalla 38.

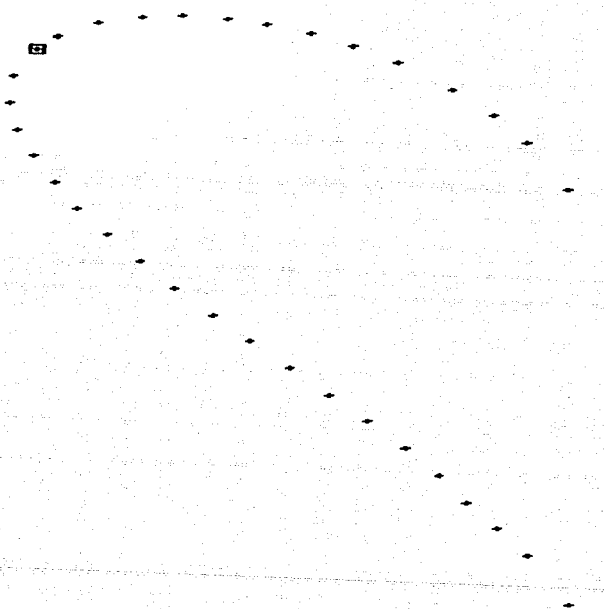
	470.90
	72.35
	NO REG 34
	262.73
	10.00
	NO REG 14
CORRECTO	<u>1.</u> 51
	2. NO

Pantalla 38

470.90
72.35

NO REG 34

MODO INVERTIR



Gráfica 4-3a.

Pulsar CR si son los puntos correctos.

Pulsar 2 + CR si no son los puntos correctos.

El control regresa al menu de manejo de datos Pantalla 37.

Pulsar CR para finalizar la tarea y regresar al menú principal de graficación.

Una vez que estamos en el menú principal CR para graficar.

Observar los cambios efectuados. CR para regresar al menú principal de graficación.

CAMBIO DE UNIDADES

Teclear 5 + CR en el menú principal de graficación. Se desplegará la pantalla 39.

1. ATMOSFERAS	1. KELVIN
2. Ton/pulg ²	2. CENTIGRADOS
3. mmHg	3. RANKINE
4. Kg/cm ²	4. FARENHEIT
5. Kg/m ²	
6. <u>Lb/pulg²</u>	
7. BAR	
8. Lb/pie ²	
9. pulg Hg	

Pantalla 39

Teclear 6 + CR para cambiar las unidades de presión a Lb/pulg²

Teclear 4 + CR para cambiar las unidades de temperatura a Farenheit. Si no se desea hacer cambios en alguno de los ejes simplemente pulsar CR para continuar.

El control regresa al menú principal de graficación. CR para Graficar y ver los cambios hechos. CR para regresar al menú.

ARREGLOS SECUNDARIOS.

Los arreglos secundarios nos proporcionan las siguientes facetas. Cambio de los valores extremos de impresión, paso del eje X, paso del eje Y y dimensiones de la gráfica. Realizar las siguientes entradas:

PROMPTS	RESPUESTAS
Menú principal de graficación	2 + CR = arreglos secundarios
Cambio valores extremos	1 + CR = si
Extremo superior eje Y	1300 + CR = nuevo extremo
Extremo inferior eje Y	0 + CR = nuevo extremo
Extremo superior eje X	500 + CR = nuevo extremo
Extremo inferior eje X	0 + CR = nuevo extremo
Paso en el eje X	2 + CR = cambio del paso
Paso en el eje Y	2 + CR = cambio del paso
Cambiar dimensiones gráfica.	1 + CR = si

Los valores extremos de impresión son los límites a los cuales se ajustará la gráfica. En caso de que no se quiera cambiar teclear el número que aparece bajo la columna ACTUAL + CR de lo contrario se puede afectar de manera indeseable la gráfica.

Para explicar el concepto de PASO utilizaremos las figuras

4-1, 4-2 y 4-3.

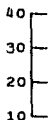


Fig 4-1 Paso 1

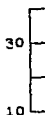


Fig 4-2 Paso 2



Fig 4-3 Paso 3

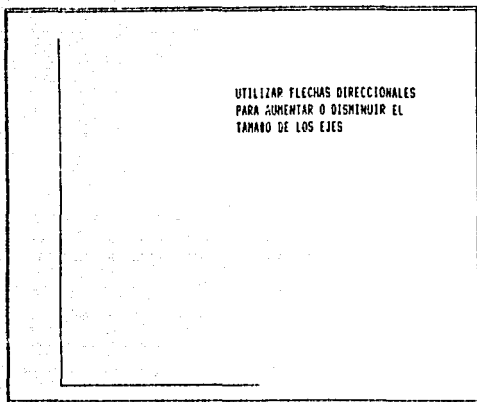
Esta opción es muy útil para evitar que se encimen los números sobre todo en el eje X.

Las opciones elegidas aparecerán en la Pantalla 40.

CAMBIO DE VALORES EXTREMOS DE IMPRESION		1. SI
		2. NO
	ACTUAL	CAMBIO
EXTREMO SUPERIOR EJE Y	1110.951	1300
EXTREMO INFERIOR EJE Y	10	0
EXTREMO SUPERIOR EJE X	403.4452	500
EXTREMO INFERIOR EJE X	12.9208	0
PASO DE NUMEROS EN EL EJE X	2	
PASO DE NUMEROS EN EL EJE Y	2	
CAMBIAR DIMENSIONES GRAFICA		1. SI
		2. NO

Pantalla 40

Como se eligió la opción de cambiar las dimensiones de la gráfica. Se desplegará la Pantalla 41.



Pantalla 41

Utilizar:

Flecha derecha (6) para aumentar el tamaño del eje X

Flecha izquierda (4) para disminuir el tamaño del eje X

Flecha hacia arriba (8) para aumentar el tamaño del eje Y

Flecha hacia abajo (2) para disminuir el tamaño del eje Y

En caso de que se rebasen los límites de la pantalla aparecerá un error. El usuario debe tratar de que esto no ocurra.

En el ejemplo que nos concierne se disminuyó únicamente el tamaño del eje X hasta la posición que se observa en la pantalla

41.

Pulsar CR cuando se haya terminado de realizar las modificaciones al tamaño de la gráfica, para regresar al menú principal de graficación.

Accesar la opción de "arreglos primarios" y modificarlos como sigue:

PROMPTS	RESPUESTAS
Menú principal de graficación	1 + CR = arreglos primarios
Símbolo	CR = rombo
Cuadricular	2 + CR = no
Rayas horizontales	12 + CR = 12 rayas
Rayas verticales	10 + CR = 10 rayas
Unión de puntos por rectas	CR = si
Impresión de puntos	2 + CR = no

Nótese que el símbolo que aparece como default es el rombo ya que este fue modificado con anterioridad.

Teclear CR, en el menú principal de graficación, para trazar la gráfica modificada. Esta aparece en la gráfica 4-4. Este puede ser la gráfica deseada en un caso dado. Imprimirla utilizando "Prt Sc".

MANEJO DE DATOS

A continuación se describirán las opciones que se presentan para el manejo de datos.

Teclear 3 + CR en el menú principal de graficación.

Gráfica 4-4.

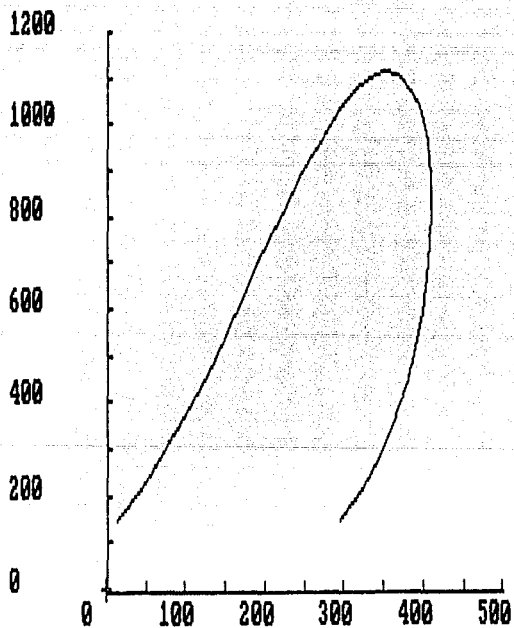


DIAGRAMA P VS T

Y = Lb/pulg²
X = FARENHEIT

♦ C2(.587)-C7

AGREGAR PUNTOS

1 + CR en el menu de manejo de datos. Aparece el menú secundario para agregar puntos Pantalla 42.

MODO AGREGAR	
1.	PRIMERA POSICION
2.	ULTIMA POSICION
3.	INTERCALAR
4.	<u>TERMINAR TAREA</u>

Pantalla 42

Teclar 3 + CR para intercalar puntos. Aparecerá la Pantalla 43

Nº	Y	X	
1	146.9	294.1303	
2	220.35	325.5585	
3	276.754	343.5505	5 442.3446 379.5585
4	348.2037	361.5585	6 515.7946 390.2128
5	442.3446	379.5585	
6	515.7946	390.2128	FLECHAS DIRECCIONALES FARA CAMBIAR PUNTO
7	589.2446	390.435	
8	662.6945	404.4761	
9	736.1446	408.423	
10	809.5946	410.2012	
11	883.0446	409.5092	
12	956.4946	405.6345	
13	1029.945	396.5297	
14	1062.833	387.6195	(CORRECTO) 1. SI
15	1104.666	369.6195	2. NO
16	1110.951	351.6195	
17	1098.424	333.6195	
18	1072.385	315.6195	

Pantalla 43

Se mueve el cursor (color inverso) hasta el punto 5 (por ejemplo) y se pulsa CR. Se despliegan los puntos 5 y 6. Entre estos dos pares de datos se insertarán los nuevos puntos.

CR si están correctos los datos

2 + CR si no están correctos.

A continuación se despliega la pantalla 44. Donde se pregunta el número de puntos a agregar. Si se teclan únicamente CR el control volverá al menú secundario.

NUMERO DE PUNTOS A AGREGAR 1		
NO		DE
1	1200	500
DATOS CORRECTOS 1. SI 2. NO		

Pantalla 44

En el ejemplo en cuestión se agregará un solo punto teclan

1 + CR / 1200 + CR / 500 + CR / CR

La Pantalla 44 aparecerá siempre que se quiera agregar un punto o una serie de puntos, en cualquiera de las posiciones presentadas. Si en el prompt "Datos correctos" se teclan 2 + CR el control regresa al prompt "Numero de puntos a agregar".

BORRAR PUNTOS

En el menú de manejo de datos teclan 3 + CR para acceder la faceta de borrado. Utilizar las flechas direccionales para mover el cuadrado hasta el punto, que ocupa el registro 6 para borrarlo. Pulsar CR. Se pregunta un prompt por si está correcto o no. CR para continuar con la baja. 2 + CR para continuar sin afectar los archivos. Esta pantalla se ve en la gráfica 4-5.

Esta opción únicamente permite borrar los puntos de uno en uno gráficamente. Después de borrar un punto, graficar. Si se tiene que borrar una serie de puntos, hay que apuntar las coordenadas de cada uno de los puntos e ir borrarandolos uno a uno conforme vayan apareciendo en la esquina superior derecha de la pantalla ya que la representación gráfica no será verídica hasta que se grafique.

LISTAR PUNTOS Y PUNTOS GRAFICOS

En la opción para listar los puntos, aparecerán estos en forma de lista, utilizar las flechas direccionales (8) y (2) para moverse a través de dicha lista.

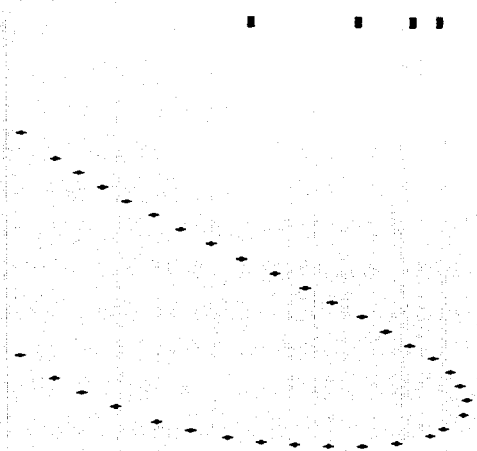
▣

500.00
1200.00

NO REG 6

MODO BORRAR

Gráfica 4-5.



En la opción de puntos gráficos. Se desplegará una gráfica a través de la cual nos moveremos con las flechas direccionales (8) y (2). Las coordenadas del punto encerrado en un cuadro aparecen en la esquina superior derecha.

REVISION DEL FOLDER

Se utiliza esta opción para realizar una serie de operaciones sobre el folder con el cual se está trabajando.

6 + CR en el menú principal de graficación.

Aparecerá la Pantalla 45.

SISTEMA ETANO(.587) - HEPTANO(.413) WEGSTEIN. AMORT. CONV=.0005 C2(.587)-C7			
SIMBOLO	ROMBO	ANCHO GRAFICA	277
CUADRICULAR	NO	ALTURA GRAFICA	164
NO RAYAS HORIZ.	12	PASO EJE X	2
NO RAYAS VERTI.	10	PASO EJE Y	2
UNION PUNTOS/LINEAS	SI	UNIDAD EJE X	FARENHEIT
IMPRESION PUNTOS	NO	UNIDAD EJE Y	Lb/pulg ²

1. BORRAR FOLDER
2. CAMBIAR DESCRIPCION
3. GRABAR MODIFICACIONES
4. MENU PRINCIPAL

Pantalla 45

Esta pantalla muestra las modificaciones hechas a la gráfica. Las opciones 1 y 2 ya se han descrito.

3 + CR Para grabar las modificaciones hechas.

Se hará un prompt "Continuar con las grabaciones"

CR para continuar aparecerá el prompt:

"Guardar gráfica anterior" Este opción nos permite guardar un registro con la gráfica antes de realizar las modificaciones y otro registro con las modificaciones hechas.

1 + CR para guardar ambas gráficas

CR para guardar únicamente la gráfica modificada.

2 + CR para continuar sin grabar

CR para regresar al menu principal de graficación.

10. CREACION DE DIAGRAMAS PH Y TS

Estos tipos de diagramas se crean exactamente igual que el diagrama PT. Se hace un archivo maestro para PH y otro distinto para el TS. Así que si se prenden las tres opciones en la Pantalla 27, la descripción que se introduzca será la que se utilice para identificar el sistema en cada uno de los tres archivos maestros; sin embargo, el número de registro puede variar ya que éste se asigna dependiendo del número de folders que contenga cada archivo maestro.

Las diferencias que se presentan en estos tres tipos de diagramas son, obviamente, las unidades.

UNIDADES PARA EL DIAGRAMA PH

La Pantalla 46 despliega las unidades para el diagrama PH. Cuando se desea cambiar las unidades de entalpia expresadas en fracción mol a unidades en peso, será necesario introducir el Peso Molecular de la mezcla.

Se presenta una opción para cambiar la entalpia de referencia. El número introducido será sumado a todos los valores de las abscisas. Esta faceta es de especial utilidad cuando se desea recorrer la gráfica una cantidad determinada para poder cotejarla con valores calculados utilizando un entalpia de referencia diferente a la que utiliza el algoritmo del sistema. Si se va a cambiar la entalpia de referencia teclear (entalpia de referencia) + CR. Si no se va a utilizar teclear CR.

La siguiente opción que se presenta es "Logarítmico para la presión". Esta faceta grafica el logarítmico de la presión contra valores de entalpia. Esta opción no se puede utilizar para diagramas sobrepuestos. No se deben de grabar las modificaciones si se utiliza esta opción.

1 + CR para utilizar esta opción.

CR si no se va a usar esta opción.

El proceso de cálculo de los logaritmos es irreversible. Es decir, una vez que se utiliza esta opción y se desea valores en base diez nuevamente, hay que regresar a la pantalla inicial y volver a llamar al registro en cuestión.

Si en algún momento del proceso de modificación de la gráfica se vuelven a cambiar las unidades, hay que teclear 1 + CR cada vez que se pase por el prompt "Logarítmico para la presión".

NOTA. Es necesario tener en cuenta muchas consideraciones con respecto al uso del diagrama logarítmico PH. Se recomienda releer esta sección antes de utilizar esta opción.

<u>1. ATMOSFERAS</u>	<u>1. CAL/GMOL</u>
2. Ton/pulg ²	2. CAL/GR
3. mmHg	3. BTU/LBMOL
4. Kg/cm ²	4. BTU/LB
5. Kg/m ²	5. JOULE/GMOL
6. Lb/pulg ²	6. JOULE/GR
7. BAR	7. JOULE/LBMOL
8. Lb/psie ²	8. JOULE/LB
9. pulg Hg	
	PESO MOLECULAR ?
LOGARITMICO PARA LA PRESTION	<u>1. SI</u>
MUEVA ENTALPIA DE REFERENCIA ?	2. NO

Pantalla 46

UNIDADES PARA EL DIAGRAMA TS

La pantalla 47 muestra las unidades que se presentan para el diagrama TS. Se ofrece la opción de cambiar la entropía de referencia. El número introducido en este prompt será sumado algebraicamente a todos los valores de las abscisas. Esta opción se utiliza para correr la gráfica un cantidad determinada sobre el eje X.

<u>1. KELVIN</u>	<u>1. CAL/MOL K</u>
2. CENTIGRADOS	2. LT ATM/MOLK
3. RANKINE	3. CMSATH/MOLK
4. FARENHEIT	4. BTU/MOLIN R
	5. LTMHG/MOLK
	6. PSIFTS/MOLR
	7. ATMFTS/MOLR
	8. LBFTT/MOL R

NUEVA ENTROPIA DE REFERENCIA ?

Pantalla 47

11. CREACION DE DIAGRAMAS Txy y Hxy

Para mezclas binarias, los diagramas de fases pueden ser contruidos de una manera característica. Esta forma de representar el equilibrio se identifica por que en el eje de las abscisas se gráfica composición y en el eje de las ordenadas puede graficarse temperatura, entalpia ó presión.

Para la mejor comprensión del proceso de construcción de éste tipo de diagramas, se utilizará un ejemplo. Gran parte de las entradas se explicaron en la sección "CREACION DE DIAGRAMAS PT".

Ejemplo: Diagramas Txy y Hxy para el sistema oxígeno-nitrogeno. Presión 1 atm.

Teclear 2 + CR en el menú principal. Aparece la Pantalla 48

MENU PRINCIPAL	
MEZCLAS BINARIAS	
	1. DIAGRAMA P VS T
	2. DIAGRAMA P VS H
	3. DIAGRAMA T VS S
	4. DIAGRAMA T VS I,Y
	5. DIAGRAMA P VS I,Y
	6. DIAGRAMA H VS I,Y
	7. SOBREPONICION
	8. MENU PRINCIPAL

Pantalla 48

Teclear 4 + CR. Se desplegará la Pantalla 26. Teclear 2 + CR
"Creación de diagrama". Aparecerá la Pantalla 49.

PROGRAMA GRAFICADOR DEL DIAGRAMA X VS T o P o H
1. DIAGRAMA X,Y-T,H 2. DIAGRAMA X,Y-P,H <u>3. FIN</u>

Pantalla 49

La opción 1 se utiliza cuando se construyen diagramas a presión constante, tanto de temperatura como de entalpía.

La opción 2 se utiliza cuando se construyen diagramas a temperatura constante, tanto de presión como de entalpía.

Teclear 1 + CR para acceder la Pantalla 50

PROGRAMA GRAFICADOR DEL DIAGRAMA X VS T o P o H
1. DIAGRAMA X,Y VS T 2. DIAGRAMA X,Y VS H
CON EL NUMERO CORRESPONDIENTE PRENDER O APAGAR LA OPCION EN CUESTION

Pantalla 50

Teclear 1 + CR para prender la opción 1.

Teclear 2 + CR para prender la opción 2.

Pulsar CR para continuar con las entradas.

Las entradas que siguen se han explicado con anterioridad, terminando con estas aparecerá un prompt que pregunta el "número de intervalos de composición". Teclear (número) + CR. Esta cantidad determina el número de puntos que se calcularán en el algoritmo correspondiente. Por ejemplo, si se eligen 10 intervalos los cálculos se harán de .1 en .1. El siguiente prompt pregunta la dirección del barrido, éste puede ser de composición 0 a 1 ó de 1 a 0. La utilidad de ésta faceta se explicará en la sección 12 de este capítulo. Pulsar CR para barrer la composición de 0 a 1. Se desplegará la pantalla 51.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES	
SOAVE-REDLICH-KWONG LIQUIDO-VAPOR	

NUMERO DE INTERVALOS EN COMPOSICION 10 PRESION CONSTANTE 1	
1. BARRIDO COMPOSICION 0 A 1	
2. BARRIDO COMPOSICION 1 A 0	
3. FIN	

Pantalla 51

Los resultados aparecerán en pantallas como la Pantalla 52

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES k, EQUI.			
SOAVE-REDLICH-KWONG		PRESION 1	1. CONTINUAR
LIQUIDO-VAPOR			2. SIGUIENTE CURVA
CURVA DE ROCIO			3. CONT. SIN GRABAR
			4. TERMINAR
NO.COM.	EQUILIBRIO	COEF.FUG. VAPOR	COEF.FUG. LIQUIDO
1	.7625968	.9693174	.7391983
2	3.654745	.9724487	3.554052
DIFERENCIA DE FUGACIDADES		3.9271652009280340-04	
Z LIQUIDO = 3.94843E-03		Z VAPOR = .9693879	
2 ITERACIONES			
TR = 87.76295952674627			
OXIGENO	Y = .7		I = .9178237
NITROGENO	Y = .3		I = 8.217631E-02
ENERGIA LIBRE DE GIBBS -614.1567428791744			

Pantalla 52

Las opciones presentadas en el prompt de la esquina superior derecha de la Pantalla 52.

- CR (Continuar) para continuar automáticamente con la construcción del diagrama.

- 2 + CR (Siguiente curva) para empezar la construcción de la curva de burbuja. Esta opción solo se puede utilizar cuando se está creando la curva de rocío. Es muy útil esta opción para el trazo de diagramas como el que se presenta en la figura 4-4, ya que este tipo de diagramas requiere de la intervención manual del usuario para terminar la gráfica. Las consideraciones para terminar la construcción de una gráfica son:

- Cuando la diferencia entre la Z líquido y la Z vapor es menor o igual a .1
- Cuando el proceso iterativo no converge en el número máximo de iteraciones.

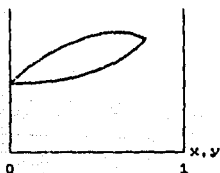


Fig. 4-4

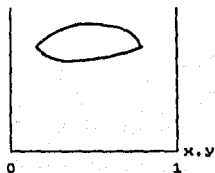


Fig 4-5

Al utilizar esta opción el punto que aparece en la pantalla no será grabado en el archivo secundario que contiene los puntos que conforman la gráfica definitiva.

- 3 + CR. (Continuar sin grabar) Esta opción nos permite continuar en la curva en la que estamos trabajando sin grabar el punto que aparece en la pantalla. Esta faceta se utiliza en la creación de diagramas como el de la Figura 4-5. Como la gráfica no toca ninguno de los extremos de los ejes, es necesario empezar el cálculo por la derecha o por la izquierda, según sea el caso, y teclear 3 + CR en todos los puntos donde aparezca una sola fase. Cuando en el proceso de cálculo se llega a un punto que ya está en la región de dos fases teclear CR para continuar y grabar este punto en el archivo correspondiente. Realizar esta operación

hasta que se termine la zona de dos fases. En este momento utilizar la opción 2 para empezar la construcción de la curva de burbuja. En este paso la opción 3 se utiliza de igual manera que en la construcción de la curva de puntos de rocío. En el momento en que se termina la curva de burbuja según las consideraciones hechas en la explicación de la opción 2 pulsar 4 + CR para terminar con el diagrama y proceder a la entrada de la descripción del sistema y al grabado de los archivos en cuestión.

4 + CR. (Terminar) Opción de terminar con el proceso de cálculo. Esta opción se utilizará en los dos tipos de diagramas presentados en las figuras 4-4 y 4-5. Cuando se utiliza esta opción el punto que aparece en la pantalla no se grabará. El control se manda al prompt por la descripción del sistema.

El ejemplo en cuestión se puede construir de manera automática debido a la baja presión a la que se trabaja. Teclar CR en todos los puntos hasta llegar al prompt "Descripción". Pantalla 53

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES K. EQUI.
DESCRIPCION SISTEMA OXIGENO-NITROGENO A 1 ATM CONV=.0005 MEGST. O2-N2 JATN

Pantalla 53

MODIFICACIONES A LA GRAFICA Txy

Una vez que se ha terminado con la creación del diagrama hay que modificarlo para obtener una representación visual mas conveniente. Teclar 1 + CR "Gráfica existente", en la pantalla inicial del programa corriente. Aparecerá la Pantalla 54 en la que se pregunta con que archivo maestro se va a trabajar.

PROGRAMA GRAFICADOR DEL DIAGRAMA X VS T o P o H
1. DIAGRAMA X,Y - T 2. DIAGRAMA X,Y - P 3. DIAGRAMA X,Y - H 4. <u>FIN</u>

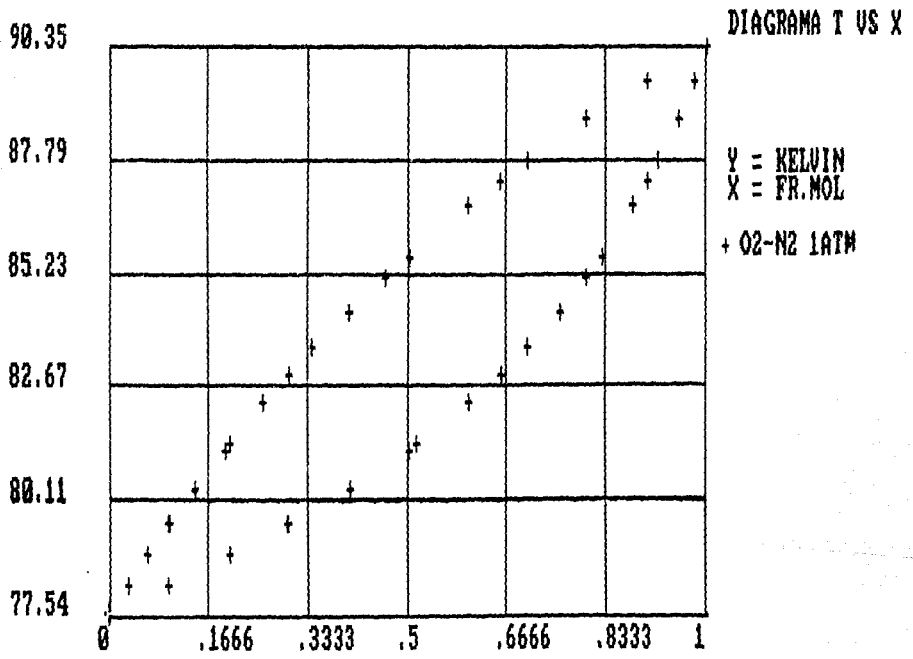
Pantalla 54

Teclar 1 + CR / (número de folder) + CR / CR para graficar.
Se despliega la gráfica 4-6.

BORRAR UNA LISTA DE PUNTOS

Las modificaciones se realizan de igual manera que en la sección CREACION DE DIAGRAMA PT. Existe una diferencia notable que se tratará a continuación. Debido al algoritmo que se utiliza aparecerá duplicidad en los puntos extremos de la gráfica a saber: composición 0 y composición 1. Accesar la opción manejo de datos y listar los puntos. Como se puede apreciar en esta lista, los puntos que aparecen repetidos son:

Gráfica 4-6.



45	90.3536	1
46	90.3536	1
26	77.5487	0
25	77.5487	0
24	77.5487	0
23	90.3536	1
22	90.3536	1
3	77.5487	0
2	77.5487	0
1	77.5487	0

Si no se desea utilizar la opción "Unión de puntos por rectas" no es necesario algún tipo de modificación, pero si por el contrario se va a usar esta opción, se tendrán que borrar los puntos repetidos para evitar distorsiones en la gráfica final.

Accesar la opción "Borrar puntos" en el menú de manejo de datos. Aparecerá un desplegado con los puntos gráficos. Una vez iniciado el proceso de borrado la gráfica no será una representación real de la localización de los puntos restantes. Es por esto, que cuando se borra una lista se tiene que ignorar la gráfica y guiarse exclusivamente por el número de registro y sus coordenadas que aparecen en la esquina superior derecha de la pantalla. La operación de borrar una lista debe realizarse del registro mayor al menor.

3 + CR en el menú principal de graficación "Manejo de datos"

3 + CR Borrar puntos.

Teclar la flecha direccional hacia arriba (8) hasta llegar al registro 46. Pulsar CR. Pulsar CR para confirmar el borrado. Aparecerá el menú de manejo de datos cada vez que se termine de borrar un punto.

3 + CR / Tecla (8) hasta llegar al registro 26 / CR / CR
3 + CR / Tecla (8) hasta llegar al registro 25 / CR / CR
3 + CR / Tecla (8) hasta llegar al registro 23 / CR / CR
3 + CR / Tecla (8) hasta llegar al registro 3 / CR / CR
3 + CR / Tecla (8) hasta llegar al registro 2 / CR / CR

Se recomienda en este paso listar los puntos para verificar que las modificaciones se hayan hecho adecuadamente. Nótese que únicamente se borra el punto repetido y no ambos en el caso de que se repita dos veces y se borran dos puntos nada mas en el caso de tres repeticiones. Después de borrar siempre graficar antes de continuar modificando.

MODIFICACIONES A LA GRAFICA

Graficar. En primer lugar invertir los registros 40 y 21 (números de registros después de realizado el borrado). En los arreglos primarios:

CR para no cambiar el símbolo puntual

CR para cuadrricular

4 + CR rayas horizontales

5 + CR rayas verticales

1 + CR unión de puntos por rectas

CR para imprimir los puntos

CR para regresar al menú principal de graficación

En los arreglos secundarios. Cambiar los valores extremos y las dimensiones de la gráfica. La Pantalla 55 muestra estas modificaciones.

CAMBIO DE VALORES EXTREMOS DE IMPRESION	1. SI	
	ACTUAL	2. NO
		CAMBIO
EXTREMO SUPERIOR EJE Y	90.35634	95
EXTREMO INFERIOR EJE Y	77.54877	75
EXTREMO SUPERIOR EJE X	1	1
EXTREMO INFERIOR EJE X	0	0
PASO DE NUMEROS EN EL EJE X	1	
PASO DE NUMEROS EN EL EJE Y	1	
CAMBIAR DIMENSIONES GRAFICA	1. SI	
	2. NO	

Pantalla 55

Graficar e imprimir. El resultado final se muestra en la gráfica 4-7. A través de la opción "Revisión del folder" grabar las modificaciones hechas.

NOTA Cuando se graban las modificaciones hechas, éstas no incluyen los cambios de los valores extremos de impresión. Es por esto que cuando se accesa posteriormente al registro modificado la gráfica no aparecerá como se dejó la última vez. Es necesario volver a introducir los valores extremos de impresión para obtener la gráfica deseada.

Gráfica 4-7.

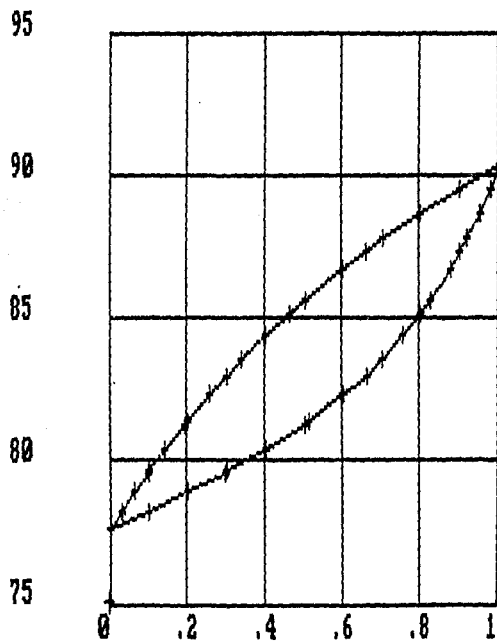


DIAGRAMA T VS X

Y = KELVIN
X = FR. MOL

+ O₂-N₂ 1ATM

MODIFICACIONES A LA GRAFICA Hxy

Teclear 1 + CR (Gráfica ya existente) en el menú de la pantalla inicial. Se desplegará la Pantalla 54. Teclear:
3 + CR Diagrama Hxy. Nótese que solo hay un archivo para Hxy y en él están incluidos los diagramas a presión y a temperatura constante.

(número de folder) + CR / CR para graficar.

Aparece la gráfica 4-8.

ENTALPIA DE REFERENCIA

En este ejemplo modificaremos la entalpía de referencia para observar como opera esta faceta.

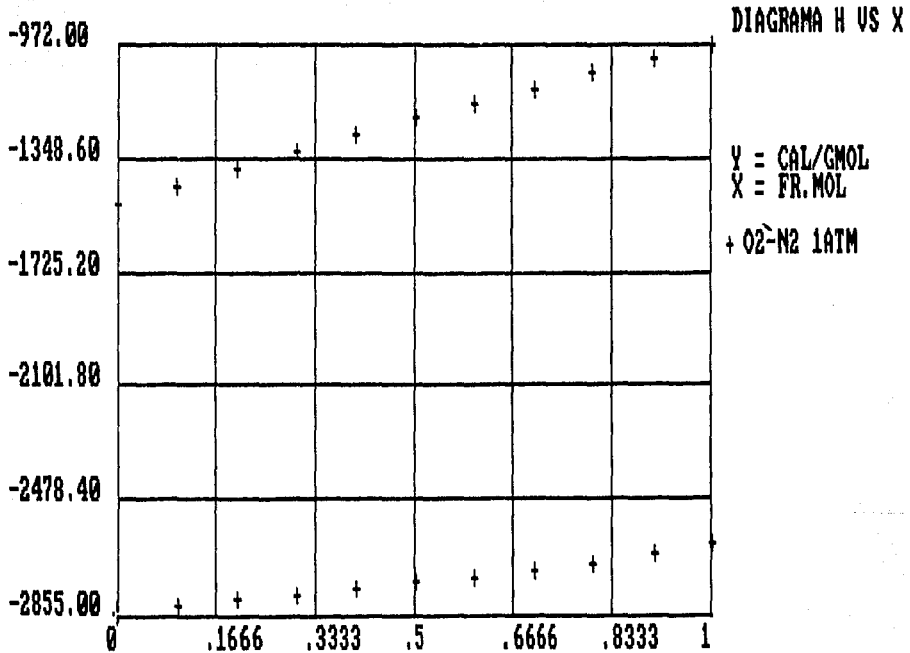
Teclear 5 + CR "Cambio de unidades" en el menú principal de graficación. Pantalla 56.

1. CAL/GMOL
2. CAL/GR
3. BTU/LBMOL
4. BTU/LB
5. JOULE/GMOL
6. JOULE/GR
7. JOULE/LBMOL
8. JOULE/LB

NUEVA ENTALPIA DE REFERENCIA = 2855.01

Pantalla 56

Gráfica 4-8.



Obsérvese que se introduce un valor .01 mayor que el que se despliega en la gráfica. Esto se hace para evitar que el valor menor sea negativo y se pueda utilizar cero como valor extremo del eje Y. Graficar para observar el cambio en los valores de las ordenadas.

A continuación se modifica la gráfica hasta lograr el efecto que aparece en la gráfica 4-9.

12. CREACION DEL DIAGRAMA Pxy

La filosofía para crear el diagrama Pxy es la misma que para el diagrama Txy. Sin embargo, anexamos esta sección para ejemplificar el uso de las opciones 2 y 4 del prompt que aparece en las pantallas de desplegado de resultados.

Ejemplo. Diagrama Pxy para el sistema Freón 14 / Freón 23.
Utilizando Kij=.1391 y T = 255.372.

Pasos a seguir:

- 2 + CR en el menú principal
- 5 + CR en el submenú de mezclas binarias
- 2 + CR "Creación de diagrama" en la pantalla inicial
- 2 + CR "XY - P,H" en la Pantalla 49
- 1 + CR "DIAGRAMA XY VS P" Prender la opción
- CR para continuar
- Entrada general de información.

Gráfica 4-9.

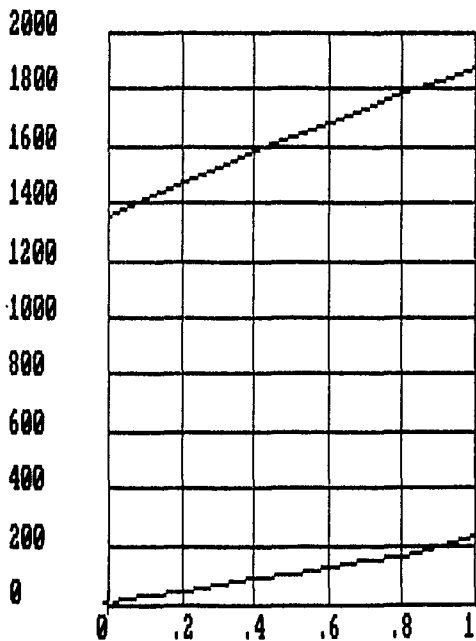


DIAGRAMA H VS X

Y = CAL/GMOL
X = FR.MOL

+ O₂-N₂ 1ATM

ELECCION DEL BARRIDO

Las siguientes líneas explicarán como saber de que tipo de diagrama se trata y, por consiguiente, como elegir el barrido de la composición.

Cuando se esta tratando con diagrama Pxy las cantidades que definen el tipo de diagrama son las Temperatura criticas de ambos componentes.

CASO 1.

Trata el tipo de diagramas como el de la figura 4-6.

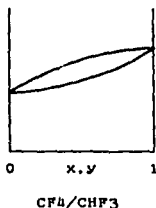


Figura 4-6

En el extremo izquierdo de la gráfica, es decir cuando la composición de CF₄ = 0, se tiene CHF₃ como componente puro.

(T_c (CHF₃) = 306.15). En el extremo extremo derecho se tiene CF₄ como componente puro (T_c (CF₄) = 228.4).

La T_{trabajo} = 225 K. Haremos las siguientes comparaciones:

La T_c (CHF₃) = 306.15 es mayor que la T_{trabajo} por lo tanto la gráfica toca al eje en el extremo izquierdo.

La T_c (CF_4) = 228.4 es mayor que la $T_{trabajo}$ por lo tanto la gráfica toca al eje en el extremo derecho.

CASO 2.

Trata el tipo de diagramas como el de la figura 4-8.

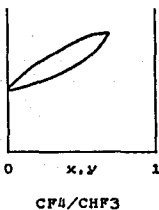


Figura 4-8

Utilizando las consideraciones hechas para el Caso 1, se cambia la temperatura a 255 .

La T_c (CHF_3) = 306.15 es mayor que la $T_{trabajo}$ por lo tanto la gráfica toca al eje en el extremo izquierdo.

La T_c (CF_4) = 228.4 es menor que la $T_{trabajo}$ por lo tanto la gráfica no toca al eje en el extremo derecho.

Para este tipo de diagramas es necesario realizar el barrido de 0 a 1 en composición.

CASO 3.

Trata el tipo de diagramas como el de la figura 4-8.

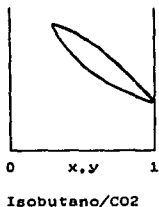


Figura 4-8

En el extremo izquierdo de la gráfica, es decir cuando la composición de Isobutano = 0, se tiene CO2 como componente puro. $T_c(\text{CO}_2) = 304.2$. En el otro extremo se tiene Isobutano como componente puro $T_c(\text{Isobutano}) = 408.1$

A una $T_{\text{trabajo}} = 378 \text{ K}$. Haremos las siguientes comparaciones:

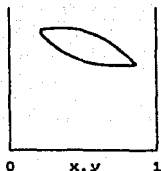
La $T_c(\text{CO}_2) = 304.15$ es menor que la T_{trabajo} por lo tanto la gráfica no toca al eje en el extremo izquierdo.

La $T_c(\text{Isobutano}) = 408.1$ es mayor que la T_{trabajo} por lo tanto la gráfica toca al eje en el extremo derecho.

Para este tipo de diagramas se hace el barrido de 1 a 0 en composición.

CASO 4.

Trata el tipo de diagramas como el de la figura 4-9.



Isobutano/CO₂

Figura 4-9

Las mismas consideraciones que para el Caso 3 y una T de trabajo de 500 °K.

La T_c (CO₂) = 304.15 es menor que la T trabajo por lo tanto la gráfica no toca al eje en el extremo izquierdo.

La T_c (Isobutano) = 408.1 es menor que la T trabajo por lo tanto la gráfica no toca al eje en el extremo derecho.

Para este tipo de diagramas se hace el barrido del lado de donde la diferencia de temperaturas sea menor.

CONCLUSIONES

Para una temperatura crítica de un componente menor que la temperatura de trabajo, la gráfica no toca el eje para el cual el componente se encuentra puro.

Para una temperatura crítica de un componente mayor que la temperatura de trabajo, la gráfica si toca el eje para el cual el componente se encuentra puro.

El barrido se empezará del lado donde la gráfica toca al eje.

En caso de que la gráfica no toque alguno de los ejes el barrido se debe empezar por el lado donde la diferencia de temperaturas sea menor.

En caso de que la gráfica toque ambos de los ejes el barrido puede empezarse por cualquiera de los lados.

Para el ejemplo en cuestión se ilustrará el Caso 2. Elegimos el barrido de 0 a 1, y 20 intervalos de composición. La temperatura de trabajo es 255.372 °K. Aparece la Pantalla 57.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES
SOAVE-REDLICH-KWONG LIQUIDO-VAPOR
NUMERO DE INTERVALOS EN COMPOSICION 20 TEMPERATURA CONSTANTE 255.372
<u>1. BARRIDO COMPOSICION 0 A 1</u> 2. BARRIDO COMPOSICION 1 A 0 3. FIN

Pantalla 57

Teclar CR para continuar con la construcción de la curva de rocío hasta la aparición de la Pantalla 58. Como se puede ver las Z tanto de líquido como del vapor son prácticamente iguales. Las constantes de equilibrio también son prácticamente iguales. La concentración de la mezcla es la misma para el líquido y para el vapor. Se puede deducir que este cálculo ya se hizo en la zona de una sola fase, por lo tanto no nos interesa por no ser representativo de la curva de rocío.

Teclar 2 + CR. Para terminar con la construcción de la curva de rocío, iniciar la creación de la curva de burbuja y evitar grabar el punto que aparece en pantalla.

PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES K. EQUI.			
SOAVE-REGGICH-KWONG		1. CONTINUAR	
LIQUIDO-VAPOR	TEMPERATURA	255.37	2. SIGUIENTE CURVA
CURVA DE ROCIÓ			3. CONT. SIN GRABAR
			4. TERMINAR
NO. COM.	KEQUILIBRIO	COEF. FUG. VAPOR	COEF. FUG. LIQUIDO
1	1.00012	.767228	.7673201
2	1.000014	.4545275	.454534
DIFERENCIA DE FUGACIDADES 6.501747965551377D-05			
Z LIQUIDO = .4096612		Z VAPOR = .4097593	
13 ITERACIONES			
PR = 49.18230673423629			
FREON 14	Y = .65		Z = .6500061
FREON 23	Y = .35		Z = .3499939
ENERGÍA LIBRE DE GIBBS 1395.529847182616			

Pantalla 58

Pulsar CR, para continuar con la construcción de la curva de burbuja, hasta la aparición de la Pantalla 59. En esta pantalla podemos observar:

La diferencia de Z es menor que .1

El proceso iterativo no convergió en el número de iteraciones máximas.

En este punto se tiene que terminar con la construcción del diagrama y evitar grabar el punto que aparece en la pantalla. Teclar 3 + CR. Aparecerá el prompt por la descripción después de un momento.

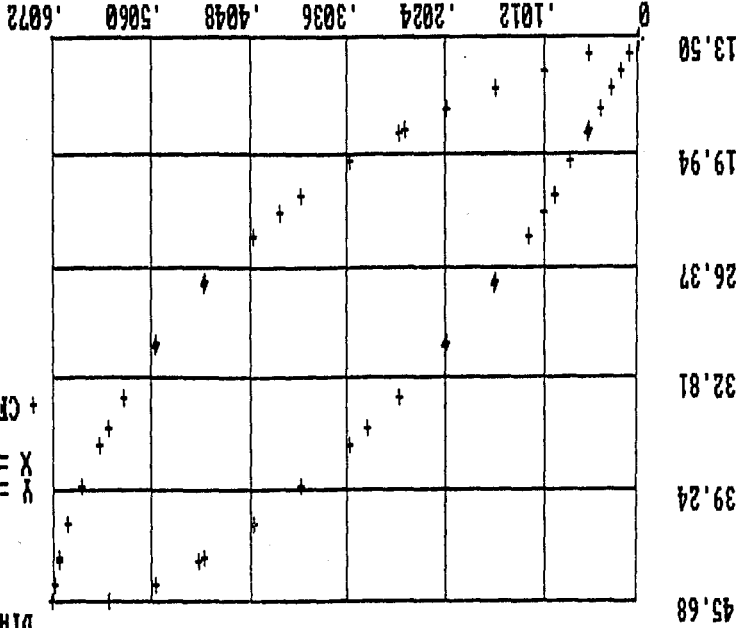
PROGRAMA PRINCIPAL DEL EQUILIBRIO DE FASES K. EQUI.			
SOAVE-REDLICH-KWONG		1. CONTINUAR	
LÍQUIDO-VAPOR	TEMPERATURA 255.37	2. SIGUIENTE CURVA	
CURVA DE BURBUJA		3. CONT. SIN GRABAR	
		4. TERMINAR	
NO. COM.	KEQUILIBRIO	COEF. FUG. VAPOR	COEF. FUG. LÍQUIDO
1	1.009179	.8038176	.8111812
2	.9862129	.4472815	.4411237
DIFERENCIA DE FUGACIDADES 1.220122856012480-03 LÍQUIDO = .3622072 VAPOR = .3744527 EN 20 ITERACIONES NO CONVERGE PB = 47.02977143881204			
FREON 14	Y = .606484	X = .6	
FREON 23	Y = .393516	X = .4	
ENERGIA LIBRE DE GIBBS 1357.546628853815			

Pantalla 59

A continuación se modificará la gráfica. El primer paso es acceder el folder en cuestión y graficarlo. Se despliega la gráfica 4-10. Se modifica esta gráfica hasta obtener la gráfica 4-11. Se ha explicado con anterioridad como realizar este tipo de cambios. En la Pantalla 60 se muestran los arreglos secundarios. Para los arreglos primarios se cambio el símbolo puntual por un círculo. No se cuadrícula la gráfica. 6 rayas horizontales. 5 rayas verticales. Unión de puntos por rectas e impresión de puntos. Manejo de datos: Borrar 27 y 2 por que están repetidos. invertir los puntos 25 y 48.

DIAGRAMA P US X

Y = ATMOSFERAS
 X = FR. MOL
 + CP4/CHP3 T=255.

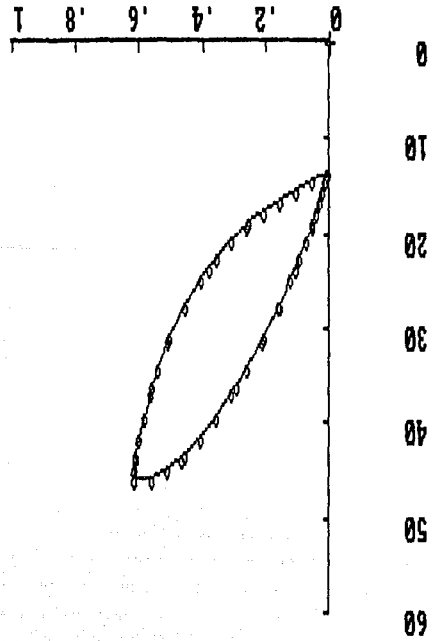


Gráfica 4-10.

DIAGRAMA P VS X

Y = ATMOSFERAS
X = FR. MOL

o CPA/CHP3 T=255.



Gráfica 4-11.

CAMBIO DE VALORES EXTREMOS DE IMPRESION		<u>1. SI</u>
		<u>2. NO</u>
	ACTUAL	CAMBIO
EXTREMO SUPERIOR EJE Y	45.68363	60
EXTREMO INFERIOR EJE Y	13.50659	0
EXTREMO SUPERIOR EJE X	.6072163	1
EXTREMO INFERIOR EJE X	0	0
PASO DE NUMEROS EN EL EJE X 1		
PASO DE NUMEROS EN EL EJE Y 1		
CAMBIAR DIMENSIONES GRAFICA		<u>1. SI</u>
		<u>2. NO</u>

Pantalla 60

13. SOBREPOSICION DE GRAFICAS.

Esta faceta del sistema permite visualizar varias gráficas sobrepuestas en una única representación. Está disponible para los siete distintos tipos de diagramas que se crean en el sistema. Se puede acceder en cualquiera de los menús o submenús en donde se presente esta opción. Aparecerá la pantalla 61.

Para ejemplificar el uso de esta faceta crear un diagrama PT etano-heptano para .771-.229 de composición respectivamente, como se describió en la sección 9 de este capítulo.

PROGRAMA GRAFICADOR DE DIAGRAMAS SOBREPUESTOS	
1.	DIAGRAMA I,Y - I
2.	DIAGRAMA I,Y - P
3.	DIAGRAMA I,Y - H
4.	DIAGRAMA P - T
5.	DIAGRAMA P - H
6.	DIAGRAMA T - S
<u>7.</u>	<u>FIN</u>

Pantalla 61

Teclar 4 + CR "Diagrama P-T". A continuación aparecerán desplegados los folders como en la Pantalla 33. Se elige el primer folder y aparecerá la Pantalla 62.

SISTEMA ETANO(.587) - HEPTANO(.413) WEGSTEIN, ANORT. CONV=.0005 C2(.587)-C7			
SIMBOLO	ROMBO	ANCHO GRAFICA	277
CUADRICULAR	NO	ALTURA GRAFICA	164
NO RAYAS HORIZ.	12	PASO EJE X	2
NO RAYAS VERTI.	10	PASO EJE Y	2
UNION PUNTOSALINEAS	SI	UNIDAD EJE X	FARENHEIT
IMPRESION PUNTOS	NO	UNIDAD EJE Y	Lb/pulg ²

1. CONTINUAR SELECCION
2. FOLDER INCORRECTO
3. TERMINAR SELECCION
4. PANTALLA INICIAL

Pantalla 62

Las opciones para este prompt son:

CR Para continuar seleccionando folder a graficar

2 + CR Para eliminar del arreglo matricial el último folder elegido. Esta opción es de especial utilidad para corregir cuando se comete un error en la elección.

3 + CR Para terminar con la selección de los folder. Al utilizar esta opción el programa gráfica todos los folders que hayan sido elegidos.

4 + CR Para regresar a la Pantalla 61.

Nota: Las unidades en todos los folders deben de ser consistentes en caso de que no lo sean, modificar la unidades como se explicó en las secciones anteriores.

Cuando se termina la selección. Aparecerá el desplegado de las gráficas elegidas. Gráfica 4-12. En la gráfica se puede utilizar el interpolador, imprimir (Prt Sc) ó pulsar CR para acceder el menú principal de graficación. Pantalla 63. Los arreglos generales aparecen en la Pantalla 64 con las modificaciones hechas para este ejemplo en específico. Los arreglos específicos aparecen en la Pantalla 65.

Gráfica 4-12.

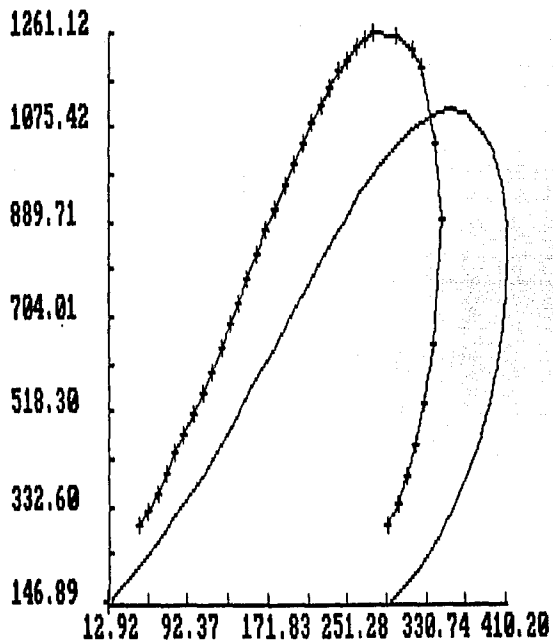


DIAGRAMA P VS T

Y = Lb/pulg²
X = FARENHEIT

+ C2(.771)-C7
♦ C2(.587)-C7

1. ARREGLOS GENERALES
7. ARREGLOS ESPECIFICOS
3. MANEJO DE DATOS
4. GRAFICAR
5. PANTALLA INICIAL

Pantalla 63

PASO DE NUMEROS EN EL EJE X 2 CUADRICULAR GRAFICA 1. SI
 PASO DE NUMEROS EN EL EJE Y 2 2. NO

NO.RAYAS HORIZONTALES 12
 NO.RAYAS VERTICALES 10

CAMBIO DE VALORES EXTREMOS DE IMPRESION 1. SI
2. NO

	ACTUAL	CAMBIO
EXTREMO SUPERIOR EJE Y	1261.13	1300
EXTREMO INFERIOR EJE Y	146.9	100
EXTREMO SUPERIOR EJE X	410.2012	500
EXTREMO INFERIOR EJE X	12.9208	0

CAMBIAR DIMENSIONES GRAFICA 1. SI
2. NO

Pantalla 64

9 DIAGRAMA ETANO-HEPTANO .771-.229 WEGSTEIN .0005 AMORT
C2(.771)-C7
14SISTEMA ETANO(.587) - HEPTANO(.413) WEGSTEIN. AMORT. CONV=.0005
C2(.587)-C7
NUMERO FOLDER

Pantalla 65

En la Pantalla 65 aparecen los folder elegidos. Teclear (número de folder) + CR para modificar las opciones que se presentan en la pantalla 66.

SIMBOLO PUNTUAL			
1.	CUADRADO LLENO 3x3		
2.	CUADRADO VACIO 3x3		
3.	CUADRADO LLENO 2x2		
4.	CRUZ 3x3		
5.	CRUZ 2x2		
6.	ROMBO		
7.	CIRCULO VACIO		
UNION DE PUNTOS POR RECTAS	1. SI	IMPRESION DE PUNTOS	1. SI
	2. NO		2. NO

Pantalla 66

En caso de que se haya elegido un folder que no se desea modificar teclear CR en todos los prompts de la pantalla 65 para introducir los defaults y regresar al menú principal de graficación.

La gráfica se modifica para llegar a la gráfica 4-13.

Nota: no se recomienda el uso de manejo de datos para los diagramas sobrepuestos.

14. DATOS EXPERIMENTALES.

Teclear 6 + CR en el menú principal. Aparece la Pantalla 67.

PROGRAMA PARA LA ENTRADA DE DATOS EXPERIMENTALES
1. DIAGRAMA I, Y - T 2. DIAGRAMA I, Y - P 3. DIAGRAMA I, Y - H 4. DIAGRAMA P - T 5. DIAGRAMA P - H 6. DIAGRAMA T - S 7. <u>FIN</u>

Pantalla 67

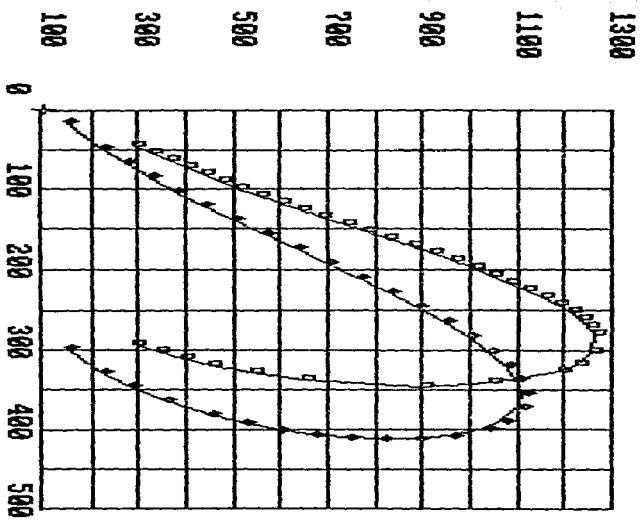
DIAGRAMA P US T

$$Y = \frac{Lb}{ou} g^{\wedge} 2$$

$$X = \text{FARENHEIT}$$

$$\square C2(.771) - C7$$

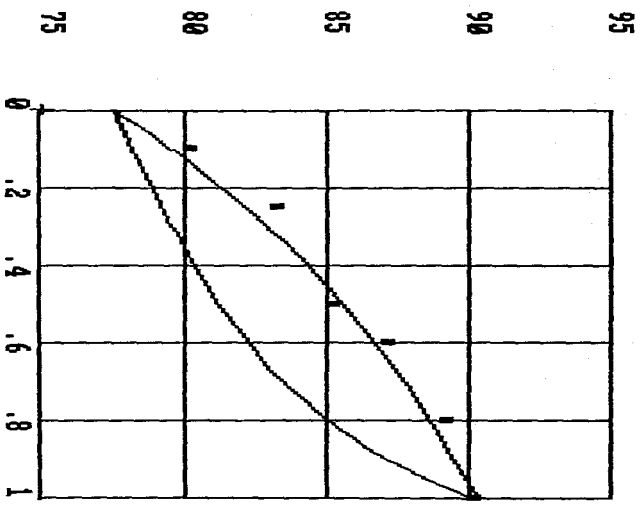
$$\blacktriangle C2(.587) - C7$$



Gráfica 4-13.

DIAGRAMA T VS X

Y = RETEN
X = FR. MOL
■ 02-N2 EX PR
+ 02-N2 IATH



Gráfica 4-14.

DESCRIPCION

OXIGENO-NITROGENO DATOS EXPERIMENTALES PRESION 1 ATM PUNTOS DE ROCIO
O2-N2 EX PR

Pantalla 69

Una vez introducidos todos los datos y la descripción, se puede desear, por ejemplo, el cotejar los datos experimentales con los valores calculados por el algoritmo del sistema. Para realizar esto acceder la opción de Diagramas Sobrepuestos y llamar el folder que contenga la información de los datos experimentales y el que contenga la de datos calculados. Como ejemplo podemos ver la gráfica 4-14 esta gráfica ya a sido modificada como se explicó en las secciones anteriores.

CONCLUSIONES DEL MANUAL

Se presentó un procedimiento general para el uso del sistema, se hizo esto a manera de ejemplos para facilitar su comprensión. En el capítulo 5 (Aplicaciones y Resultados) se presentarán de manera mas extensiva todas las facetas que tiene el sistema.

CAPITULO V

APLICACIONES Y RESULTADOS

1. INTRODUCCION

El sistema permite al usuario la construcción de diversos diagramas de fases. En este capítulo se presentarán ejemplos de dichos diagramas para diferentes mezclas. A cada diagrama antecede una breve explicación que consta de una descripción de los parámetros utilizados, de las composiciones y del procedimiento de construcción del diagrama.

2. SISTEMA: METANO - ETANO - PROPANO - nBUTANO - nPENTANO - nHEXANO - NITROGENO

DIAGRAMA 1 (P VS T)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 iteraciones

Amortiguamiento: Si

Composiciones y parámetros de interacción binarias.

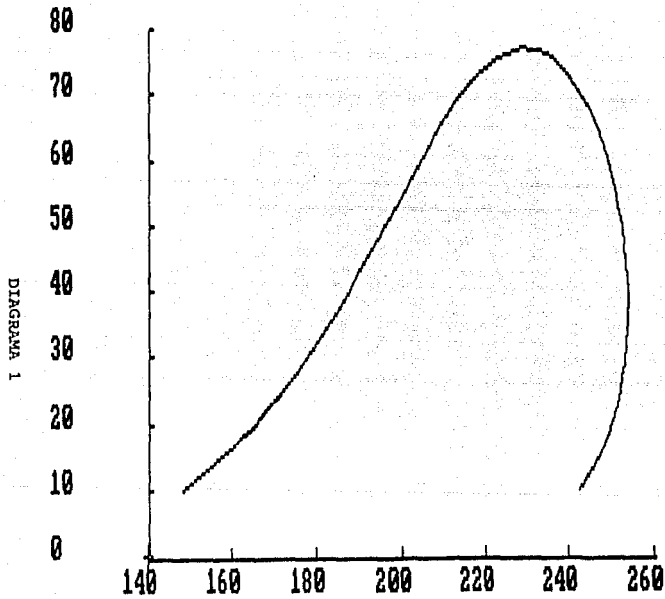
COMPONENTE	FRACCION MOL	Ki _r
1 Metano	0.9430	0.02
2 Etano	0.0270	0.06
3 Propano	0.0074	0.08
4 n-Butano	0.0049	0.08
5 n-Pentano	0.0027	0.08
6 n-Hexano	0.0010	0.08
7 Nitrógeno	0.0140	0.00

Intervalo de presión 10

Intervalo de temperatura 5

Presión inicial 10

DIAGRAMA P US T



Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN

+ C1 A C7 N2

3. SISTEMA METANOL-AGUA

DIAGRAMA 2 (T VS X)

DIAGRAMA 3 (H VS X)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 Iteraciones

Amortiguamiento: Si

Parámetros de interacción binaria

COMPONENTE	K_{i2}
1 Metanol	-0.09
2 Agua	0.00

Intervalos de composición 10

Barrido de 0 a 1

Presión 1 atm.

Nota: Ambos diagramas se crearon al mismo tiempo. Si se hicieran por separado el resultado sería el mismo. Para el diagrama H vs X se modificó la entalpía de referencia.

DIAGRAMA 1 US X

Y = KELVIN
X = FR. MOL

+ CH3OH/H2O 1ATM

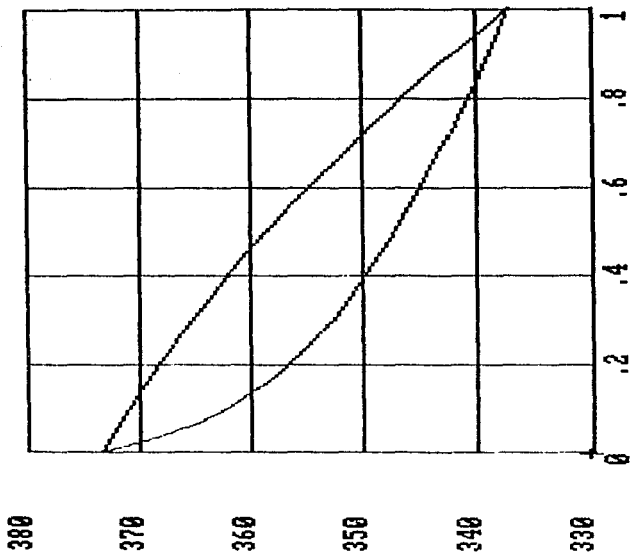


DIAGRAMA 2.

DIAGRAMA T VS X

Y = KELUJIN
X = FR. MOL
+ CH₃OH/H₂O 1ATM



DIAGRAMA 2.

60000

40000

20000

0

-20000

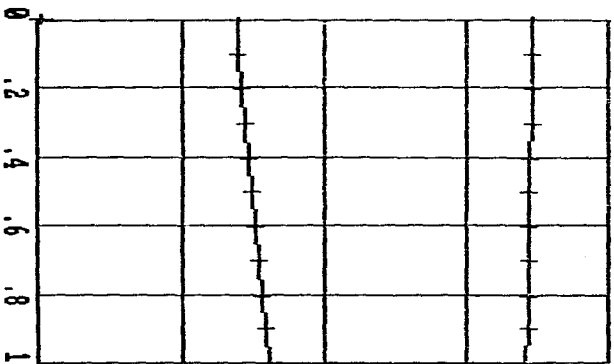


DIAGRAMA 3.

DIAGRAMA H US X

Y = JOULE/GMOL
X = FR. MOL

+ CH3OH/H2O 1ATM

4. SISTEMA TRIFLUORCLOROMETANO-FLUORTRICLOROMETANO (CCl₃F/CCl₂F₂)

DIAGRAMA 4 (P VS T)

DIAGRAMA 5 (T VS S)

DIAGRAMA 6 (logP VS H)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 iteraciones

Amortiguamiento: Si

Composiciones y parámetros de interacción binaria

COMPONENTE	FRACCION MOL	K _{i2}
1 CCl ₃ F	0.7	0.0288
2 CCl ₂ F ₂	0.3	0.0000

Intervalo de presión: 5

Intervalo de temperatura: 4

Presión inicial: 5

DIAGRAMA 7 (P VS T)

Sobreposición de tres diagramas:

I. COMPONENTE	FRACCION MOL	K _{i2}
1 CCl ₃ F	0.3	0.0288
2 CCl ₂ F ₂	0.7	0.0000

II. COMPONENTE	FRACCION MOL	K _{i2}
1 CCl ₃ F	0.54	0.0288
2 CCl ₂ F ₂	0.46	0.0000

III. COMPONENTE	FRACCION MOL	K _{i2}
1 CCl ₃ F	0.7	0.0288
2 CCl ₂ F ₂	0.3	0.0000

DIAGRAMA 4.

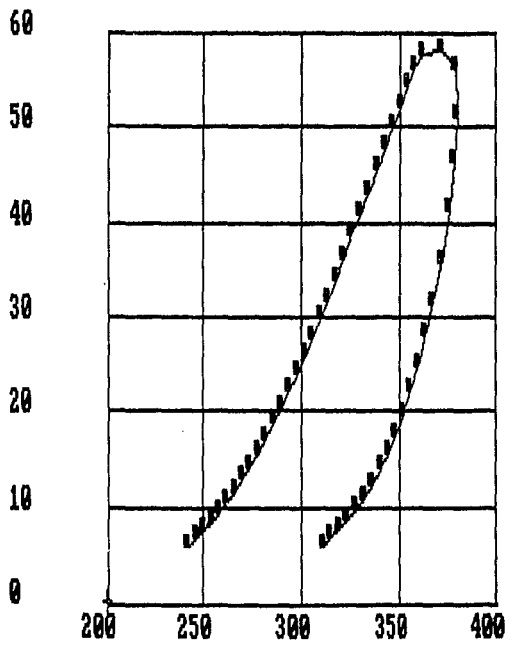


DIAGRAMA P US T

Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN

■ CCLF3(0.7)/CCL3F

DIAGRAMA 5.

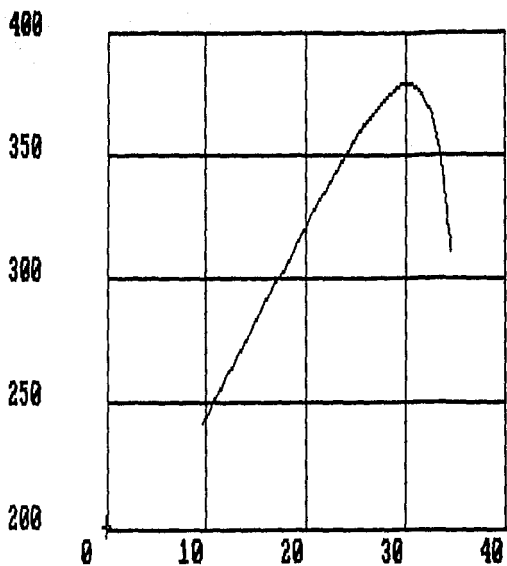


DIAGRAMA T US S

Y = KELVIN
 X = CAL/MOL K

+ CCLF3(.7)/CCL3F

DIAGRAMA P VS H

Y = ATMOSFERAS
X = CAL/GMOL

• CCLF3(.7)/CCL3F

DIAGRAMA 6.

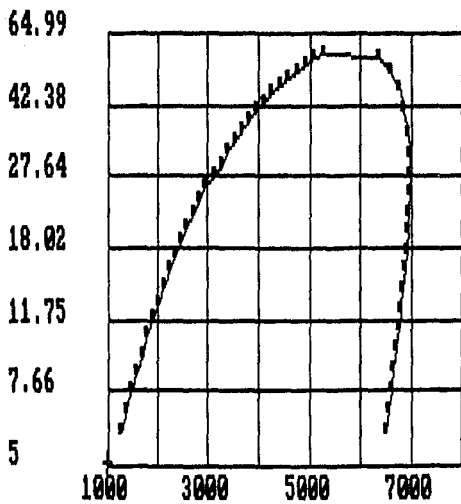


DIAGRAMA 7.

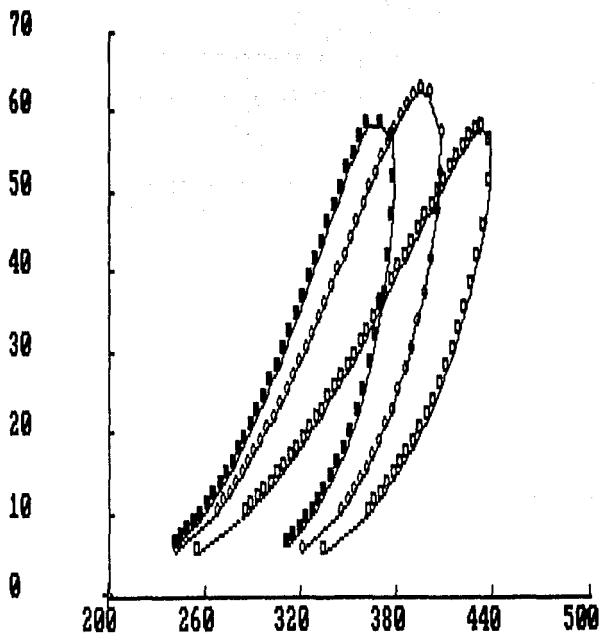


DIAGRAMA P US T

Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN

□ CCLF3(.3)/CCL3F
○ CCLF3(.54)/CCL3F
■ CCLF3(.7)/CCL3F

5. SISTEMA AMONIACO - AGUA

DIAGRAMA 8 (H VS X)

Sobreposición de tres diagramas:

I. COMPONENTE	K_{i2}
1 AMONIACO	-0.247
2 CCl_3F	0.000

PRESION .97 ATM.

II. COMPONENTE	K_{i2}
1 AMONIACO	-0.247
2 CCl_3F	0.000

PRESION 3.87 ATM.

III. COMPONENTE	K_{i2}
1 AMONIACO	-0.247
2 CCl_3F	0.000

PRESION 9.67 ATM.

Los tres diagramas fueron creados bajo las siguientes condiciones:

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 Iteraciones

Amortiguamiento: Si

Intervalo de composición: 10

Barrido de 0 a 1

DIAGRAMA B.

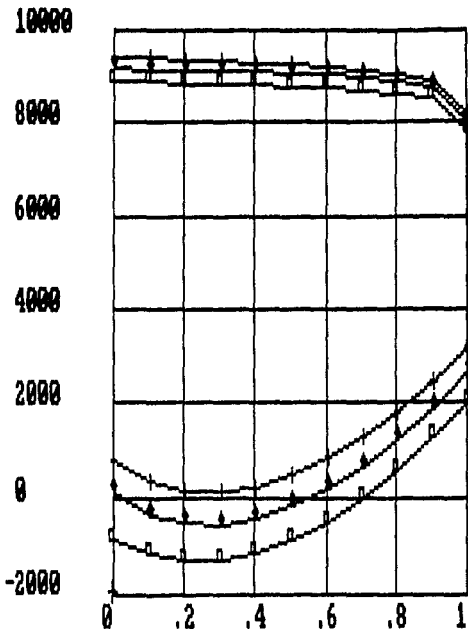


DIAGRAMA H US X

Y = CAL/GMOL
X = FR.MOL

□ NH₃/H₂O .97 ATM
♦ NH₃/H₂O 3.87ATM
+ NH₃/H₂O 9.67ATM

6. SISTEMA FREON 12 - FREON 23 (CCl₂F₂/CHClF₂)

DIAGRAMA 9 (T VS X)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 Iteraciones

Amortiguamiento: Si

Parámetros de interacción binaria

COMPONENTE	K ₁₂
1 FREON 12	0.0443
2 FREON 23	0.0000

Intervalos de composición 10
Barrido de 0 a 1
Presión 1 atm.

DIAGRAMA 10 (T VS X)

DIAGRAMA 11 (H VS X)

Sobreposición de dos diagramas:

I. COMPONENTE	K ₁₂
1 FREON 12	0.0443
2 FREON 23	0.000

PRESION 1.0 ATM.

II. COMPONENTE	K ₁₂
1 FREON 12	0.0443
2 FREON 23	0.000

PRESION 1.5 ATM.

DIAGRAMA 9.

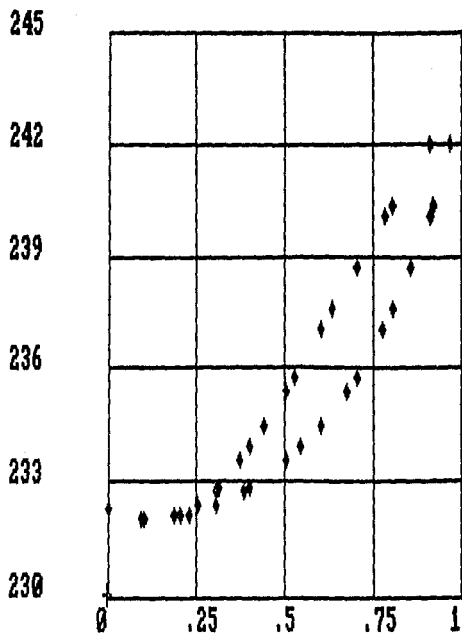


DIAGRAMA T US X

Y = KELVIN
X = FR.MOL

♦ FREON 12/23 P=1

DIAGRAMA T VS X

Y = KELVIN
X = FR.MOL

• FREON 12/23 1.5
♦ FREON 12/23 P=1

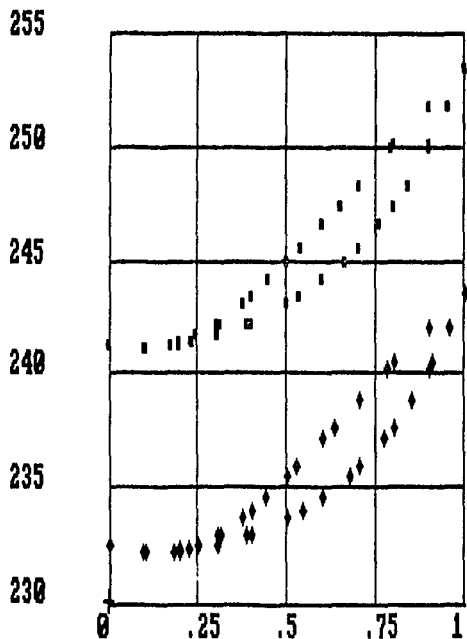


DIAGRAMA 11.

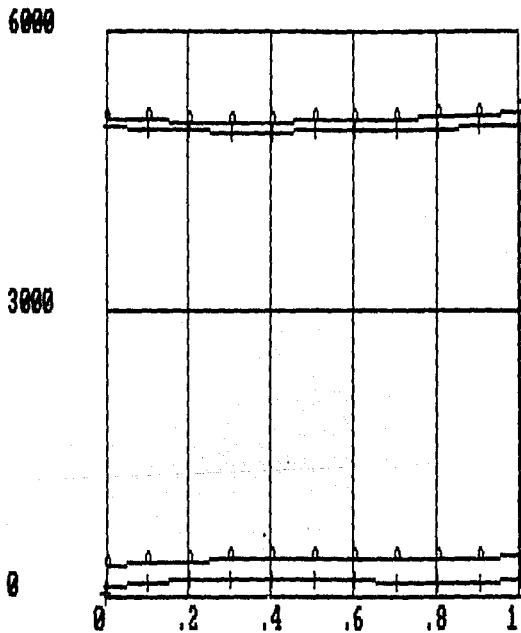


DIAGRAMA H US X

Y = CAL/GMOL
X = FR.MOL

+ FREON 12/23 P=1
o FREON 12/23 1.5

7. SISTEMA FREON 13 - FREON 12 (CClF₃/CCl₂F₂)

DIAGRAMA 12 (P VS X)

DIAGRAMA 13 (H VS X)

Sobreposición de dos diagramas:

I. COMPONENTE	Ki ₂
1 FREON 13	0.0257
2 FREON 12	0.000

TEMPERATURA 255 K.

II. COMPONENTE	Ki ₂
1 FREON 13	0.0311
2 FREON 12	0.000

TEMPERATURA 290 K.

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wagstein: Si

Cada 2 Iteraciones

Amortiguamiento: Si

Intervalos de composición 10

Barrido de 0 a 1

DIAGRAMA 12.

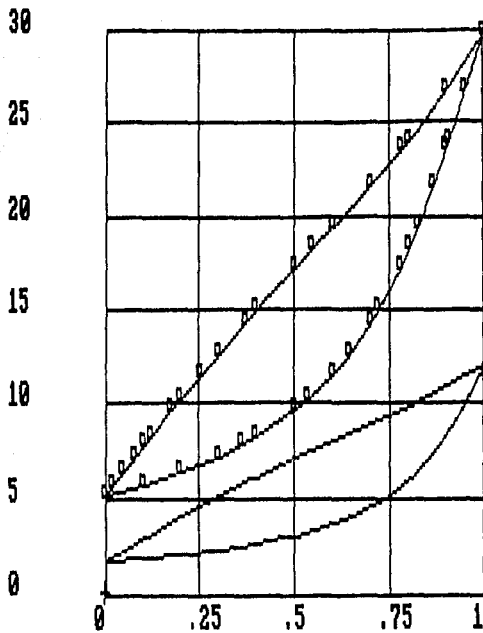
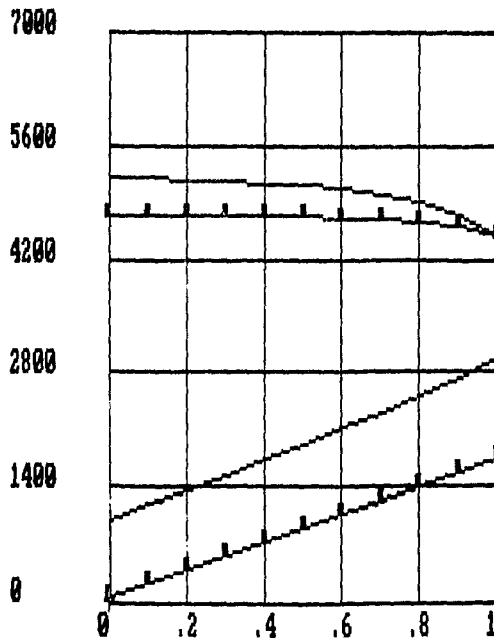


DIAGRAMA P VS X

Y = ATMOSFERAS
X = FR. MOL

△ FREON 13/12 255
□ FREON 13/12 290

DIAGRAMA H VS X



Y = CAL/GMOL
X = FR.MOL

▪ FREON 13/12 255
• FREON 13/12 290

8. SISTEMA TETRAFLORURO DE CARBONO - TRIFLUOROMETANO (CF₄/CHF₃)

DIAGRAMA 14 (P VS X)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 Iteraciones

Amortiguamiento: Si

Parámetros de interacción binaria

COMPONENTE	K ₁₂
1 CF ₄	0.0954
2 CHF ₃	0.0000

Intervalos de composición 10

Barrido de 0 a 1

Temperatura 145.13 K.

DIAGRAMA 15 (P VS X)

Sobreposición de tres diagramas:

I. COMPONENTE	K ₁₂
1 CF ₄	0.1269
2 CHF ₃	0.000

TEMPERATURA 224.817

II. COMPONENTE	K ₁₂
1 CF ₄	0.1391
2 CHF ₃	0.000

TEMPERATURA 255.372

III. COMPONENTE	K ₁₂
1 CF ₄	0.1528
2 CHF ₃	0.000

TEMPERATURA 283.150

DIAGRAMA 14.

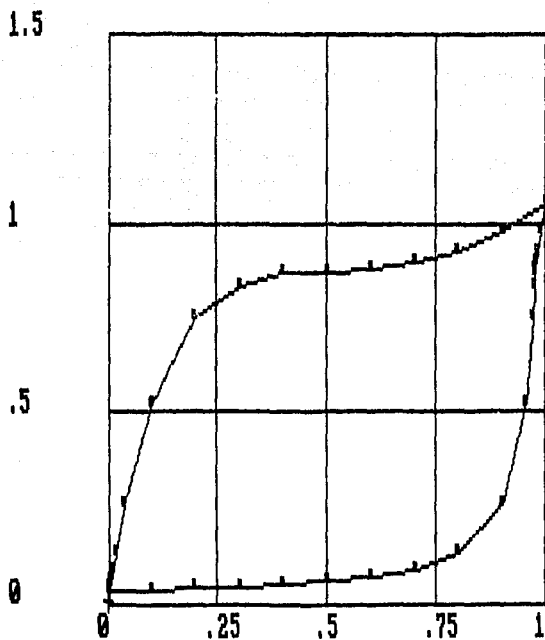


DIAGRAMA P VS X

Y = ATMOSFERAS
X = FR. MOL

• CF₄/CHF₃ T=145.

DIAGRAMA 15.

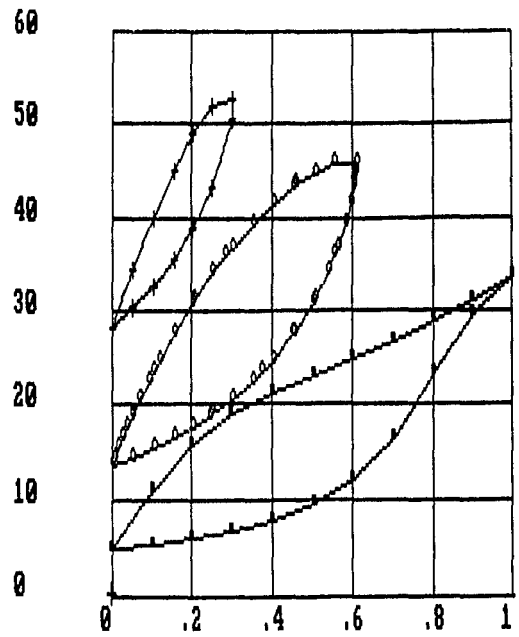


DIAGRAMA P VS X

Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN

- CF4/CHF3 T=224.
- CF4/CHF3 T=255.
- + CF4/CHF3 T=283.

9. SISTEMA METANO - BIXIDO DE CARBONO - ACIDO SULFHDRIDICO

DIAGRAMA 16 (P VS T)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 iteraciones

Amortiguamiento: Si

Composiciones y parámetros de interacción binaria

COMPONENTE	FRACCION MOL	K ₁₂	K ₁₃
1 METANO	0.5	0.12	0.08
2 CO ₂	0.1	0.00	0.12
3 H ₂ S	0.4	0.12	0.00

Intervalo de presión: 5

Intervalo de temperatura: 5

Presión inicial: 5

Nota: Este diagrama se realiza (1) Iniciar la construcción del diagrama y cuando aparezca el primer punto de la curva de burbuja teclear 3 + CR para terminar, introducir la descripción de la curva de rocío. (2) Volver a iniciar la construcción del diagrama y cuando aparezca el primer punto de la curva de rocío teclear 2 + CR para empezar a crear la curva de puntos de burbuja, al finalizar con esta curva teclear la descripción de la curva de burbuja. (3) Introducir el punto crítico como un dato experimental. (4) Sobreponer estos tres diagramas.

DIAGRAMA 16.

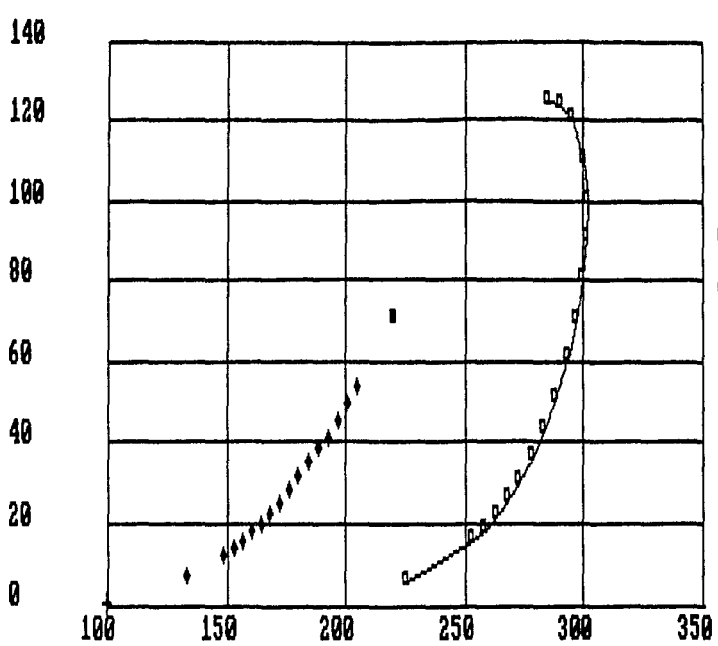


DIAGRAMA P US T

Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN
□ PR C1-CO2-H2S
◆ PB C1-CO2-H2S
■ P.CRITICO

10. SISTEMA ISOBUTANO - BIXIDO DE CARBONO

DIAGRAMA 17 (P VS X)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 Iteraciones

Amortiguamiento: Si

Parámetros de interacción binaria

COMPONENTE	K ₁₂
1 Metanol	0.0168
2 Agua	0.0000

Intervalos de composición 20

Barrido de 1 a 0

Temperatura 377.6 K

11. SISTEMA ETANO-HEPTANO

DIAGRAMA 18 (logP VS H)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 Iteraciones

Amortiguamiento: Si

COMPONENTE	FRACCION MOL
1 ETANO	0.771
2 HEPTANO	0.229

Intervalo de presión: 10

Intervalo de temperatura: 5

Presión inicial: 10

DIAGRAMA 17.

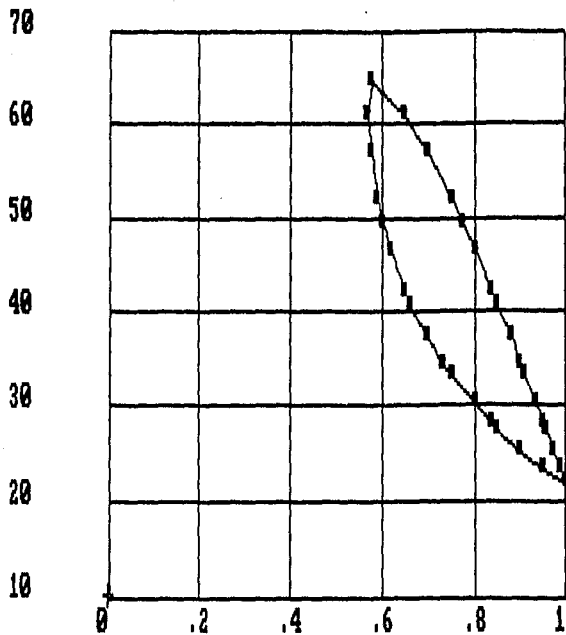


DIAGRAMA P VS X

Y = ATMOSFERAS
X = FR.MOL

■ IC4-CO2 T=377.6

DIAGRAMA P VS H

Y = ATMOSFERAS
X = CAL/GMOL

+ C2.771 C7 .229

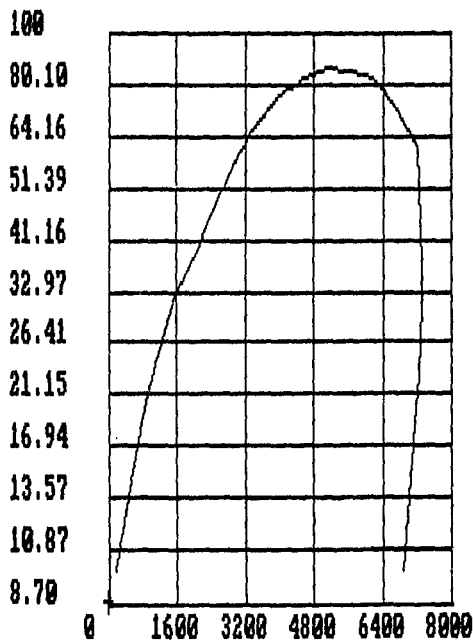


DIAGRAMA 18.

12. SISTEMA ETANO-HEPTANO

DIAGRAMA 19 (P VS T)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 Iteraciones

Amortiguamiento: Si

Intervalo de presión: 10

Intervalo de temperatura: 5

Presión inicial: 10

Sobreposición de cuatro diagramas

I. COMPONENTE FRACCION MOL

1 ETANO 0.887

2 HEPTANO 0.113

II. COMPONENTE FRACCION MOL

1 ETANO 0.771

2 HEPTANO 0.229

III. COMPONENTE FRACCION MOL

1 ETANO 0.587

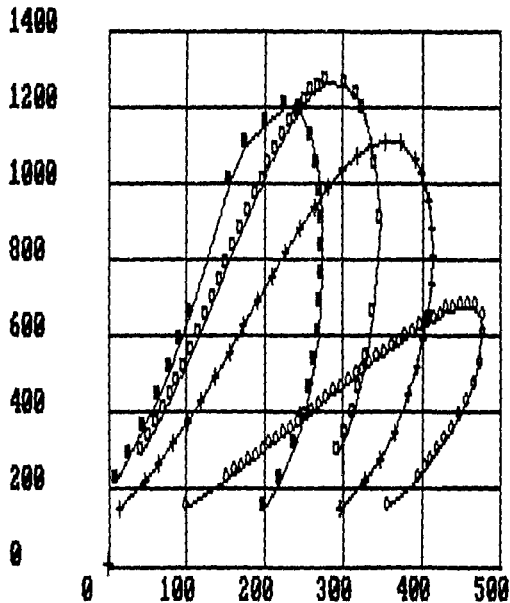
2 HEPTANO 0.413

IV. COMPONENTE FRACCION MOL

1 ETANO 0.265

2 HEPTANO 0.735

DIAGRAMA P US T



Y = Lb/pulg²
 X = FARENHEIT

■ C2-.887 C7-.113
 ▲ C2-.771 C7-.229
 + C2-.587 C7-.413
 ○ C2-.265 C7-.735

DIAGRAMA 19.

13. SISTEMA METANO - ETANO - PROPANO - CO2 - H2S

DIAGRAMA 20 (T VS S)

DIAGRAMA 21 (P VS T)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: Si

Cada 2 iteraciones

Amortiguamiento: Si

Composiciones y parámetros de interacción binarias.

COMPONENTE	FRACCION MOL	Ki _a	Ki _s
1 Metano	0.66	0.12	0.08
2 Etano	0.03	0.15	0.07
3 Propano	0.01	0.15	0.07
4 CO ₂	0.04	0.00	0.12
5 H ₂ S	0.26	0.12	0.00

Intervalo de presión 10

Intervalo de temperatura 3

Presión inicial 10

DIAGRAMA 22 (P VS T)

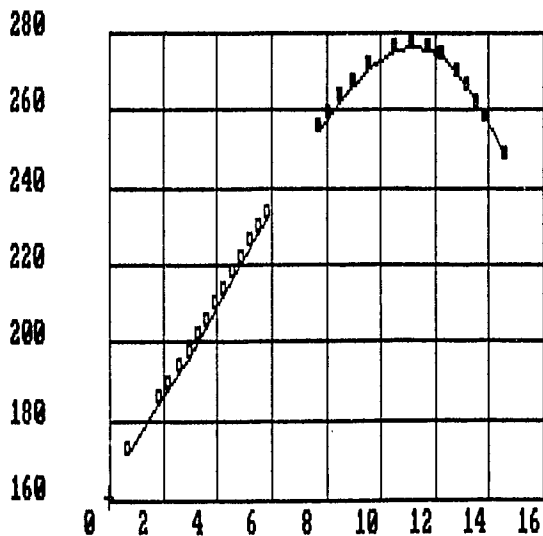
Datos de propiedades de saturación obtenidas para el equilibrio líquido-líquido-vapor. Se introducen como dos series distintas de puntos experimentales, la primera de puntos de burbuja y la segunda de puntos de rocío. Se grafican por medio de la sobreposición de ambas gráficas.

DIAGRAMA 23 (P VS T)

Sobreposición de los diagramas 22 y 21.

DIAGRAMA T US S

DIAGRAMA 20.



Y = KELVIN
X = CAL/MOL K

■ PR C1-3 CO2 H2S
○ PB C1-3 CO2 H2S

DIAGRAMA 21.

110

90

70

50

30

10

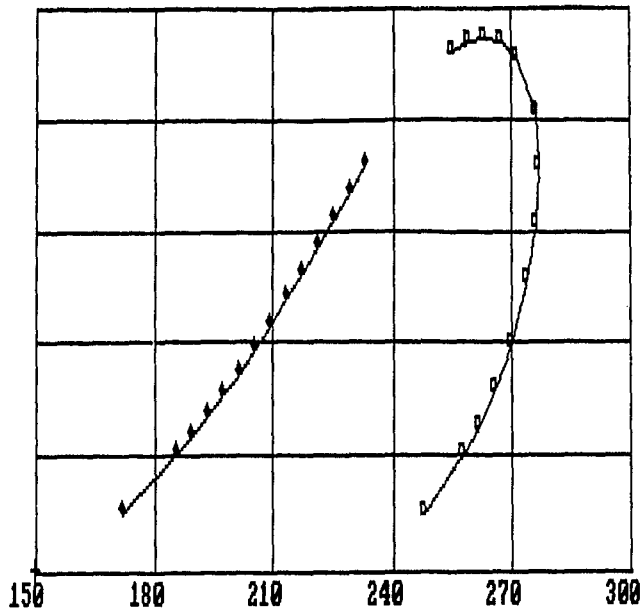


DIAGRAMA P US T

Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN

□ PR C1-3 CO2 H2S
♦ PB C1-3 CO2 H2S

DIAGRAMA 22.

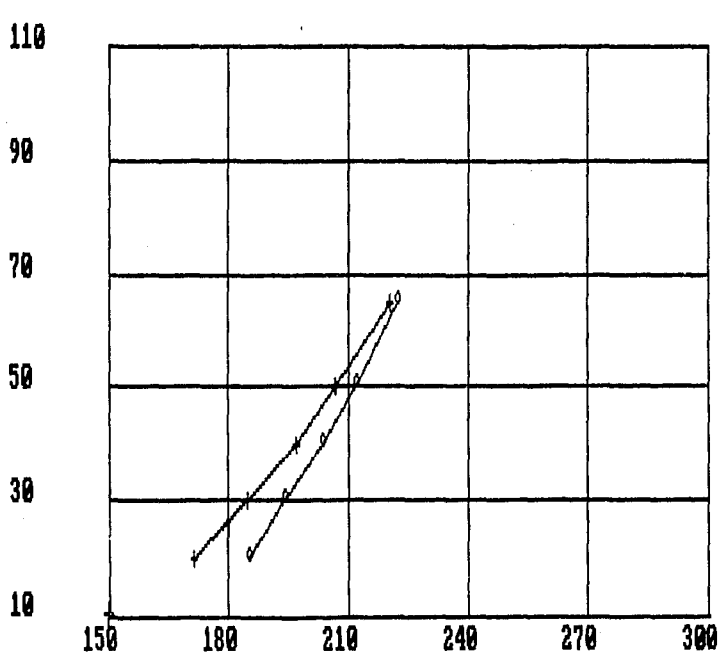


DIAGRAMA P US T

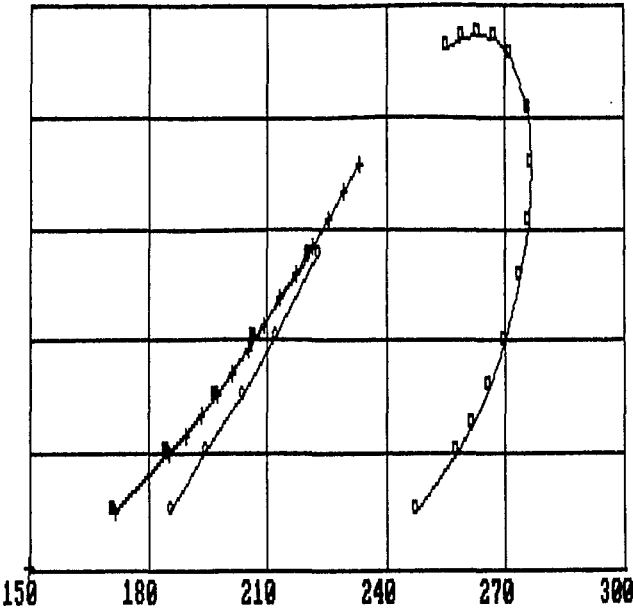
Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN

+ PB L-L-U
o PR L-L-U

DIAGRAMA P US T

DIAGRAMA 23.

110
90
70
50
30
10



Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN

- PR C1-3 CO2 H2S
- + PB C1-3 CO2 H2S
- PB L-L-U
- PR L-L-U

14. SISTEMA PROPANO-nBUTANO-nPENTANO-nHEXANO-nOCTANO-AGUA

DIAGRAMA 24 (P VS T)

DIAGRAMA 25 (P VS H)

DIAGRAMA 26 (logP VS H)

Ecuación: Peng-Robinson

Wegstein: Si

Cada 2 iteraciones

Amortiguamiento: Si

Composiciones y parámetros de interacción binarias.

COMPONENTE	FRACCION MOL	Ki
1 Propano	0.16667	0.48
2 nButano	0.16667	0.48
3 nPentano	0.20000	0.48
4 nHexano	0.06667	0.48
5 nOctano	0.13333	0.48
6 Agua	0.26667	0.00

Intervalo de presión 5

Intervalo de temperatura 5

Presión inicial 10

15. SISTEMA BIOXIDO DE CARBONO

DIAGRAMA 27 (logP VS H)

DIAGRAMA 28 (T VS S)

Ecuación: Soave-Redlich-Kwong

Wegstein: No

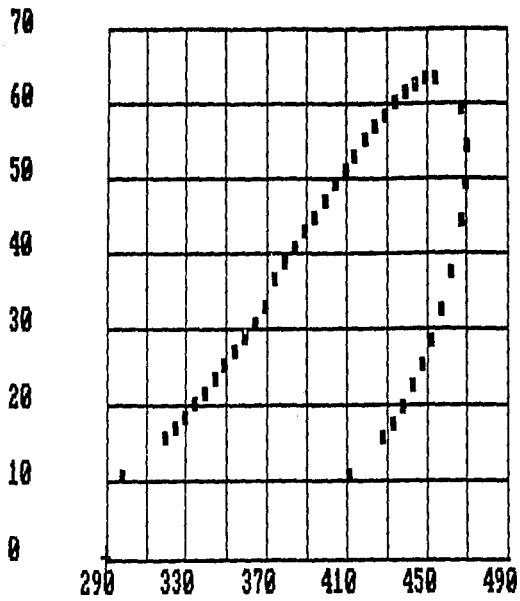
Intervalo de presión 5

Intervalo de temperatura 5

Presión inicial 1

DIAGRAMA P VS T

DIAGRAMA 24.



Y = ATMOSFERAS
X = KELVIN

■ C3-6 C8 H20

DIAGRAMA 25.

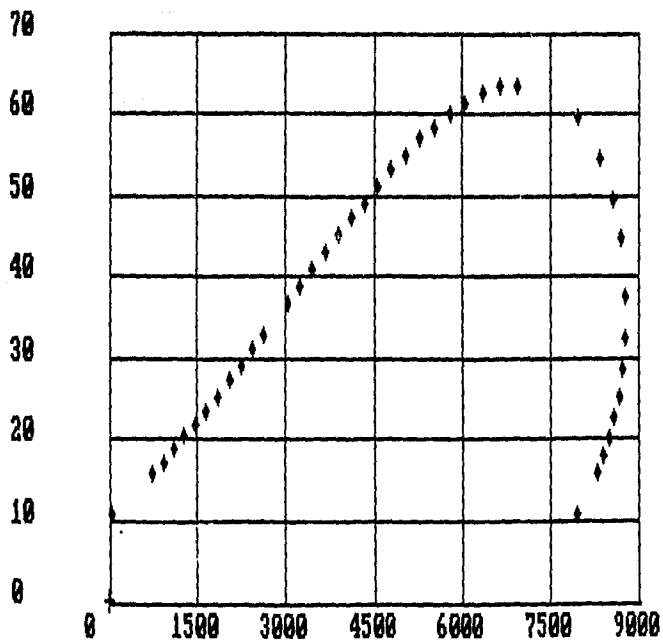


DIAGRAMA P VS H

Y = ATMOSFERAS
X = CAL/GMOL

♦ C3-6 CB H2O

DIAGRAMA 26.

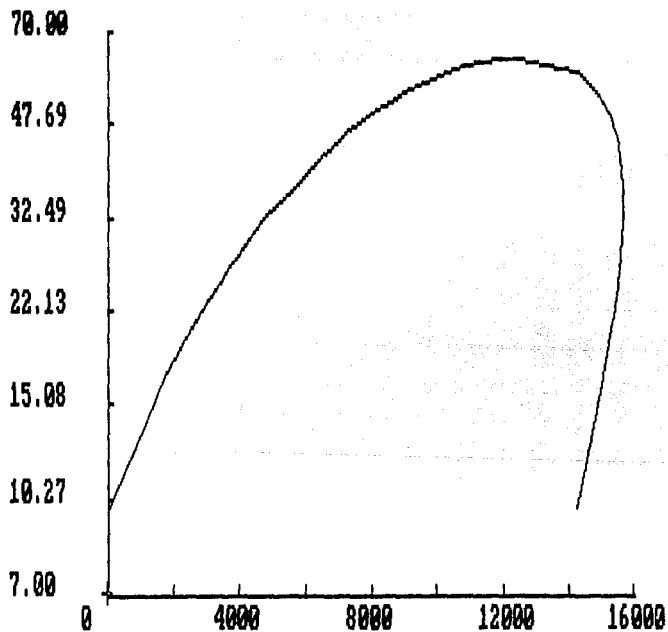
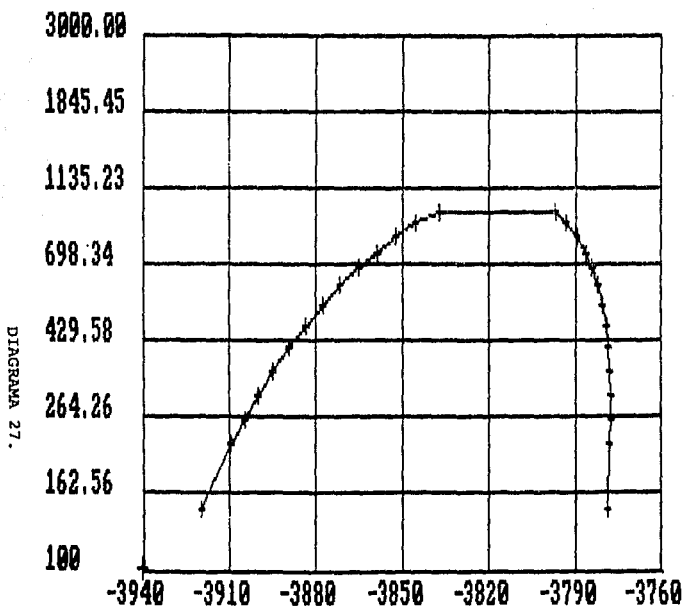


DIAGRAMA P VS H

Y = ATMOSFERAS
X = BTU/LBMOL

■ C3-6 C8 H20

DIAGRAMA P US H



$Y = \text{Lb/pulg}^2$
 $X = \text{BTU/LB}$
+ CO2

DIAGRAMA 28.

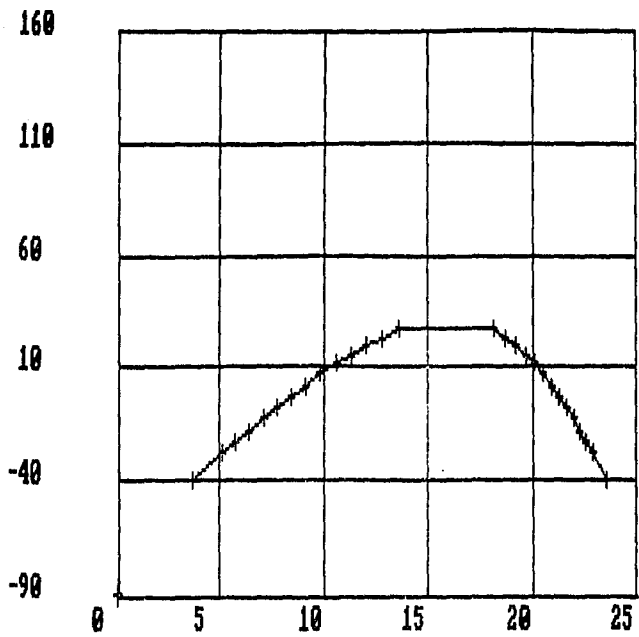


DIAGRAMA T VS S

Y = CENTIGRADOS
X = CAL/MOL K

+ CO2

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

A) Al revisar los resultados y las diversas aplicaciones del sistema ELV podemos observar la versatilidad del conjunto de programas en la construcción de diagramas de fases.

B) Los algoritmos presentados para la construcción de los diagramas arrojaron resultados excelentes.

C) Ciertos diagramas presentaron una zona crítica extensa donde el cálculo de propiedades se dificultó debido a la falta de modelos adecuados. Sin embargo, en la representación gráfica esta dificultad fue superada separando las líneas de puntos de burbuja y de rocío como se puede apreciar en los diagramas 16 y 21.

D) El modelo de graficación presentado permite al usuario modificar cada gráfica según los requerimientos específicos del sistema en cuestión.

E) El sistema fue creado de una manera general en sus algoritmos lo que permitirá en un futuro una expansión para la obtención de otros tipos de diagramas de fases (tres dimensiones, equilibrio líquido-líquido y equilibrio líquido-líquido vapor, incorporación del cálculos en la zona crítica, determinación exacta del punto crítico, etc.)

F) El algoritmo de construcción de los diagramas PT, PH y TS no presentó problemas en la zona de condensación retrograda ya que la inicialización del cálculo para estos puntos se hace de manera secuencial.

G) El algoritmo de construcción de los diagramas Hxy, Pxy y Txy resolvió adecuadamente los problemas de azeotropía y de desviaciones negativas o positivas muy pronunciadas únicamente cuando se representa la gráfica por medio de puntos, es decir, que no se utiliza la faceta de unión de puntos por rectas.

H) Algunos diagramas requirieron la modificación manual de los puntos para una representación gráfica adecuada.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Bazua Rueda, E., APUNTES DE TERMODINAMICA, Facultad de Química, U.N.A.M. (1986)
- (2) Molina F. y Romero A. CALCULO DE EQUILIBRIO LIQUIDO-LIQUIDO-VAPOR PARA SISTEMAS MULTICOMPONENTE UTILIZANDO ECUACIONES DE ESTADO CUBICAS, Facultad de Química, U.N.A.M (1987)
- (3) M.S. Graboski y T.E. Dauber, "A Modified Soave Equation of State for Phase Equilibrium Calculations 1. Hydrocarbon Systems 2. Systems Containing CO₂, H₂S, N₂ and CO", Ind. Eng. Chem Process Des. Dev. 17,443 (1987)
- (4) Reid, R.C., J.M. Prausnitz y T.K. Sherwood, THE PROPERTIES OF GASES AND LIQUIDS, 3rd ed., New York: McGraw-Hill, 1977
- (5) Smith, J.M. y H.C. Van Ness, INTRODUCCION A LA TERMODINAMICA EN INGENIERIA QUIMICA, 3a ed., México: McGraw-Hill, 1981
- (6) Perry, R.C., J.M. Chilton (Ed), CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK, 5th ed., New York: McGraw-Hill, 1973.
- (7) Poole, L., USING YOUR IBM PERSONAL COMPUTER, 1st ed., Indiana: Howard W. Sams & Co., Inc, 1983

- (8) Grillo, J.P., J.D. Robertson. DATA AND FILE MANAGEMENT FOR THE IBM PERSONAL COMPUTER, 1st ed., Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers, 1983
- (9) GUIA DEL USUARIO PINECOM, 1era ed., Pine Computer Inc, 1987
- (10) Treyball, R.E., OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA, 2a ed., México: McGraw-Hill, 1980
- (11) Balzhiser, R.E., M.R. Samules y J.D. Elliasen, CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNAMICS, New Jersey: Prentice-Hall, 1972
- (12) V.N. Kabadl y R.P. Danner, " A Modified Soave-Redlich-Kwong Equation of State for Water-Hydrocarbon Phase Equilibria", Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev., 24,537 (1985)
- (13) D.B. Robinson, D.Y. Peng y S. Chung. "The Development of the Peng-Ronbinson Equation and Its Application to Phase Equilibrium in a System Containing Methano", J. Fluid Phase Equilib., 24, 25 (1985).
- (14) D.Y. Peng y D.B. Ronbinson, "A New Two-Constant Equation of State", Ind. Eng. Chem. Fundam., 15,59 (1976)
- (15) G. Shmidt y H. Wenzel, "A Modified van der Waals Equation of State", Chem. Eng. Sci., 35,1503 (1980)

- (16) P.M. Mathias, "A Versatile Phase Equilibrium Equation of State", Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev., 22, 385 (1983)
- (17) G.N. Charos, P. Clancy, K.G. Gubbins, "The Representation of Highly Non-ideal Phase Equilibria Using Computer Graphics", Chem. Eng. Education, 88, Cornell University (1983)
- (18) C.D. Naik, P. Clancy, K.E. Gubbins, "The Use of Computers Graphics to Teach Thermodynamics Phase Diagrams" Chem. Eng. Education pag.78, singar Corporation y Cornell University, (1985)
- (19) L. Asselineau, G. Bogdanic, J. Vidal, "Calculation of Thermodynamic Properties and Vapor-Liquid Equilibria of Refrigerants", Chem. Eng. Sci., 33, 1269-1276, Great Britain (1978).
- (20) G. Soave, "Equilibrium Calculation from a Modified Redlich-Kwong Equation of State", Chem. Eng. Sci. 27, 1197 (1972).
- (21) Jesus Muñoz, Tesis de licenciatura, Facultad de Química carrera Ingeniera Química, Universidad Nacional Autónoma de México.