

8
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"

DESARROLLO DE DIAGRAMAS DE FLUJO
DE PROCESO APOYADOS EN UN PAQUETE
DE CAD Y PROGRAMACION LISP

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

RAFAEL ARTURO GRANADOS JIMENEZ



DIRECTOR DE TESIS
I.Q. EDUARDO VAZQUEZ ZAMORA

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991



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.

I N D I C E

	Pag.
Generalidades.....	1
Introducción.....	3
Capítulo 1: Documentos necesarios para su elaboración y tipos de diagramas de flujo.....	6
Capítulo 2: Información contenida en un D.F.P.....	23
Capítulo 3: Procedimiento de elaboración de D.F.P. (Desarrollo)...	35
Capítulo 4: Análisis de Resultados.....	55
Capítulo 5: Conclusiones.....	59
Bibliografía.....	60

I N D I C E D E T A B L A S

	Pag.
Tabla 1.1: Claves y descripción de algunos equipos.....	8
Tabla 1.2: Miscelánea de simbología de equipos.....	9
Tabla 1.2.1: Nombres de archivos para equipos.....	10
Tabla 1.3: Símbolos del plano de instrumentación para flujo-Típicos para instrumentación para presión.....	12
Tabla 1.3: Típicos de inst. para instrumentos combinados.....	13
Tabla 1.3: Típicos de instrumentación diversos.....	14
Tabla 1.4: Características más usuales a detallar de algunos equipos.....	16
Tabla 2.1: Miscelánea de válvulas y símbolos especiales.....	27
Tabla 2.1.1: Nombres de archivos para válvulas y símbolos especiales (accesorios).....	28

I N D I C E D E F I G U R A S

	Pag.
Fig. 1: Diagrama Gráfico de Flujo: Planta de amoniaco.....	18
Fig. 2: Diagrama de cuadros para una planta de etileno.....	19
Fig. 3: Diagrama de Flujo de Proceso.....	20
Fig. 3.1: Menú en pantalla para D.F.P.'s.....	51
Fig. 3.2: Marco de presentación del plano.....	53
Fig. 3.3: Plano compuesto.....	54

G E N E R A L I D A D E S

De las fases que comprenden un proyecto, es en la etapa de Desarrollo donde se generan documentos que forman la médula espinal para llevarlo a cabo. Ahora bien, la computación dentro de la Ingeniería Química se ha convertido en una herramienta casi indispensable pues, en algunas firmas de ingeniería, el desarrollo de estos documentos: Diagramas de Flujo de Proceso, Diagramas de Tubería e Instrumentación, etc., actualmente se están empezando a elaborar con apoyo en paquetes como AUTOCAD, AUTOCAD LISP, MOCPOSTATION, etc., que facilitan el diseño de los mismos.

La utilización de alguno de estos paquetes implica en un principio, una considerada inversión económica en lo que respecta a la compra de alguno de ellos (por ejemplo, la versión 10.02 de AUTOCAD tiene un costo de tres mil dols.), y el equipo necesario para su máximo aprovechamiento es también costoso pero, esta inversión con el tiempo, reditúa en un ahorro de horas-hombre, ya que, por ejemplo, en un D.F.P., aproximadamente se ahorra un 30% del tiempo requerido para su diseño (15 horas-hombre se necesitan para el diseño y se ahorran prácticamente 4.5 horas-hombre), usando alguno de los anteriores paquetes.

Por lo anterior, se tiene que el principal objetivo del presente trabajo, es el de mostrar por medio de AUTOCAD LISP una forma de agilizar aún más el diseño de D.F.P. y con ello, incrementar el ahorro de tiempo en sus distintas emisiones por lo que, se estructuró un menú personal que contiene toda la simbología de equipos, válvulas y símbolos especiales utilizados para la identificación de líneas y datos generales acerca del plano. Cabe hacer notar, que la simbología de las válvulas contiene también aquellas empleadas para un Diagrama de Tubería e Instrumentación (D.T.I.), con el fin de que, si se desea, se pueda ampliar la acción del menú personal creado.

Ahora bien, en la Introducción se hablará acerca de lo que es un proyecto y en que fase del mismo se lleva a cabo el desarrollo de un Diagrama de Flujo de Proceso. A lo largo del Capítulo 1, mencionaremos los documentos necesarios para su elaboración así como, los distintos tipos de diagramas de flujo en los que se visualiza la utilidad de cada uno ya que, encontramos diagramas que sirven para reportes financieros de compañías e informes técnicos o para publicidad hasta el diagrama de flujo de proceso utilizado por el ingeniero para los estudios del mismo proceso y los trabajos de diseño.

En el Capítulo 2 se verá toda la información que se encuentra contenida en un diagrama de flujo de proceso y de documentos que le acompañan como: la descripción del proceso y las filosofías básicas de operación. Es en el Capítulo 3, en donde se describe un procedimiento de elaboración del diagrama y se mostrará un ejemplo en el que se podrán ver, algunas de las características de un D.F.P. También, en este capítulo, se habla de manera breve acerca de lo que es **AUTOCAD** y, de igual forma, de lo que es **LISP** y sus estructuras básicas que sirvieron para desarrollar un menú personal de la simbología empleada en la elaboración de un diagrama de flujo de proceso. La simbología de los equipos, válvulas y, símbolos especiales (cuadros para numerar corrientes, flechas para indicar la alimentación de material o salida de éste, banderas para indicar condiciones de operación, etc.), fué creada de acuerdo a lo investigado en el artículo de Russell G. Hill: "Drawing Effective Flowheet Symbols" en la Chemical Engineering del primero de Enero de 1968.

En el Capítulo 4 se da un análisis de resultados en los que se observan las ventajas y desventajas que acompañan el desarrollo y elaboración de un D.F.P. apoyados en un paquete de diseño asistido por computadora y, finalmente, en el Capítulo 5, se citan las conclusiones del presente trabajo.

INTRODUCCION

Fase del proyecto en el cual se desarrolla un D.F.P.

Primeramente es importante definir lo que se entiende por un proyecto. Un PROYECTO es una concepción de la planeación que se establece para llevar a cabo una serie de actividades que permiten realizar o alcanzar un objetivo establecido a través del surgimiento de una necesidad.

Ahora bien, dentro de la Ingeniería, existe una actividad de tipo interdisciplinario llamada INGENIERIA DE PROYECTOS que tiene como objetivo el de optimizar la realización de proyectos industriales en los que la ingeniería se debe de desarrollar en el menor tiempo y costo, con alta calidad y el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales.

Dentro del ciclo de vida de un proyecto, se involucran varias fases como son: la fase de INICIO, que surge de una necesidad que puede ser la construcción de una nueva planta, la modernización y/o ampliación de una existente; una fase de CONCEPTOS en la cual se desarrollan una serie de trabajos preliminares como son la solicitud de cotización que se le pide a una firma de ingeniería, la situación financiera de la compañía, curriculum vitae del personal, programa de trabajo, etc.; fase de DEFINICION que comprende las bases de diseño, los requisitos del proyecto y la planeación; la fase de DESARROLLO en la que se tienen: la Ingeniería Básica, la Ingeniería de Detalle y la Ingeniería de Procura; llevándose a cabo, también, la Coordinación, Evaluación y Control del proyecto y luego, se encuentra la fase de IMPLEMENTACION en la cual se realiza la construcción, pruebas, arranque y entrega y, finalmente, la fase de OPERACION en la que se entarca la estabilización y optimización del proceso siendo esta fase, la que marca la terminación del proyecto.

Para el presente trabajo, tenemos entonces que en la fase de DESARROLLO de un proyecto de tipo industrial, es de suma importancia el

que se lleven a cabo la generación de una serie de documentos, que forman parte del paquete de Ingeniería Básica, que representa el "know-how", para un proceso determinado para la producción de productos químicos o de derivados del petróleo.

La elaboración de estos documentos representa la base para la realización de las etapas subsecuentes para la construcción de una planta de proceso dentro de los cuales, se citan a continuación, algunos de ellos:

- Diagrama de Flujo de Proceso
- Plano de Localización de Equipo
- Diagramas de Tubería e Instrumentación
- Circuitos de Control ("loops" de control)
- Instrumentación
- Manual de Proceso
- Manual de Operación

Para el Ingeniero Químico que se topa frecuentemente con problemas en cuanto a diseño y operación, es muy útil contar con balances de masa y energía y, un diagrama de flujo, para la resolución de problemas de diseño y operación. El uso de los balances de masa y energía junto con el diagrama de flujo del proceso, ayudan al Ingeniero Químico a visualizar y resolver sus problemas de manera rápida y directa.

Bosquejar un diagrama de flujo es una manipulación casi intuitiva para el Ingeniero Químico experimentado. Es una parte de su proceso mental así como, de su técnica explicativa. Esto es lo que normalmente constituye un bosquejo o diagrama esquemático de flujo. En el diseño y construcción de una planta, un diagrama de flujo más completo, llamado diagrama de ingeniería de flujo, se convierte en el engrane vital para transmitir la información de proceso a todos los departamentos de un grupo de ingeniería de diseño.

El diagrama de flujo es el mejor medio de transmisión de datos de ingeniería en forma completa y precisa debido a que, es una

representación gráfica en la que se describe el proceso, se proporcionan datos de entrada y salida de masa y energía y, los equipos que lo constituyen.

CAPITULO 1

Documentos necesarios para su elaboración y tipos de diagramas de flujo.

1.1. Bases de Diseño:

En este documento se deben definir los siguientes puntos: Función de la planta, tipo de proceso, capacidad, rendimiento y flexibilidad, especificación de alimentaciones y productos, condiciones de operación de alimentaciones y productos en los límites de batería, localización de la planta, posibles expansiones, eliminación de desechos, servicios auxiliares (disponibilidad, fuente de suministro, características, condiciones de operación), condiciones climatológicas (temperatura, presión atmosférica, elevación sobre el nivel del mar, vientos, precipitación pluvial, etc.), y bases de diseño para planos de tuberías, eléctrico, civil, mecánico y de arquitectura.

Lógicamente, sin la edición de este documento, no se puede iniciar la elaboración de los diagramas de flujo de proceso, ya que en dicho documento, se contempla el alcance de un proyecto.

1.2. Nomenclatura de Equipo:

La simbología y clave de los equipos mostrada en los D.F.P. debe estar de acuerdo a estándares o normas establecidas y seguidas por las distintas firmas de ingeniería para facilitar la interpretación de los distintos D.F.P.'s.

Algunas de las claves utilizadas para denotar equipos y su descripción, son mostradas en la tabla 1.1. y la simbología para algunos de los equipos se muestra en la tabla 1.2 dándose una lista de las claves de los símbolos y su significado, en la tabla 1.2.1.

1.3. Arreglo del diagrama:

Un arreglo bien planeado del diagrama de flujo, puede contribuir bastante a asegurar una eficiente y alta calidad de mano de obra en todas las etapas del trabajo. Si cuando se dibuja el diagrama de flujo se tiene cierta idea del plano real de la distribución de la planta, es muy útil arreglar el diagrama de manera similar en la medida de lo práctico. Dicho arreglo ayuda al personal de distribución de equipo y a los diseñadores de tubería para visualizar la planta más rápidamente y evita el sobreesentamiento de una línea que en realidad puede ser más corta, pero que aparece larga debido al diagrama de flujo.

1.4. Nomenclatura de Controles Básicos:

Se habrán de indicar sólo los elementos de control básicos del proceso para:

P = Presión

T = Temperatura

F = Flujo

L = Nivel

Ahora bien, en el diagrama de flujo de proceso, sólo se debe mencionar el:

-Elemento primario de medición:

Todo aquel componente de un instrumento o de un circuito de instrumentación capaz de detectar o inducir en forma directa, una magnitud escalar relacionada con la variable que se desea medir o controlar. Ejemplos de elementos primarios de medición para las anteriores variables son:

TABLA 1.1

CLAVE.	DESCRIPCION.
BA	CALENTADORES A FUEGO DIRECTO.
DA	TORRES: EMPACADAS DE DESTILACION, ABSORBEDORES.
DC	REACTORES.
EA	CAMBIADORES DE CALOR: ENFRIADORES, VAPORIZADORES.
EB	CAJA ENFRIADORA (SOLO AIRE)
EC	EQUIPO ESPECIAL DE INTERCAMBIO DE CALOR.
EE	EYECTOR.
FA	RECIPIENTES DE PROCESO: ACUMULADORES, TANQUES DE ALMACENAMIENTO A PRESION.
FB	TANQUES DE ALMACENAMIENTO A PRESION ATMOSFERICA.
FC	SEPARADORES CICLONICOS.
FG	FILTRO DE CARTUCHO.
FE	FOSAS Y DEPOSITOS.
GA	BOMBAS.
GB	COMPRESORES, SOPLADORES, BOMBAS DE VACIO.
GC	EXPANSORES.
GD	AGITADORES DE PROPELA.

TABLA 1.2

T-PLAT	T-PCRD	T-EMPC	HORND	REACTOR	COMP-CEN	COMP-REC	BOMB-CEN	BOMB-REC
ESFERA	ABSORB	SEP-V	HORN-ROT	CRISTDOR	TURBINA	ESPEDDOR	EVAPDOR	EYECTOR
TAN-ATM	TACTF	TAHOR	TSEP	CALDERA	CISTERNA	CHIMENEA	M-BOL	TOLVA
EMPACAD	CICLON	SOLDAIRE	TAMIZADO	FIL-PREN	FILT-RDT	T-ENF	SECADOR	T-TORN
	T-CANGIL		BOMB-SUM	<u>MISCELANEA DE SIMB. DE EQUIPOS</u>				
AL PIE DEL SIMB. APARECE LA CLAVE CON LA CUAL SE INSERTA ESTE AL DIBUJO QUE SE DESARROLLA.								

T A B L A 1.2.1.

C L A V E	NOMBRE DEL EQUIPO
T-PLAT	TORRE DE PLATOS
T-PCRD	TORRE DE PLATOS CON REDUCCION DE DIAMETRO
T-EMPC	TORRE EMPACADA
HORNO	HORNO
REACTOR	REACTOR
COMP-CEN	COMPRESOR CENTRIFUGO
COMP-REC	COMPRESOR RECIPROCANTE
BOMB-CEN	BOMBA CENTRIFUGA
BOMB-REC	BOMBA RECIPROCANTE
ESFERA	ESFERA
ABSORB	ABSORBEDOR
SEP-V	SEPARADOR VERTICAL CON MALLA
HORN-ROT	HORNO ROTATORIO
CRISTDOR	CRISTALIZADOR
TURBINA	TURBINA
ESPEDOR	ESPESADOR
EVAPDOR	EVAPORADOR
EYECTOR	EYECTOR
TAN-ATM	TANQUE ATMOSFERICO
TACTF	TANQUE ATMOSFERICO CON TAPA FLOTANTE
TAHOR	TANQUE HORIZONTAL
TSEP	TANQUE SEPARADOR
CALDERA	CALDERA
CISTERNA	CISTERNA
CHIMENEA	CHIMENEA
M-BOL	MOLINO DE BOLAS
TOLVA	TOLVA
EMPACAD	EMPACADOR
CICLON	CICLON
SOLOAIRE	SOLOAIRE
TAMIZADO	TAMIZADOR
FIL-PREN	FILTRO PRENSA
FILT-ROT	FILTRO ROTATORIO
T-ENF	TORRE DE ENFRIAMIENTO
SECADOR	SECADOR
T-TORN	TRANSPORTADOR DE TORNILLO
T-CANGIL	TRANSPORTADOR DE CANGILONES
BOMB-SUM	BOMBA SUMERGIDA

FLUJO	PRESION	TEMPERATURA	NIVEL
P. de orif.	Diaphragma	Termopar	Flotador
Venturi	Fuelles	B. de resis.	Desplazador
Turbina	--	--	Electrodo
Tobera	--	--	--
Tubo pitot	--	--	--

-Elemento final de control:

Todo aquel dispositivo o aparato que ejecuta la acción correctiva mediante regulación de la llamada variable manipulada. La Sociedad Norteamericana de Instrumentos (The Instruments Society of America), ha preparado un conjunto de símbolos estándar para instrumentos, los cuales deben ser observados para evitar confusiones. Dichos símbolos se reproducen en la tabla 1.3. Por lo general, en el símbolo se incluye el número de instrumento, tal como se muestra en la tabulación. Para ayudar en el diseño de la tubería, los tamaños de las válvulas de control y de las válvulas de alivio, deben aparecer junto a ellas.

1.5. Lista de Equipo:

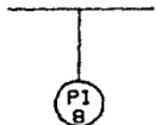
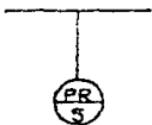
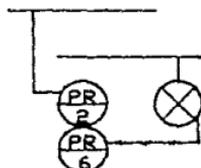
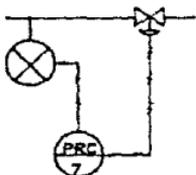
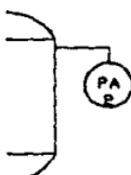
En este documento se indican todos los equipos que están involucrados en el proceso y que deben ser considerados en la elaboración de los diagramas de flujo. La lista de equipo contiene lo indicado a continuación:

Por ejemplo, para determinada sección de un proceso:

CLAVE	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
BA-601	Calentador de gas de regeneración	10,000 BTU/HR
DA-602	Torre desmetanizadora	D.I. = 1800 mm T.T. = 15,000 mm
EA-603	Enfriador de gas de carga	12,000 BTU/HR
GA-601	Bomba de fondos de torre desmetra.	QD= 420 GPM PD= 340 psi.

TABLA 1.3 SIMBOLOS DEL PLANO DE INSTRUMENTACION PARA FLUIDO

SIMBOLOS TÍPICOS PARA INSTRUMENTACION PARA PRESION

INDICADOR DE PRESION
MONTADO LOCALMENTEREGISTRADOR DE PRESION
MONTADO EN TABLEROREGISTRADOR DE PRESION
DE DOS PLUMAS
MONTADO EN TABLERO
TRANSMISION NEUMATICA
DE UNA PLUMAREGISTRADOR CONTROLADOR
DE PRESION
TRANSMISION NEUMATICA CON
RECEPTOR MONTADO EN
TABLERO

ALARMA LOCAL DE PRESION

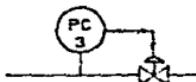
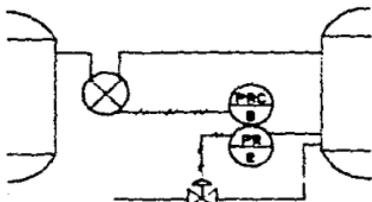
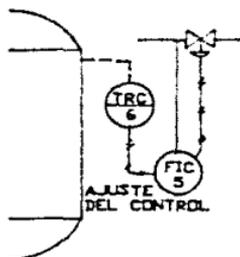
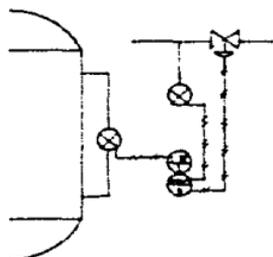
VALVULA REGULADORA DE PRESION
DE ACCION PROPIA
INTEGRALCONTROLADOR DE PRESION
TIPO CIEGO DEL CONTROLADOR
SE DEBE MOSTRAR
DIRECTAMENTE ENCIMA DEL
DIAGRAMA SI ASI ESTA MONTADOREGISTRADOR CONTROLADOR
DIFERENCIAL DE PRESION
TRANSMISION NEUMATICA
CON REGISTRADOR DE PRESION
INSTRUMENTO COMBINADO
MONTADO EN TABLERO

TABLA 1.3 SIMBOLOS DEL PLANO DE INSTRUMENTACION PARA FLUJO

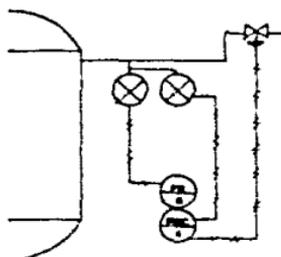
SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTACION PARA INSTRUMENTOS COMBINADOS



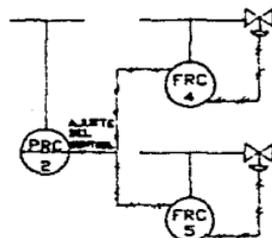
REGISTRADOR CONTROLADOR DE TEMPERATURA MONTADO EN TABLERO REAJUSTE LOCALMENTE MONTADO DE INDICADOR CONTROLADOR DE FLUJO. NOTARSE QUE EL AJUSTE DEL CONTROL DEBE MOSTRARSE A UN LADO DE LA LÍNEA DE AZÚCAR PARA INDICAR UN CONTROL EN CASCADA.



REGISTRADOR CONTROLADOR DE FLUJO CON REGISTRO DE NIVEL. AMBOS ELEMENTOS CON TRANSMISIÓN NEUMÁTICA. TRANSMISOR DE NIVEL TIPO EXTERNO. RECEPTOR COMBINADO MONTADO EN TABLERO.



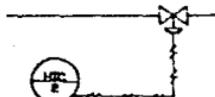
REGISTRADOR CONTROLADOR DE PRESIÓN CON REGISTRO DE FLUJO. AMBOS ELEMENTOS CON TRANSMISIÓN NEUMÁTICA. RECEPTOR COMBINADO MONTADO EN TABLERO.



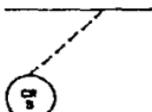
REGISTRADOR CONTROLADOR DE PRESIÓN MONTADO EN TABLERO REAJUSTE LOCALMENTE MONTADO DE REGISTRADORES CONTROLADORES DE FLUJO.

TABLA L3 SIMBOLOS DEL PLANO DE INSTRUMENTACION PARA FLUJO

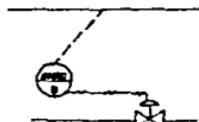
SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTACION DIVERSOS



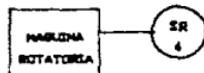
CONTROLADOR NEUMÁTICO
DE OPERACION MANUAL
MONTADO EN TABLERO
CON INDICACION.



REGISTRADOR DE
CONDUCTIVIDAD.
MONTADO LOCALMENTE



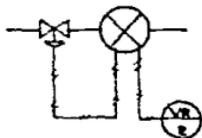
REGISTRADOR CONTROLADOR
DE PH MONTADO EN
TABLERO.



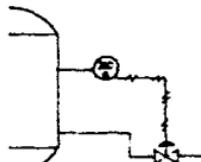
REGISTRADOR DE
VELOCIDAD
MONTADO LO-
CALMENTE.



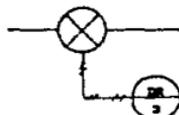
TRANSPORTADOR DE BANDA
REGISTRADOR DE PESO
MONTADO LOCALMENTE



REGISTRADOR DE VIS-
COSIDAD, CON TRAN-
SMISION NEUMÁTICA.
MONTADO EN TABLERO.
ELEMENTO EN LA LÍNEA
DE MUESTRO DE FLUJO



CONTROLADOR DE
DENSIDAD CIEGO.
TIPO ELEMENTO
INTERNO.



REGISTRADOR DE DEN-
SIDAD.
TRANSMISION NEUMÁTICA
MONTADO EN TABLERO
ELEMENTO EN LA LÍNEA
DE MUESTRO DEL FLUJO



REGISTRADOR DE
HUMEDAD.
MONTADO LOCALMENTE.

En la tabla 1.4 se reproducen las características más usuales a detallar.

1.6. Tipos de Diagramas de Flujo:

1.6.1. Diagrama Gráfico de Flujo:

El diagrama gráfico de flujo (fig. 1), se utiliza con más frecuencia en publicidad, reportes financieros de compañías e informes técnicos, en los cuales ciertas características del diagrama de flujo, requieren énfasis adicional. Pocas reglas pueden sugerirse para este tipo de diagramas dado que muchas veces, cierta desusada originalidad, logra más efectividad para el propósito deseado. Este diagrama debe presentar de manera clara la información deseada y de un modo fácil de apreciar que, además de novedoso, sea informativo.

1.6.2. Diagrama Esquemático de Flujo:

Parece aconsejable sugerir el menor número de reglas a seguir en la elaboración de diagramas esquemáticos. Por naturaleza, deben ser individualísticos, ya que se usan para propósitos muy variados. Cuando se emplean para explicar un proceso o modo de operación a un colega, a un superior o a un cliente, la originalidad proporciona con frecuencia el énfasis necesario. La claridad, sin embargo, nunca debe ser sacrificada y, para asegurar esta claridad, el auditorio debe ser tenido en cuenta.

Este tipo de diagramas es de los más simples y poco descriptivo en cuanto a su forma. Como su nombre lo indica, consiste de cuadros que por lo general representan una sola operación unitaria en una planta o bien, toda una sección de la planta. Estos cuadros están conectados por flechas que indican la secuencia de flujo. En la fig. 2, se muestra un ejemplo de tales diagramas. El diagrama de cuadros es en extremo útil en las etapas iniciales de un estudio de proceso y es particularmente valioso para presentar los resultados de estudios económicos u operaciones, ya que dentro de los cuadros, pueden colocarse los datos significativos.

TABLA 1.4

EQUIPO.	CARACTERISTICAS.	DETALLES.
1.- RECIPIENTES VERTICALES Y HORIZONTALES.	DIMENSIONES: - ALTURA T-T - DIAMETRO INTERNO	ELEVACION A TANGENTE DESDE NPT INTERNOS DEL RECIPIENTE.
2.- INTERCAMBIADORES DE CALOR.	- CARGA TERMICA - AREA DE TRANFERENCIA.	PARA CONDENSADORES Y REHERVIDORES SE MUESTRA ELEVAC.
3.- HORNOS.	- CARGA TERMICA.	
4.- CALDERAS.	- CAPACIDAD - PRESION DE DISEÑO. - TIPO DE CALDERA.	
5.- TORRES DE ENFRIAMIENTO.	- TIPO. - CAPACIDAD.	
6.- TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	- CAPACIDAD. - DIMENSIONES: DIAMETRO. ALTURA.	
7.- BOMBAS.	- CAPACIDAD. - NPSH.	
8.- COMPRESORES.	- POTENCIA. - CAPACIDAD.	

1.6.3. Diagrama de Flujo de Proceso:

Este tipo de diagrama es utilizado con mayor frecuencia por el ingeniero de proceso (fig. 3), en trabajos de diseño y en estudios de proceso. Debe estar dibujado de tal manera que el flujo y las operaciones del proceso destaquen de inmediato. Esto se logra omitiendo todo excepto, los detalles esenciales, utilizando frecuentes flechas para indicar la dirección del flujo, empleando líneas más gruesas para las líneas principales de flujo, e indicando condiciones de operación como son temperaturas, presiones y cantidades de flujo en diversos puntos significativos del diagrama.

Se presentan ciertos datos pertinentes del diseño de proceso tales como, la capacidad en servicio de intercambiadores de calor, datos de diseño de recipientes y, requerimientos especiales como las elevaciones requeridas de ciertos equipos. En estos diagramas a menudo, se usan símbolos convencionales para renglones estándar de equipo, tales como bombas y cambiadores de calor. Excepto, cuando se necesitan para darle claridad al proceso, las válvulas, líneas de servicio y partes de repuesto del equipo, se omiten. Únicamente se ilustran instrumentos básicos al control del proceso.

Los principales criterios para un buen diagrama de flujo de proceso, son la claridad, la exactitud y la utilidad. Este diagrama se usa en todas las fases iniciales del diseño de la planta y muchos ingenieros deben verlo y comprenderlo. Es a partir de este diagrama que se desarrolla el diagrama más completo de ingeniería de flujo. No es fácil dar el énfasis suficiente a la importancia de un trabajo cuidadoso, como de artífice, en el diagrama de flujo de proceso.

1.6.4. Diagrama de Ingeniería de Flujo:

Durante las etapas iniciales del estudio y desarrollo del proceso, los diversos diagramas de flujo sirven bastante bien. Cuando los cálculos de proceso están terminados y se ha hecho el contrato de construcción, se requiere el diagrama de ingeniería más completo.

FIG.1 DIAGRAMA GRAFICO DE FLUJO : PLANTA DE AMONIACO

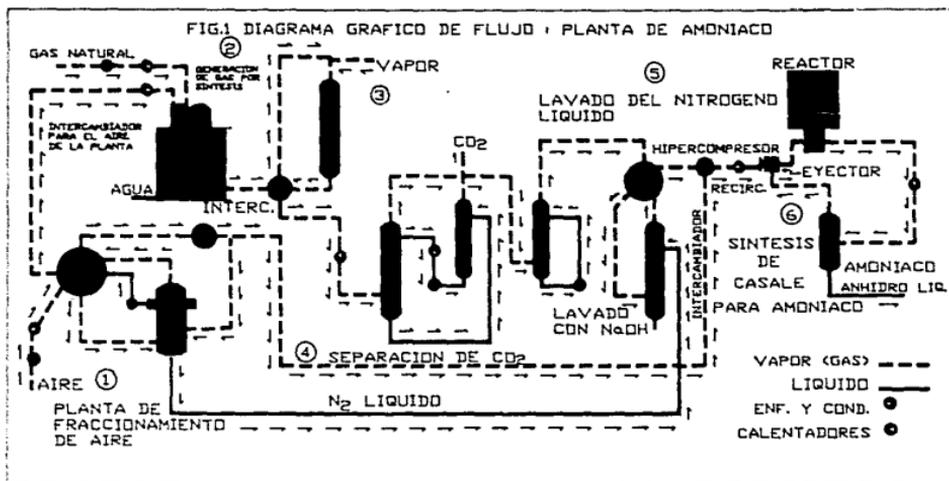


FIG. 2 DIAGRAMA DE CUADROS PARA UNA PLANTA DE ETILENO.

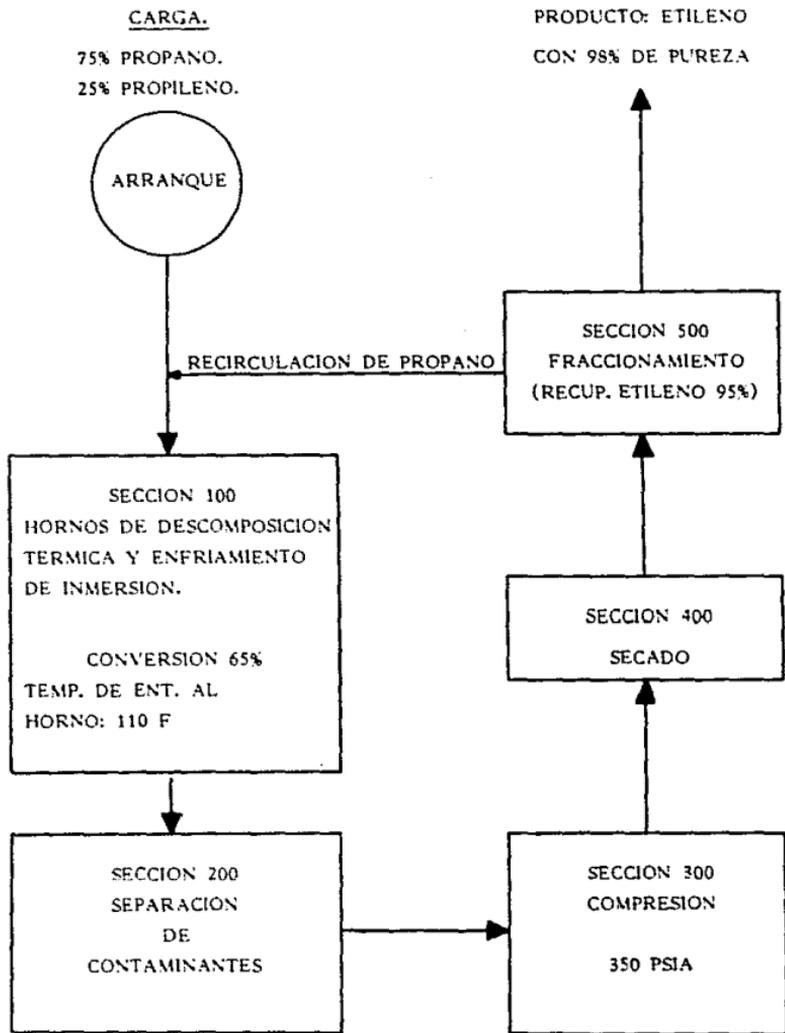
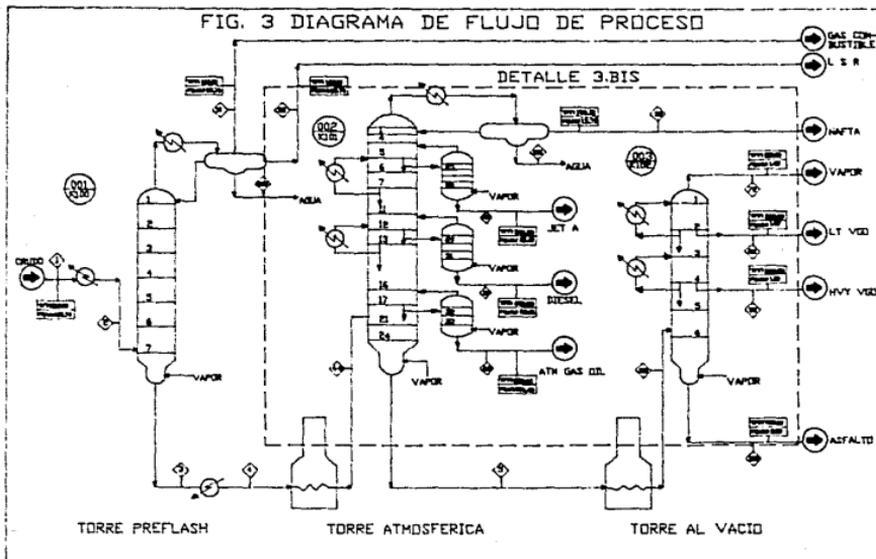
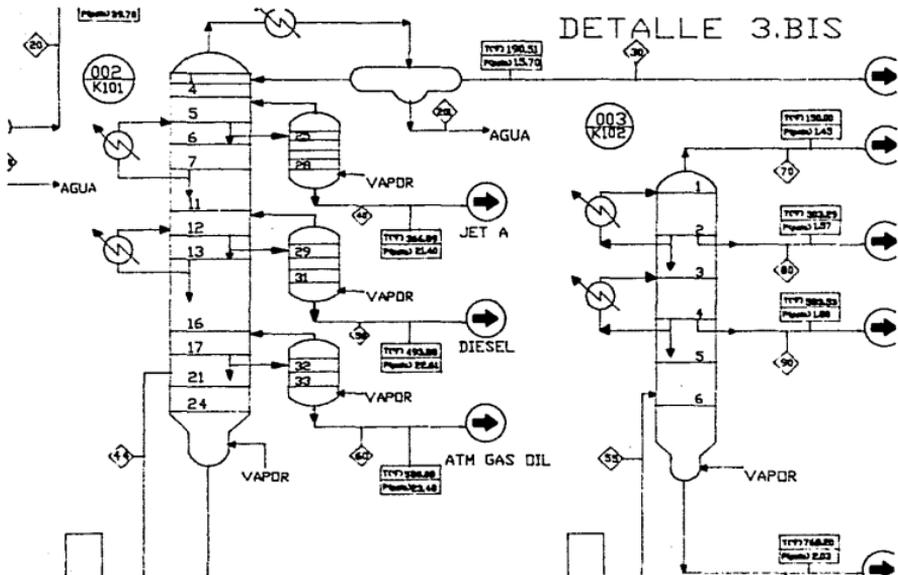


FIG. 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



DETALLE 3.BIS



Para comprender lo que se necesita en este diagrama, se debe entender su uso. En una firma de ingeniería, el diagrama de flujo es la fuente central de información para todos los grupos de diseño. Estos grupos incluyen diseñadores en los aspectos eléctricos, de tuberías, estructuras, instrumentos, bombas y compresores. Dicho diagrama sirve como un lugar de reunión para los ingenieros de diseño y los ejecutivos. Dado que tantas personas de diferentes disciplinas se deben referir a él, la estandarización es muy importante con objeto de evitar confusiones innecesarias. Ninguna información importante debe ser omitida ni información inútil debe ser incluida.

CAPITULO 2

Información contenida en un D.F.P.

2.1. Equipo principal:

En el diagrama de flujo de proceso, se muestran los equipos que intervienen y con una notación, a aquellos que tienen equipo de relevo, es decir, si existen en el proceso dos o tres bombas, en el diagrama se dibuja el símbolo de una sola y con una letra se hace notar que existen más unidades.

Los apuntes diagramáticos se hacen a modo de asemejarse lo más posible al equipo, ayudando así, a la visualización de los equipos individuales por parte de todos los usuarios del diagrama. Por lo general, se emplean sencillas vistas de elevación pero, alteradas de tal modo, que todas las conexiones aparezcan sobre el plano del diagrama. Este procedimiento se sigue por su simplicidad. Las boquillas se localizan en la posición relativa apropiada, es decir, en el plan apropiado en una columna de fraccionamiento.

No es práctico hacer estos diagramas a escala, puesto que, los equipos más pequeños serían reducidos a tamaños indebidos. Sin embargo, se recomienda conservar una cierta proporción en las diferencias relativas de tamaños, lo cual a veces se puede lograr utilizando diferente escala en lo horizontal que en lo vertical.

En atención a que el equipo varía considerablemente, no es posible tener apuntes diagramáticos para cada renglón individual no obstante, las representaciones de bombas, motores y turbinas, pueden ser estandarizadas. Adyacente a cada renglón de equipo, se debe proporcionar cierta información esencial. Estas notaciones deben suministrar de una manera concisa los datos requeridos por cada usuario del diagrama. La experiencia ha dictado la información que requieren ciertos renglones comunes de equipo como bombas y recipientes.

Para equipo especial, con frecuencia se dan las dimensiones globales y las principales características de operación. En las tablas 1.1 y 1.2, se muestran algunas de las notaciones para los equipos y los símbolos usados en la elaboración de diagramas de flujo de proceso.

2.2. Numeración individual:

A todas las unidades del equipo, se les debe asignar un número individual que debe aparecer sobre o junto al equipo de que se trate. Si el sistema de numeración individual se planea con cuidado, ayuda en forma incommensurable en el uso del diagrama de flujo y en la ejecución de todas las fases del trabajo de diseño y construcción.

Un sistema típico que ha sido empleado con éxito en donde la unidad de proceso está dividida en áreas o secciones, utiliza una clave como, por ejemplo, GA-101. Las letras indican el tipo de equipo, en este caso, una bomba; el 101 indica que la bomba es la número uno en la área 100. Si esta bomba tiene un repuesto idéntico, este puede denominarse GA-101-A.

2.3. Información de Proceso:

También debe proporcionarse una lista con la información importante sobre el proceso. Las siguientes son sugerencias importantes para diversos renglones comunes de equipo, como bombas y recipientes. Por ejemplo:

Recipientes:

Servicio

Diámetro, altura y espesor

Características especiales

Cond. de diseño

Cond. de operación

Intercambiadores de calor:

Servicio

Presión diferencial

Area de transferencia de calor

Carga térmica (BTU/HR)

Cond. de diseño

Temperatura y presión a la entrada y salida

Bombas:

Servicio

Tamaño y tipo

Flujo, tipo de fluido y caída de presión

Temperatura de la bomba

Densidad a la temperatura de la bomba

NPSH

Compresores:

Servicio

No. de pasos

Cond. de succión

Succión en el primer paso

Succión en el segundo paso

Descarga en el segundo paso

BHP (potencia al freno) primer paso

BHP en el segundo paso

Capacidad

La mayoría de esta información, debe ser proporcionada en las hojas de datos.

2.4. Tuberías y válvulas:

En los diagramas de flujo de proceso, se muestran todas las líneas de proceso y líneas de servicios para el equipo de proceso. A menudo, las líneas de proceso principal se dibujan con línea más gruesa a manera de que la secuencia del flujo primario sea más evidente.

Las líneas de servicios se dibujan usando varios símbolos para permitir una fácil diferenciación de dichos servicios. Las flechas se usan siempre que sea necesario para ayudar a seguir el flujo. Todas las válvulas se indican, incluyendo las de retención, pero las bridas y los accesorios no se muestran excepto en el equipo. En la tabla 2.1. se muestran los símbolos comunes para las válvulas y símbolos especiales para el diagrama de flujo de proceso y, como ya se mencionó, para D.T.I. La tabla 2.1.1. contiene un listado de las claves de la tabla 2.1. y en una segunda parte, los accesorios usados para D.F.P.'s y D.T.I.'s. Tamaños de válvulas diferentes al de la línea se muestran adyacentes a la válvula.

A manera sólo de información, el diseñador de tuberías utiliza un D.T.I. como su principal fuente de información, muchos datos deben ser proporcionados en el diagrama. Se deben suministrar temperaturas, presiones, flujos y descripción de los fluidos. Además, deben darse las especificaciones para las líneas a modo de que, para cada línea, también se conozcan el tamaño y material de la tubería, clase de bridas y capacidad normal de válvulas y accesorios. Esta información puede ser convenientemente proporcionada por medio de un sistema de numeración de líneas, en la cual, cada línea que va de un equipo a otro, tiene un número individual. Estos números pueden registrarse en las mismas formas en que se registra el flujo, presión, temperatura y tipo de fluido.

Siempre que el tamaño o la especificación de la línea cambia, el número de la línea también cambia. Para evitar confusiones, cuando una línea se cancela, se elimina un número de línea. El número de línea puede incluir la designación del área.

TABLA 2.1

V-D-N	V-ANG	V-BOL	V-F-C	V-DESC	V-MAR	V-P-C	V-CHECK	V-AMDR
V-APAG	V-DIAF	V-CDIAF	V-CDIAFA	V-CDIAF3	V-D-E	V-COMP	V-GLOBD	V-AGUJA
V-N-R	V-D-P	V-TAPON	V-3VIAS	V-4VIAS	V-R-D	V-EXP	V-VDD	V-S-A
V-D-C	V-YE	V-SEG	C-MANG	T-D-V	EST-S	CONT	S-A-P	REDUCT



SIMB2



SIMB1

MISCELANEA DE VALVULAS Y SIMB. ESPECIALES
 AL PIE DEL SIMB. APARECE LA CLAVE CON LA CUAL
 SE INSERTA ESTE AL DIBUJO QUE SE DESARROLLA.

T A B L A 2.1.1.

CLAVE	NOMBRE
V-O-N	V. operada neumáticamente
V-ANG	V. de ángulo
V-BOL	V. de bola
V-F-C	V. de fuelles cerrados
V-DESC	V. de descarga o purga
V-MAR	V. mariposa
V-P-C	V. de puerto caracterizado
V-CHECK	V. check
V-AMDR	V. de alivio montada con disco de ruptura
V-APAG	V. de apagado
V-DIAF	V. de diafragma
V-CDIAF	V. de control de diafragma
V-CDIAFA	V. de control de diafragma angular
V-CDIAF3	V. de control de diafragma de 3 vías
V-O-E	V. operada eléctricamente
V-COMP	V. de compuerta
V-GLOBO	V. globo
V-AGUJA	V. de aguja
V-N-R	V. de no retorno (recta o angular)
V-O-P	V. operada con pistón (aire o aceite)
V-TAPON	V. tapón
V-3VIAS	V. de tres vías
V-4VIAS	V. de cuatro vías
V-R-O	V. de fácil operación
V-EXP	V. de expansión
V-VOD	V. de venteo o drene
V-S-A	V. de seguridad de alivio
V-D-C	V. de corredera
V-YE	V. ye
V-SEG	V. de seguridad
C-MANG	Conexión a manguera
T-D-V	Trampa de vapor
EST-S	Estación de servicio #:
CONT	Continúa en #:
S-A-P	S. de alimentaciones y salida de productos
REDUCT	Reductor de diámetro
SIMB1	Banderola para señalar cond. de temperatura y presión en líneas principales.
SIMB2	Símbolo para numerar corrientes

2.5. Condiciones de Operación:

Siendo el elemento esencial y base para partir en el diseño y erección de una planta, el diagrama de flujo contiene información de las condiciones de operación de las corrientes involucradas en el proceso. Estas son marcadas en forma de cuadros o banderas sobre las corrientes del diagrama de flujo con el fin de facilitar la comprensión y entendimiento de la persona que lo maneje.

Las principales variables a mencionar son las siguientes:

- Presión
- Temperatura
- Flujo
- Densidad relativa
- Viscosidad
- Composición

2.6. Controles básicos e instrumentación:

Las plantas más grandes y complicadas, descansan en la instrumentación la cual, constituye los nervios y el cerebro de los modernos procesos industriales, para controlar la calidad del producto y mantener dentro del proceso las condiciones requeridas para una operación segura y eficiente.

Sin aparatos automáticos para medir y controlar, muchos de estos procesos no podrían simplemente existir, ya que los instrumentos pueden detectar condiciones y tomar acciones de control más rápido y de manera más precisa que el operador humano, y de verdad, la velocidad y complejidad de las plantas modernas es tal, que el hombre no podría simplemente darse abasto.

La utilización de la instrumentación contráe beneficios económicos no solamente porque ahorra trabajo, sino también, porque a través de un control más preciso y rápido, se mejora la calidad del producto, se reducen desperdicios y se permite que el proceso sea operado en su punto

de mayor eficiencia y, no menos importante, es la contribución que la instrumentación del proceso hace para el confort y dignidad de aquellos que trabajan en la industria ya que los libera de muchas de las tareas más arduas y peligrosas.

Los circuitos de instrumentación pueden utilizar medios de actuación tales como: presión neumática, hidráulica, corriente eléctrica e inclusive, pueden haber combinaciones híbridas; y los dispositivos que forman los medios de medición, el control automático y algunos otros posibles, se conocen como instrumentos.

En el diagrama de flujo debe mostrarse toda la instrumentación para el control, registro e indicación básicos de la planta en operación. Por lo general, el Ingeniero de Proceso indica de manera esquemática la instrumentación en el diagrama de flujo de proceso. Posteriormente, este diagrama se "ingenieriza" y se adiciona al diagrama de ingeniería de flujo con toda la otra instrumentación requerida.

2.7. Balances de Masa y Energía:

Es toda aquella información necesaria para analizar las alternativas de procesamiento. Este está basado en la ley general de continuidad:

$$E - S = \text{Continuidad}$$

Dentro de las herramientas empleadas se tienen:

- 1.- Ecuaciones de Edo. (propiedades termodinámicas).
- 2.- Métodos para evaluación de propiedades de transporte.
- 3.- Criterios para la realización de equilibrios físicos.
- 4.- Simuladores de proceso.

2.8. Descripción del proceso:

En este documento se hace la descripción detallada de cada una de las secciones que integran el proceso. En esta descripción, se deben citar las características principales de equipos como son los internos de

ciertos recipientes, tipo de lecho de un reactor, etc. Se deben también mencionar las condiciones de operación de las corrientes principales como son la presión, temperatura, las características de los fluidos que forman parte de las corrientes como son el porcentaje del componente principal, porcentaje de saturación, etc. Los flujos normales (es práctico usar flujos mássicos), las operaciones unitarias involucradas en cada sección del proceso como son filtración, secado, transferencia de calor, transferencia de masa, etc. Se debe también mencionar en la descripción del proceso, las claves de equipo y el empleo de los servicios requeridos para el proceso como son los servicios de vapor, agua de enfriamiento, catalizadores, etc.

2.9. Filosofías Básicas de Operación:

En estas filosofías básicas de operación, se observa la flexibilidad de la planta ya que en ellas, se visualiza lo que pasa con ciertas variables de proceso como son, por ejemplo, la presión y temperatura de una corriente y qué acciones correctivas se deberán de tomar en caso de que alguna de estas variables cambien de manera drástica y alteren la calidad del producto. En sí, en este documento, se deben de preveer las posibles fallas de equipos y/o secciones de proceso y, qué acciones se habrán de llevar a cabo para mantener estable la operación del equipo involucrado o sección de proceso involucrada.

Este documento lo emite el Ing. de Proceso y contempla los siguientes rubros:

A) Las variables de operación y control de proceso:

- Descripción del efecto de las variables en forma cualitativa y la repercusión en el proceso cuando la variable cambia.

- Descripción de la forma con la cual se mantendrán las variables dentro de los rangos de operación relacionados.

B) Operaciones anormales: Este tipo de operaciones descansan en las

bases de diseño y en los criterios de diseño de la planta que básicamente hablan de la flexibilidad que va a dar una planta de proceso. Por ejemplo, la previsión de la posible mezcla de corrientes de distintos puntos.

- Efecto inmediato al salir de operación un equipo.
- Acciones de tipo correctivo.
- Condiciones a las cuales operaría la planta al prescindir del equipo.

C) Operaciones especiales:

- Descripción de la operación de aquellos sistemas, secciones o equipos, es decir, sistemas de torres empacadas o trenes de intercambiadores de calor en donde, se efectúan operaciones de mantenimiento a algunos de los equipos y se mantienen trabajando a los restantes y así, no dejar de producir o provocar paros innecesarios en la planta.
- Descripción de la operación de sistemas de protección continua a equipos como son las válvulas de desfogue, discos de ruptura, amortiguadores de golpes de ariete, etc.

D) Requerimientos de control analíticos de proceso: Sirven para ver que composición tenemos en nuestras corrientes.

- Tipos de análisis en los cuales se establecen técnicas para analizar que cantidad existe del componente de interés en cierta corriente. Estos análisis actúan bajo un código como el A.S.T.M..
- Métodos especiales que se componen de técnicas más sofisticadas en la cuantificación de componentes.
- Análisis continuos los cuales, tienden hacia la parte de control

y en estos análisis se involucran las operaciones de calibración de instrumentos de control de equipos.

2.10. Datos generales sobre el D.F.P.:

Dentro de este punto, se encuentran contenidos todos aquellos datos que son información adicional al diagrama de flujo de proceso y, aunque no son de carácter técnico, su importancia radica en que sirven para llevar un control del trabajo que se desarrolla dentro de la compañía de ingeniería. Esta información se compone básicamente de los datos que identifican el trabajo por lo que, un D.F.P. deberá tener escrito el nombre de la planta o sección incluyendo capacidad. Debe también incluir como un punto aparte el nombre del cliente, localización de la planta, nombre de la compañía de ingeniería, nombre del dibujante, diseñador, supervisor y del que aprueba. En otro espacio, se debe dar el número del dibujo en el que se describe la edición, revisión, descripción y fecha.

En las revisiones de los D.F.P., se tiene la secuencia siguiente:

1.- Preliminar:

Este diagrama es elaborado por el ingeniero de proceso con el objeto de presentarlo a comentarios en la junta de depuración, que se realiza con ese fin y, es elaborado en papel albanene sin calidad de dibujo por el propio ingeniero de proceso.

Información contenida:

- a) Información básica
- b) Simbología
- c) Corrientes principales
- d) Secuencia del proceso
- e) No se establecen exactamente las dimensiones del equipo

2.- Para aprobación:

Este diagrama es elaborado para solicitar la aprobación del cliente.

Información contenida:

- a) Se completa la simbología empleada
- b) Se numeran todas las corrientes
- c) Se completan los balances de masa y energía
- d) Las dimensiones del equipo son más exactas

3.- Para diseño:

Esta revisión se hace tomando en cuenta las recomendaciones hechas por el cliente, en conjunto con la revisión de chequeo cruzado hecha por los departamentos de tuberías e instrumentación.

Información contenida:

- a) Toda la información indicada para la revisión por aprobación
- b) Los instrumentos estarán numerados
- c) Los balances de masa y energía sin cambios
- d) Se solicita información de dimensiones de equipo por folletos del fabricante

4.- Para construcción:

Esta revisión confirmará información pendiente por fabricantes o que se ha ido definiendo por la continuidad del diseño.

Información contenida:

- a) Toda la información indicada para la revisión aprobada para diseño
- b) Confirmación del número de serpentines y de calentadores
- c) Información de fabricantes
- d) En caso de que haya información pendiente, ésta se anotará en una lista y se circularán los pendientes, con el objeto de hacerlos más notorios.
- e) Las dimensiones del equipo son más exactas

CAPITULO 3

Procedimiento de elaboración de D.F.P.(desarrollo).

Para iniciar los diagramas de flujo de proceso, se deben tomar como base, los croquis del mismo hechos por el departamento de proceso, así como de los arreglos de equipo, elaborados en la ingeniería básica, siguiendo los puntos que a continuación se citan:

1.- El primer paso será distribuir los equipos convenientemente, estos no se dibujan a escala pero, se deberá guardar cierta proporción en tamaño y elevación.

2.- Se deberán de dejar espacios libres de aproximadamente 6 cm en la parte superior e inferior para los datos de los equipos (clave y características).

3.- El sentido de flujo de proceso se recomienda que sea de izquierda a derecha aunque esta consideración no es limitativa, ya que en ciertos casos se puede mostrar el sentido del flujo para ciertos equipos en la parte inferior.

4.- La línea exterior de los equipos se deberá mostrar con línea delgada pero firme, mostrando todas las características importantes del equipo como: boquillas, juntas de expansión, serpentines, agitadores y rociadores. Sólo se habrán de trazar las líneas indispensables para aclarar la función del proceso y las conexiones del equipo.

5.- La simbología de los equipos deberá estar de acuerdo con lo indicado en la tabla 1.1. En el caso de que no exista símbolo para algún equipo, se deberá de dibujar el contorno aproximado de éste.

6.- Una vez que se tienen los equipos agrupados convenientemente, se procede a dibujar las interconexiones entre ellos.

7.- La separación entre líneas será dependiendo de la densidad del diagrama pudiendo ser de 1 cm a 1.3 cms.

8.- La simbología de accesorios deberá estar de acuerdo con lo especificado en la tabla 2.1.

9.- Los cambios de dirección serán dibujados en forma recta, y no se mostrarán bridas excepto cuando se requieran bridas ciegas.

10.- Los cruces de líneas deberán hacerse suspendiendo la línea vertical, aunque esto no es limitante ya que, pueden llegar a suspenderse las líneas horizontales; lo que sí tiene que respetarse es que un tipo de línea sea la única a suspender, es decir, o quedan suspendidas las verticales o las horizontales.

11.- El sentido de flujo de las líneas se mostrará mediante flechas en los cambios de dirección.

12.- Las líneas de proceso que continúan o vienen de otro diagrama, se indicarán horizontalmente; cuando una línea llega por la derecha, deberá coincidir por el lado izquierdo del siguiente diagrama y viceversa, en los extremos se indicarán flechas y dentro de éstas, el número del diagrama al que va o del que viene.

13.- Las líneas de servicio que continúan o vienen de otros diagramas, se mostrarán verticalmente, indicando de igual forma el número del diagrama al que van o del que vienen.

14.- El número del equipo deberá aparecer dentro del mismo o lo más cerca posible, este número deberá estar subrayado.

15.- La información de los equipos se deberá mostrar en la parte superior e inferior. Normalmente se muestran por ejemplo, la clave de las bombas en la parte inferior del diagrama y en la parte superior se especifican los demás equipos (intercambiadores de calor, recipientes,

torres, compresores, etc.). La información mostrada se cita a continuación:

- a) El número del equipo subrayado.
- b) El nombre del equipo tal como aparece en la lista de equipo.
- c) Gasto.
- d) Dimensiones generales.
- e) Capacidad.
- f) Material de construcción.

16.- La información acerca del balance de masa y energía, podrá estar colocada en la parte inferior del diagrama en un espacio reservado para ello o en otro pliego en el que se informe a que diagrama pertenece y deberá contener lo siguiente:

- a) No. de corriente.
- b) Componente.
- c) Composición.
- d) Fase.
- e) Temperatura.
- f) Presión.
- g) Entalpía.
- h) Flujo molar.
- i) Flujo másico.
- j) Peso molecular promedio.
- k) Densidad.
- l) Viscosidad.
- m) Calor específico.

17.- Los pendientes se indican encerrándolos en una "nube".

18.- Las notas generales se indicarán en el extremo superior derecho del diagrama de flujo.

Ahora bien, ya que se conocen las reglas que se deben seguir para la

elaboración de un diagrama de flujo de proceso y, recordando que el presente trabajo está apoyado en la metodología de un paquete de diseño asistido por computadora (AutoCAD), y que éste a su vez, se desarrolló mediante la utilización de un lenguaje llamado LISP, es necesario hablar brevemente acerca de lo que es AutoCAD y la programación en LISP.

3.1. AUTOCAD:

AutoCAD le permite, como lo dicen sus tres últimas siglas "CAD", el Diseño Asistido por Computadora y dada la facilidad con la cual, cualquier diseño puede ser hecho, su aplicación es muy extensa pues, ofrece una gran ventaja en el ahorro de tiempo sobre el diseño hecho a mano.

Autocad brinda esta sofisticada tecnología, previamente utilizada en grandes y costosos sistemas, para usarla en microcomputadoras. Virtualmente no hay límite para la creación de dibujos. Si éste puede ser creado a mano, puede ser generado por computadora. Autocad puede usarse para:

- * Dibujos arquitectónicos de todo tipo.
- * Diseño y facilidad de planeación de interiores.
- * Cartas de flujo de trabajo y diagramas organizacionales.
- * Gráficas de cualquier especie.
- * Dibujos aplicados en ingeniería:
 - electrónica
 - química
 - civil
 - mecánica
 - aerospacial
- * Dibujos y otras representaciones de funciones matemáticas y científicas.

La edición Autocad 11.0 es la más reciente pero, una de las características del "hardware" es que, dado el potencial de aplicaciones, requiere del uso de una microcomputadora con una capacidad mínima de 640 Kb, coprocesador y disco de 20 Mb.

3.2. Características principales:

Autocad opera sobre dos niveles para reducir el trabajo requerido en la generación de un dibujo y el tiempo necesario para aprender el sistema. En el primer nivel, Autocad provee un menú de asignaciones que permiten el manejo de iniciación de varias tareas tales como la creación de nuevos dibujos, modificación de dibujos existentes y la impresión de los mismos mediante una impresora o un graficador ("plotter"). El menú principal (Main Menu), aparece en la pantalla cuando es ejecutado Autocad y también, cuando la sesión termina. En el mismo menú, se da acceso a varias partes de Autocad como lo es la interfase entre el Editor de Dibujo (Drawing Editor), y el dispositivo de dibujo (graficador o impresora). Este menú es distinto de los menus utilizables dentro del editor de dibujo.

3.2.1.- Editor de Dibujo:

El editor de dibujo es la parte de Autocad en la cual, el usuario, podrá empezar a dibujar. Cuando el usuario crea un nuevo dibujo o edita uno existente, Autocad carga automáticamente el Editor de Dibujo. Este editor muestra el dibujo y provee comandos para crear, modificar, visualizar e imprimir el dibujo. Cuando el usuario finaliza un trabajo dado, puede salvar o descargar cualquier cambio antes de retornar al menú principal.

3.2.2.- Almacenamiento de datos:

Toda la información acerca del dibujo, el tamaño y posición de cada elemento así como el tamaño del dibujo mismo, son automáticamente detallados con cada comando y esta información es almacenada en el archivo de dibujo cuando el usuario sale de Autocad.

3.2.3.- Puntos y comandos de entrada:

El usuario puede especificar puntos en el dibujo en una variedad de formas. Del teclado, usted puede asignar puntos en coordenadas absolutas o relativas para el punto en cuestión o bien, puede designar puntos por medio del cursor que se controla por medio de las teclas que aparecen con flechas y barrer así el monitor de tal forma que se podrá observar la

posición del punto deseado. De la versión 9.0 en adelante, esto sólo se puede realizar mediante un dispositivo de trazo llamado "mouse". De igual forma, el usuario puede usar los comandos digitando directamente el nombre del comando o seleccionando éste del menú que aparece a la derecha de la pantalla por medio del cursor.

3.2.4.- Objetos dentro del dibujo:

Los objetos dentro de un dibujo pueden ser simples o complejos. Autocad provee la habilidad para construir objetos complejos de uno simple y manipularlo como una unidad. El usuario puede construir arreglos rectangulares o circulares (modelos), de objetos y puede aún insertar entidades de dibujo dentro de otro que se esté elaborando.

3.2.5.- Entidades:

Las entidades son elementos predefinidos que usted puede introducir en un dibujo con un simple comando. Autocad ofrece los siguientes tipos de entidades:

Líneas	Trazos	Puntos	Círculos
Arcos	Textos	Sólidos	Polilíneas
Bloques			

Las líneas, arcos y círculos pueden ser dibujados con varios tipos de líneas. También se pueden dibujar textos en una variedad de estilos, con letras de cualquier tamaño y orientadas en cualquier ángulo.

Los trazos son líneas sólidas de cualquier ancho que usted especifique. Los bloques son objetos compuestos por grupos formados de otros objetos. Las polilíneas son líneas y arcos conectados con la opción de escoger el tipo de línea: punteada, continua, etc., y el ancho.

3.2.6.- Inserción de dibujos:

Esta característica potente de Autocad permite tratar un dibujo existente (almacenado en un disco), como un bloque y de esa forma, insertarlo dentro de un dibujo que usted esté creando o modificando. Entonces usted puede interactivamente construir una parte de un dibujo, almacenarlo en un archivo regular de Autocad y entonces insertarlo cuantas veces subsecuentes guste hacerlo.

Usando este mecanismo, el usuario puede construir archivos de símbolos y componentes usados en sus dibujos de trabajo. Las partes que el usuario crea por inserción, pueden contener cualquier número y tipo de entidades. Una vez insertada esta parte, es tratada como una entidad y puede ser movida o borrada como una simple unidad.

3.2.7.- Capas, colores y tipos de líneas:

El usuario puede asignar varias porciones de su dibujo a diferentes capas. Las capas permiten la visualización e impresión de aspectos de un dibujo separadamente o en cualquier combinación. Por ejemplo, un dibujo puede contener el plano de un piso para una casa sobre una capa, el cableado eléctrico sobre una segunda capa y la tubería sobre una tercera. El usuario puede dibujar o imprimir el plano del piso y el cableado eléctrico y, entonces, volver a dibujar el plano del piso con la tubería incluida también. Un color y un tipo de línea están asociados con cada capa de dibujo. El color es un número entero comprendido entre 1 y 255, que selecciona un color para ser dibujado sobre el monitor. Un tipo de línea es una secuencia específica de líneas alternando segmentos y espacios. Usando estas propiedades, el usuario puede asignar un color diferente para los trazos a cada lado del rectángulo que conforma la pantalla.

Similarmente, en dibujos de partes mecánicas o planos arquitectónicos, el usuario puede asignar un tipo de línea especial para líneas centrales o con propiedades de contorno. Nombres estándar han sido asignados para los primeros números de colores, pero los colores dependen del dispositivo a usar en la impresión del dibujo. Para aparatos donde se tenga un monitor monocromático, el número del color no tiene obviamente efecto, sin embargo, aunque el monitor sea monocromático, se puede asignar el número de un color si se cuenta con un graficador que contenga plumas de colores (plotter), con el cual se podrá realizar un dibujo a color realizado en computadora.

3.3. LISP:

LISP es uno de los más antiguos lenguajes de programación. Fue concebido hacia 1957 en el Instituto Tecnológico de Massachussets. El término LISP, se deriva de "LIST Processing" (tratamiento de listas), y las "listas" son medios frecuentemente naturales y cómodos para representar informaciones estructuradas complejas, sean numéricas o no; por ejemplo, un texto.

Al principio, LISP se utilizó para investigar en ámbitos tales como la demostración de teoremas de matemáticas o en la producción de planes de acción para robots. Por este hecho, rápidamente recibió la etiqueta de "lenguaje de tratamiento simbólico" pero, desde hace un cuarto de siglo, LISP acompaña a muchas disciplinas como la arquitectura, la medicina, la biología y muy recientemente, a la inteligencia artificial.

El hecho de ser un lenguaje por medio del cual, se pueden realizar programas para el manejo de símbolos, hace que la Ingeniería Química, se sume a las disciplinas en las que LISP tiene mucha utilidad pues, como se ha mencionado en el punto 3.1., en el que se habla sobre Autocad, es con base en este lenguaje que se han desarrollado paquetes que permiten el diseño y el dibujo aplicados a distintas ramas de la ingeniería. Este trabajo está enfocado al desarrollo de los diagramas de flujo de proceso pero, bien puede construirse un programa "maestro" donde todos los planos contenidos en las distintas fases de un proyecto, se hagan de manera rápida y con alta calidad ya que, se podría tener una serie de menús y submenús en los que se podría escoger el plano a diseñar.

Por ejemplo, dentro de la Ingeniería Básica, es necesario desarrollar documentos como un diagrama de flujo de proceso (D.F.P.), diagrama de tubería e instrumentación (D.T.I.) y plano de localización de equipo; en la Ingeniería de Detalle, se necesitan los anteriores y se construyen otros como los diagramas unifilares (D.U.), planos concernientes al diseño civil-acero, de tuberías, etc. Entonces, este programa "maestro" contemplaría en un menú principal a todos los documentos anteriormente señalados y dentro de distintos submenús, toda la simbología usada para el diseño de cada uno de ellos contribuyendo aún

más, al ahorro de tiempo en horas-hombre y esto, definitivamente, en la repercusión económica que lleva un buen manejo de los recursos materiales y humanos en la terminación de un proyecto.

Hoy en día, LISP está disponible en la mayoría de los ordenadores, grandes o pequeños, incluso en microordenadores tan populares como el Apple II, el Macintosh o el IBM PC. Desde luego, de un ordenador a otro, LISP toma la forma de "dialectos" variados.

A continuación, hablaremos de manera breve de las expresiones y variables más usadas dentro de LISP por medio de las cuales se desarrolló el programa para agilizar el desarrollo de D.F.P.. No entra en el contexto de éste trabajo el de profundizar en el lenguaje de LISP, por lo que sólo se citarán las expresiones y variables básicas de AutoLISP que están contenidas en AutoCAD y, qué acción generan dentro de un programa.

3.3.1.- Expresiones AutoLISP:

Todas las expresiones AutoLISP son de la forma:

(función-nombre <argumentos>...)

Cada expresión inicia con un paréntesis a la izquierda y consiste de una función-nombre, es decir, vocablos predefinidos cuyo papel se ha fijado previamente a la intervención de cualquier usuario de dicho lenguaje. Por ejemplo, en AutoLISP, las funciones "CAR", "CDR", "QUOTE", presentes en las listas precedentes están predefinidos y se les conoce también como "átomos primitivos". Los "átomos" obtenidos por yuxtaposiciones de cifras como "25", también se consideran como predefinidos; no es que AutoLISP conozca todos los números, sino que es capaz de separar y explotar como tales las unidades, decenas, centenas, etc.. Se les llama átomos primitivos numéricos o "átomos numéricos". Ahora bien, así como se inició la expresión abriendo paréntesis (tantos como se necesiten), se deberá de finalizar la expresión cerrando todos los paréntesis que se abrieron y cada expresión devolverá un valor que puede ser usado por una expresión circundante; si no existe ésta, AutoLISP devuelve el valor a Autocad.

Sí el usuario entra una expresión en AutoLISP en respuesta a la proposición "Command:" de AutoCAD, el valor de la expresión es simplemente mostrada en la pantalla. Aunque la proposición "Command:", no aparezca, usted puede entrar un comando de AutoCAD de la manera usual. La proposición "Command:", volverá a aparecer cuando la ejecución del próximo comando haya sido completa.

Sí una expresión incorrecta es entrada o leída de un archivo, AutoLISP muestra el siguiente mensaje:

```
n>
```

donde "n" es un entero indicando cuántos niveles de paréntesis abiertos no han sido cerrados por lo que, se deberá de dar el número correspondiente al orden en que se abrieron y salir de esta condición.

3.3.2.- Variables AutoLISP:

Las variables en AutoLISP pueden ser de cuatro formas: enteras, reales, puntuales y s-expresiones (expresiones simbólicas). Variables de esta clase, son fijadas automáticamente al tipo de valor asignado y, estos valores son retenidos hasta ser nuevamente asignados o hasta finalizar la sesión dentro del editor de dibujo.

El usuario puede llamar a sus variables como él deseé, cuidando que el primer caracter sea alfabético. La constante "pi" es preestablecida para el valor de pi. En AutoLISP, la función "setq" es usada para asignar valores a variables. El formato es:

```
(setq variable-nombre valor)
```

La función "setq" asigna el valor especificado a la variable cuyo nombre es dado. Esta también devuelve el valor como resultado de la aplicación de la función dada. Sí usted usa "setq" cuando AutoCAD esta en la edición "Command:", podrá establecer la variable y mostrar en pantalla el valor asignado. Note que los paréntesis alrededor de esta expresión son requeridos. A continuación se citan tres ejemplos:

```
(setq k 3)
```

```
(setq x 3.875)
(setq capa "EXTERIORES")
```

Estas expresiones asignan valores para una variable entera, una real y una expresión simbólica respectivamente.

Variables puntuales son un tópicó más complicado dado que contienen componentes X,Y y opcionalmente Z. Los puntos son expresados como listas de dos o tres números rodeados por paréntesis como:

```
(3.875 1.23)
(88.0 14.77 3.14)
```

El primer dato en la lista es la componente X del punto y el segundo es la componente Y, y el tercero (sí se presenta), la componente Z. Se puede usar otra función como parte de la estructura misma llamada "list", para formar tales listas:

```
(list 3.875 1.23)
(list 88.0 14.77 3.14)
```

Entonces para asignar coordenadas particulares para un punto variable, el usuario puede usar una de las siguientes expresiones:

```
(setq pt (list 3.875 1.23))
(setq pt (list 88.0 14.77 3.14))
(setq pt (list x 1.23))
```

El usuario puede referirse a las componentes X,Y y Z de un punto individualmente usando tres funciones de la misma estructura llamadas: "car", "cadr" y "caddr".

```
(car pt) (devuelve la componente X de un punto variable "pt")
(cadr pt) (devuelve la componente Y de un punto variable "pt")
(caddr pt) (devuelve la componente Z de un punto variable "pt")
```

Por ejemplo, suponiendo que las variables "pt1" y "pt2" establecen

los puntos (1,2) y (3,4) que son las esquinas inferior izquierda y superior derecha de un rectángulo. Nosotros podemos usar las funciones "car" y "cadr" para establecer la variable "pt3" para la esquina superior izquierda del rectángulo, extrayendo la componente X del punto "pt1" y la componente Y del punto "pt2" como sigue:

```
(setq pt3 (list (car pt1) (cadr pt2)))
```

la anterior expresión puede establecer el punto "pt3" igual a (1,4).

Si el usuario quiere usar el valor de una variable como respuesta a una proposición de AutoCAD, simplemente entre el nombre de la variable, precedida por un signo de exclamación "!". Supongamos, por ejemplo, que usted tiene establecida la variable "abc" para el valor 14.887024. Usted puede entrar "!abc" cada vez que usted quiera responder a una proposición con el valor de 14.887024. Por ejemplo:

```
Distancia de Columna:!abc
```

Similarmente, si usted quiere iniciar dibujando una línea al punto (1,4) y usted tiene establecida la variable "pt" igual a ése punto, usted puede entrar:

```
Command: LINE  
From point: !pt
```

3.3.3.- Expresiones Aritméticas:

Diversas funciones aritméticas, trigonométricas y geométricas son posibles de usar como expresiones. La mayoría de las funciones aritméticas aceptan argumentos reales o enteros. Si todos los argumentos son enteros, el resultado será un entero, si alguno de los argumentos es real, los enteros serán promovidos a reales y el resultado será un argumento real.

Las funciones aritméticas en LISP se muestran de la siguiente forma:

(+ x y) devuelve la suma de X y Y
(- x y) devuelve la diferencia de X y Y
(* x y) devuelve el producto de X y Y
(/ x y) devuelve el cociente de X y Y
(max x y) devuelve el máximo de X y Y
(min x y) devuelve el mínimo de X y Y

Actualmente, cada una de las funciones listadas arriba, pueden acomodar más de dos argumentos, y pueden desarrollar la función asociada para entrar argumentos especificados. Por ejemplo:

(+ 8 3.0 14 300)
(- 100 20 2)
(* 3 4 5)
(/ 1000 20 2.0)

puede calcular la suma, diferencia, producto y cociente de sus respectivos argumentos y devolver los valores 325.0, 78, 60 y 25 respectivamente. De igual manera:

(max 8 3 14.5 300.0)

devuelve 300.0 que es el máximo valor de los argumentos especificados. Así también, las funciones listadas a continuación, requieren el número de argumentos a mostrar:

(abs x) devuelve el valor absoluto de X
(sqrt x) devuelve la raíz cuadrada de X
(expt x p) devuelve X a la potencia p
(exp p) devuelve e a la potencia p
(log x) devuelve el log. natural de X
(float x) devuelve la promoción del valor entero X a un real
(fix x) devuelve el valor real de X a su parte entera

- (sin ang) devuelve el seno de un ángulo, donde éste se da en radianes
- (cos ang) devuelve el coseno de un ángulo, donde éste se da en radianes
- (atan x) devuelve el arco tangente (en radianes) de X
- (1 + x) devuelve la suma de X y 1. Esto es equivalente a (+ x 1)
- (1 - x) devuelve la diferencia de X y 1. También, es equivalente a (- x 1)
- (angle p1 p2) devuelve el ángulo (en radianes), entre los puntos p1 y p2
- (distance p1 p2) devuelve la distancia entre los puntos p1 y p2
- (polar p1 ang p2) devuelve el ángulo de una distancia d al punto p1 (ángulo en radianes)
- (type a) devuelve el tipo de a (entera, real, lista o s-expresión)

Nótese que ninguna de estas funciones cambia el valor de una variable, simplemente realizan el cálculo y devuelven un resultado. Si el usuario quiere usar una expresión para cambiar el valor de una variable, deberá aplicar el resultado de la expresión por medio de la función "setq". Por ejemplo:

```
(setq x (- x 2))
```

subtrae 2 de la variable "x" y almacena el resultado nuevamente en "x".

Pues bien, ya que se ha hablado de una manera general acerca de lo que es AUTUCAD y de lo que es LISP, se dará a continuación la serie de pasos que se llevaron a cabo para desarrollar el D.F.P. que aparece en la fig. 3.3, aclarando que, la poca claridad del dibujo y de algunos de los bosquejos como en los que se muestran el marco de presentación y el mismo D.F.P., se debe a que el equipo utilizado para el trazado del dibujo, no fué el adecuado para la emisión de los mismos ya que, dichos planos comprenden tamaños que, en algunas firmas de ingeniería, van de 24 plg. x 36 plg. de largo a 30 plg. x 54 plg. de largo.

1.- Habiendo previamente creado toda la simbología que aparece en las tablas 1.2 y 2.1, para cargar el programa dentro de Autocad, se habrá de introducir un editor que puede ser el "word star", el "edlin", "norton editor", etc. cargándolo con el archivo "ACAD.RGP" no olvidando de añadir al final de esta operación, las siguientes líneas:

```
SHMAX,, 480000, *DOS Command: ,0
REN,RENAME,30000,*Old name New name: ,0
DWGS,DIR *.DWG,30000,,0
DUP,COPY,30000,*SOURCEfile(s) TARGETfile(s): ,0
ED,NE,130000,File to edit: ,4
LSP,NE .LSP,60000,,4
MNU,NE .MNU,130000,,4
SHOW,MORE <,30000,File to list: ,0
```

que son instrucciones generales para el manejo de los programas. En las líneas cinco, seis y siete (de arriba hacia abajo), se puede sustituir "NE", que son las siglas utilizadas para el editor de líneas "Norton Editor", por "WS" si el editor usado es el "Word Star". Los espacios encontrados en las líneas seis y siete, son para escribir el nombre bajo el cual, se habrá de llamar al programa o programas llevando de entrada, los ficheros (.LSP y .MNU), bajo los cuales quedarán archivados dentro de AutoLISP.

Hecho lo anterior, se habrá de habilitar dentro de la configuración de Autocad, que éste podrá manejar programas en lenguaje LISP. Luego, saliendo de Autocad, dentro de AUTOEXEC.BAT, se darán instrucciones para habilitar la memoria y poder trabajar programas en AutoLISP como se muestra a continuación:

```
SET ACAD
SET ACADCFG
SET ACADFREERAM=24 K
SET LISPHEAP=35000
SET LISPSTACK=10000
```

Es importante señalar que, HEAP y STACK (nombre de los campos para la memoria en AutoLISP), no deben sumar (combinados), más de 45000 "bytes".

2.- Hecho todo lo anterior, se habrá de entrar nuevamente en Autocad y, estando dentro del editor de dibujo, a la proposición de Autocad:"Command:"; se habrá de digitar el comando "MENU" con el cual, aparecerá un mensaje preguntando el nombre del menú a utilizar y al cual, se responde con el de "TESIS" mostrando a continuación, del lado derecho de la pantalla, el menú de opciones para escoger el tipo de equipo, el tipo de válvula o símbolo especial que se haya de necesitar. La fig. 3.1 muestra como se debe ver la pantalla después de entrado dicho menú. La creación del programa, combina instrucciones de LISP con comandos de Autocad bajo lo que se conoce como un "MACRO-MENU" por lo que, el programa se creó como un menú bajo el nombre de "TESIS".

3.- La manera en como se habrá de escoger el símbolo a utilizar, será mediante un digitalizador o "mouse" y mover así, el cursor a lo largo de la pantalla para preparar el área de trabajo y empezar a diseñar el diagrama. Dado que, este menú fué creado con la versión 10.c2 de Autocad, no se podrá tener acceso a dicho menú sin la ayuda del digitalizador. Entonces, habiendo establecido el punto base del dibujo y los límites de tamaño en la pantalla para el diagrama, se puede, auxiliándose con el "mouse", empezar a escoger el símbolo del equipo que se necesite "arrastrándolo" del lado derecho de la pantalla en el que habrá de aparecer, hasta el punto o coordenada donde se quiera insertar.

4.- Una vez localizado el punto donde se habrá de insertar el equipo escogido, AutoLISP preguntará la escala a la cual se requiere dejar dicha inserción así como, el ángulo que se necesite para dejar establecida su posición. Siguiendo esta mecánica, se va insertando uno a uno cada símbolo del equipo que se requiera. Es importante señalar que se ha comenzado a decir que primeramente se inserten los símbolos de todos los equipos porque, de ésa forma, se podrá tener una mejor distribución del espacio escogido para el diagrama.

FIG. 3.1

AL ENTRAR AL MENU 'TESIS', EL MENU DE AUTOCAD CAMBIARA PARA DAR ACCESO AL MENU DE D.F.P.'S , EQUIPOS Y VALVULAS ASI COMO AL MENU DE SIMBOLOS ESPECIALES.

LAYER

0.0000,0.0000

TESIS
 E.N.E.P.
 ZARAGOZA

 AUTOR
 GRAJIRA
 ASESOR
 I.E.V.Z.

 D.F.P.'s

 EQUIPOS

 T-PLAT
 T-PCRD
 T-EMPC
 HORNO
 REACTOR
 COMP-CEN
 NEXT

Command:

5.- De manera similar al punto (4), se empezará a insertar las válvulas y accesorios que necesitemos para el diagrama preguntándonos AutoLISP por la escala y ángulo necesarios.

6.- Teniendo todos los símbolos requeridos, se habrá de digitar en el menú el archivo "UNIR" para así, unir todos los equipos, válvulas y accesorios mediante las líneas de proceso. Hecho lo anterior, y respetando el procedimiento de elaboración de un D.F.P., se terminará con el llenado de las condiciones de operación en las banderas que ya se habrán de haber establecido y en general, con todos los textos que sean necesarios para identificar equipos, elementos de control, numeración de líneas, etc.

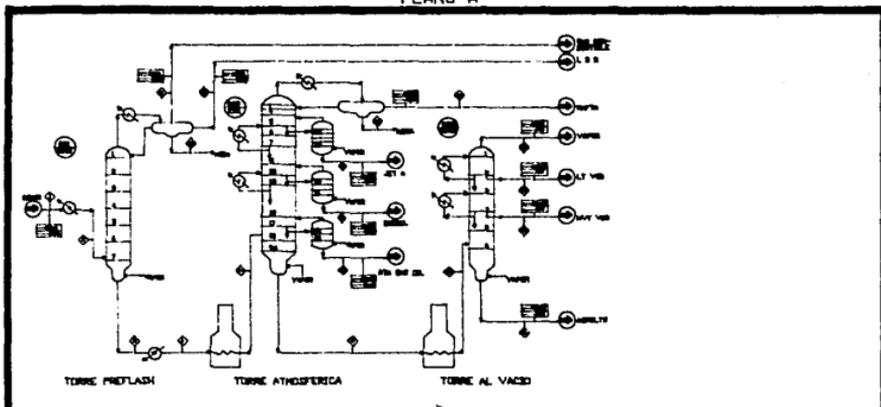
7.- Terminando el diseño del diagrama, se habrá de almacenar éste en un disco mediante el comando "SAVE" y bajo el nombre de un archivo previamente escogido al entrar al editor de dibujo para así, poder insertarlo como un bloque complejo, al marco de presentación que se muestra en la fig. 3.2 en el que, como se puede observar, se pueden vaciar los datos referentes al cliente, localización de la planta, etc.

La obtención del dibujo, se podrá hacer mediante una impresora o un graficador (plotter), a través de los comandos "PRPLOT" y "PLOT" respectivamente. Como ya se mencionó anteriormente, todos los dibujos que se encuentran en este trabajo, fueron realizados con Autocad y dibujados con un graficador "Sweet-P" de 8.5 plg. X 11 plg. y, a pesar de que la calidad de algunos de ellos en cuanto a la nitidez es baja, haberlos hecho con una impresora implica menor calidad de línea y el manejo del dibujo no se puede realizar a gran escala y con la misma velocidad ya que, a través del graficador, los dibujos se realizan en menos tiempo que si se emiten a través de la impresora.

FIG. 3.2

CLIENTE :		PLANTA :	SECCION :
LOCALIZACION :		UNAH, E.N.E.P. ZARAGOZA	ING. QUIMICA GRAJIRA
PROYECTO :			DESCRIPCION :
DISENADOR :			
SUPERVISOR :		PLAN :	
APROBADO :		FOHO :	

FIG. 3.3
PLAND A



CLIENTE :	PLANTA :	SECCION :
LOCALIZACION :	UNAH E.N.E.P. ZARAGOZA	ING. QUIRICA GRAJIRA
PROYECTO :	REV. :	DES-RIEQUIL
DISENADOR :		
SUPERVISOR :		
APROBADO :		

C A P I T U L O 4

Análisis de Resultados.

El tema sobre el cual se basó este trabajo, habla del desarrollo de diagramas de flujo de proceso apoyados en un paquete de AutoCAD y programación LISP y, quizás, los resultados no se perciban de manera práctica en los diagramas desarrollados. Sin embargo, hay que señalar una vez más que, aunque la claridad de dichos diagramas en lo referente al dibujo no es lo suficientemente buena debido al equipo utilizado, existe una ventaja primordial la cual reside en que, una vez creado el D.F.P. preliminar (elaborado por el ingeniero de proceso con el objeto de presentarlo a comentarios en la junta de depuración), la edición de los planos subsecuentes: para aprobación, para diseño y para construcción, será más rápida ya que, como el dibujo se almacena en un disco, éste puede ser cargado en la pantalla tantas veces sea requerido pudiendo así, hacer los cambios pertinentes al diagrama sin necesidad de mandarlo con algún dibujante; es decir, el propio ingeniero de proceso directamente puede realizar las modificaciones requeridas en cada emisión y es ahí, en donde, el ahorro de tiempo en horas-hombre se ve reducido puesto que, una vez hecha la modificación, la edición del dibujo en un graficador adecuado para el dibujo del plano, se realiza en minutos. Ciertamente es que también, obviamente, el ingeniero de proceso habrá de saber manejar Autocad, AutoLISP y definitivamente, tener conocimientos del "hardware" y "software" del paquete.

Se ha dicho que el ahorro de tiempo en horas-hombre es de un 30% aproximadamente pues, este dato fué obtenido al investigar en una firma de ingeniería y en un instituto de investigación y desarrollo (Bufete Industrial y el Instituto Mexicano del Petróleo) con personal que lleva a cabo el desarrollo de dichos planos y que utilizan el paquete de Autocad. Algunos de ellos hicieron hincapié en que, aunque es relativamente poco el ahorro de tiempo, éste es recompensado cuando se suma a todo el tiempo invertido en el ciclo de vida que comprende un proyecto.

Con el fin de tener idea del ahorro en horas-hombre, se citará a continuación un método por medio del cual, se obtiene la estimación de horas-hombre en trabajos de ingeniería de proceso, el número de hombres (promedio) y, la aproximación del máximo número de hombres:

Estimación de H-H

en trabajos de ingeniería = $\frac{\text{Estimación de horas-hombre en equipo}}{\text{de proceso.}}$ 0.45

No. de hombres (Promedio) = $\frac{\text{Estimación de horas-hombre}}{\text{Semanas totales}}$

Aproximación del

máximo # de hombres = (1.67) (Promedio de Hombres)

Usando las formulaciones anteriores, se calculó el tiempo total de horas-hombre para diseñar algunos equipos de proceso, las horas-hombre por unidad de equipo de proceso en lo que respecta al diseño general y al hecho por especialistas y finalmente, las horas-hombre en los planos de diseño sin ayuda de Autocad en lo que respecta a D.F.P.'s:

<u>Equipo de Proceso</u>	
Tiempo Total (H-H) para diseñar:	
Destilación preliminar	1 - 3
Destilación Plato a Plato	
a 40 platos	2 - 3
a 100 platos	3 - 5
Platos hidráulicos	1 - 3
Intercambiadores de calor	0.5 - 1.0
Separadores	0.5
Vaporización Flash	0.5

Absorbedores de aceite

1 - 3

Válvulas de seguridad

0.5

Horas-hombre por unidad de equipo de proceso

TIPO DE EQUIPO	DISEÑO	ESPECIALISTAS
Columnas y Reactores	200-500	50-100
Recipientes	60	20
Tanques de balance	30	10
Interc. de calor (no estándar)	80	30
Interc. de calor (estándar)	20	20
Hornos (no estándar)	1500	500
Hornos (estándar)	500	200
Compresores, Bombas	---	20
Equipo esp. (mezcladores, etc.)	---	10

Planos y Auxiliares

	DISEÑO	ESPECIALISTAS
D.F.P.	15	--
Plot Plan	15	--
Tubería general	200	--
Soportería	25	--
Instrumentos	30	75
Eléctrico	30	25
Ingeniería civil	50	35
Estructuras	35	20
Aislamiento y pintura	--	5
Ingeniería de proyectos	--	20
Administración	20	--

La confiabilidad de cualesquiera datos, tales como los porcentajes de distribución de trabajo de horas-hombre por plano, depende como se puede ver, de métodos operacionales y de la magnitud de datos estadísticos. Tales datos están sujetos a muchas variables, inclusive dentro de una empresa, y no pueden ser aplicados con confianza a menos que se prueben continuamente. Datos estadísticos sobre mano de obra deben ser acumulados y revisados con regularidad.

Al programar las horas-hombre de diseño, se debe tener en cuenta que el total de horas-hombre requeridas para cada operación, **no siempre puede ser continuo**. Se podría suponer, por ejemplo, que las 60 horas-hombre estimadas para recipientes en la tabla de h-h por unidad de equipo de proceso, podrían ser completadas en un mes (4 semanas) por 26 hombres como máximo. Este razonamiento no puede ser aplicado, en vista de que ciertos recipientes requerirán el máximo de horas-hombre en tanto que otros probablemente estarán por debajo del mínimo. Además, el diseño de recipientes por lo general avanza hasta un punto cercano al 60%, en donde debe ser interrumpido para esperar la terminación de la tubería. Entonces puede usarse un 10 a 20% adicional en completar la orientación de los puntos de conexión o de los soportes para adaptar la tubería. Después de esto, debe seguir otro periodo de espera mientras el fabricante del recipiente completa sus planos de taller.

Todo lo anterior se ha comentado ha modo de explicar que, para el caso que nos ocupa, el ahorro de horas-hombre en el desarrollo de Diagramas de Flujo de Proceso, está sujeto a el tipo de organización departamental que los lleva a cabo, al programa de trabajo, etc. pero, aún así, éste al final, habrá de redituvar en el ahorro de tiempo, recursos humanos y materiales.

CAPITULO 5

C O N C L U S I O N E S

Para la Ingeniería Química hoy en día, como en otras disciplinas ingenieriles, la computación y el manejo de paquetes y programas, se han vuelto una herramienta indispensable pues, definitivamente, sin el uso de la computadora, grandes y complejos pasos de cálculo para el diseño y construcción de plantas de proceso modernas, no hubiérase sido posible.

Por esto, se concluye que si este trabajo ayuda a agilizar aún más el Desarrollo de Diagramas de Flujo de Proceso mediante el uso de un paquete de diseño asistido por computadora (Autocad) y programación LISP (AutoLISP), de los niveles meramente estudiantiles hasta los niveles profesionales, el objetivo que se fijó dentro de las generalidades de este trabajo, habrá sido plenamente alcanzado convirtiéndose así, en un material más de apoyo y consulta en lo concerniente al desarrollo de dichos diagramas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Farreny H., "Introducción a LISP: el lenguaje básico para la inteligencia artificial", Ed. Masson, Barcelona, 1986.
- 2.- Laurent Siklóssy, "Let's talk LISP", Prentice Hall, U.S.A., 1979.
- 3.- Joseph Smith and Rusty Gesner, "Customing AutoCAD", 2a. ed., U.S.A., 1989.
- 4.- Russell G. Hill., "Drawing Effective Flowsheet Symbols", Chemical Engineering, Enero 1º de 1968.
- 5.- H. F. Rase y M. H. Barrow, "Ingeniería de Proyectos para Plantas de Proceso", Ed. C.E.C.S.A., 7a. ed., México, 1981.
- 6.- Manual de Usuario de AutoCAD y AutoLISP versión 10c.2.