



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

E.N.E.P.

ZARAGOZA

IMPORTANCIA DE LOS DIAGRAMAS DE
TUBERIA E INSTRUMENTACION DENTRO
DE LOS PROYECTOS INDUSTRIALES.

T E S I S

Que para Obtener el Título de:

INGENIERO QUIMICO

P r e s e n t a :

SHEMADAR VELASCO VAZQUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

1.0 INGENIERIA DE PROYECTOS

1.1 TIPOS DE ORGANIZACION

1.2 DIRECCION DE PROYECTOS

1.3 CARACTERISTICAS IDEALES DE UN INGENIERO DE PROYECTOS

2.0 LA INGENIERIA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PLANTAS DE PROCESO

2.1 DESCRIPCION DE UNA PLANTA DE PROCESO

2.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD

2.3 ESTUDIO DE MERCADO

2.4 PROYECTO PRELIMINAR

2.4.1 INGENIERIA BASICA

2.4.2 INGENIERIA DE DETALLE

2.5 PERIODO DE CONSTRUCCION

2.6 PRUEBAS Y AJUSTE

2.7 ARRANQUE

3.0 DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

3.1 INSTRUMENTACION Y CONTROL

3.2 DEFINICION DE TERMINOS DE CONTROL

3.3 TIPOS DE CONTROL

3.4 INGENIERIA DE INSTRUMENTACION

3.5 DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

3.6 INFORMACION CONTENIDA EN LOS DTI

C O N T E N I D O

- 3.7 INFORMACION REQUERIDA PARA ELABORAR UN DTI
- 3.8 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE LOS DTI
- 3.9 REVISIONES Y UTILIDAD DE LOS DTI

- 4.0 APLICACION PRACTICA DE LA ELABORACION DE UN DTI
 - 4.1 BASES DE DISEÑO
 - 4.2 DESARROLLO DEL PROCESO

- 5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

México es un país en constante desarrollo económico, social e intelectual y uno de sus principales medios de producción lo efectúan las plantas industriales. Estas requieren de una mayor eficiencia en los factores productivos para racionalizar el uso de los recursos que sirven a las actividades industriales.

Los diagramas de tubería e instrumentación muestran en forma gráfica todos los datos necesarios para desarrollar la ingeniería de diseño de una planta de proceso y la operación de la misma en forma objetiva.

El presente trabajo tiene como objetivo reunir los principales criterios para elaborar los diagramas de tubería e instrumentación, el cual se detalla a continuación :

El Capítulo 1, describe las principales actividades del ingeniero de proyecto, los tipos de organización y las funciones de la dirección de proyectos.

El Capítulo 2, muestra las cuatro fases principales de los servicios de ingeniería que se utilizan en el diseño y construcción de las plantas de proceso.

En el Capítulo 3, se dan las bases para elaborar los diagramas de tubería e instrumentación y muestra la instrumentación típica de los principales equipos de proceso.

El Capítulo 4, describe una aplicación práctica de la elaboración de un DTI a partir de las bases de diseño para una planta Endulzadora de Gas - Natural en la Sonda de Campeche.

Finalmente, el Capítulo 5 muestra las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

C A P I T U L O I

INGENIERIA DE PROYECTOS

1.0 INGENIERIA DE PROYECTO

La dirección de proyectos es un ejercicio interdisciplinario de todas las ramas de ingeniería, así como de las especialidades en otros campos. Esta integración asegura el desempeño de todas las funciones que están involucradas en el diseño, construcción y operación de una planta de proceso.

La naturaleza de las responsabilidades técnicas del ingeniero de proyecto y sus sólidos conocimientos en ingeniería química, así como en otras disciplinas de ingeniería, administración y economía le permiten desarrollar funciones conjuntas con el gerente o director de proyecto. Además, es el responsable directo de la planeación, coordinación y control de todo el trabajo de ingeniería.

Diseña y construye unidades de proceso para plantas nuevas, las integra o relocaliza a las ya existentes. Cuando se dedica al diseño de plantas, tiene que elaborar una serie de dibujos, diagramas y documentos, tales como el de flujo de proceso, preliminares de distribución de planta, de tubería e instrumentación, diseño de recipientes, especificación del equipo mecánico, especificación de instrumentos, etc.

La actividad del ingeniero de proyecto aumenta una vez que ha concluido la ingeniería básica, ya que en algunas ocasiones participa en la localización del sitio donde se construirá la planta, en otras ordena la información preliminar del diseño detallado de ingeniería, en la elaboración de planos; finalizando el trabajo en la selección del equipo y en la terminación de los planos que se utilizarán en la construcción.

La figura (1) muestra un organigrama típico de una firma de ingeniería.

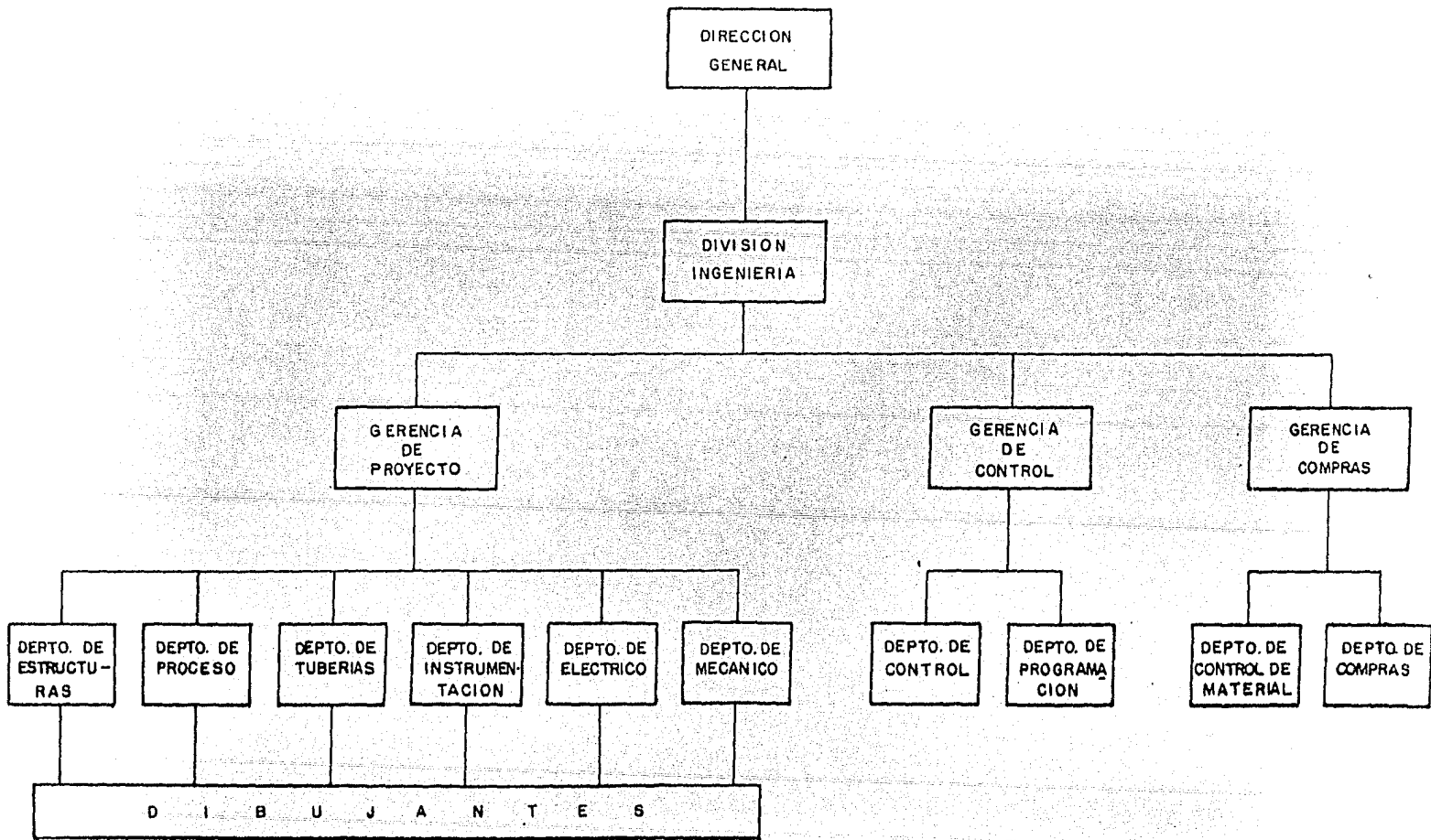


FIG. 1 RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO DE PROYECTO.

1.1 TIPOS DE ORGANIZACION

Las firmas de ingeniería tienen diferentes formas de planear y organizar la administración de proyectos. Existen tres formas básicas de organización :

1.1.1 MATRICIAL O DEPARTAMENTAL

1.1.2 PROYECTIZADA O GRUPO DE PROYECTO O "TASK-FORCE"

1.1.3 TIPO COMBINADO

1.1.1 ORGANIZACION MATRICIAL

Esta organización es una estructura multidimensional que trata de optimizar las ventajas y minimizar las desventajas de las organizaciones departamentales y de grupos proyectizados.

La organización matriz combina la estructura de jerarquía vertical estándar con la estructura superpuesta horizontal o con un coordinador de proyecto.

Para que la organización matriz opere en forma óptima es necesario se cumpla con lo siguiente :

1. La definición de responsabilidades, la autoridad del jefe de proyecto y el papel que desarrollarán los departamentos funcionales lo establecen las máximas autoridades en base al tipo de especialidad que intervenga en el desarrollo del proyecto.
2. El ingeniero de proyecto debe anticiparse a los conflictos dentro de la organización matricial y tratar de desarrollar un espíritu de equipo.

3. La principal fuerza del ingeniero de proyecto radica en los objetivos, programas y presupuestos aprobados para el proyecto.
4. Los jefes de departamento deben estar comprometidos con los planes y programas del proyecto. Los jefes de departamento funcionales deberán revisar, estar de acuerdo y firmar sobre estos documentos.

Las ventajas son :

1. Las organizaciones grandes y complejas encuentran gran utilidad en este tipo de organización, porque define con claridad los papeles, responsabilidad y autoridad de cada uno de los integrantes.
2. En este tipo de organización, el jefe de proyectos especifica que se debe hacer, mientras que el departamento funcional es el responsable de como hacerlo.

Las desventajas son :

1. El elaborar reportes para dos jefes; es decir, verticalmente se reporta al jefe del departamento funcional y horizontalmente al jefe de proyectos; logrando con ésto malos entendidos.

La mayor parte de los problemas que se presentan en la administración matricial son por la incertidumbre inherente al proyecto. La planeación continua y cuidadosa ayuda a reducir este grado de incertidumbre.

La figura (2) muestra lo que puede ser una organización tipo matricial.

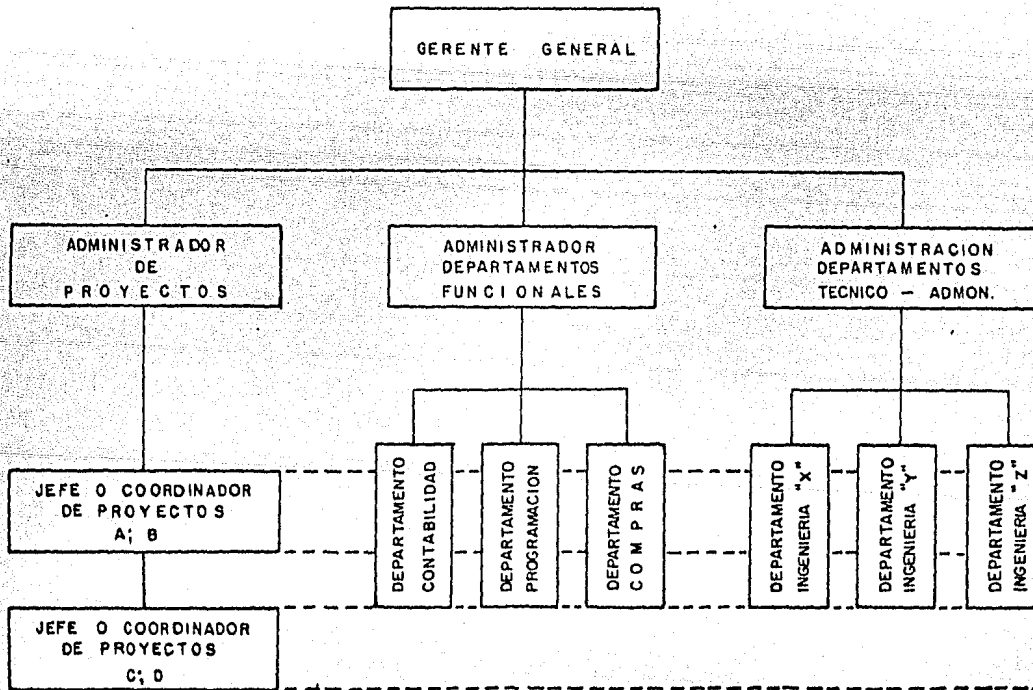


FIG. 2 ORGANIZACION MATRICIAL.

1.1.2 ORGANIZACION PROYECTIZADA O GRUPO DE PROYECTO O "TASK-FORCE"

En este tipo de organización, todos los recursos necesarios para la realización de un proyecto están separados de la estructura funcional o departamental regular y se establecen como una unidad autosuficiente encabezada por un jefe de proyecto.

En esta organización el jefe de proyecto tiene la máxima autoridad y pueden adquirir recursos dentro o fuera de la organización. Todo el personal asignado al desarrollo del proyecto está bajo la autoridad directa del gerente o jefe de proyecto en la duración de éste, formando una sola unidad multidisciplinaria en la que internamente se puede establecer como una estructura jerárquica vertical en la que todos sus integrantes se reportan con el jefe de proyecto.

La estructura interna de una organización "Task-Force" es funcional o de tipo departamental, esto es que el grupo de proyecto está dividido en áreas funcionales no dejando de formar un grupo interdisciplinario donde el único mando lo establece el jefe de proyecto.

La ventaja de los grupos de proyectos reside en la singularidad y la unidad de mando, la secuencia de un sólo objetivo y el entendimiento del trabajo.

Las desventajas son :

1. El establecimiento de una nueva estructura trastorna la organización regular.
2. Existe duplicación de instalaciones e ineficiente uso de recursos materiales.

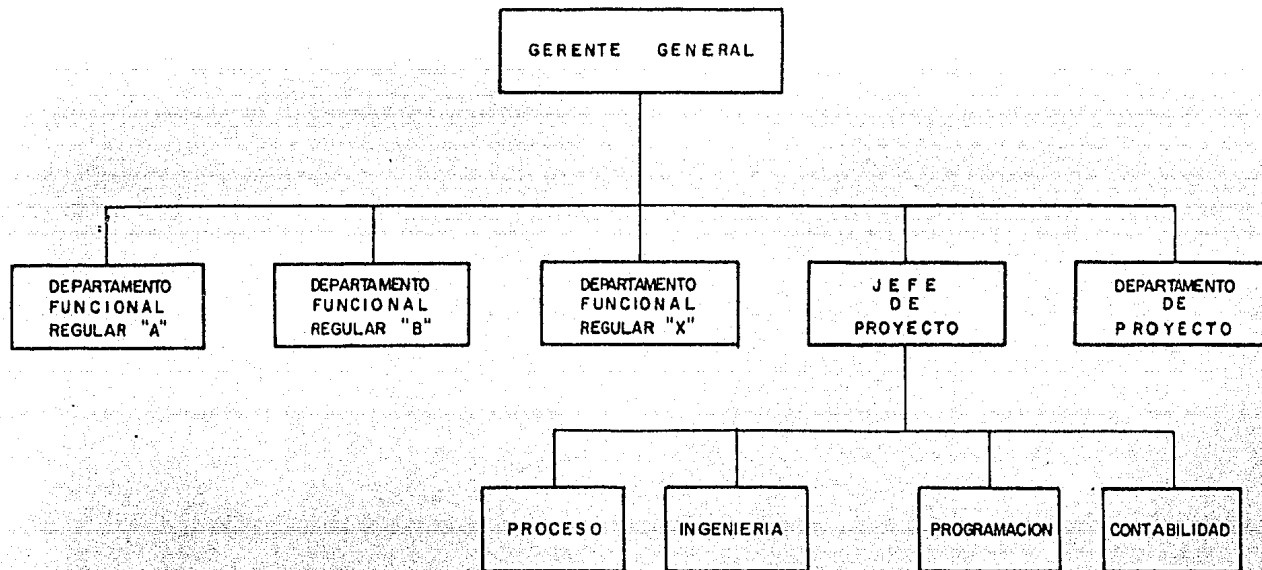


FIG. 3 ORGANIZACION PROYECTIZADA ó "TASK-FORCE."

3. No existe seguridad en el trabajo, ya que una vez terminado el tiempo de realización del proyecto, con frecuencia el personal asignado pierde su plaza dentro de la estructura funcional de la empresa.

La figura (3) muestra lo que podría ser un diagrama típico de organización proyectizada o "Task-Force".

1.1.3 ORGANIZACION DEL TIPO COMBINADO

No existe estructura organizacional que se pueda considerar perfecta para administrar proyectos, ya que las anteriores presentan ventajas y desventajas.

La selección final, depende de la consideración de los diferentes factores de los trabajos, las necesidades de las empresas y las características de los proyectos.

En la organización del tipo combinado es posible usar las dos estructuras administrativas dentro de la misma compañía para diferentes proyectos e incluso usar las mismas a diferentes niveles.

La selección del tipo de estructura administrativa deberá establecerse a partir de los recursos físicos, financieros, humanos y de las condiciones de un proyecto específico.

1.2 DIRECCION DE PROYECTOS

El ingeniero de proyectos es el responsable del trabajo de toda la ingeniería y de la dirección del proyecto. La dirección incluye cuatro funciones que son las más importantes para llevar a cabo la instalación, arranque y operación de una planta de proceso.

1.2.1 PLANEACION BASICA

1.2.2 DIRECCION

1.2.3 COORDINACION

1.2.4 CONTROL

A continuación se describen cada una de estas actividades.

1.2.1 PLANEACION BASICA

Al principio de cada proyecto, el ingeniero de proyecto bajo la dirección de ejecutivos de la empresa desarrolla un plan básico para el manejo de un proyecto en particular, parte de este plan puede haberse es tablecido durante la etapa de proposición u oferta. El plan básico com prende los siguientes puntos :

1. Objetivos y descripción del proyecto.
2. Organización del proyecto.
3. Asignación de personal.
4. Políticas de proyecto.
5. Procedimientos de coordinación y correspondencia.
6. Programa de actividades.
7. Análisis de costos y financiamiento.

1.2.2 DIRECCION

El ingeniero del proyecto organiza y dirige las actividades de planeación y construcción de acuerdo a lo establecido en el plan básico u or ganigrama del proyecto, en donde se indica la forma en que se va a tra bajar y las personas que van a hacerlo.

El ingeniero de proyecto emite el estimado de costos o presupuesto que ha sido preparado por el departamento de estimaciones, en este estimado, se indica la cantidad de dinero del que se puede disponer.

Cuando se dan a conocer los procedimientos de coordinación y correspondencia se indica quien es responsable de las distintas actividades, - quien ha de recibir la correspondencia y quien tiene que manejarla.

Al transmitir las políticas del proyecto esta igualmente, indicando los formatos bajo los cuales se debe laborar. Durante el desarrollo del trabajo continuamente esta tomando decisiones clave y emitiendo instrucciones verbales y escritas.

Generalmente, el ingeniero de proyecto se reserva para su atención personal todas las decisiones que tengan relación con el cliente o que pudieran afectar el costo de la obra. Puede solicitar más personal en caso de que sea necesario y debe examinar todas las solicitudes y órdenes de compra antes de que se emitan. Es probable que el ingeniero de proyecto también analice los cambios que puedan afectar a la terminación - del proyecto.

Para la dirección de cualquier proyecto son importantes las juntas periódicas de proyecto. Estas reuniones son dirigidas por el ingeniero de proyecto, a las cuales asisten todos los que desempeñan partes clave en el diseño, la procuración y la construcción. La finalidad de estas juntas es examinar la situación de todo el trabajo y dar solución a problemas fuertes. De esta manera el ingeniero de proyecto coordina todas las actividades de trabajo.

La figura (4) muestra un esquema de las etapas en las que el ingeniero de proyecto está totalmente involucrado.

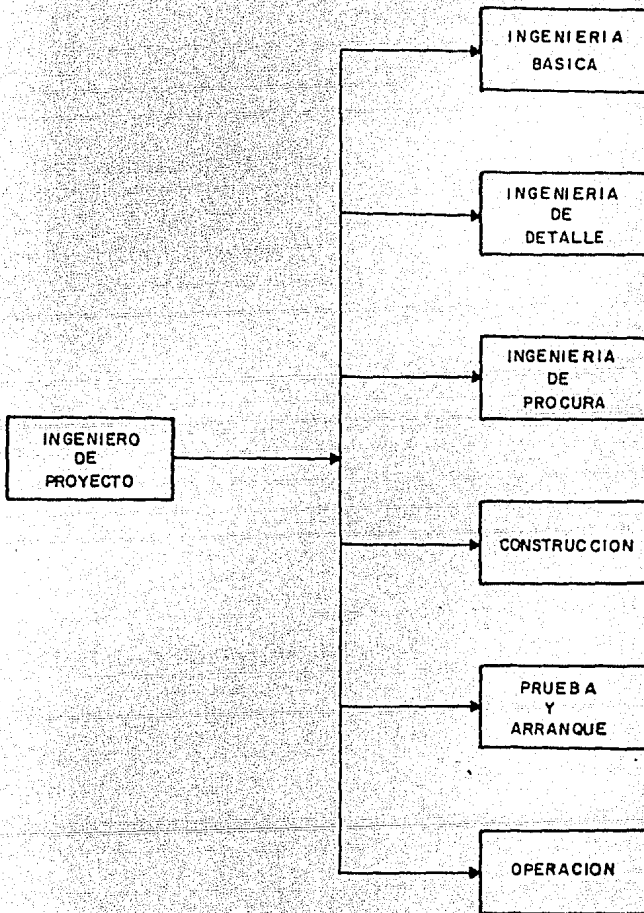


FIG. 4 ETAPAS EN LAS QUE EL INGENIERO DE PROYECTO INTERVIENE.

1.2.3 COORDINACION

Una de las principales funciones del ingeniero de proyecto y de su personal es la de coordinar a los numerosos grupos y cientos de personas implicadas en el desarrollo de un proyecto industrial. Así un equipo de proyecto tiene que ver que todos los que trabajan en el mismo, dispongan de la información necesaria para hacer su trabajo. Con frecuencia, esto se reduce a ver que un grupo mantenga enterado a los otros y que se les dé la información necesaria para realizar cierta actividad.

El personal de gerencia de proyecto proporciona la continuidad que cada proyecto necesita, según cambia el trabajo de diseño, de proceso, la ingeniería de detalle, la procuración y la construcción. Los que integran la gerencia del proyecto están familiarizados con lo que ocurre y con lo que se requiere en todas las fases del trabajo, por esto, ellos pueden tomar decisiones favorables para el proyecto.

Una manera de establecer una coordinación efectiva es tener reuniones de coordinación entre especialistas para determinar sus necesidades. En estas reuniones se examina la situación, por ejemplo de cada partida de equipo y material para el proyecto, también se determinan acciones a seguir de diseño de detalle, compras, expeditación, programación o del ingeniero de proyecto.

Es de vital importancia la coordinación, particularmente en un trabajo complejo en el que cada uno debe sumar su esfuerzo con un fin común para lograr una buena actividad.

1.2.4. CONTROL

La dirección, la coordinación efectiva y el resultado afortunado de un proyecto depende en gran parte de las medidas de control efectivas. - Cuando se habla de lo anterior se piensa en términos de obtener tres - objetivos máximos en la terminación de un proyecto :

1. CONTROL DE CALIDAD
2. CONTROL DE COSTOS
3. PROGRAMACION

1. CONTROL DE CALIDAD

La óptima calidad en el diseño, materiales y construcción es esencial, los gerentes de los departamentos de proceso e ingeniería - han establecido normas prácticas, así como un sistema de inspección y comprobación dentro de los distintos grupos, secciones y departamentos.

El control de calidad global para el diseño del proyecto es una de las funciones primordiales del ingeniero de proyecto y de proceso. Así a lo largo de la fase de diseño del proyecto los ingenieros es tán continuamente revisando los dibujos, especificaciones y listas de materiales, haciendo sugerencias, comprobando puntos especiales para asegurar que se estén cumpliendo las bases de diseño, las especificaciones y buenas prácticas de ingeniería para lograr el diseño óptimo dentro de lo posible.

El control de calidad del equipo y material comprado es función - del departamento de inspección.

El control de calidad en el trabajo de campo lo manejan primeramente los jefes de área, a quienes toca la responsabilidad de ver que todo el trabajo se haga de acuerdo a los dibujos y especificaciones establecidas para el proyecto.

Los jefes de ingenieros vigilan constantemente que la obra cumpla con las normas de calidad preestablecidas y a la finalización del proyecto se comprueba cada pieza de equipo y toda la tubería con los representantes del cliente.

2. CONTROL DE COSTOS

Lo mas importante de esta actividad es el control de costos. La mayoría de las compañías tienen grupos específicos que se dedican únicamente a los reportes y evaluación de costos de cada proyecto. Así, todo el que trabaja o supervisa una actividad en un proyecto en realidad controla alguna parte del costo.

Esto incluye al mensajero, a los obreros calificados y al ingeniero de proyecto, quien es el que toma la mayoría de las decisiones importantes que afectan al costo del proyecto.

Las compañías de ingenieros contratistas llaman control de costos a un grupo de personas que preparan presupuestos y reportes que permiten a quienes en realidad desarrollan el trabajo, administrar mejor los costos.

El primer paso para un control de costos efectivo es la preparación de un estimado para usarlo como presupuesto.

Cuando se define el objetivo del proyecto se establecen diagramas de flujo, arreglos generales y se prepara un presupuesto detallado para llegar a un estimado definitivo. El departamento de estimaciones evalúa en detalle las cantidades de excavación, concreto, acero, tubería, material eléctrico y de instrumentación requeridos. Los precios del equipo principal se obtienen de los proveedores, lo cual permite hacer un estudio de los salarios, de la mano de obra de construcción, de la disponibilidad y productividad de la misma en el área de interés.

Junto con el costo de realización del trabajo de ingeniería y procuración, se determina un costo estimado de equipo y herramientas de construcción, personal de campo y supervisión. Todos estos costos al compilarse forman el estimado definitivo, el cual es la base para medir los costos de un proyecto.

Los costos reales son comparados periódicamente por el equipo de ingeniería del proyecto y el grupo de control de costos, con los costos estimados.

3. PROGRAMACION

En todas las empresas de desarrollo de proyectos existe un departamento de programación, el cual prepara un programa detallado de tiempos. En él se muestran fechas "objetivo" importantes de inicio y fin de actividades de un proyecto..

El programa se elabora de acuerdo a los datos preliminares de tiempos proporcionados por el ingeniero de proyecto, ya que éste les muestra a los distintos departamentos lo que debe hacerse y cuando.

El personal encargado del aspecto financiero usa el programa como base para asegurar la recepción de servicios, materiales y equipo, los gastos que se harán en un futuro y los requerimientos del capital de trabajo.

El departamento de ingeniería usa el programa como auxiliar en la planeación de sus necesidades de fuerza de trabajo y para saber cuando deben solicitar las órdenes de compra y entrega.

El departamento de construcción usa el programa para planear la supervisión, las herramientas y equipo que se usarán en la obra, para programar subcontratistas en el sitio de la obra y para planear cuando y cuantos obreros calificados se necesitarán. El programa también se usa como base para medir el avance de la obra y el equipo de ingeniería del proyecto lo utiliza como una herramienta efectiva para controlar las distintas actividades del proyecto.

Los tipos de programas más comunes que se utilizan para desarrollar la programación de un proyecto son :

- GRAFICA DE BARRAS O GANTT
- DIAGRAMA DE FLECHAS O RUTA CRITICA

GRAFICA DE BARRAS O GANTT.

La gráfica de barras tiene como característica esencial, representar un proceso mediante una línea o barra cuya longitud es proporcional a la duración del proceso. La figura (5) muestra un ejemplo de un diagrama de barras para el mantenimiento de una planta de mefistofeleno; en él se observa cuando empieza cada actividad del proyecto, el período en que se desarrolla el trabajo y cuando debe completarse.

La ventaja de este tipo de programa es la simplicidad y facilidad para entenderlo, sin embargo, no muestra claramente que actividades deben realizarse antes de que otras actividades puedan iniciarse o concluirse.

DIAGRAMA DE FLECHAS O RUTA CRITICA.

El diagrama de flechas tiene como característica representar cada tarea individual por una flecha, la tarea puede ser una operación, una inspección, un transporte o cualquier otro tipo de trabajo.

La ventaja de este tipo de diagrama es que sí muestra la secuencia de los eventos, las actividades que pueden efectuarse en paralelo, cuales deben hacerse en serie y que debe hacerse antes de empezar o completar cualquier actividad. A cada actividad de trabajo se le asigna un tiempo estimado para su desarrollo y sumando los tiempos requeridos por las distintas actividades se determina un "ruta crítica". La ruta crítica es la que controla la fecha de terminación del proyecto, cuando las actividades no son críticas, éstas pueden tomar más tiempo del estimado sin afectar la fecha de terminación, a este tiempo adicional se le conoce como holgura.

La figura (6) muestra un ejemplo de un diagrama de ruta crítica en donde se pueden observar las principales actividades en un proyecto de edificación.

Finalmente, uno de los principales usos del programa de flechas es el servir de control a las operaciones de los distintos departamentos, por ejemplo; el departamento de programación trabaja constantemente con el equipo de ingeniería del proyecto comparando el avan-

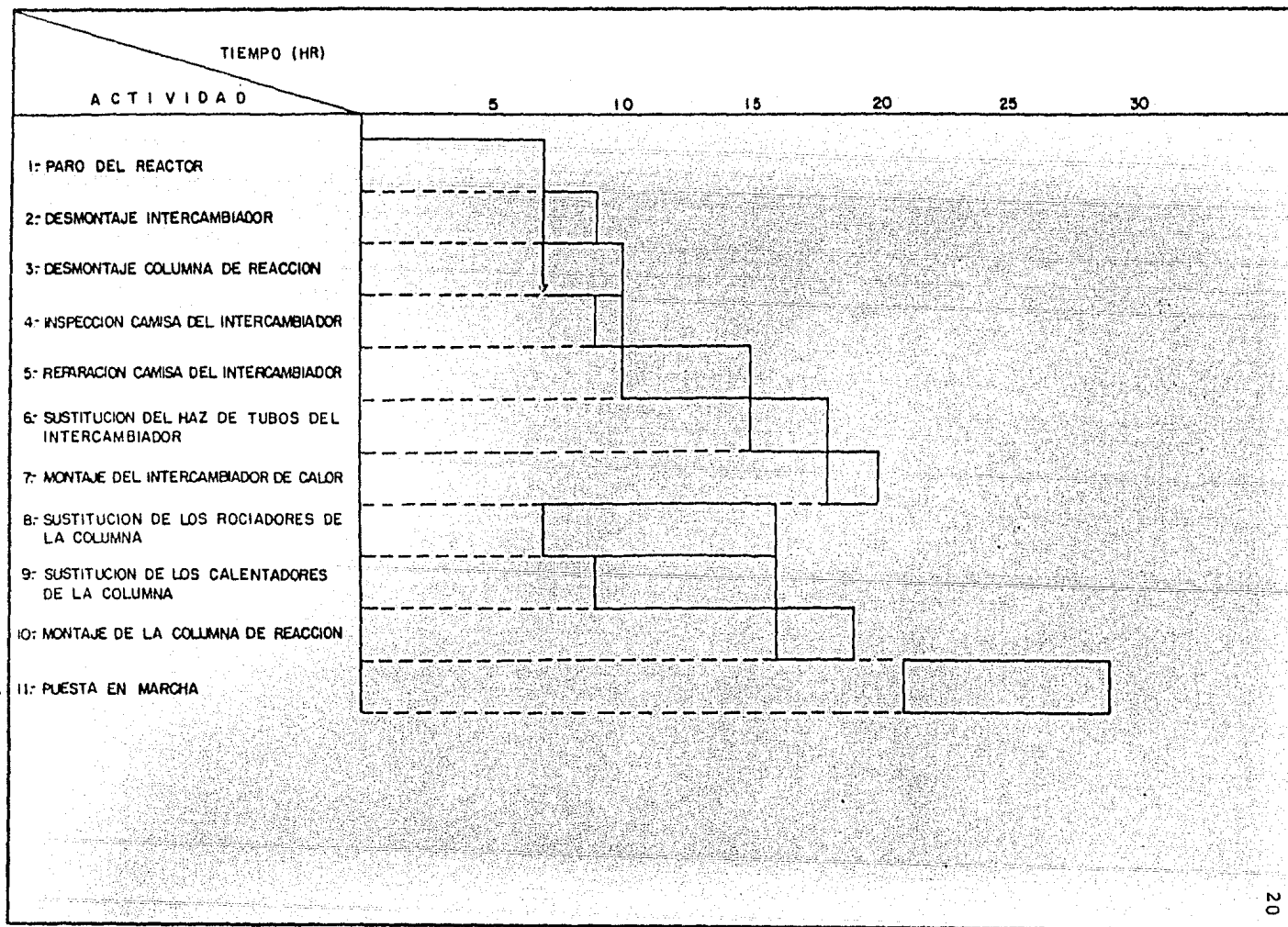
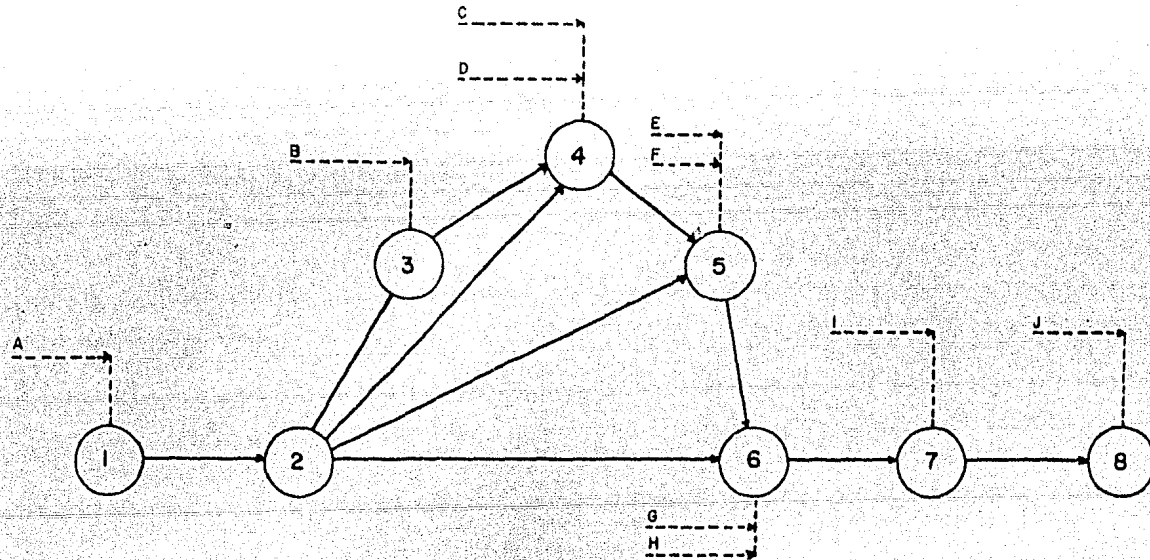


FIG. 5 DIAGRAMA DE BARRAS PARA EL MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE MEFISTOFELENO.



A: TIEMPO INICIAL.

B: LIMPIEZA DEL TERRENO.

C: EXCAVACION DE LAS FUNDACIONES.

D: ADQUISICION DE CEMENTO Y ARENA.

E: COLOCACION DE LAS FUNDACIONES.

F: ADQUISICION LADRILLOS.

G: CONSTRUCCION EDIFICIO.

H: LLEGADA DE LOS ELECTRICISTAS.

I: INSTALACION ACOMETIDAS ELECTRICAS.

J: TIEMPO FINAL.

FIG. 6 DIAGRAMA DE FLECHAS PARA UN PROYECTO DE EDIFICACION.

ce real del proyecto con el avance programado.

1.3 CARACTERISTICAS IDEALES DE UN INGENIERO DE PROYECTOS

Por las actividades que desarrolla un ingeniero de proyecto en una firma de ingeniería se le puede comparar con el presidente y funcionario ejecutivo en jefe de una empresa. Por lo antes dicho el ingeniero de proyecto debe reunir las siguientes características.

1. Voluntad de dirigir, es decir; debe tener carácter fuerte para dirigir con firmeza.
2. Buscar y aceptar desafíos, esto es ; debe observar todas las posibles alternativas para resolver un problema sin amedrentarse ante éstos.
3. Ser flexible y aceptar las sugerencias de sus colaboradores sin tratar de imponer sus ideas.
4. No dudar al tomar decisiones, es decir; debe tener la capacidad de decidir rápidamente cuando se presente una situación difícil.
5. Tener buen juicio y no estar de mal humor, ya que de esta manera - puede solventar problemas con mejor disposición.
6. Capacidad para mejorar y actualizar sus conocimientos para tener mejores herramientas.
7. Habilidad para llevar buenas relaciones y saber motivar a sus colaboradores, debe saber dirigir y tratar a su personal para lograr un ambiente de trabajo amable.
8. Tener una preparación técnica sólida en los aspectos comerciales, - ésto es ; el ingeniero de proyecto debe tener conocimientos de to--

das las disciplinas que se involucran en un proyecto.

Los puntos antes citados son características que se desea que cumpla el ingeniero de proyecto.

C A P I T U L O I I

LA INGENIERIA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PLANTAS DE PROCESO

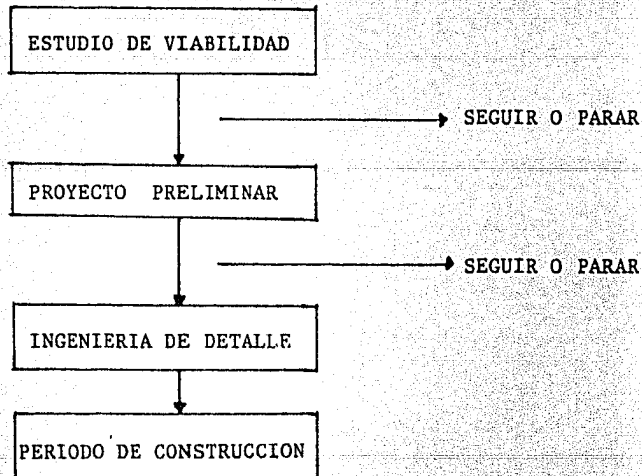
2.0 LA INGENIERIA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PLANTAS DE PROCESO.

En la actualidad nuestra país se encuentra en el umbral de una economía en pleno desarrollo, en la cual la competencia de precios y calidad de los productos en los mercados interno y externo habrá de requerir de - una mayor eficiencia en los factores productivos, y demandar la racionalización del uso de los recursos que sirven a las actividades industriales.

Es en esta etapa donde el ingeniero químico debe aplicar sus conocimientos teóricos a situaciones prácticas que beneficien a la sociedad.

A lo largo de este capítulo se desarrollan las cuatro fases principales de los servicios de ingeniería que se utilizan en el diseño y construcción de una planta de proceso.

Las principales fases de los servicios de ingeniería son las siguientes :



2.1. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE UNA PLANTA DE PROCESO

En el proyecto del diseño de una planta se incluyen todos los aspectos de la ingeniería, ya sea para ampliar, modificar o diseñar una nueva - planta industrial, estas actividades se llevan a cabo a través de las siguientes etapas:

1. Principio
2. Evaluación preliminar económica y de mercado
3. Investigación de datos necesarios para el diseño inicial y final
4. Evaluación económica inicial y final
5. Diseño de la ingeniería de detalle
6. Procuración
7. Construcción
8. Arranque y pruebas
9. Operación

Estas fases incluyen varios estudios entre los cuales están el desarrollo y análisis de mercado, diseño de equipo, estimación de costos, programación y localización de plantas. Durante el desarrollo de estas - actividades es recomendable que el ingeniero químico las dirija como - supervisor o como director.

Para realizar el diseño de una planta de proceso, primero se debe establecer el proceso, ya que éste involucra una serie de pasos.

El inicio para el diseño de una planta comienza con un plan o idea básica, la cual debe ser precisa y clara, esta idea puede ser originada por un ingeniero químico, un químico, un físico o puede ser el resultado de una petición de un cliente para substituir un producto de importación o

también puede ser el resultado del desarrollo de un programa.

El objetivo práctico de la investigación de proceso es para proporcionar datos científicos que permitan el diseño adecuado de un proceso de fabricación con el mínimo tiempo y costo de equipo.

ESTUDIO DE VIABILIDAD.

El desarrollo de un diseño de procesos empieza con una idea básica o bien el departamento de ingeniería de una compañía puede originar un proceso nuevo o modificar un existente para crear nuevos productos.

En todas estas posibilidades, se lleva a cabo un Estudio de Viabilidad Técnico-Económico, y si éste indica que la idea puede ser factible, entonces se inicia un programa de investigación mas profundo, - siendo esta la primera fase de un proyecto industrial que desarrollará una firma de ingeniería.

Cuando se hace un estudio general de las posibilidades de un proceso, éste se desarrolla considerando las operaciones físicas, químicas y los aspectos económicos; una vez que termina esta fase, continúa la etapa inicial de desarrollo del proceso incluyendo estudios de mercado preliminares, experimentos a escala y elaboración de muestras de producto final.

En general, en el desarrollo de un proyecto de diseño se involucran varias y diferentes consideraciones de diseño, además de considerar la negligencia, ya que ésta puede alterar drásticamente la situación económica y provocar un fracaso en la idea básica.

Los principales factores que se deben considerar en el desarrollo del diseño de una planta completa son :

1. Localización de la planta
2. Distribución de equipo en la planta
3. Materiales de construcción
4. Diseño estructural
5. Servicios
6. Edificios
7. Almacenes
8. Manejo de materiales
9. Seguridad
10. Manejo de desechos
11. Permisos federales
12. Leyes locales
13. Patentes

Estos factores son los más comunes, ya que en el desarrollo del proyecto de diseño se tienen diferentes consideraciones. Estas consideraciones se seleccionan de acuerdo a la situación económica, teniendo cuidado de que la alteración no sea drástica puesto que esto podría hacer que el plan básico fuera desaprobado.

2.3 ESTUDIOS DE MERCADO

Los estudios de mercado son parte del desarrollo de procesos y de la estructura básica de un proyecto.

Un proyecto industrial se prepara a través de un proceso de aproximaciones sucesivas, en el cual se van precisando los factores que inciden en la viabilidad técnica y económica de cada etapa mediante inves-

tigaciones cada vez mas profundas y detalladas.

En la formulación de un proyecto industrial el estudio de mercado, básicamente, estima la cantidad de producto que es posible vender, las especificaciones que éste debe cumplir y el precio que los consumidores potenciales están dispuestos a pagar. La demanda probable del producto es fundamental para el proyecto y es uno de los primeros factores asociados a la viabilidad del mismo.

A través del estudio de mercado se determina bajo que condiciones se puede efectuar la venta de los volúmenes previstos, así como los factores que podrían cambiar la estructura comercial del producto en observación, incluyendo la localización de los competidores y la distribución geográfica de los principales centros de consumo.

Los resultados del estudio de mercado permiten aproximar la capacidad máxima de la planta y las necesidades de futuras ampliaciones, estos factores frecuentemente influyen en la localización de las instalaciones industriales.

Es importante el estudio de mercado en el desarrollo de un proyecto, ya que una cuantificación errónea en el volumen de ventas o del precio del producto conduciría a una estimación inadecuada de capacidad de la planta y a una proyección de ingresos y egresos alejados de la realidad, causando posiblemente un fracaso económico de la empresa que se integra para llevar a cabo el proyecto.

Cuando se realizan estudios de mercado con cifras inferiores a la realidad, da por resultado que la capacidad de la planta que se instale resulta insuficiente para satisfacer la demanda del mercado desde los primeros años de operación.

Por otro lado, una estimación de mercado que proporcione cifras superiores a las que en realidad habrán de alcanzarse, dará origen a la instalación de una planta con gran capacidad, mediante una fuerte inversión que al no aprovecharse totalmente, incidirá desfavorablemente en el costo del producto terminado y en la economía de la empresa.

Una vez que se han analizado los puntos anteriores, se procede a una evaluación que va a permitir que el propietario tome una decisión, ya sea para continuar con el proyecto o para darlo por terminado.

2.4 PROYECTO PRELIMINAR

Los elementos determinantes para realizar un proyecto preliminar son : Los resultados de estimación de la inversión y los costos de producción junto con la información obtenida en los estudios de mercado.

El costo de este proyecto, generalmente no es muy elevado y se puede obtener con exactitud relativa a partir de los costos iniciales y finales de inversión y operación.

En la etapa del proyecto preliminar se desarrollan y determinan con precisión posible todos los requerimientos de ingeniería, estos requerimientos son planeados, dirigidos y coordinados por el ingeniero de proyecto; aunque es él quien proporciona la coordinación técnica y apoyo a los departamentos de procuración y construcción, le pertenece en primer término, el trabajo de ingeniería.

El trabajo de ingeniería puede dividirse en dos partes principales :

2.4.1 INGENIERIA BASICA

2.4.2 INGENIERIA DE DETALLE

2.4.1 INGENIERIA BASICA

En algunas ocasiones, el proyecto preliminar se plantea como el trabajo de detalle y se realiza para completar el llamado "paquete básico" este paquete se elabora, por ejemplo; cuando la planta va a ser construída por una firma capaz de realizar la mayor parte de la ingeniería de detalle.

Si la licencia del proceso es vendida, debe prepararse un paquete de ingeniería conteniendo todos los detalles necesarios que permitan que el comprador complete el proyecto por sí mismo. A la preparación de este paquete de ingeniería se le puede llamar "Ingeniería Básica" en lugar de "Ingeniería Preliminar".

La figura (1) muestra un esquema de las etapas que se presentan en la Ingeniería Básica.

El diseño básico suele hacerse bajo la dirección general del ingeniero de proceso. El trabajo de diseño básico empieza después de establecer la capacidad de la planta, las materias primas, su calidad y características, los productos que se fabricarán, su calidad y especificaciones, la flexibilidad de la operación, los derechos de licencia y patentes, - la experiencia comercial previa, los costos de capital y operación, así como las garantías.

En sí, el diseño básico es la parte de la ingeniería que se encarga del arreglo general de la planta, diagramas de tuberías e instrumentación - (DTI'S) y especificaciones generales.

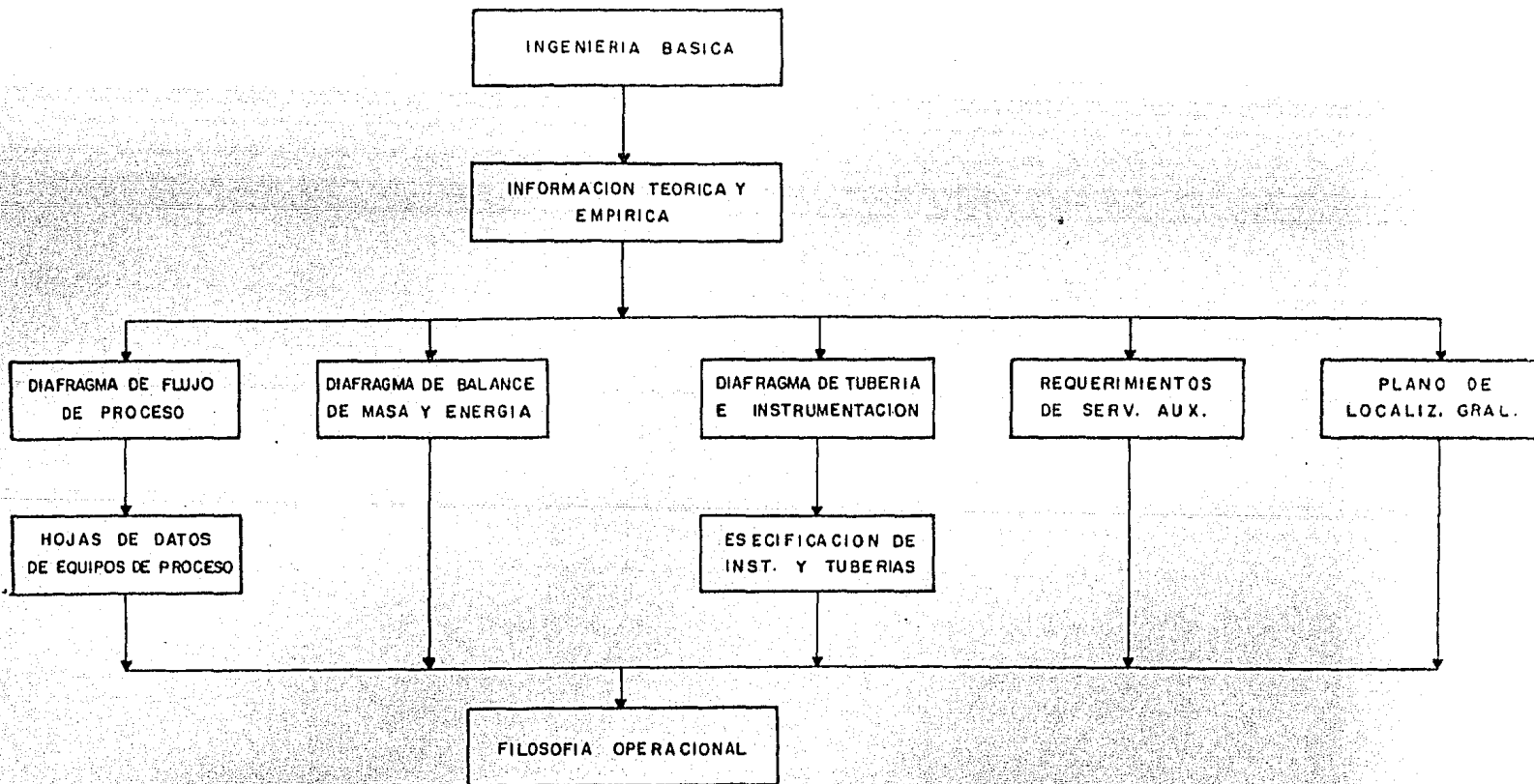


FIG. 1 INGENIERIA BASICA Y PRELIMINAR.

Los documentos que integran la ingeniería básica son:

1. Diagramas de flujo de proceso
2. Balances de materia y energía
3. Diagramas de tubería e instrumentación
4. Requerimientos de servicios auxiliares
5. Plano de localización general
6. Hojas de datos de equipos de procesos
7. Especificaciones de instrumentos y tuberías
8. Filosofía operacional

DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO

Existen tres clases de diagramas, los cuales se describen a continuación :

1. **DIAGRAMA GRAFICO** : Es un diagrama hecho de manera gráfica, se usa para publicidad (láminas que despierten la atención y causen impacto por los colores) y muestra las partes importantes del proceso, sin embargo ; no muestra todas las corrientes del mismo.
2. **DIAGRAMA DE BLOQUES** : Este tipo de diagramas tratan de agrupar toda la planta o áreas en bloques, ya que en él se delimitan las diferentes zonas y se muestran las corrientes mas importantes del proceso. Además, éstos sirven para desarrollar los balances de masa y energía.
3. **DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**: Este diagrama surge una vez que se ha seleccionado el proceso específico. En él se muestra la secuencia básica de los pasos del proceso (tal como será desarrollado en el balance de Masa y Energía) por medio de frecuentes flechas que

indican la dirección del flujo destacando las líneas del proceso al dibujarlas mas gruesas. También muestra el equipo esencial y la colocación de éste evitando al máximo los cruces entre líneas, por tal motivo es importante fijar el sentido de los cortes en las corrientes, estos pueden ser un sentido vertical y horizontal pero no en los dos sentidos.

Es conveniente utilizar en este tipo de diagramas una simbología - para los equipos de proceso adecuada a un estándar o bien que sea - sumamente general como para ser facilmente reconocida, para esto ; es necesario elaborar un diagrama de simbología en donde se muestren los símbolos a usar.

La principal información que deben contener estos diagramas es la siguiente :

1. Esquema del flujo de proceso
2. Temperaturas y presiones de operación
3. Tuberías de proceso e instrumentación básica de control
4. Características de los equipos de proceso

Una vez que llegan a un acuerdo todas las partes interesadas con respecto al diagrama de flujo de proceso, entonces se dan a conocer los balances - de Masa y Energía.

Debido a que este diagrama se utiliza en todas las fases iniciales del di seño de una planta es necesario que sea elaborado con claridad y exactitud. La figura (2) muestra un ejemplo de este tipo de diagramas.

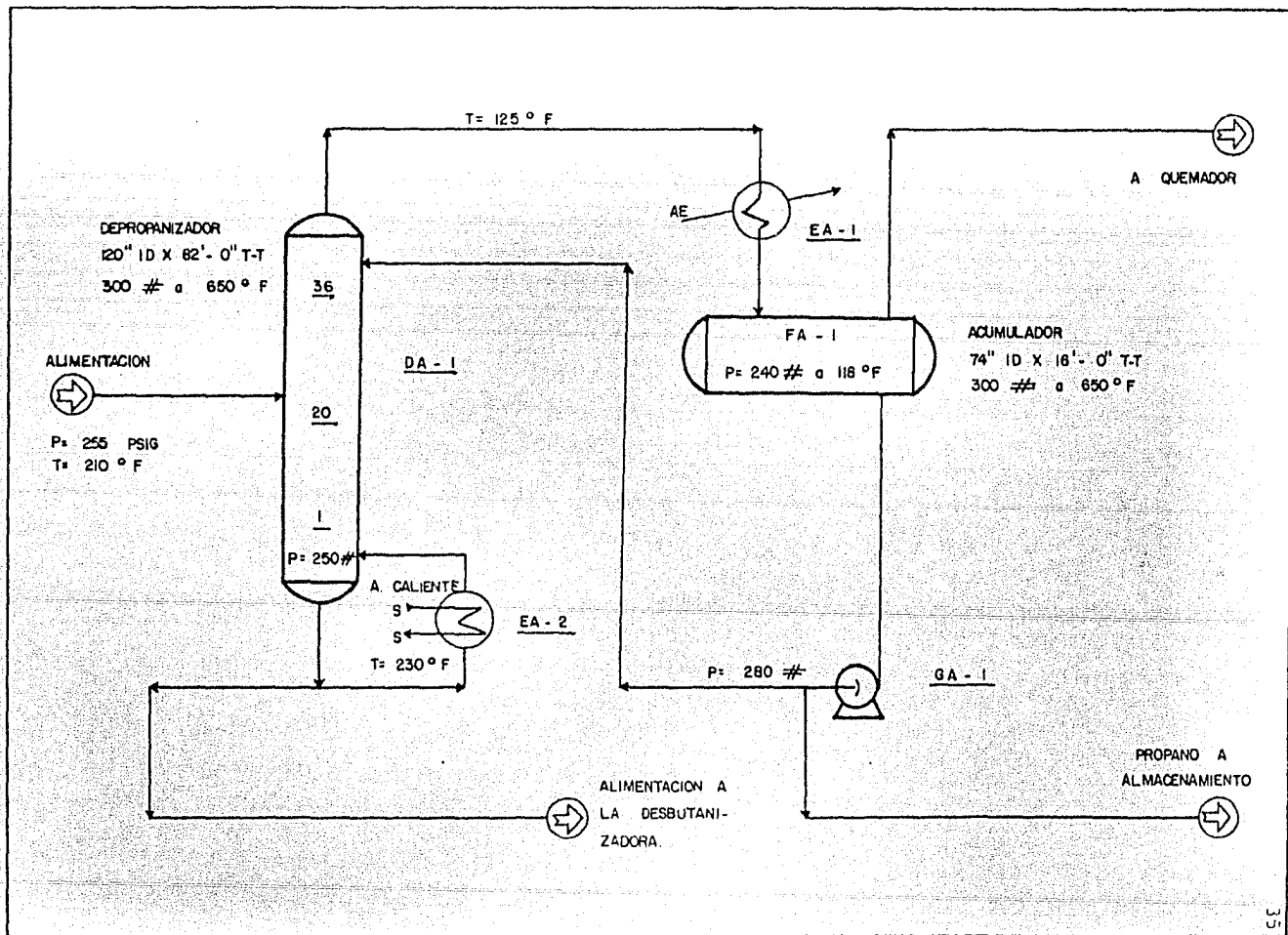


FIG. 2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.

DIAGRAMAS DE BALANCE DE MASA Y ENERGIA

El ingeniero químico utiliza este diagrama para la resolución de problemas de diseño y operación, así como para el balance económico y financiero.

Este dibujo se elabora a partir del diagrama de flujo de proceso, en él se muestran las principales líneas de flujo y las operaciones del proceso.

En las líneas de proceso se marcan todas las características del flujo - necesarias para poder efectuar el balance de Masa y Energía de cada equipo.

Los principales datos que se deben mostrar son temperatura, presión, cantidad, composición, etc. También se marcan datos de diseño de recipientes, capacidad en servicio de cambiadores de calor y requerimientos especiales de algunos equipos.

Este tipo de diagramas deben prepararse con la mayor claridad, ya que se utilizan para diferentes operaciones.

DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

Los diagramas de tubería e instrumentación utilizan información más detallada que los diagramas de flujo de proceso, ya que en ellos se muestra toda la instrumentación necesaria para controlar una operación y/o un equipo. Sin embargo, no se muestran las características del flujo ni la de los equipos del proceso, tal como se hace en el diagrama de flujo de proceso.

En general, esos diagramas forman la principal fuente de información para los diferentes grupos de diseño.

Los datos básicos que se usan en la preparación de estos diagramas son los diagramas de flujo de proceso y las especificaciones de proceso u hojas de datos de equipo. Estos diagramas y especificaciones suelen proporcionar información suficiente sobre los accesorios y repuestos que deben llevar los equipos, por ejemplo; determinar cuantos tubos hay en un cambiador, que bombas deben tener repuestos, información sobre partes internas de los recipientes principales, etc. Estos diagramas de flujo mecánico muestran todas las válvulas requeridas para el correcto funcionamiento de la planta.

Las unidades paquete como intercambiadores de calor y compresores, no pueden incluirse en detalle hasta que no se selecciona un proveedor y se llega a un compromiso con él.

Por otro lado, la información sobre la instrumentación básica se transfiere de los datos de los diagramas de flujo de proceso a hojas de datos de instrumentos, es por esto que el diagrama de flujo es revisado por el ingeniero instrumentista, éste comprueba cada instrumento para asegurarse de que operará eficientemente, además comprueba cada sistema para mantener normas adecuadas de operación y seguridad.

REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES

Por medio del diagrama de flujo y del balance de masa y energía se conoce el proceso para el cual se va a diseñar una planta industrial.

Los requerimientos de mayor utilidad necesarios en un proceso son los servicios auxiliares, por tal motivo durante el diseño básico se debe preparar una lista de servicios auxiliares, considerando que éstos van a

ser utilizados todo el tiempo que la planta esté funcionando.

A continuación se muestra una lista de los servicios auxiliares más relevantes.

SERVICIOS AUXILIARES

1. Agua de enfriamiento
2. Vapor de calentamiento
3. Vapor motriz
4. Aire de instrumentos
5. Nitrógeno
6. Energía eléctrica
7. Agua de lavado o servicio
8. Vapor de proceso
9. Aire de planta
10. Refrigeración
11. Drenajes
12. Desfogue
13. Tratamiento de efluentes
14. Combustibles
15. Vacío

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

Después de elaborar el diagrama ingenieril de flujo y antes del diseño detallado de ductos, estructuras e instalaciones eléctricas se planea la distribución de las unidades de proceso.

El plano de localización general de equipo es un documento crítico en el diseño y construcción de una planta de proceso. Es un plano de tipo uni

tario, el cual muestra la localización y distribución en vista de planta de todos y cada uno de los equipos dentro de una sola unidad, ya sea de proceso o de servicios auxiliares.

En él se preguntan los edificios, áreas funcionales, caminos, vías de ferrocarril, sistemas de acceso a la planta, estructuras adyacentes, áreas de almacenamiento y de administración.

Sirve para determinar la orientación que tendrá una planta para localizar equipos peligrosos, debido a que se tiene que considerar la posición y características de las plantas contiguas. También sirve para localizar oficinas, el cuarto de control eléctrico y el de instrumentos, los cuales deberán estar cerca de la calle; los racks de tubería estarán en función de entradas y salidas de materias primas y producto terminado.

En general, este documento es el resultado de una planeación adecuada y eficiente, y es de gran utilidad a los demás departamentos, ya que el plano representa una estimación en cuanto seguridad, operación, mantenimiento y almacenamiento.

HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS DE PROCESO

El desarrollo y la ingeniería de una planta de proceso es el resultado del trabajo elaborado por un grupo de personas, el cual debe transmitir a otros grupos de trabajo sus resultados. Para dar a conocer esta información se usan las hojas de datos, ellas son el mejor camino para mostrar las características de las líneas y de los equipos.

Las hojas de datos contienen información acerca de las dimensiones de los equipos, condiciones de presión, de temperatura y otros parámetros de diseño aplicables a cada equipo. En éstas también se especifican las co

nexiones necesarias de tubería e instrumentación y el grado de corrosión así como los materiales de construcción necesarios.

Esta información debe ser lo suficientemente completa y comprensible para permitir la preparación de los dibujos de diseño de los recipientes a presión, intercambiadores de calor y las especificaciones mecánicas de los equipos, según se soliciten.

ESPECIFICACION DE TUBERIAS E INSTRUMENTOS

La especificación de tuberías es desarrollada por ingenieros y diseñadores con muchos años de experiencia. Ellos definen los materiales de acuerdo a los servicios que se van a manejar durante el proceso, la temperatura y presión de trabajo permisible, y todos los servicios para la cual se diseña una especificación particular. En todas las especificaciones de tuberías elaboradas, las principales variables que se toman en cuenta son el producto a manejar y el grado de corrosión. La "corrosión permisible" está indicada en la tabla de especificación.

Las tablas de especificaciones de tubería son utilizadas por:

- 1.- El dibujante de tuberías, a éste le sirven para conocer las dimensiones permisibles en el arreglo de planta y para ordenar el material.
- 2.- El fabricante, para seleccionar su propio material.
- 3.- Sirven como base al departamento de análisis de esfuerzos para llevar a cabo los estudios de esfuerzo en tuberías casusados por temperatura, presión o pesos propios.
- 4.- Permiten establecer las condiciones de prueba a las que se someterá la tubería.

5. Sirven para cuantificar tamaños de tuberías y cantidad de aislamiento.

A partir de las especificaciones de tuberías, se construye la lista de líneas, ésta permite conocer de inmediato la relación que existe entre dos o más tuberías.

Cada línea del arreglo de tubería dibujada es marcada para mostrar la dirección del flujo, el número de línea, la tabla de especificación, el tamaño de línea y los requerimientos de aislamiento, si éste es necesario. El ejemplo muestra como se codifica una línea.

Ejemplo:

24"-PC-102-A01-2P2

donde

24"= Diámetro de la línea

pc = Servicio

102 = Número secuencial de línea

A01 = Tipo de tubería

2P2 = Tipo de aislante

FILOSOFIA OPERACIONAL

El ingeniero de proceso elabora un documento en donde se presentan las "Filosofías Básicas de Operación de la Planta" como parte de la ingeniería básica de un proyecto, posteriormente esta información se incorpora al manual de proceso.

El ingeniero de proceso prepara esta información, debido a que él es quien ha diseñado y especificado el equipo de proceso, ha elaborado el esquema de proceso y ha seleccionado las condiciones de operación, así

como las limitaciones y características de operación del proceso.

La filosofía básica de operación de la planta cubre los siguientes puntos :

1. Variables de operación y control del proceso
2. Operaciones anormales
3. Procedimientos de operación especial
4. Requerimientos de control analítico del proceso

VARIABLES DE OPERACION Y CONTROL DE PROCESO

En esta sección se describe el efecto de las principales variables, tales como presión, temperatura, flujo, relación de reflujo, etc., el efecto se expresa en forma analítica y se describe el control de las variables mencionadas en los límites de operación, seleccionados de acuerdo a la información de los diagramas de flujo.

OPERACIONES ANORMALES

Los documentos que se necesitan para cubrir esta fase son :

Bases de diseño de la planta .- Dependiendo de las características de flexibilidad de operación que se especifiquen para la planta, se podrán presentar condiciones anormales de operación, por ejemplo, la variación de una carga provoca condiciones de operación totalmente diferentes.

Criterios de diseño de la planta.- De acuerdo a lo establecido en los criterios puede predecirse el funcionamiento de la planta, sobre todo - cuando se tienen trabajando determinados equipos o secciones, provocando así una operación bajo condiciones anormales.

OPERACIONES ESPECIALES

Estas operaciones se presentan cuando un sistema, sección o equipo desarrollan operaciones intermitentes o cíclicas y que generalmente no se presentan en los diagramas de flujo de proceso.

Los sistemas de inyección de inhibidores de corrosión, los agentes anti-espumantes de reactivos o agentes químicos son sistemas de operación especiales.

Es en esta sección en donde se deben describir las condiciones de operación de los sistemas especiales, detallando las variables involucradas, tales como: flujo, presión temperatura, ph., etc. Además, se debe describir el control requerido para mantener estas variables en forma.

REQUERIMIENTOS DE CONTROL ANALITICO DEL PROCESO

En esta etapa se elabora una lista de las corrientes que deberán ser analizadas, incluyendo composición, condiciones de operación, componentes clave a medir, variación de los componentes e impurezas presentes. También se recomienda el método analítico más adecuado para mantener las condiciones de las corrientes.

2 INGENIERIA DE DETALLE

La evaluación del proyecto en esta etapa debe ser desarrollado con gran cuidado y no debe escatimarse esfuerzos, ya que los resultados dependen la decisión final de gastar las reservas totales del proyecto.

En la ingeniería de detalle antes de construir una planta se realiza el trabajo de diseño de detalle. La figura (3) muestra un esquema en donde

se marcan las actividades que se deben cumplir con esta fase.

El departamento de ingeniería estudia los diagramas de flujo, los planos de arreglo general y siguiendo las especificaciones generales establecidas prepara:

- 1.- Los dibujos de construcción a partir de los cuales se construye la planta.
- 2.- Listas detalladas y especificaciones del equipo requerido.
- 3.- Listas de materiales y especificaciones que se muestran en las requisiciones de material para todos los demás requerimientos de materiales.

DIBUJOS DE CONSTRUCCION

Los dibujos necesarios para la construcción y diseño son elaborados por especialistas y dibujantes técnicos. En este tipo de información se dibujan en detalle y a escala todas las partes de la planta para mostrar la posición del equipo, conexiones, bases, soportes, estructuras etc.; de tal manera que cada ítem requerido por el equipo de planta pueda ser colocado de acuerdo al arreglo deseado. Los dibujos son clasificados de acuerdo a:

- 1.- Diagramas de tubería e instrumentación
- 2.- Plano de localización general
- 3.- Planos mecánicos
- 4.- Dibujos de tubería
- 5.- Diagramas eléctricos
- 6.- Diagrama unifilar
- 7.- Diagrama de distribución de fuerzas

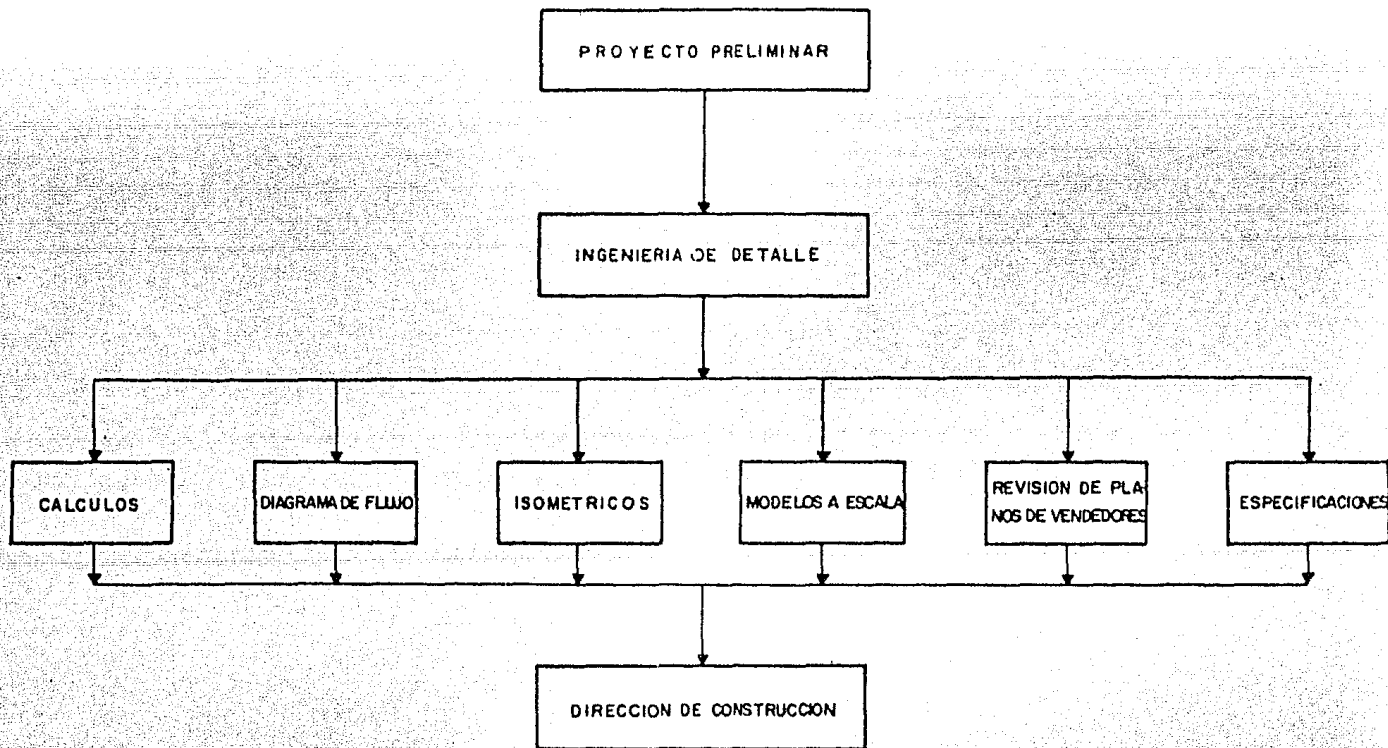


FIG. 3 INGENIERIA DE DETALLE.

8. Diagrama de instrumentación
9. Típicos de instrumentación
10. Estructura de planos, incluyendo la construcción de la planta
11. Planos de cimentaciones
12. Planos de fachadas

LISTAS DETALLADAS Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

La lista de equipos es un resumen de los equipos que se utilizan en el desarrollo de un proceso, incluye información suficiente de cada uno - de ellos con el fin de evaluar o estimar su costo.

La lista de equipo esta basada en el diagrama de flujo de proceso y la información necesaria que incluye, es la correspondiente a los siguientes factores :

1. Tipo específico de equipo
2. Tamaño y/o capacidad
3. Número de equipos iguales
4. Condiciones de operación y diseño
5. Tipo de aislamiento
6. Corrosión permisible
7. Materiales de construcción

La lista de equipo es un documento independiente que maneja gran cantidad de información, es por esto que los ingenieros de proceso elaboran - este documento para facilitar la suficiente información durante la estimación económica del equipo, además permite conocer la función específica del equipo en el proceso y sus dimensiones.

Una ventaja de la lista, es que permite tener conocimiento del tamaño de los componentes de la planta y prever el acomodo óptimo y adecuado de -- los mismos.

El objetivo de la lista de equipo es integrar la información referente - al tipo y número de equipos, el servicio que realizan y sus características principales que permitan estimar su inversión inicial, los costos de instalación y los costos de operación.

Para elaborar la lista de equipo son necesarios los siguientes documen-- tos :

1. Diagrama de flujo de proceso
2. Balance de masa y energía

La preparación de la información contenida en la lista se presenta en un documento independiente y en el diagrama de flujo de proceso.

LISTA DE MATERIALES Y ESPECIFICACIONES

Las listas de materiales y especificaciones se elaboran para cada equipo, recipiente y estructura que se van a utilizar en una planta de proceso.

Las listas deben ser muy específicas y se debe incluir desde el material para un tornillo hasta el de un accesorio. Cada grupo de ingeniería debe preparar una lista de materiales para delimitar las condiciones de diseño y operación de los equipos.

DISEÑO Y MATERIAL DE RECIPIENTES : El diseño de recipientes es un trabajo en conjunto del ingeniero de proceso, el ingeniero mecánico, el diseñador y el fabricante de recipientes.

Los depósitos a presión, tanques, tambores, columnas de destilación y demás equipos de separación, se diseñan y construyen de acuerdo a los códigos API/ASME y el ASNE. En los códigos se especifican materiales, esfuerzos por temperatura y reglas para construcción.

Las dimensiones del recipiente y los materiales de construcción adecuados son generalmente determinados por el ingeniero de proceso; por tanto él debe elaborar un dibujo esquemático en el que se muestren el diámetro y la longitud de la cubierta, localización, tamaño y tipo de conexiones o salidas, espesor y tipo de los materiales para la cubierta y los cabezales, accesorios internos y externos necesarios en los recipientes y condiciones de operación para el diseño. Los dibujos esquemáticos de los recipientes deberán satisfacer las necesidades pedidas en el diseño.

El fabricante de recipientes se responsabiliza de la construcción de los mismos de acuerdo a los códigos apropiados y a las especificaciones solicitadas. Por tanto, se debe comprobar que se satisfagan las condiciones de presión y temperatura de trabajo.

EQUIPO MECANICO : El equipo mecánico, tal como los cambiadores de calor, bombas, compresores, torres de enfriamiento, centrífugas y otro equipo especial, es generalmente diseñado y garantizado por el fabricante. Por esto es necesario que el especialista de cada grupo prepare una requisición de equipo o una lista de material que delimite los requisitos y condiciones de diseño y operación para cada pieza de equipo.

DISEÑO DE TUBERIAS : El diseñador de tuberías trabaja con los diagramas de flujo mecánico y los arreglos generales preliminares para determinar la ruta más eficiente de cada línea de tubería.

Para la elaboración de la lista de materiales y accesorios que se tienen en la tubería, se necesitan los diagramas de flujo mecánico y los arreglos generales. En la lista de materiales deben incluirse válvulas y empaques.

La lista de materiales se limita a los trabajos que se efectúan en la obra, ya que para lo fabricado en el taller el personal de éste elabora sus listas. Se debe elaborar una lista completa de materiales cuando la tubería se fabrica totalmente en la obra.

DISEÑO ELECTRICO : Este grupo detalla todo el equipo eléctrico que generalmente es diseñado y garantizado por el fabricante.

Los ingenieros eléctricos trabajan en conjunto con el grupo de diseño mecánico en la especificación de motores para el equipo mecánico como bombas y compresores. Además, los ingenieros preparan diagramas unifilares que muestran todo el equipo eléctrico y la distribución de energía. Con estos diagramas se elaboran dibujos de construcción y listas de materiales para fuerza, instrumentación, alambrado y tierra.

INGENIERIA DE INSTRUMENTOS : Los dibujos de diseño para instalación de la instrumentación son esquemas que se usan principalmente para determinar la lista de materiales.

El grupo de instrumentación desarrolla el sistema de control que se usa para cada pieza de equipo o circuito de la planta. Este grupo lista y especifica los instrumentos que son diseñados por los fabricantes y que generalmente son de diseño estándar. Por otro lado, el grupo también supervisa la preparación de dibujos de tableros de control y proporciona información a los grupos de tuberías y eléctrico para la preparación de diagramas de instrumentos.

DISEÑO CIVIL : Este grupo es responsable del trabajo de diseño, de concreto y de acero estructural. El diseño de cimentación se lleva a cabo después de que se han realizado los diseños mencionados y así, obtener la información para elaborar la lista de materiales.

Los diseñadores estructurales trabajan en conjunto con los grupos de tuberías y eléctrico. Esto es necesario para evitar interferencias de las estructuras de soporte para tuberías y algunas piezas de equipo, así como de edificios y almacenes.

ESPECIFICACIONES GENERALES : Estas especificaciones son preparadas por cada grupo o disciplina de ingeniería.

En cada proyecto se consideran códigos locales de edificación, condiciones climatológicas, normas de la industria y del cliente. Las especificaciones generales son examinadas y aprobadas por el ingeniero del proyecto y por el representante de la empresa propietaria.

2.5 PERIODO DE CONSTRUCCION

La construcción es la última actividad importante antes del arranque y una de las más retadoras y difíciles. Esta etapa es de gran atención debido a que una planta debe construirse adecuadamente y sin demoras, de otra manera sobrevienen dificultades a pesar de que la ingeniería sea correcta.

La construcción empieza con la preparación del sitio, este es el primer paso en cualquier proyecto. La preparación puede requerir de la construcción de caminos de acceso y de la nivelación del área o bien; de que se derriben edificios existentes y obstrucciones subterráneas. La preparación del sitio es seguida por la construcción de instalaciones sanitarias, de energía, de agua y de caminos provisionales.

La construcción permanente comienza con las excavaciones para la cimentación, con el tendido de tubería subterránea y con los conductos eléctricos. Una vez concluida esta fase se recibe el equipo y se empieza la construcción con acero estructural.

El trabajo de edificación debe planearse en torno a la erección de recipientes y equipo pesado. En ocasiones, los cimientos y algunos equipos no pueden instalarse hasta que otros recipientes o equipo clave no estén en su lugar.

Cuando se ha colocado el equipo e instalado el acero estructural, empieza el trabajo de instalación eléctrica y de tuberías. La instalación de tuberías viene a ser la mitad del trabajo de campo en la mayoría de las unidades de proceso. En primer lugar se instala la tubería grande prefabricada, seguida por la tubería menor y la tubería de instrumentación, y por la instalación eléctrica. Cuando ya se ha instalado suficiente tubería y equipo, se lleva a cabo el trabajo de aislamiento y pintura.

Por el costo de supervisión y del equipo de construcción, es importante que el trabajo de edificación sea planeado en detalle para lograr máxima eficiencia. Esta planeación debe revisarse y cambiarse continuamente -- conforme varían las condiciones del trabajo en el campo. Por ejemplo, el trabajo de campo es muy sensible a las condiciones meteorológicas, a la disponibilidad de mano de obra calificada local, y a la entrega de materiales y equipo crítico. Por todo esto, el trabajo de construcción constituye el mayor riesgo entre las actividades realizadas por el ingeniero contratista. La figura (4) muestra las etapas del período de construcción.

PRUEBAS Y AJUSTE

Antes del arranque debe probarse y ajustarse cuidadosamente cada unidad. Los operadores provistos de diagramas de flujo de tuberías e instrumentación, efectúan una comprobación detallada de cada unidad y de cada línea,

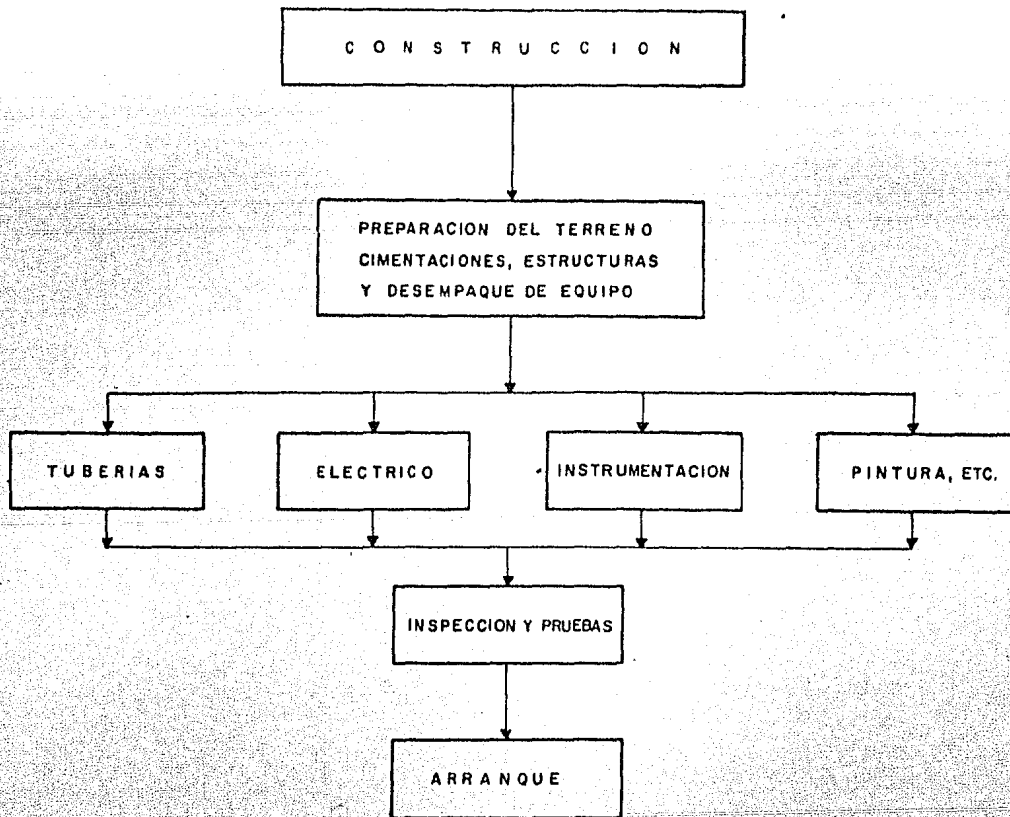


FIG. 4 PERIODO DE CONSTRUCCION.

comenzando primero con los equipos mayores y terminando con los más pequeños; siguiendo el siguiente orden :

1. Recipientes y tanques atmosféricos
2. Bombas
3. Equipos con sistemas de lubricación
4. Filtros
5. Conexiones mecánicas y eléctricas
6. Válvulas y tuberías
7. Instrumentos

Para la mayoría de estos equipos, conexiones e instrumentos debe aplicarse lo siguiente :

1. En los equipos mayores hacer una inspección visual de sus internos y cerciorarse de que estén limpios de basura, metales, herramientas, desechos humanos, etc. Antes del cierre final.
2. Verificar que todas las soldaduras se hayan terminado.
3. Al terminar la inspección visual colocar las entradas de hombre con empaques adecuados.
4. Checar que los recipientes a presión no tengan boquillas o coples desconectados.
5. En los tanques atmosféricos checar los venteos para asegurarse de que no tengan obstrucciones.
6. Después de estas inspecciones, probar los tanques con agua o aire para verificar que no haya fugas.

7. Finalmente drenar los tanques así como las mirillas de nivel.
8. Llevar un control de los tanques y recipientes revisados.
9. Los compresores deben someterse a una operación de prueba completa antes del arranque, a menudo es aconsejable tener un -- hombre de servicio del proveedor para supervisar la operación de prueba.
10. Todas las bombas deben ser inspeccionadas y probadas bajo supervisión de un representante del grupo de operación mecánica.
11. Comprobar que todas las bombas y compresores tengan filtros -- temporales en las líneas de succión.
12. Verificar que las bombas tengan empaques o sellos adecuados o su sistema de lubricación.
13. Revisar su dirección de rotación y si el agua de enfriamiento y/o aceite de sello circulan en forma adecuada.
14. Verificar sus conexiones con las tuberías de succión, descarga, drenaje y venteo.
15. Después de todas estas inspecciones, todas las bombas deben - operar durante una hora, pararlas y comprobarlas. Entonces de ben arrancarse de nuevo y operar durante unas cuatro horas.
16. Siempre que sea posible, las bombas deben operar a temperaturas cercanas a las de su operación normal durante la operación de prueba y llevar un control de todas éstas.

17. Los equipos que tienen sistemas de lubricación (cajas de engranes, cajas de cigüeñal, etc.) checar los niveles de aceite y verificar la lubricación de todo el sistema.
18. Para filtros, checar el estado en que se encuentra el medio filtrante, cartucho o canasta.
19. Revisar sus conexiones, drenarlas y ventearlas.
20. Verificar que esté completa su instalación.
21. Las líneas y válvulas se deben lavar completamente quitando antes los orificios y válvulas de control.
22. Mantener perfectamente lubricadas las válvulas de corte para poder accionarlas rápidamente.
23. Utilizar empaques apropiados y, verificar las conexiones y válvulas para detectar fugas.
24. Antes del arranque inicial purgar y ventear las líneas para eliminar agua, polvo, óxidos, etc. y revisar visualmente las condiciones en que se encuentran las tuberías.
25. Verificar que se haya comprobado la "presión establecida" de todas las válvulas de seguridad y poner etiquetas en las válvulas para mostrar que han sido probadas.
26. Las pruebas en los instrumentos, comienzan verificando que se encuentren completos los circuitos de control.

27. Revisar los controles que requieran alimentación eléctrica, hidráulica y/o neumática.
28. Checar que no existan conexiones mecánicas flojas y conexiones eléctricas no apropiadas.
29. Después de estas inspecciones se establece la circulación del flujo a través del equipo poniendo en servicio todo el control de nivel y de flujo en el circuito.

Todas las pruebas antes mencionadas, pueden variar según las condiciones de operación. Además, es necesario recordar que las pruebas de los equipos deben efectuarse por partes, ya que no todos los equipos operan --- igual.

2.7 ARRANQUE

En el arranque todas las aproximaciones hechas en la etapa de diseño se ponen en práctica, además se pone a prueba la competencia del constructor y sus ayudantes, así como el diseño del equipo.

La preparación para el arranque de la planta comienza mucho antes de completarse el trabajo de campo, con la elaboración de instructivos de operación y mantenimiento. Estos instructivos suelen ser preparados por el contratista del cliente para aproximadamente seis meses antes del arranque, de modo que pueden usarse para el entrenamiento de los operadores.

Un manual típico de operaciones contiene la información siguiente :

1. DESCRIPCION GENERAL

En esta sección se incluyen las bases de diseño para los suministros

y productos, una descripción general del proceso y una delineación detallada del flujo a través de la unidad.

2. CONDICIONES DE OPERACION Y CONTROL

En esta fase se describen las variables del proceso y su efecto sobre la operación, las características especiales de operación, control y datos técnicos varios.

3. PREPARACION DE LA UNIDAD PARA ARRANQUE INICIAL

En esta parte se preparan todos los procedimientos previos al arranque.

4. ARRANQUE

Descripción detallada del procedimiento de arranque

5. PARO NORMAL

Procedimiento normal para parar un sistema y hacer limpieza y preparación de la unidad para trabajos de mantenimiento e inspección.

6. PARO DE EMERGENCIA

Acción a seguir para parar la unidad en caso de falla de energía, de equipo, incendio, agua, etc.

7. SEGURIDAD

Protección contra incendio, manejo seguro de material volátil y tóxico, limpieza, preparación de tanques, recipientes, equipo de seguridad, etc.

8. DIAGRAMAS DE FLUJO

En esta etapa se colocan todos los diagramas de flujo mecánico y de proceso.

9. APENDICE

Este incluye cualquier instrucción especial de operación suministrada por los proveedores del equipo, comprobaciones rutinarias de mantenimiento por el operador y pruebas de control de laboratorio requeridas para operación normal.

Junto con la preparación de los manuales de instrucciones para operación se realiza el entrenamiento efectivo de los operadores de la planta, el cual debe hacerse mucho antes del arranque.

Varios problemas de arranque resultan de un entrenamiento inadecuado de los operadores, a los cuales se encarga el manejo de unidades complicadas.

Los documentos que abarcan todos los aspectos de la operación de cada unidad se combinan con la información detallada de la operación de cada pieza de equipo mecánico, inclusive los instrumentos y los programas de adiestramiento para los operadores. También deben incluirse prácticas para casos de emergencia y procedimientos escritos para que los sigan los operadores.

C A P I T U L O I I I

DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

3.0 DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

3.1 INSTRUMENTACION Y CONTROL

En el año de 1930 la palabra "Instrumentación" era desconocida y desde esa fecha a la actualidad, la instrumentación se ha desarrollado de tal manera que ha ideado una serie de mecanismos que permiten controlar y medir necesidades específicas.

Su desarrollo fue a partir de 1940 y durante la segunda guerra mundial se forzó a la industria de la instrumentación para desarrollar nuevas técnicas de control y así marchar a la par con la industria Belica.

En el período de post-guerra, la tecnología continuó su desarrollo hasta que en el período del auge económico de 1950-1960 hubo una expansión de la industria en general, dando a la instrumentación un amplio campo de acción y avance.

Actualmente, las plantas más grandes y complicadas que abastecen a nuestra civilización descansan en la instrumentación, porque es la que constituye los nervios y el cerebro de los modernos procesos industriales, controla la calidad de los productos y mantiene dentro del proceso las condiciones requeridas para una operación segura y eficiente.

Si no existieran los aparatos automáticos para medir y controlar, muchos de los procesos actuales no se llevarían a cabo, ya que los instrumentos pueden detectar condiciones y tomar acciones de control más rápidas y precisas que el operador humano. Los instrumentos son vitales en la instalación de plantas, porque redituan beneficios económicos al ahorrar trabajo y reducir desperdicios, y al permitir que el proceso sea operado con mayor eficiencia y seguridad.

La instrumentación es una disciplina que ha tenido gran impulso en los últimos años, esto se debe básicamente al hecho de que simplifica las operaciones productivas en planta, y realiza un control más exacto y preciso de las variables que se pretenden controlar.

Actualmente, la instrumentación precisa el tipo de instrumentos necesarios para controlar la operación de diferentes equipos.

Los dispositivos de medición, de control automático y otros posibles se conocen como instrumentos, estos se pueden definir como : "Todo dispositivo que nos permita medir, transmitir, procesar, registrar indicar o controlar una variable".

Para que los circuitos de instrumentación trabajen eficientemente, es necesario que los medios de actuación utilizados sean neumáticos, hidráulicos, eléctricos e incluso puede haber combinaciones de ellos.

3.2 DEFINICION DE TERMINOS DE CONTROL

ACTUADOR : Su propósito es el de suministrar la fuerza o energía necesaria para mover una válvula a través de todo su rango.

AGENTE O MEDIO DE CONTROL : Material o energía de proceso que afecta el valor de la variable controlada y su cantidad es regulada por el elemento de control final.

ALARMA : Dispositivo que indica la existencia de una condición anormal - por medio de una señal sonora y/o visible, emitida para atraer la atención.

ATRAS DEL TABLERO : Término aplicado a la localización que :

1. Esta dentro de una área que contiene el tablero de instrumentos.
2. Esta adentro o atrás del tablero o no es accesible al operador para -

su uso normal.

3. No se designa como local

AUTOMATIZACION: Es la disciplina como parte de la instrumentación que cubre las funciones de supervisión, regulación o control de sistemas.

CIRCUITO DE CONTROL DE INSTRUMENTOS : Es un sistema formado por varios-instrumentos y/o componentes cuya finalidad principal es el control deseado.

CONTROLADOR: Realiza tres funciones básicas, detecta la variable controlada, la compara con el valor deseado y proporciona una señal de corrección.

CONTROLADOR AUTOMATICO: Un mecanismo que mide el valor de una cantidad-o condición variable y opera para mantenerla dentro de sus límites.

CONVERTIDOR: Dispositivo que recibe información en forma de señal del -instrumento, altera la forma de la información y envía una señal de salida resultante.

ELEMENTO DE CONTROL FINAL: Es la parte del circuito de control, tal como una válvula de diafragma, motor de palanca o calentador eléctrico, es tos hacen variar directamente al agente de control.

ELEMENTO DE CONTROL PRIMARIO: Es la parte del controlador que es movido por el elemento de medición para actuar el mecanismo del controlador.

ELEMENTO DE MEDICION: Aquellos elementos que detectan los cambios de la variable controlada.

ELEMENTO SECUNDARIO DE MEDICION : Todo aquel componente de un instrumento que detecta o infiere la magnitud escalar inducida por un elemento primario cuando éste no es capaz de tectarla directamente.

FUNCION : El propósito o acción realizada por un dispositivo.

INSTRUMENTO : Dispositivo usado para medir y/o controlar una variable; - el término incluye válvulas de control, de alivio y dispositivos eléctricos.

INTERRUPTOR : Dispositivo que conecta, desconecta o transfiere uno o más circuitos y no es designado como un controlador, un relevador o una válvula de control.

LUZ PILOTO : Luz que indica la existencia de alguna condición normal de un sistema o dispositivo.

MEDICION : Determinación de la existencia o magnitud de una variable.

MONTADO EN TABLERO : Término aplicado a un instrumento que está montado sobre un tablero y que es accesible al operador para su uso normal.

PROCESO : Es una operación o conjunto de operaciones en que varía, por - lo menos, una característica física o química de un material. Es el principal componente del sistema y la razón de su existencia. El conjunto de operaciones son desarrolladas en, y por el equipo en el cual se controlan una o varias variables.

PUNTO DE AJUSTE : Es el valor de la variable controlada que se desea mantener. Un controlador esta usualmente provisto con un puntero de control u otro medio para colocar el punto de ajuste.

RELEVADOR : Dispositivo que recibe información en forma de señales de uno o más instrumentos, modifica la información y emite una o más señales de salida.

RESPUESTA DEL CONTROLADOR : La acción obtenida de un controlador con un resultado de un cambio en la variable controlada.

RESPUESTA DE DOS POSICIONES : Una respuesta de controlador en la cual el elemento de control final es movido inmediatamente de un extremo a -- otro de su viaje como resultado de un pequeño cambio en la variable controlada.

RESPUESTA PROPORCIONAL : Una respuesta del controlador, la cual es proporcional a los cambios de una variable controlada.

TABLERO : Estructura que tiene un grupo de instrumentos montados en ella y tiene una identificación individual. El tablero puede consistir de una o más secciones, componentes como escritorios, consolas y bastidores.

TABLERO LOCAL : Un tablero que no es el principal o central, normalmente se localiza cerca de subsistemas o subáreas de la planta.

TRANSDUCTOR : Término general para un dispositivo que recibe información en forma de una o más cantidades físicas, modifica la información y emite una señal de salida resultante.

TRANSMISOR : Dispositivo que detecta una variable de proceso por medio de un elemento primario y que tiene una salida cuyo valor varía únicamente en función de la variable de proceso.

VALVULAS DE CONTROL : Su función es la de modular el flujo de un fluido -

del proceso de acuerdo a una señal usualmente generada por el controlador.

VARIABLE DE PROCESO : Cualquier propiedad variable de un proceso.

3.2.1 VARIABLES A CONTROLAR EN UN PROCESO.

Las variables más importantes para controlar dentro de un proceso son :

FLUJO.

Cualquier proceso químico continuo requiere del control de flujo. Estos circuitos son más comunes que los de cualquier otra variable simple, puesto que de ella depende en buena medida, la cantidad y la calidad requeridas de los productos de una planta de proceso.

TEMPERATURA.

La energía en forma de calor es otra variable importante, ésta se puede controlar en algunas reacciones químicas pero en otras no, para esto es necesario un buen control automático.

PRESION.

El control de la presión es necesaria en todos los procesos químicos, muchas reacciones están en función de la presión al igual que de la temperatura. Así, la inspección para obtener las condiciones deseadas en una reacción, se lleva a cabo controlando la presión junto con los flujos a través de los equipos y tuberías.

NIVEL.

Otra función importante en los procesos continuos es el control del nivel, éste se utiliza para elaborar balances de materia cuando hay varia-

ciones en las corrientes de materia prima, para el funcionamiento propio de torres fraccionarias, tanques fijos y otros equipos, para regular las corrientes de productos intermedios y finales, y para facilitar el almacenaje. El control de nivel también está asociado con el control de flujo.

3.2.2 OTRAS VARIABLES A CONTROLAR.

Las cuatro variables antes mencionadas son básicas en el control de algunos procesos.

Ciertas variables pueden definirse como una forma de controlar energía, otras no entran en esta definición. En la siguiente lista se incluyen otras variables importantes de medición y control.

1. Análisis de componentes : Hay varios tipos de mecanismos analíticos utilizados para medir los componentes en una corriente de proceso o en una mezcla. Estos análisis son hechos con cromatógrafos u otros mecanismos analíticos especiales.
2. Propiedades Físicas : Estas propiedades deben controlarse con frecuencia, incluyendo la viscosidad, el peso específico, índice de fusión, neblina, turbidez, punto de ebullición inicial o final y el color.
3. Propiedades químicas : En varios procesos las propiedades químicas necesitan ser controladas, incluyendo el Ph, conductividad y Redox.
4. Diversas formas de energía : Otras variables que algunas veces pueden ser controladas son la velocidad, frecuencia, potencia, voltaje y corriente.

3.3. TIPOS DE CONTROL

3.3.1. CONTROL MANUAL

Cuando la industria de la instrumentación se inició, el control de las variables era hecho directamente por hombres que debían observar fijamente los cambios que sucedían en un equipo o en un proceso en general. Actualmente los sistemas de control de las plantas para procesos industriales, aún los de las más modernas, se reducen al control manual y automático.

La figura (1) muestra un esquema de control manual en donde un valor o cantidad (variable controlada) está continuamente midiéndose y comparándose con otro valor (valor deseado de la variable), si son iguales o están dentro de los límites prefijados existe un (error), a continuación se produce una corrección en la (variable manipulada) por medio de la interfase, para llevar a la variable controlada a los límites preestablecidos.

La figura representa un sistema de control con interfase humana, es decir un sistema de control manual y en este caso el elemento primario y el receptor (la medición) forman lo que se conoce como un circuito de instrumentación.

3.3.2. CONTROL AUTOMATICO

El control manual no era del todo satisfactorio, así que surgió el control automático el cual tiene como único propósito obtener la producción de una manera más económica, ya que algunos procesos no serían posibles excepto a través del uso de controles automáticos.

El control automático puede definirse como: "La técnica de medir el valor de una variable y producir una respuesta para evitar su desviación de un valor prefijado".

La figura (2) muestra un esquema del sistema de control con interfase automática, ésta requiere de otro elemento, el receptor para formar el circuito de instrumentación.

Un circuito de control automático puede usar varios mecanismos para conseguir el control de una variable en un proceso. No importa el número de elementos usados, el circuito contendrá al menos cuatro integrantes básicos: detector, medidor, controlador y elemento de control final.

En general los sistemas de control pueden ser manuales, automáticos o semiautomáticos; de circuito abierto o cerrado.

En los sistemas de control de circuito abierto no existe una conexión entre la variable controlada y la variable manipulada. Ver figura (3a).

En los sistemas de control de circuito cerrado existe una relación directa entre la variable controlada y la variable manipulada (una modifica a la otra). El sistema de control mas común en la industria es el sistema de control automático de circuito cerrado, en la figura (3b) se pueden observar los componentes básicos de este sistema.

3.3.3. SISTEMAS DE CONTROL

Los sistemas de control, básicamente, constan de las siguientes partes:

1. Elemento Primario
2. Elemento Secundario
3. Controlador
4. Elemento final de Control

El elemento primario es el dispositivo que mide directamente el valor de la variable que se desea controlar, el valor es enviado a un dispositivo

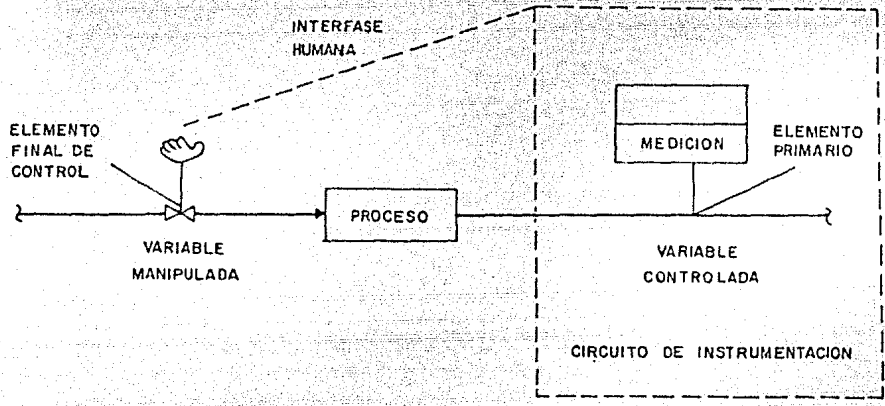


FIG. 1 SISTEMA DE CONTROL MANUAL
EL CIRCUITO DE INSTRUMENTACION
ES UN CIRCUITO DE MEDICION.

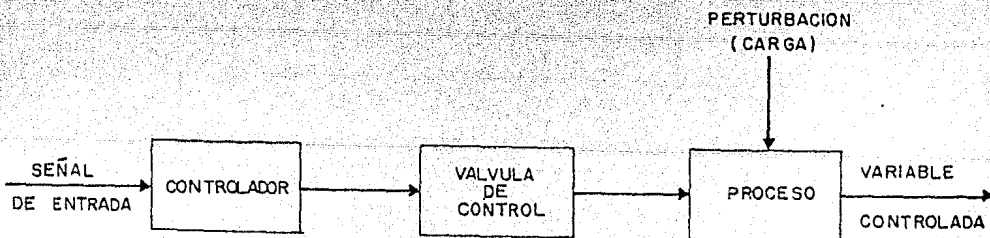
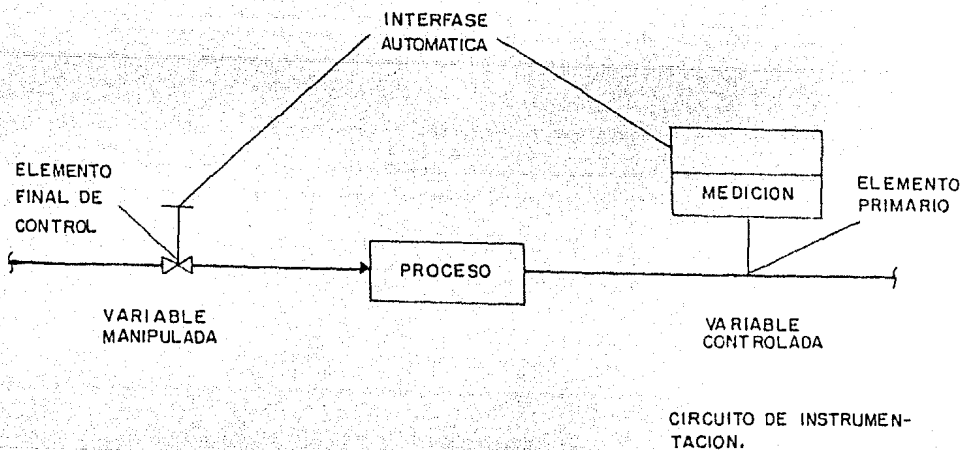


FIG. 3a SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO DE CIRCUITO ABIERTO.

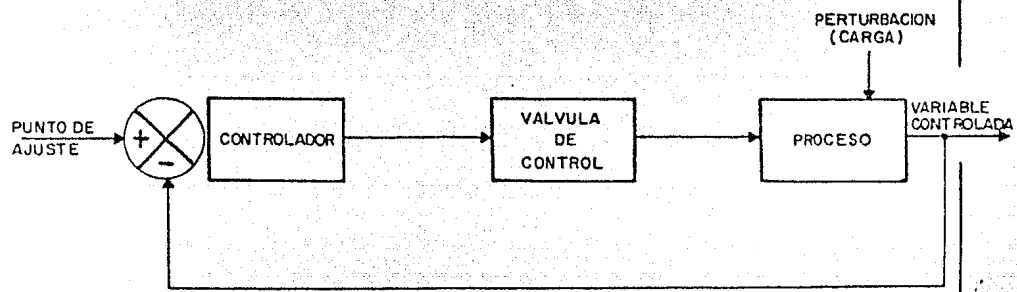


FIG. 3b SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO DE CIRCUITO CERRADO.

transmisor que convierte el valor de la variable en una señal proporcional a ese valor. La señal, generalmente, puede ser neumática o eléctrica, y es enviada al controlador. El controlador compara esta señal (correspondiente a un valor de la variable controlada) con el valor deseado (valor que se fija previamente al controlador o set point) y emite una señal que permite corregir la diferencia entre el valor medido y el valor deseado de la variable.

La señal del controlador es recibida por el elemento final de control (generalmente una válvula) que a su vez modifica el valor de la variable manipulada, la que al cambiar va a modificar el valor de la variable controlada corrigiendo su desviación con respecto al valor deseado.

De los elementos de este circuito el controlador realiza la función más importante. La salida que un controlador envía depende de lo que se conoce como modos de control.

Un modo de control se define como la relación entre la salida del controlador y el error de entrada.

La figura (4) muestra el sistema de control.

3.4. INGENIERIA DE INSTRUMENTACION

La Ingeniería de instrumentación o básica está asociada con los criterios de diseño para la instrumentación de procesos, el cálculo, especificación de instrumentos y su clasificación. Las principales actividades de esta fase son:

3.4.1. Instrumentación de diagramas de flujo de proceso.

3.4.2. Instrumentación de diagramas de tubería e instrumentación (DTI)

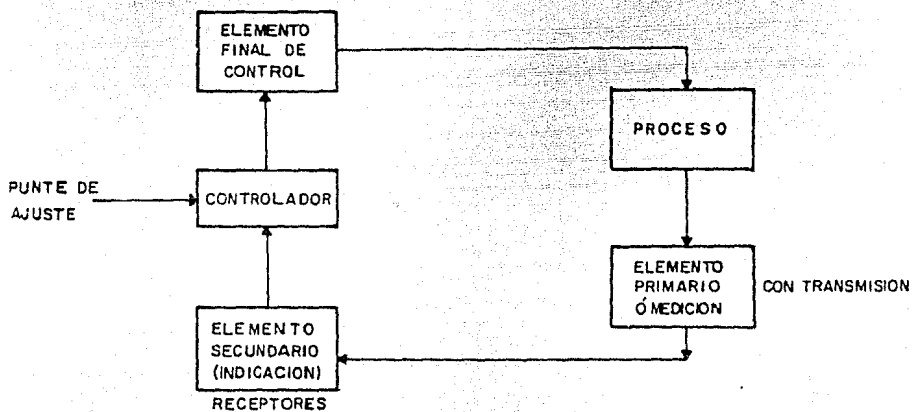


FIG. 4 SISTEMA DE CONTROL.

- 3.4.3 Elaboración del Índice de Instrumentos.
- 3.4.4 Elaboración de diagramas de instrumentos.
- 3.4.5 Selección y especificación de instrumentos.

La ingeniería de detalle se enfoca a la adquisición de los instrumentos, el diseño del tablero de control y los típicos de instalación de instrumentos. Las actividades principales en esta etapa son :

1. Elaboración de requisiciones para concurso, como son hojas de datos y especificaciones.
2. Recepción de cotizaciones.
3. Elaboración de tablas comparativas (tabulaciones)
4. Elaboración de documentos de compra.
5. Revisión de dibujos de fabricante.
6. Diseño y adquisición del tablero de control.
7. Elaboración de típicos de instalación.
8. Elaboración del plano de localización de instrumentos.

3.4.1 INSTRUMENTACION DE DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO

La instrumentación de los diagramas de flujo de proceso representa los controles básicos del proceso.

El diagrama describe todo el proceso, todos los equipos involucrados, las principales líneas e indica las variables que se requieren controlar.

Las características de cada proceso determinan las variables a controlar para lograr una operación estable y eficiente del mismo.

Los criterios para la instrumentación del proceso son determinados por el ingeniero instrumentista, sin embargo el ingeniero de proceso indica, de manera esquemática, la instrumentación en el diagrama de flujo de proceso y después el ingeniero instrumentista le adiciona la instrumentación requerida.

La figura (5) muestra un ejemplo de estos diagramas.

3.4.2. INSTRUMENTACION DE DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

El diagrama de tubería e instrumentación (DTI) es un documento que se hace con más detalle, en él aparecen todas las líneas, equipos e instrumentos requeridos por el proceso, no sólo para control si no también para indicar, registrar, alarmar, arrancar y parar automáticamente.

El ingeniero instrumentista interviene en la elaboración de los DTI dando la filosofía de control en el proceso, para esto, es necesario hacer uso de un sistema especial de símbolos que representen adecuadamente las ideas e información.

La sociedad de Instrumentistas de América (ISA) ha estandarizado un sistema de simbología, éste es accesible a cualquier ingeniero que tenga relación con desarrollo de procesos.

IDENTIFICACION DE UN INSTRUMENTO

1. Identificación general cuando se usa una combinación de letras para establecer su propósito y funciones.
2. Identificación específica cuando a la combinación de letras acompaña un número que sirve para identificar instrumento en forma más detallada.

Estas identificaciones se usan para designar a todo tipo de instrumentación.

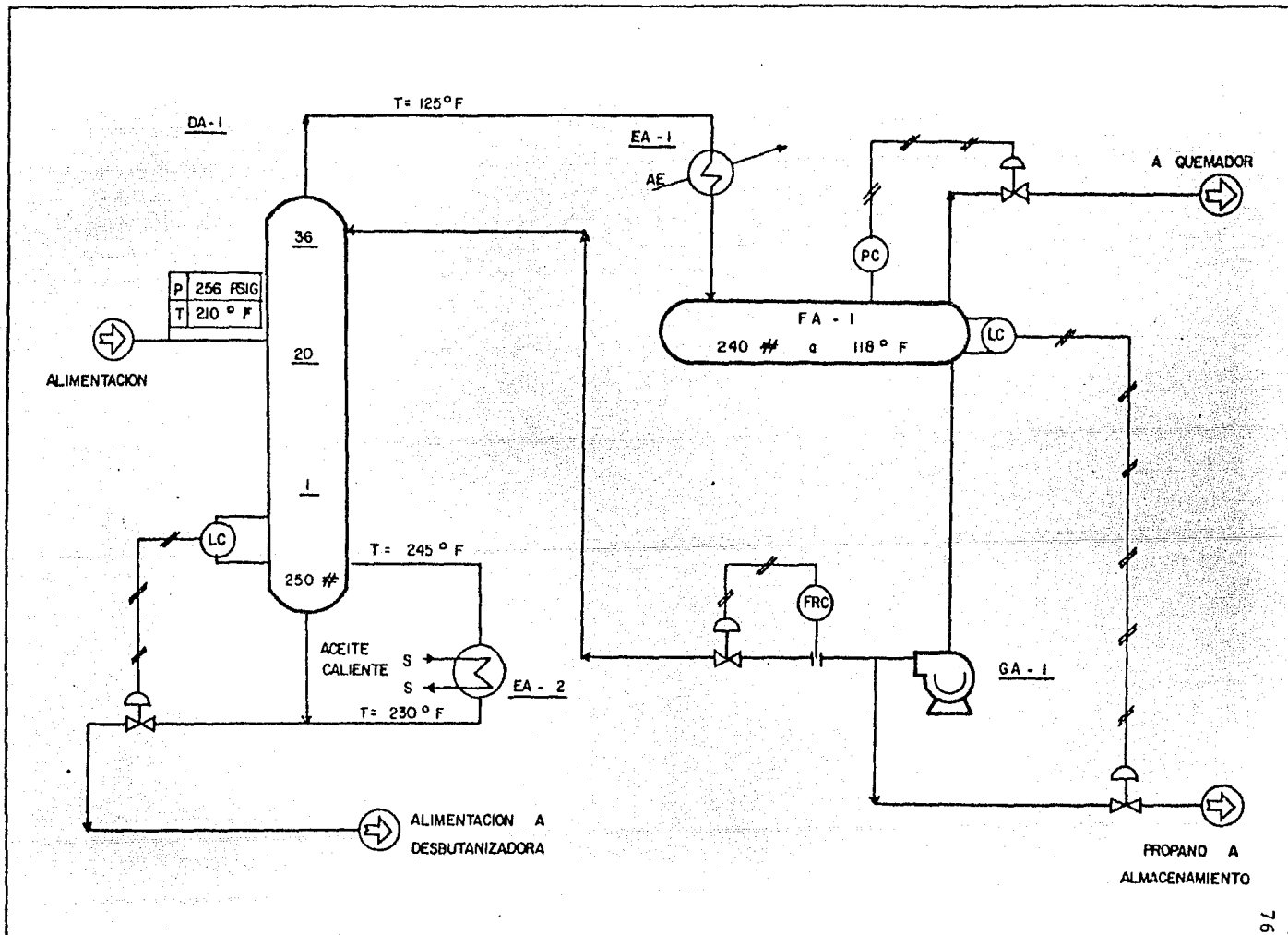


FIG. 5 INSTRUMENTACION DE DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO.

IDENTIFICACIONES GENERALES.

Las identificaciones generales son letras, la tabla (1) muestra las letras que pueden usarse, el significado de cada una de ellas y la posición o posiciones permitidas al combinarse.

En el uso de estas letras y sus combinaciones, se deben aplicar las siguientes reglas.

1. Las letras de identificación se escriben siempre con mayúsculas. Las excepciones son la "d", "r" y "p", ésta última en la combinación ph únicamente.
2. Cada letra tendrá un solo significado al usarse como primera letra en cualquier combinación, definiendo la variable del proceso.
3. Cada letra tendrá un solo significado cuando se use como segunda o tercera letra en una combinación al definir el tipo de servicio.
4. No pueden usarse letras o combinaciones de letras intermedias.

La lista de símbolos de letras muestra la mayoría de las combinaciones de letras para las variables que se desean controlar.

TABLA NO. 1 LETRAS PARA IDENTIFICACION

LETRAS MAYUSCULAS	DEFINICIONES Y POSICIONES PERMITIDAS EN CUALQUIER COMBINACION:		
	1° LETRA VARIABLE DE PROCESO	2° LETRA TIPO DE REGISTRO U OTRA FUNCION	3° LETRA FUNCION ADICIONAL
A		ALARMA O ANALIZADOR	ALARMA
C	CONDUCTIVIDAD	CONTROL	CONTROL
D	DENSIDAD	---	---
E	---	ELEMENTO (PRIMARIO)	---
F	FLUJO	RELACIONADOR	---
G	---	CRISTAL (NO MIDE)	---
H	MANUAL (ACTUANTE)	---	---
I	---	INDICADOR	---
L	NIVEL	---	---
M	HUMEDAD	---	---
P	PRESION	---	---
R	---	REGISTRO (REGISTRADOR)	---
S	RAPIDEZ	SEGURIDAD O INTERRUPTOR	---
T	TEMPERATURA	TRANSMISOR	TRANSMISOR
V	VISCOSIDAD	---	VALVULA
W	PESO	POZO	---
Y	---	CONVERTIDOR	---

LISTA DE SIMBOLOS DE LETRAS

SIMBOLODESCRIPCIONA-ANALISIS

AA	ALARMA DE ANALISIS
AE	ELEMENTO DE ANALISIS
AI	INDICADOR DE ANALISIS
AIC	INDICADOR CONTROLADOR DE ANALISIS
AIT	INDICADOR TRANSMISOR DE ANALISIS
AR	REGISTRADOR DE ANALISIS
ARC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE ANALISIS
AS	INTERRUPTOR DE ANALISIS
AT	TRANSMISOR DE ANALISIS (CIEGO)
AV	VALVULA DE CONTROL DE ANALISIS

B-FLAMA

BA	ALARMA DE FLAMA
BE	DETECTOR DE FLAMA
BI	INDICADOR DE FLAMA
BS	INTERRUPTOR DE FLAMA

C-CONDUCTIVIDAD

CA	ALARMA DE CONDUCTIVIDAD
CE	CELDA DE CONDUCTIVIDAD
CI	INDICADOR DE CONDUCTIVIDAD
CIC	INDICADOR CONTROLADOR DE CONDUCTIVIDAD
CIT	INDICADOR TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD

<u>SIMBOLO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
CR	REGISTRADOR DE CONDUCTIVIDAD
CRC	REGISTRADOR DE CONTROLADOR DE CONDUCTIVIDAD
CS	INTERRUPTOR DE CONDUCTIVIDAD
CT	TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD (CIEGO)
CV	VALVULA DE CONTROL DE CONDUCTIVIDAD
<u>D-DENSIDAD</u>	
DA	ALARMA DE DENSIDAD
DE	ELEMENTO DE DENSIDAD
DI	INDICADOR DE DENSIDAD
DIC	INDICADOR CONTROLADOR DE DENSIDAD
DIT	INDICADOR TRANSMISOR DE DENSIDAD
DR	REGISTRADOR DE DENSIDAD
DRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE DENSIDAD
DS	INTERRUPTOR DE DENSIDAD
DT	TRANSMISOR DE DENSIDAD (CIEGO)
DV	VALVULA DE CONTROL DE DENSIDAD
<u>E-VOLTAJE</u>	
EA	ALARMA DE VOLTAJE
EI	INDICADOR DE VOLTAJE (VOLTIMETRO)
ER	REGISTRADOR DE VOLTAJE
<u>F-FLUJO</u>	
FA	ALARMA DE FLUJO
FC	CONTROLADOR DE FLUJO (CIEGO)
FCV	VALVULA AUTO OPERADA DE CONTROL DE FLUJO

SIMBOLODESCRIPCION

FE	ELEMENTO DE FLUJO (ORIFICIO, PITOT, ETC.)
FFIC	INDICADOR CONTROLADOR DE RELACION DE FLUJO
FFRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE RELACION DE FLUJO
FG	MIRILLA DE FLUJO
FI	INDICADOR DE FLUJO
FIC	INDICADOR CONTROLADOR DE FLUJO
FIT	INDICADOR TRANSMISOR DE FLUJO
FQ	INTEGRADOR Y/O CONTADOR DE FLUJO
FQI	INDICADOR INTEGRADOR O CONTADOR DE FLUJO
FQR	REGISTRADOR INTEGRADOR O CONTADOR DE FLUJO
FR	REGISTRADOR DE FLUJO
FRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE FLUJO
FS	INTERRUPTOR DE FLUJO
FT	TRANSMISOR DE FLUJO
FV	VALVULA DE CONTROL DE FLUJO

H-MANUAL

HIC	INDICADOR CONTROLADOR MANUAL (ESTACION)
HS	INTERRUPTOR MANUAL
HV	VALVULA DE CONTROL MANUAL

I-CORRIENTE

IA	ALARMA DE CORRIENTE
IE	ELEMENTO DE CORRIENTE
II	INDICADOR DE CORRIENTE (AMPERIMETRO)
IR	REGISTRADOR DE CORRIENTE

SIMBOLODESCRIPCIONJ-POTENCIA

JI INDICADOR DE POTENCIA (WATTIMETRO)

K-TIEMPO

KA ALARMA DE TIEMPO
 KC CONTROLADOR DE TIEMPO
 KI INDICADOR DE TIEMPO (RELOJ)
 KIC INDICADOR CONTROLADOR DE TIEMPO

L-NIVEL

LA ALARMA DE NIVEL
 LC CONTROLADOR DE NIVEL (CIEGO)
 LCV VALVULA AUTO OPERADA DE CONTROL DE NIVEL
 LG INDICADOR DE NIVEL (VIDRIO)
 LI INDICADOR DE NIVEL
 LIC INDICADOR CONTROLADOR DE NIVEL
 LIT INDICADOR TRANSMISOR DE NIVEL
 LR REGISTRADOR DE NIVEL
 LRS REGISTRADOR CONTROLADOR DE NIVEL
 LS INTERRUPTOR DE NIVEL
 LT TRANSMISOR DE NIVEL (CIEGO)
 LV VALVULA DE CONTROL DE NIVEL

M-HUMEDAD

MA ALARMA DE HUMEDAD
 ME ELEMENTO DE HUMEDAD

<u>SIMBOLO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
MI	INDICADOR DE HUMEDAD
MIC	INDICADOR CONTROLADOR DE HUMEDAD
MR	REGISTRADOR DE HUMEDAD
MRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE HUMEDAD
MS	INTERRUPTOR DE HUMEDAD
MV	VALVULA DE CONTROL DE HUMEDAD
 <u>P-PRESION</u>	
PA	ALARMA DE PRESION
PC	CONTROL DE PRESION (CIEGO)
PCV	VALVULA AUTO OPERADA DE CONTROL DE PRESION
PDA	ALARMA DE PRESION DIFERENCIAL
PDC	CONTROLADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDCV	VALVULA AUTO OPERADA DE CONTROL DE PRESION DIFERENCIAL
PDI	INDICADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDIC	INDICADOR CONTROLADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDR	REGISTRADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDS	INTERRUPTOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDT	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDV	VALVULA DE CONTROL DE PRESION DIFERENCIAL
PI	INDICADOR DE PRESION
PIC	INDICADOR CONTROLADOR DE PRESION
PIT	INDICADOR TRANSMISOR DE PRESION

SIMBOLODESCRIPCION

PR	REGISTRADOR DE PRESION
PRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE PRESION
PS	INTERRUPTOR DE PRESION
PSE	ELEMENTO DE SEGURIDAD DE PRESION
PSV	VALVULA DE SEGURIDAD DE PRESION
PT	TRANSMISOR DE PRESION (CIEGO)
PV	VALVULA DE CONTROL DE PRESION

Q-CANTIDAD

QS	INTERRUPTOR DE CANTIDAD
QQ	INTEGRADOR DE CANTIDAD

S-VELOCIDAD

SA	ALARMA DE VELOCIDAD
SL	CONTROLADOR DE VELOCIDAD (CIEGO)
SI	INDICADOR DE VELOCIDAD
SIC	INDICADOR CONTROLADOR DE VELOCIDAD
SIT	INDICADOR TRANSMISOR DE VELOCIDAD
SR	REGISTRADOR DE VELOCIDAD
SRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE VELOCIDAD
SS	INTERRUPTOR DE VELOCIDAD
ST	TRANSMISOR DE VELOCIDAD (CIEGO)
SV	VALVULA DE CONTROL DE VELOCIDAD

T-TEMPERATURA

TA	ALARMA DE TEMPERATURA
TL	CONTROLADOR DE TEMPERATURA

SIMBOLODESCRIPCION

TCV	VALVULA AUTO OPERADA DE CONTROL DE TEMPERATURA
TDA	ALARMA DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDI	INDICADOR DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDIC	INDICADOR CONTROLADOR DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDR	REGISTRADOR DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDS	INTERRUPTOR DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDV	VALVULA DE CONTROL DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TE	ELEMENTO DE TEMPERATURA
TI	INDICADOR DE TEMPERATURA
TIC	INDICADOR CONTROLADOR DE TEMPERATURA
TIT	INDICADOR TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TR	REGISTRADOR DE TEMPERATURA
TRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE TEMPERATURA
TS	INTERRUPTOR DE TEMPERATURA
TT	TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TV	VALVULA DE CONTROL DE TEMPERATURA
TW	TERMOPOZO

V-VISCOSIDAD

VA	ALARMA DE VISCOSIDAD
VI	INDICADOR DE VISCOSIDAD

SIMBOLODESCRIPCION

VR	REGISTRADOR DE VISCOSIDAD
VRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE VISCOSIDAD
VS	INTERRUPTOR DE VISCOSIDAD
VT	TRANSMISOR DE VISCOSIDAD
VV	VALVULA DE CONTROL DE VISCOSIDAD

W-PESO

WA	ALARMA DE PESO
WE	ELEMENTO DE PESO
WI	INDICADOR DE PESO
WR	REGISTRADOR DE PESO
WRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE PESO
WS	INTERRUPTOR DE PESO
WT	TRANSMISOR DE PESO

Z-POSICION

ZA	ALARMA DE POSICION
ZE	ELEMENTO DE POSICION
ZI	INDICADOR DE POSICION
ZR	REGISTRADOR DE POSICION
ZS	INTERRUPTOR DE POSICION
ZT	TRANSMISOR DE POSICION

IDENTIFICACIONES ESPECIFICAS

En la mayoría de los casos es necesario agregar la identificación general de un instrumento, un sistema numérico para establecer su identificación específica. Cualquier sistema de números en serie puede ser usado y pueden pertenecer a un solo proceso unitario o bien puede ser todo un sistema completo de números seriados para una planta, o un grupo de plantas que formen una organización.

En cualquier caso, la serie de números consecutivos deberá ser apropiada para usarse en las identificaciones generales, por ejemplo: PIC-121 se refiere al control de indicación de la presión.

SIMBOLOS

Los símbolos se usan para indicar la posición de cada instrumento en los diagramas. Las figuras (6) hasta la (16) muestran los principales símbolos.

Las siguientes notas son con el objeto de que se usen los símbolos en forma adecuada.

1. El círculo debe ser aproximadamente de $7/16$ de pulgada, se emplea para localizar la posición de cada instrumento.
2. En ocasiones es innecesario repetir la identificación para el transmisor, válvula de control, elemento primario, etc., estos son nombrados de acuerdo al instrumento principal al cual están conectados.
3. Cuando sea necesario, puede agregarse una pequeña nota junto al símbolo para aclarar la función o propósito de algún componente del circuito de medición o control. Esta nota evita usar una gran variedad de símbolos complicados.

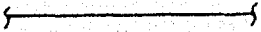

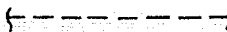
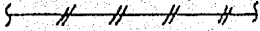
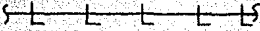

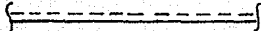
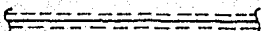

 <p>LÍNEA DE PROCESO</p>	 <p>LÍNEA DE SERVICIOS</p>	 <p>SEÑAL ELECTRICA</p>
 <p>SEÑAL NEUMATICA</p>	 <p>SEÑAL HIDRAULICA</p>	 <p>SEÑAL TIPO CAPILAR</p>
 <p>LÍNEA CON VENA DE CALENTAMIENTO</p>	 <p>LÍNEA ENCHAQUETADA</p>	 <p>LÍNEA CON AISLAMIENTO</p>
<p>TODAS LAS LINEAS DEBERAN SER MAS FINAS EN RELACION A LAS LINEAS DE TUBERIA DE PROCESO.</p>		

FIG. 6 SIMBOLOS DE LINEAS DE INSTRUMENTACION.




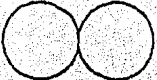


INSTRUMENTOS DE SERVICIO Y FUNCION SIMPLE		
 <p>CIRCULO CON UN DIAMETRO APROXIMADO DE 7/16"</p> <p>MONTADO LOCALMENTE.</p>	 <p>MONTADO EN EL TABLERO (FRENTE)</p>	 <p>MONTADO ATRAS O DENTRO DEL TABLERO.</p>
INSTRUMENTOS CON DOS SERVICIOS O FUNCIONES CONTROLADAS		
 <p>MONTADOS LOCALMENTE.</p>	 <p>MONTADOS EN EL TABLERO PRINCIPAL</p>	 <p>MONTADOS DETRAS DEL TABLERO</p>

FIG. 7 SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS GENERALES.









 <p data-bbox="235 258 349 275">LUZ PILOTO</p>	 <p data-bbox="506 258 808 338">MECANISMO DE PURGA O NIVELACION (REGULACION DE PURGA, SE MUESTRA EN LUGAR DEL SIMBOLO).</p>	 <p data-bbox="854 258 1110 292">REAJUSTE PARA ACTUADOR TIPO CERROJO.</p>	 <p data-bbox="1263 258 1409 275">SELLO QUIMICO</p>
 <p data-bbox="159 596 457 665">SIMBOLO GENERALIZADO INDEFINIDO O CONECTOR COMPLETO LOGICO.</p>	 <p data-bbox="506 596 808 637">CONECTOR EFECTIVO SOLO SI TODAS LAS ENTRADAS EXISTEN.</p>	 <p data-bbox="847 596 1149 637">CONECTOR EFECTIVO SI EXISTEN UNA O MAS ENTRADAS.</p>	 <p data-bbox="1237 596 1458 614">TRANSMISOR DE SEÑAL</p>

FIG. 8 SIMBOLOS DIVERSOS.


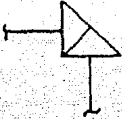



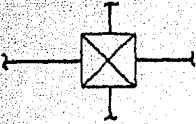


 <p>GLOBO, COMPUERTA O ALGUN OTRO TIPO NO IDENTIFICADO EN OTRA FORMA.</p>	 <p>ANGULO</p>	 <p>MARIPOZA, AMORTIGUADORA O DE PERSIANA.</p>	 <p>MACHO O BOLA</p>
 <p>TRES VIAS</p>	 <p>CUATRO VIAS (ALTERNATIVA 1)</p>	 <p>CUATRO VIAS (ALTERNATIVA 2)</p>	 <p>NO CLASIFICADAS (ES DESEABLE QUE EL TIPO DE CUERPO SEA DESCRITO JUNTO AL SIMBOLO).</p>

FIG. 9 SIMBOLOS DE CUERPOS DE VALVULAS DE CONTROL.

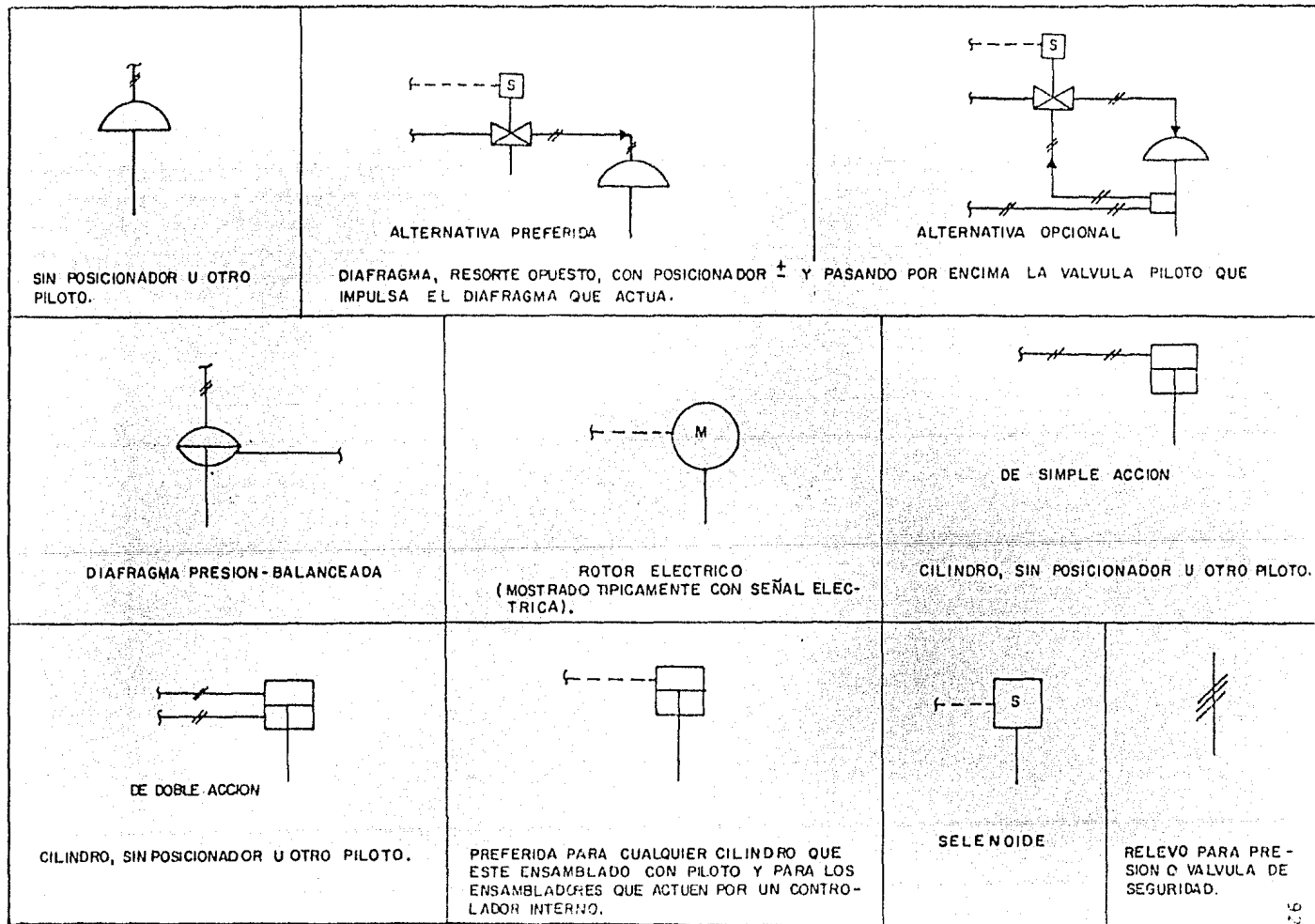


FIG. 10 SIMBOLOS DE ACTUADORES.

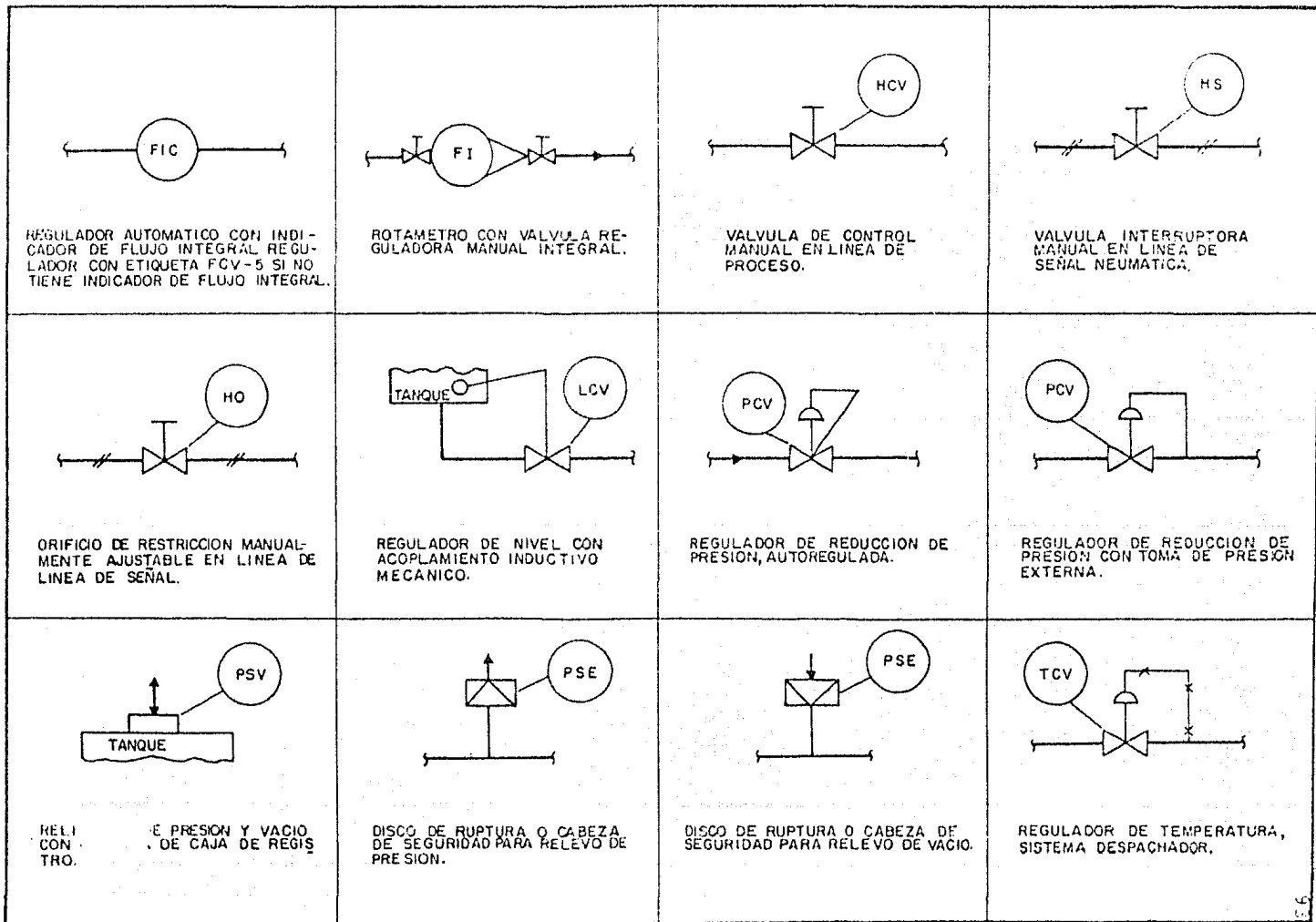


FIG. II SIMBOLOS DE REGULADORES AUTOACTUADOS, VALVULAS Y OTROS MECANISMOS.

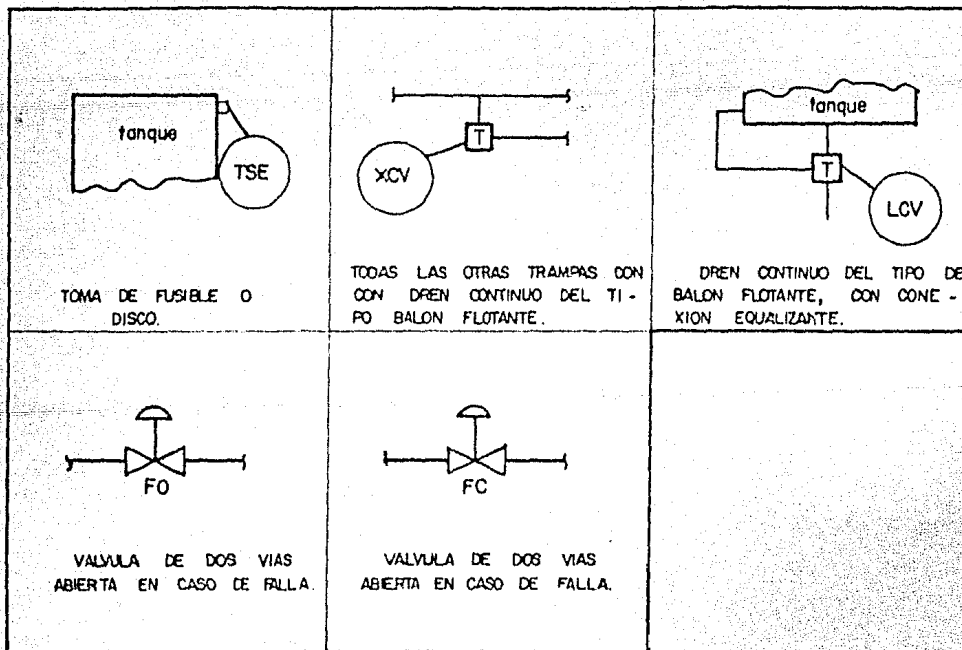


FIG. 11 (Cont.) SIMBOLOS DE REGULADORES AUTO ACTUADOS, VALVULAS Y OTROS MECANISMOS.

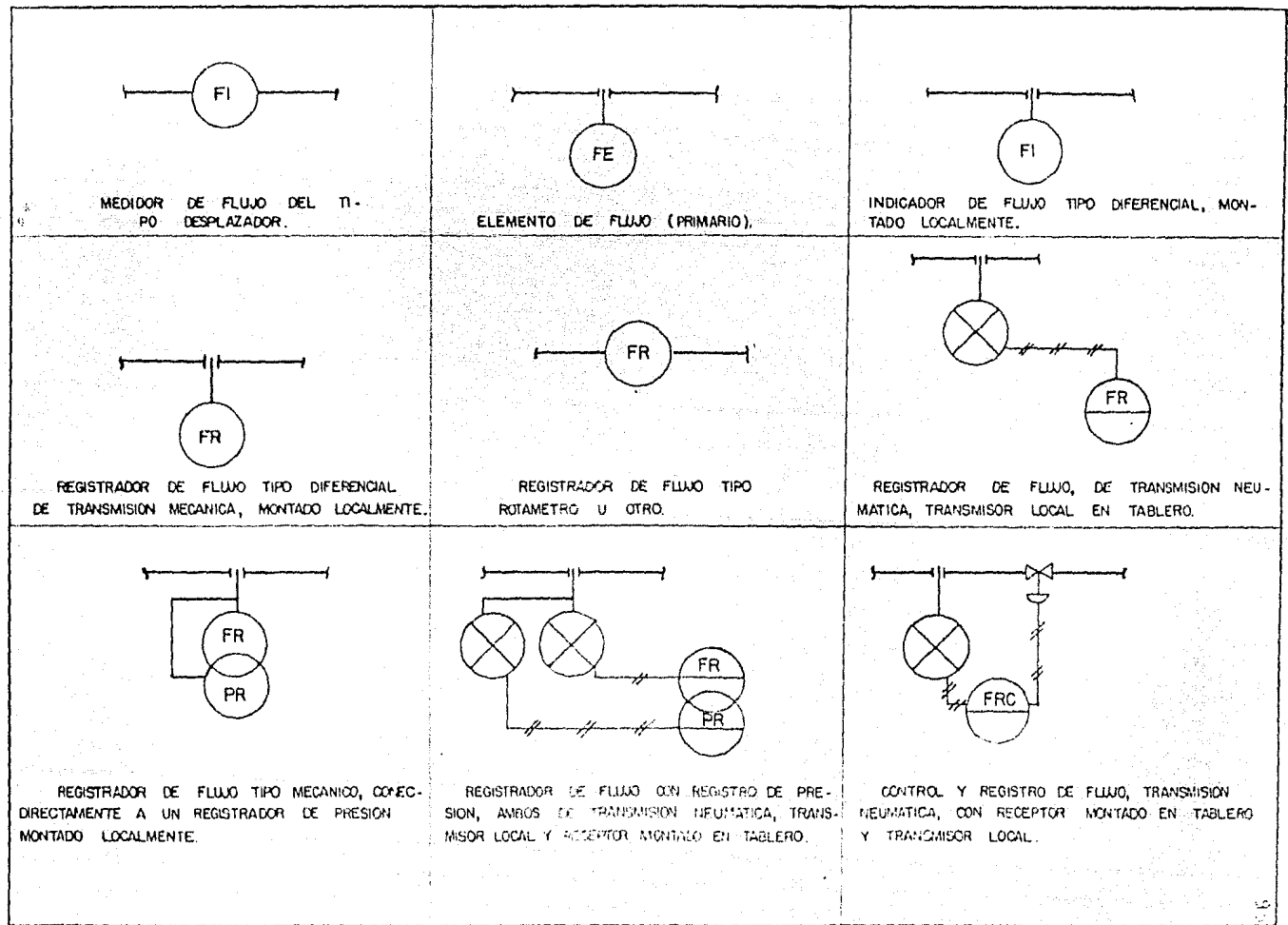


FIG. 12 SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTACION PARA FLUJO.

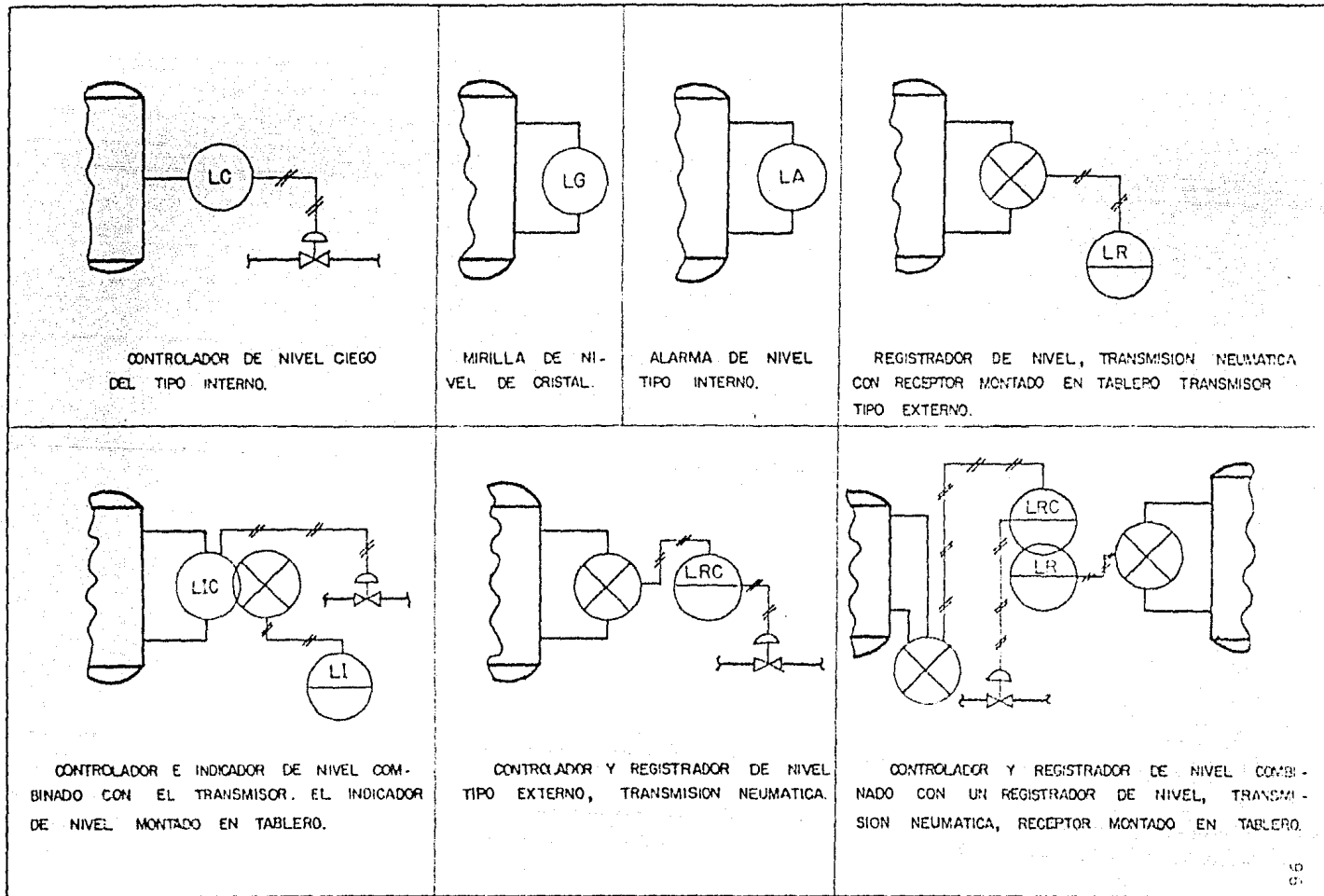


FIG. 13 SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTACION PARA NIVEL.

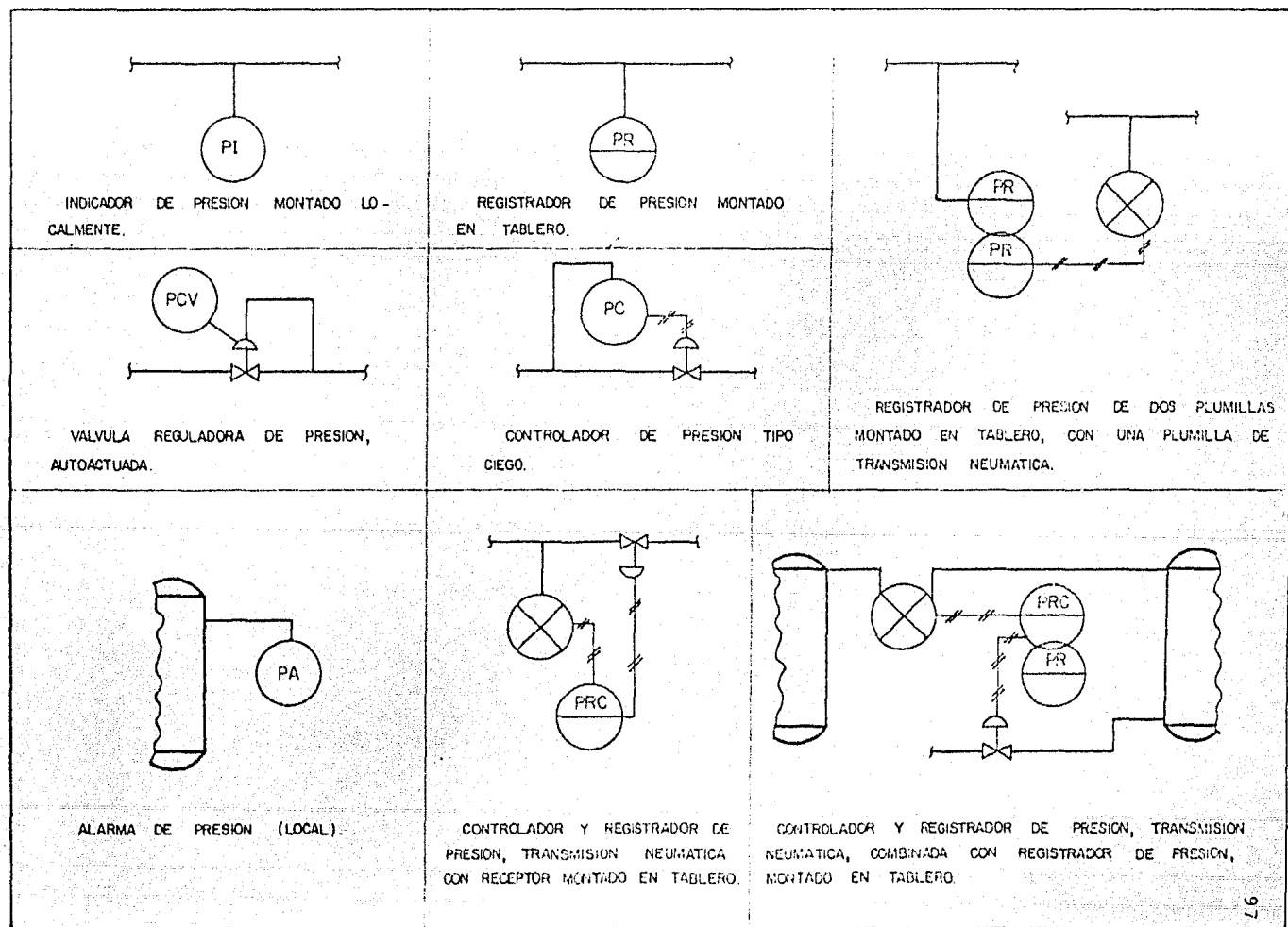


FIG. 14 SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS PARA PRESION.

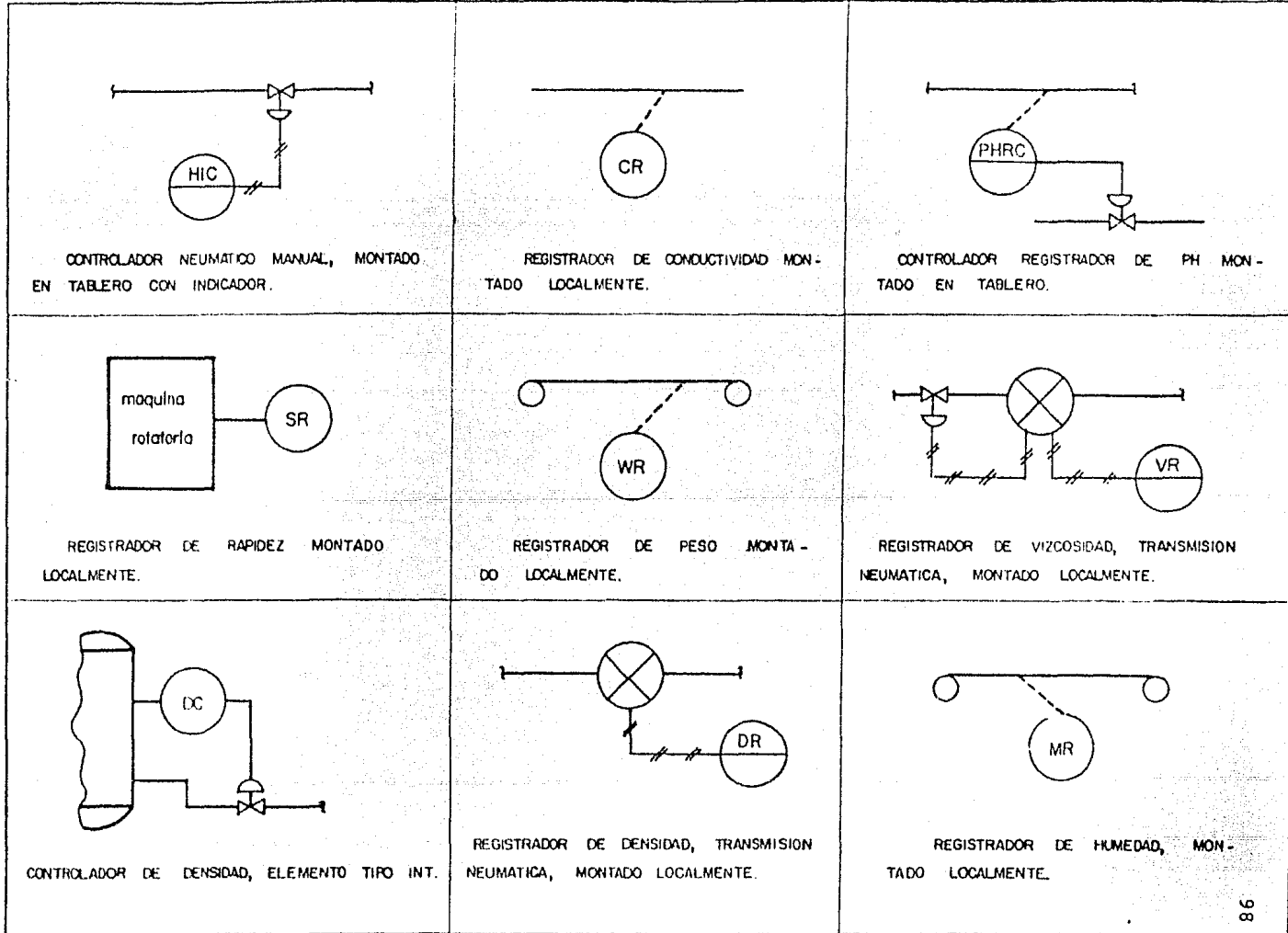
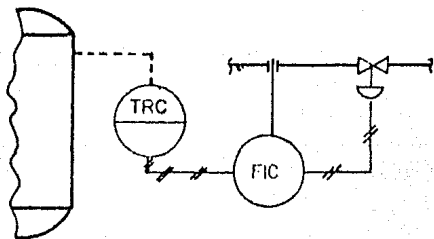
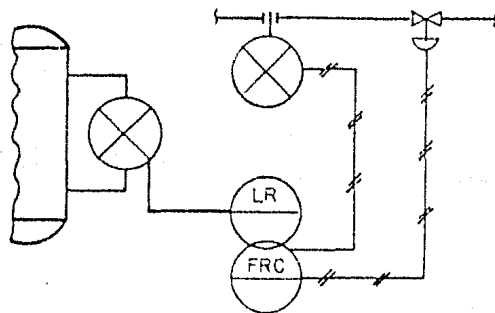


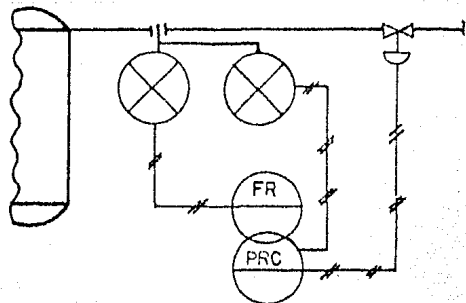
FIG. 15 SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTOS DIVERSOS.



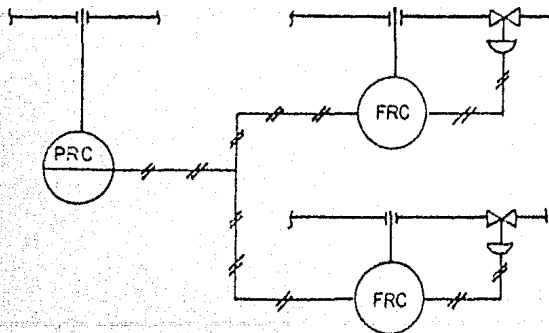
CONTROLADOR Y REGISTRADOR DE TEMPERATURA, MONTADO EN TABLERO, COMBINADO CON UN CONTROLADOR E INDICADOR DE FLUJO.



CONTROLADOR Y REGISTRADOR DE FLUJO CON REG. DE NIVEL, AMBOS CON TRANSMISION NEUMATICA, RECEPTOR COMBINADO MONTADO EN TABLERO.



CONTROLADOR Y REGISTRADOR DE PRESION CON REGISTRO DE FLUJO, AMBOS CON TRANSMISION NEUMATICA, RECEPTOR COMBINADO EN TABLERO.



CONTROLADOR Y REGISTRADOR DE PRESION MONTADO EN TABLERO, CON CONTROLADORES Y REGULADORES DE FLUJO

FIG. 16 SIMBOLOS TIPICOS PARA COMBINACION DE INSTRUMENTOS.

3.4.3 INDICE DE INSTRUMENTOS

El índice de instrumentos es un documento que tiene como objetivo resumir y clasificar la información de todos los instrumentos contenidos en los diagramas de tubería e instrumentación de un proyecto, además de tener un control adecuado de éstos.

La información que contienen las hojas del índice de instrumentos es la siguiente (ver hoja de índice de instrumentos) :

NUMERO DE IDENTIFICACION : Se anota el número de identificación de los instrumentos, sólo aquellos que sean representativos en el circuito de control.

SERVICIO : Se indica el tipo de fluido a manejar y el servicio que representa cada instrumento.

COMPONENTE : Se anotan todos los componentes del circuito de instrumentación, siguiendo una secuencia lógica y partiendo de los instrumentos que se encuentren en campo, después los que están atrás del tablero principal y por último los que se encuentren frente del tablero principal.

LOCALIZACION : En el llenado de esta columna se utiliza la siguiente nomenclatura :

PP	Considerado como un componente de la tubería
LO	Localizado en campo
BPNB	Atrás del tablero principal de control
PNB	Frente al tablero principal de control
BPBBL	Atrás del tablero local de instrumentos
PNBL	Frente del tablero local de instrumentos

INDICE DE INSTRUMENTOS		PLANTA						REV.						
		LOCALIZACION						FECHA						
		CONTRATO NO.						POR						
NO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA TI	NO DE LINEA O EQUIPO	DIAGRAMA INSTRUM	HOJA DE ESPECS	NO DE PUNTO	ISOMET. TUBERIA	DIBUJO INSTAL.			OBSERVACIONES	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
A V A N C E		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
FIC - 101	ALIMENTACION DE CRUDO A TANQUE SEPARADOR FA - 101 A	VARIABLE		FLUJO										
		FE	PP	00022	24 P1061PBI	00520-FI	1 DE 5	1001		00530-1			TIPO ELECTRONICO	
		FT	LO											
		FI	LO											
		FK	FNB											
FY	LO													
FV	PP				24 P1051PBI		2 DE 8	1000		00534-1		CONVERTIDOR DE I/P CANDADO NEUMATICO		

DIAGRAMA T.I. : Anotar el diagrama de tubería e instrumentación en el cual se encuentra cada instrumento.

NO. DE LINEA O EQUIPO: Se anota el diámetro de la tubería, el número -- completo que identifica a la línea y la especificación de dicha tubería. Si el elemento primario se encuentra sobre algún equipo solo se anota la identificación que se encuentra en el DTI del equipo.

DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION: Se indica el número del circuito que se es ta representando.

HOJA DE ESPECIFICACIONES: Se indica el número de hoja en la cual se encuentra el instrumento en estudio.

NO. DE REQUISICIONES O RM : Se anota la requisición o RM en donde se encuentra amparado dicho instrumento.

ISOMETRICO DE TUBERIA: Se anota el número de isométrico de tubería en el cual está contenido el instrumento.

DIBUJO DE INSTALACION: El número del típico de instalación en donde se encuentre representado dicho instrumento.

OBSERVACIONES: La información que se anota depende del criterio del especialista o bien se enumeran algunos casos comunes.

3.4.4 ELABORACION DE DIAGRAMAS DE INSTRUMENTOS

El ingeniero instrumentista elabora estos diagramas con el objeto de desglosar, mostrar y definir la secuencia en que están interconectados los instrumentos que forman a un circuito de control, sistemas de alarma y paros o arranques automáticos; así como reflejar la lógica de la función -- que desarrollan.

La principal información que se requiere para generar estos diagramas es la de los diagramas de tubería e instrumentación, ya que estos reflejan to

das las necesidades de control del proceso.

La representación gráfica de los circuitos de control se hace en un formato especial que cuenta de varias secciones (ver figura 17).

El circuito de control se dibuja de tal forma que cada uno de los componentes que lo forman quede localizado como lo estaría físicamente en la planta, aún cuando el instrumento se encuentre en campo, en la parte posterior del tablero o en el frente del tablero de control.

También se indica la manera en que están interconectados, el tipo de señal que manejan, así como el suministro que requieren los instrumentos para su funcionamiento.

Existe otra sección en la que se identifica a los instrumentos más importantes o que son representativos del circuito de control.

En ocasiones varios circuitos son iguales por lo que con un solo diagrama de instrumentación y las identificaciones respectivas es suficiente. Para facilitar la localización de un circuito es conveniente señalar en que diagrama de tubería e instrumentación se encuentra.

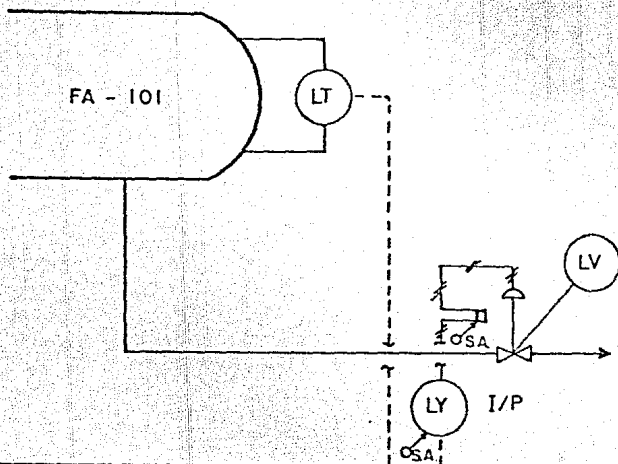
Como complemento a los diagramas de instrumentación, se debe incluir un índice, la simbología y la nomenclatura empleada en éstos.

3.4.5 SELECCION Y ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS

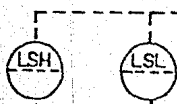
Una vez que se han enlistado todos los instrumentos del proyecto en el índice de instrumentos, se procede a calcular y especificar a éstos para su posterior adquisición.

LIC - 101

COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEPOS LOCALES



PARTE POSTERIOR DEL TABLERO



FRENTE DEL TABLERO

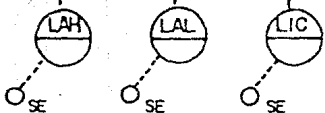


FIG. 17 DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS. INDICADOR CONT. DE NIVEL.

El primer paso es el cálculo de los instrumentos que así lo requieran, tales como placas de orificio, orificios de restricción, annubares, válvulas de control, reguladores de presión y válvulas de seguridad.

Posteriormente se especifican los instrumentos que tienen tiempos de entrega grande, los que se encuentran en equipos paquete e instrumentos que se encuentran en gran cantidad dentro del proyecto.

A continuación se especifican los instrumentos que están contenidos en loops de control (proque pueden ser adquiridos como paquete).

Finalmente, se especifican los instrumentos individuales y los de fácil adquisición.

La mayoría de las compañías de ingeniería cuentan con formas para el cálculo de instrumentos y con hojas para la especificación de los mismos. Dichas formas deberán estar elaboradas de acuerdo a las normas de la ISA (Instrument Society of America).

En el llenado de estas formas se siguen los criterios, experiencia, procedimientos y normas de la firma de ingeniería (las cuales fueron aprobadas por el cliente); también, deberán basarse en las formas desarrolladas por las asociaciones reconocidas internacionalmente como ISA, ASME, ANSI, API, y NEMA, al igual que en la información de los proveedores de los diferentes instrumentos.

3.5 DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

Se acostumbra denominar a éste tipo de diagramas con la nomenclatura de DTI's o P&I con el objeto de simplificar.

Los DTI's son la representación gráfica de todos los datos necesarios para el desarrollo de la ingeniería de diseño de una planta de proceso. En estos diagramas la simbología que se emplea para la designación de los equipos es más descriptiva que la de los diagramas de flujo de proceso, incluso se muestran los interiores y exteriores de los equipos, las válvulas y accesorios con los símbolos convencionales que se conocen o que al menos siguen las normas. También se incluye el diámetro y codificación o número especial de equipo, toda la simbología de los instrumentos, así como las señales requeridas para tener un buen control.

Los diagramas de tubería e instrumentación son de gran utilidad en las plantas de procesos químicos o petroquímicos, porque representan la base para el diseño de los arreglos de equipo y tuberías, isométricos de tubería, localización de instrumentos y operación de la planta. En ellos aparecen todos los equipos, accesorios y tuberías que los conectan.

Un diseño adecuado de los DTI's representa un ahorro para el cliente y prestigio para la firma de ingeniería; por tal motivo, es necesario tener una clasificación de éstos, ya que en una planta existen el área de proceso y las zonas de servicios auxiliares:

3.5.1. Diagramas de Tubería e Instrumentación de Proceso

3.5.2. Diagramas de Tubería e Instrumentación de Servicios Auxiliares

3.5.1. DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE PROCESO

El departamento de procesos estudia y prepara el diagrama de flujo de proceso, en él se muestra todo el equipo grande y las principales tuberías con sus flujos.

A partir del diagrama de flujo de proceso se desarrolla el diagrama de tubería e instrumentación de proceso, éste muestra todo el equipo de proceso, la instrumentación y los accesorios requeridos para obtener una buena operación y control, así como la tubería de entrada y salida que manejan servicios auxiliares.

En el desarrollo de estos diagramas, la instrumentación de tubería y equipos debe ser la típica, además de tener presente las líneas y equipos auxiliares para la operación normal de la planta, las líneas y equipos auxiliares para el vaciado de equipo en los paros para el mantenimiento de la planta y tomar en cuenta operaciones de emergencia, tales como la variación de la capacidad, la falla en algún equipo, la ruptura de tubos y otras emergencias que se pudieran presentar durante la operación de la planta.

3.5.2 DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE SERVICIOS AUXILIARES

En este diagrama todas las líneas se distribuyen como aparecerán en la planta.

Los servicios auxiliares comunmente requeridos son los siguientes :

1. Vapor y condensado
2. Agua de servicios, de proceso y contra incendio
3. Aire de planta e instrumentos, así como el paquete de secado de aire de instrumentos
4. Combustibles: Gas, Diesel y Combustóleo
5. Aceite de lubricación y de sellos
6. Agentes químicos
7. Agua de enfriamiento
8. Sistema de desfogue
9. Gas inerte

Se acostumbra elaborar un DTI por cada uno de los servicios que se requieren en un proceso, esos DTI contienen la información de los equipos que se utilizan para la generación del servicio auxiliar y la tubería e instrumentación necesaria.

La figura (18) muestra un diagrama de tubería e instrumentación de servicios auxiliares.

3.6 INFORMACION CONTENIDA EN LOS DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

SIMBOLOGICA Y CLAVES DE EQUIPO

La simbología y clave de los equipos que se indica en los DTI's debe estar de acuerdo a estandares o normas establecidas y seguidas por las firmas de ingeniería para facilidad de interpretación de los DTI's.

En la tabla (2) de características de equipo se pueden observar las claves de los equipos y sus principales características.

CARACTERISTICAS DE EQUIPOS

Los diagramas de tubería e instrumentación deben contener información acerca de los equipos para ayudar a la comprensión del diseño y de la operación de las plantas de proceso.

La información va a estar en función de los equipos de proceso, esto quiere decir que es necesario indicar para cada equipo las condiciones de operación. Por ejemplo en el caso de una bomba se anotará la capacidad de diseño en GPM y la caída de presión (ΔP) en Psi, en el caso de un intercambiador de calor se especificará principalmente la carga térmica, y así para cada equipo.

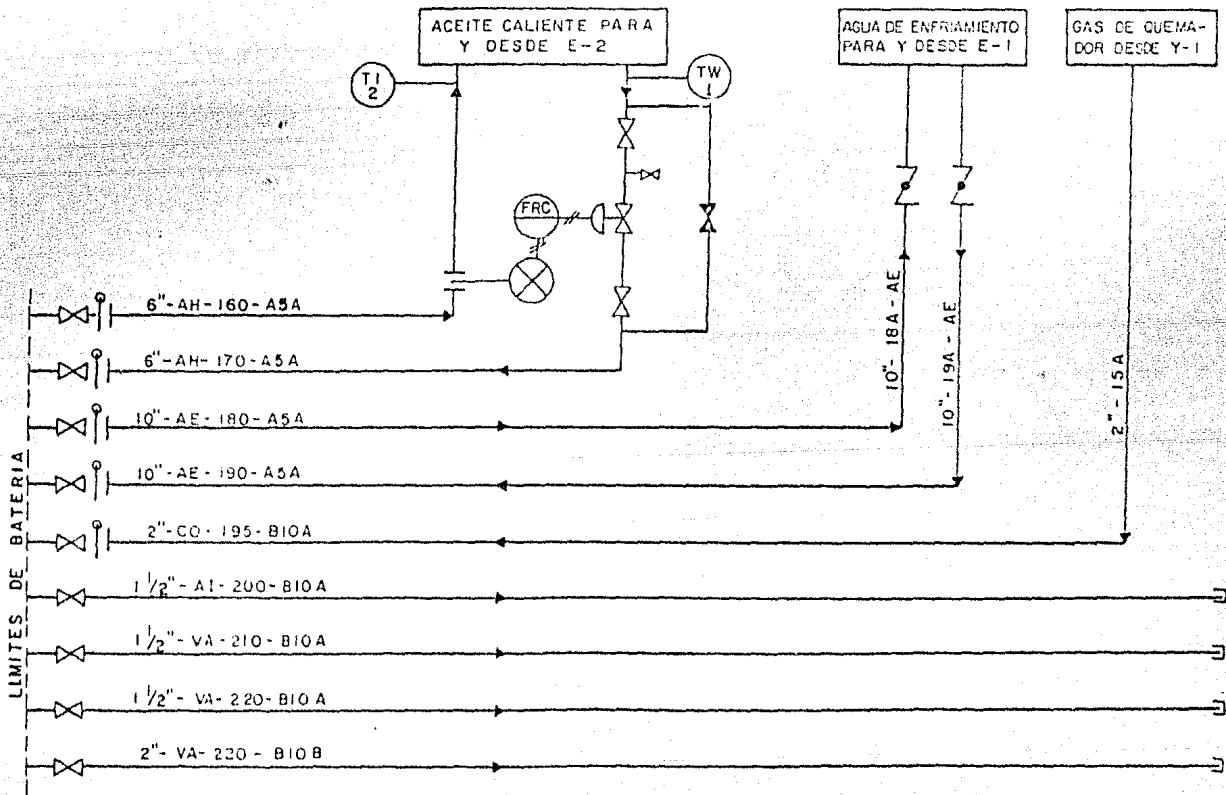


FIG. 18 DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES.

La tabla de características de equipo describe la información mínima requerida por equipo que se debe indicar en los DTI's. Esta información puede variar y en algunos procesos será necesario especificar otra información, que no se considera en la tabla.

TUBERIA Y ACCESORIOS

La información que complementa a los DTI's y que sirve de interconexión entre equipos de proceso y servicios, son las tuberías o líneas de proceso y de servicios auxiliares, al igual que los accesorios, tales como filtros, trampas, válvulas de bloqueo, etc.

A continuación se describen algunos puntos importantes que es necesario considerar dentro de los DTI's.

1. Tamaño y rating de la tubería
2. Número de la línea
3. Símbolo del material de la tubería
4. Tamaño de las válvulas si es diferente al de la línea
5. Interconexión de las tuberías con otros DTI's
6. Válvulas de seguridad : tamaño, área del orificio y presión y ajuste
7. Líneas de entrada y salida incluyendo drenes y venteos
8. Especificación de las líneas que requieren aislamiento

La figura (19) muestra la simbología de accesorios, conexiones y señales más comunes en este tipo de diagramas.

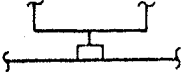
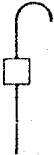

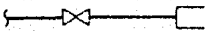
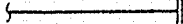
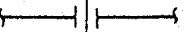


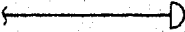
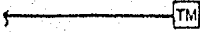



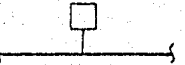
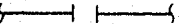


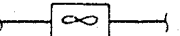


 <p>ANNUBAR</p>	 <p>ARRESTADOR DE FLAMA</p>	 <p>TRAMPA DE CUALQUIER TIPO</p>	 <p>CONEXION PARA MANGUERA</p>	 <p>BRIDA CIEGA</p>
 <p>PLACA DE ORIFICIO</p>	 <p>TAPON MACHO ROSCADO</p>	 <p>TAPON ROSCADO DE CACHUCHA</p>	 <p>TAPON SOLDADO DE CACHUCHA</p>	 <p>TOMA DE MUESTRA</p>
 <p>PLACA OCHO</p>	 <p>REDUCCION CONCENTRICA</p>	 <p>REDUCCION EXCENTRICA</p>	 <p>FILTRO PERMANENTE</p>	 <p>FILTRO TEMPORAL</p>
 <p>FILTRO</p>	 <p>JUNTA FLEXIBLE</p>	 <p>MEDIDOR DE TURBINA O PROPELA</p>	 <p>DRENAJE ABIERTO</p>	 <p>DRENAJE CERRADO A PRESION</p>

FIG. 19 SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS Y SEÑALES.

TABLA NO. 2 CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS

<u>EQUIPO</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>DETALLES REQUERIDOS</u>
HORNOS (BA)	CARGA TERMICA	
TORRES (DA)	NO. DE PLANTOS O ALTURA DE EMPAQUE DIMENSIONES DIAMETRO (in) ALTURA T-T (in)	
REACTORES (DC)	TIPO DIMENSIONES TIEMPO DE RESIDENCIA	
CAMBIADORES DE CALOR (EA)	CARGA TERMICA AREA DE TRANSFERENCIA DIAMETRO DE LA CABEZA Y TUBOS	PARA CONDENSADORES Y RE HERVIDORES SE MUESTRA LA ELEVACION
TANQUES DE ALMACENA- MIENTO A PRESION (FA)	CAPACIDAD (GPM) DIMENSIONES DIAMETRO (in) ALTURA (in) LONGITUD T-T (in)	ELEVACION A TANGENTE DESDE EL NPT INTERNOS DEL RECIPIENTE
RECIPIENTES A PRESION ATMOSFERICA (FB)	CAPACIDAD (GPM) DIMENSIONES DIAMETRO (in) ALTURA (in) LONGITUD T-T (in)	ELEVACION A TANGENTE DESDE EL NPT INTERNOS DEL RECIPIENTE
BOMBAS (GA)	TIPO CAPACIDAD (GPM) CABEZA (F T) POTENCIA (HP)	
COMPRESORES (GB)	TIPO CAPACIDAD (SCF) POTENCIA (HP)	
TURBINAS	TIPO CAPACIDAD (SCF) DIAMETRO DE SUCCION PRESION DE DESCARGA	
CALDERAS	TIPO CAPACIDAD (Lb/HR) PRESION DE OPERACION	

3.7 INFORMACION REQUERIDA PARA ELABORAR UN DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION.

Para la elaboración de los diagramas de tubería e instrumentación se deberá contar con la siguiente información :

- 3.7.1 Bases de diseño
- 3.7.2 Diagramas de flujo de proceso
- 3.7.3 Croquis de los departamentos de proceso e instrumentación
- 3.7.4 Especificación de tuberías
- 3.7.5 Especificación de aislamiento
- 3.7.6 Lista de equipo
- 3.7.7 Procedimiento para codificación de líneas
- 3.7.8 Información de los equipos
- 3.7.9 Control e instrumentación típica de equipos

3.7.1 BASES DE DISEÑO

Es el primer documento que manejan los diferentes departamentos de una firma de ingeniería. Representan el alcance de un proyecto y especifican, básicamente, las condiciones del proceso.

La información que incluye este documento es la siguiente :

1. Nombre de la planta y su localización
2. Funciones de la planta y su capacidad
3. Tipo de proceso a desarrollar
4. Rendimiento y flexibilidad
5. Flujos y composiciones de las alimentaciones y productos
6. Sistemas y elementos de seguridad
7. Eliminación de desechos y servicios auxiliares

8. Condiciones climatológicas
9. Bases de diseño eléctrico
10. Bases de diseño civil
11. Bases de diseño para tuberías
12. Bases de diseño para instrumentos
13. Bases de diseño para equipos

Con las bases de diseño se inicia la elaboración de los diagramas de tubería e instrumentación.

3.7.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

El diagrama de flujo de proceso representa el inicio de los DTI's, ya que en él se encuentran todos los datos de ingeniería en forma clara y precisa. Además de ser la representación gráfica de todo el sistema en el que se describe el proceso.

Proporciona datos de entrada y salida de materia y energía, y de los equipos que lo constituyen.

En general, estos diagramas especifican todos los equipos con la instrumentación suficiente para llevar a cabo el control de la operación, el dimensionamiento de las tuberías y de los accesorios involucrados en el proceso.

3.7.3 CROQUIS DE LOS DEPARTAMENTOS DE PROCESO E INSTRUMENTACION

Una vez que se elabora el diagrama de flujo de proceso y que se conocen los puntos donde se desea obtener un mejor control del proceso, se solicita al ingeniero en instrumentación que defina el contenido de los loops de control y su representación esquemática.

5.7.4 ESPECIFICACIONES DE TUBERIA

Las especificaciones de tubería indica la escala de presión y temperatura, así como el material y rangos permisibles de corrosión. La codificación va a depender de las características y condiciones del fluido a manejar.

5.7.5 ESPECIFICACION DE AISLAMIENTO

Las especificaciones de aislamiento para tuberías, se determinan a partir de las características de los fluidos que se manejan en el proceso, de las condiciones de presión y temperatura, así como de los equipos y líneas en los que se desea minimizar las pérdidas de calor por necesidades de operación.

Esta especificación se indica como un componente de la codificación de la línea, por tal motivo se debe tener antes de iniciar los diagramas de tubería e instrumentación.

5.7.6 LISTA DE EQUIPO

En este documento se anotan todos los equipos que estén involucrados en un proceso y que deben considerarse en la elaboración de los diagramas de tubería e instrumentación, y en la adquisición del equipo.

La lista de equipo contiene una columna de identificación de equipo, en donde se anota la clave del equipo. En la columna de descripción se describe el tipo de equipo y las características más importantes de éste, además de las fechas de elaboración, evaluación técnica, especificación de compra y requisición.

A continuación se muestra un ejemplo de una lista de equipo, común a cualquier firma de ingeniería.

3.7.7 PROCEDIMIENTO PARA CODIFICACION DE LINEAS

El criterio para codificar y numerar líneas es el siguiente :

En la codificación de líneas se especifica el diámetro de la tubería, el servicio que maneja, el número de línea, la especificación de la tubería y la especificación del aislamiento, por ejemplo:

24"-PC-102-A5A-2P2

Donde:

24"	:	Diámetro de la línea
PC	:	Servicio
102	:	Número secuencial de línea
A5A	:	Tipo de tubería
2P2	:	Tipo de aislamiento

El tipo de tubería tiene relación con el esfuerzo permisible, el empaque o la cédula y con el material base, así A5A indica:

A	:	Libraje o rating de la brida
5	:	Sirve para diferenciar los diversos servicios, empaque o cédula, el número es arbitrario.
A	:	Material base

El rating se establece en base a las condiciones de la tubería, es decir del balance de masa y energía.

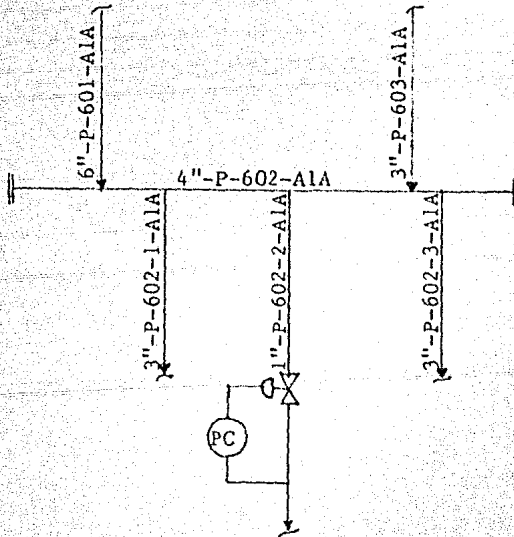
LISTA DE EQUIPO

No. DE PROYECTO.

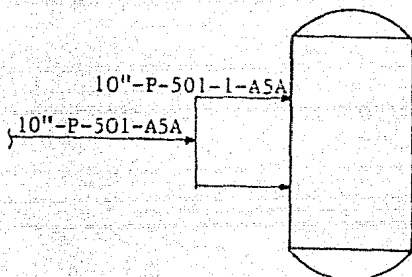
IDENTIFICACION DEL EQUIPO	DESCRIPCION	FECHA ESPEC.	FECHA COTIZACION	FECHA EVAL. TECNICA	FECHA EST. EC. COMPRIA	FECHA REQUIS. COMPRIA	DIBUJOS APROBADOS	PARA CERTIF.
GA - 00	BOMBA TIPO: CAPACIDAD: (GPM) CARGA DIFERENCIAL: (FT) POTENCIA: (HP)							
GS - 00	COMPRESOR TIPO: CAPACIDAD: (SCFM) POTENCIA: (HP)							
BA - 00	CALENTADOR A FUEGO DIRECTO TIPO: CARGA TERMICA:							
FA - 00	RECIPIENTE TIPO: DIAMETRO: (In) LONGITUD: (In) ALTURA: (In) CAPACIDAD: (GPM)							

El criterio para numerar las líneas es el siguiente :

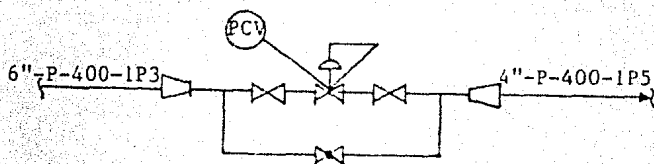
1. Los cabezales tendrán número independiente o nuevo.
2. Los ramales que salen de un cabezal, llevarán el número de éste, seguido por un guión y un número consecutivo, es decir; número derivado.
3. Los ramales que lleguen a un cabezal tendrán el número de acuerdo al de la línea en que se origina, más no el del cabezal al que llegan.



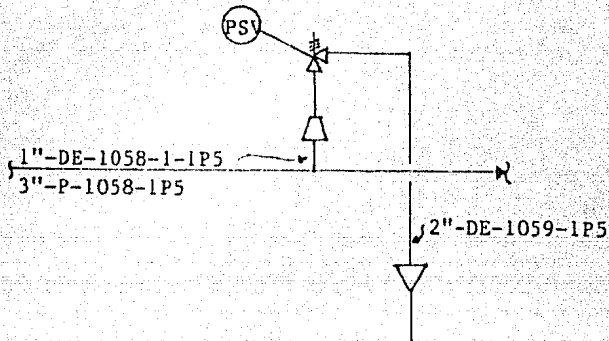
4. Cuando un cabezal da origen a un subcabezal, éste llevará un número independiente y los ramales que parten de este subcabezal, tendrán números derivados de éste.
5. Líneas que lleguen a un equipo con dos alimentaciones, una de ellas llevará el mismo número y la otra el número derivado correspondiente.



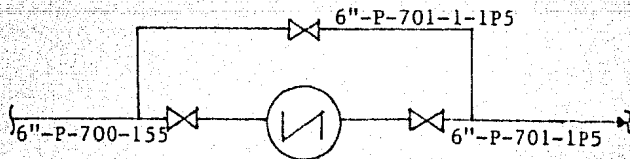
6. Líneas que cambien de diámetro y/o especificación, llevarán el mismo número pero con el nuevo diámetro y/o especificación.



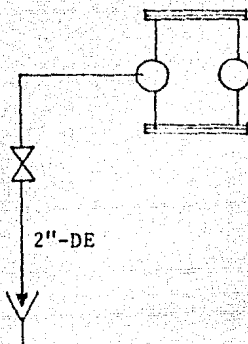
7. Las líneas de entrada a válvulas de seguridad, llevarán número dependiente de la línea en que se origina e independiente si se origina en un equipo.



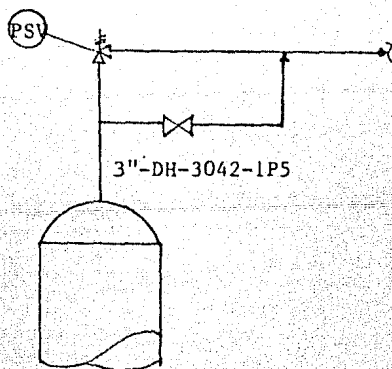
8. Todas las líneas que sean de válvulas de desvío de algún equipo, serán líneas dependientes de la línea en que se originan, excepto cuando la línea que da origen tiene un número derivado, entonces la línea llevará el número inmediato consecutivo derivado.



9. Los drenes de los equipos no se numeran, sólo llevan el diámetro y la especificación.



10. Las líneas de las válvulas de desvío en válvulas de control y seguridad, no serán numeradas, sólo se indicará el diámetro de la válvula de desvío.



3.7.8. INFORMACION DE LOS EQUIPOS

La información que proporcionan los equipos es, básicamente, las características de todos los equipos involucrados en el proceso: es decir, el tipo de equipos, la capacidad de éstos, sus dimensiones, su presión y temperatura de diseño, potencia y carga.

Cada equipo tiene sus propias características, las cuales van a depender del proceso y de los fluidos que manejen. La tabla (2) muestra las principales características de varios equipos.

Una vez que se cuenta con esta información, se complementan los diagramas de tubería e instrumentación.

3.7.9. CONTROL E INSTRUMENTACION TIPICA DE EQUIPOS

El desarrollo de la instrumentación en las plantas industriales ha favorecido los procesos al lograr una producción adecuada de insumos.

La instrumentación en la industria tiene tres funciones:

1. Proporciona al operador información sobre la operación.
2. Provee de seguridad a la planta.
3. Suministra los medios de control automático del proceso.

A continuación se muestra la instrumentación típica de varios equipos, en donde se observa que la instrumentación esta en función del control de las variables que se desean manipular; ya sea presión, temperatura, nivel o flujo.

CONTROL DE BOMBAS CENTRIFUGAS

Las bombas se clasifican en centrífugas y de desplazamiento positivo, éstas a su vez pueden ser del tipo rotatorio o del tipo recíprocante.

Las bombas de desplazamiento positivo entregan una cantidad de fluido definido por cada carrera del pistón.

Las bombas centrífugas entregan un volumen variable de fluido con diferente carga para una velocidad constante.

Generalmente, en el trabajo de bombeo se utilizan dos bombas, una para uso normal y la otra para relevo, accionadas con motor eléctrico y con turbina de vapor por si falla alguno de los suministros de energía.

La figura (20a) muestra la instrumentación típica para el control de bombas centrífugas, en donde :

1. La bomba accionada con motor eléctrico se usa cuando trabaja a velocidades constantes y maneja volúmenes pequeños.
2. El motor eléctrico cuenta con indicadores de luz en tablero por cierre y paro, al igual cuenta con botones en el tablero para arranque y paro.
3. En la línea de succión se tiene una válvula de compuerta, que junto con la de descarga sirven para bloquear las líneas y dar servicio a la bomba. Las válvulas de bloqueo también se utilizan para aislar el equipo que no se usa.
4. El filtro temporal protege a la bomba de materias extrañas durante el arranque.

5. En la descarga se requiere de un manómetro con una válvula de compuerta, ésta abre para que el fluido marque la presión en el manómetro.
6. La válvula check a la descarga se utiliza para evitar el posible retorno del fluido y para proteger a la bomba contra los golpes de ariete.
7. La bomba accionada con turbina de vapor es más económica y operable cuando se manejan grandes volúmenes de líquido.
8. La turbina requiere como instrumentación una válvula de compuerta en la línea de suministro de vapor para controlar la velocidad de la bomba. El by-pass evita un choque térmico en el material de la turbina y para precalentarla hasta que pueda admitir el paso de vapor.
9. La válvula de seguridad a la salida del vapor protege al equipo y a la línea.
10. La trampa de vapor en el suministro de éste, es para captar condensados y evitar dañar la turbina.
11. El filtro permanente en la succión protege a la bomba de impurezas que lleve el fluido.
12. Ambas bombas cuentan con válvulas de drenado y venteo que sirven para cebar las bombas.

CONTROL DE BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

Las figuras (20b) y (20c) muestran la instrumentación típica para bombas de desplazamiento positivo.

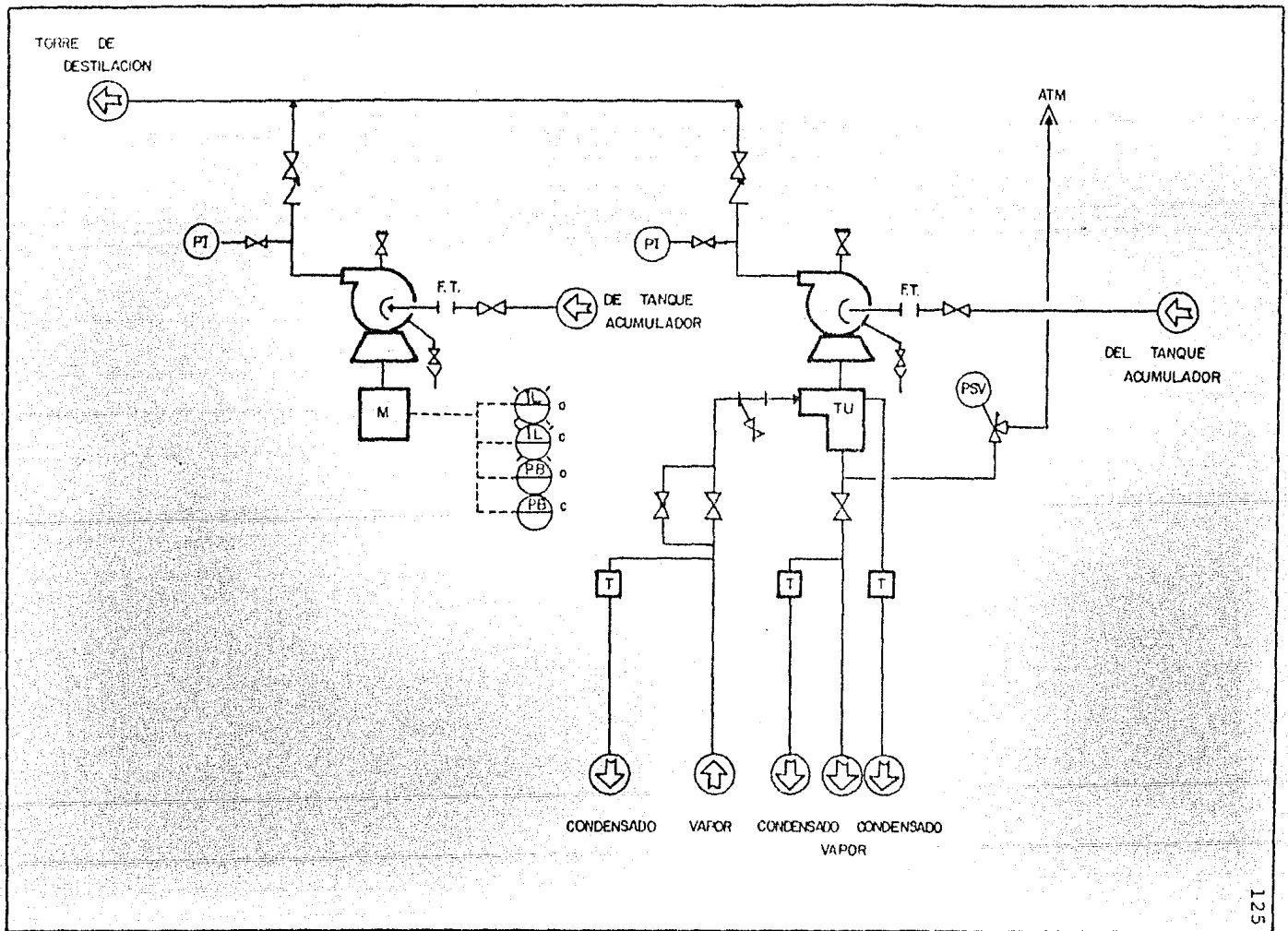


FIG. 20a. INSTRUMENTACION TIPICA DE BOMBAS CENTRIFUGAS.

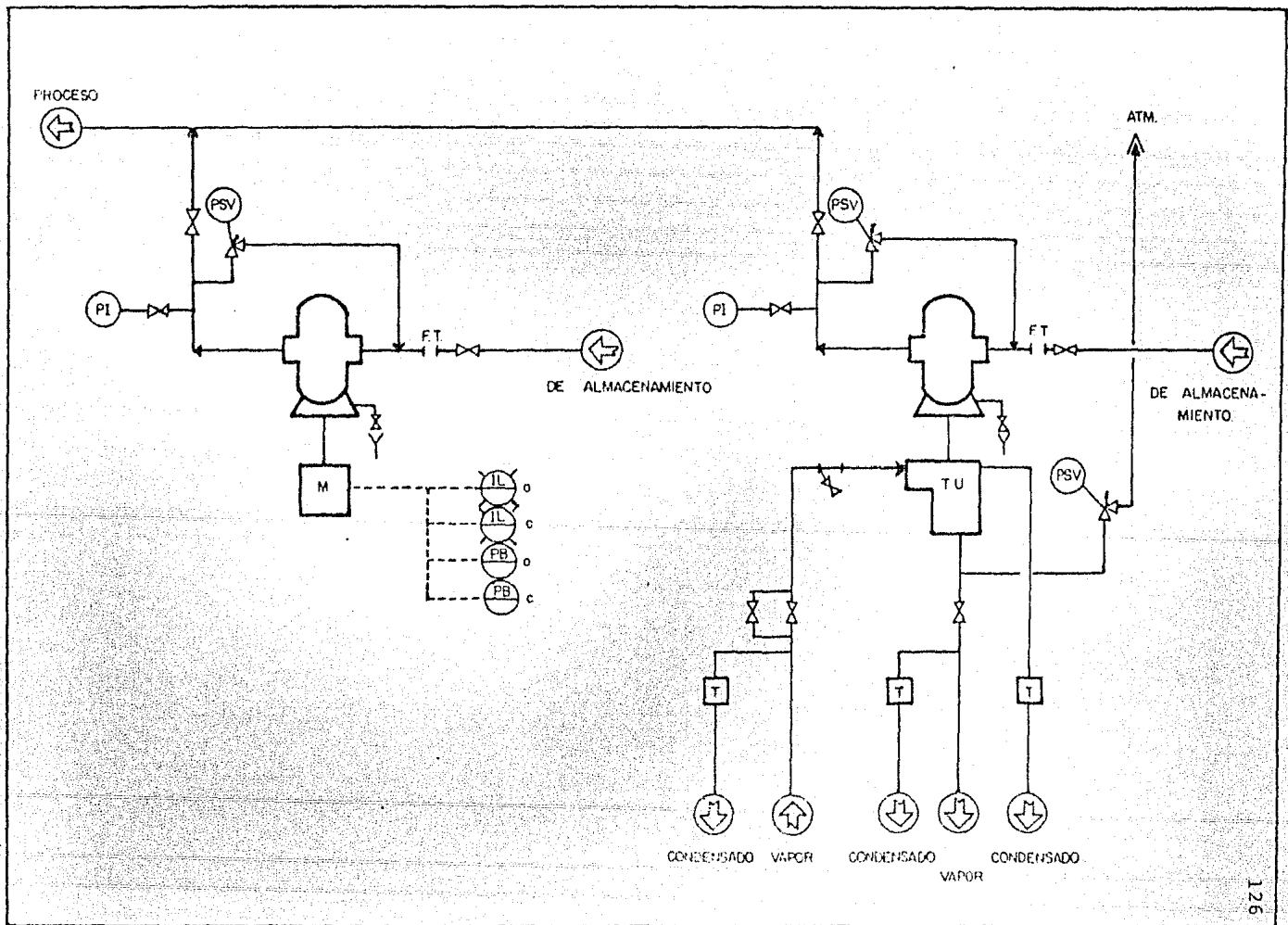


FIG 20b. INSTRUMENTACION TIPICA DE BOMBAS DE ENGRANES.

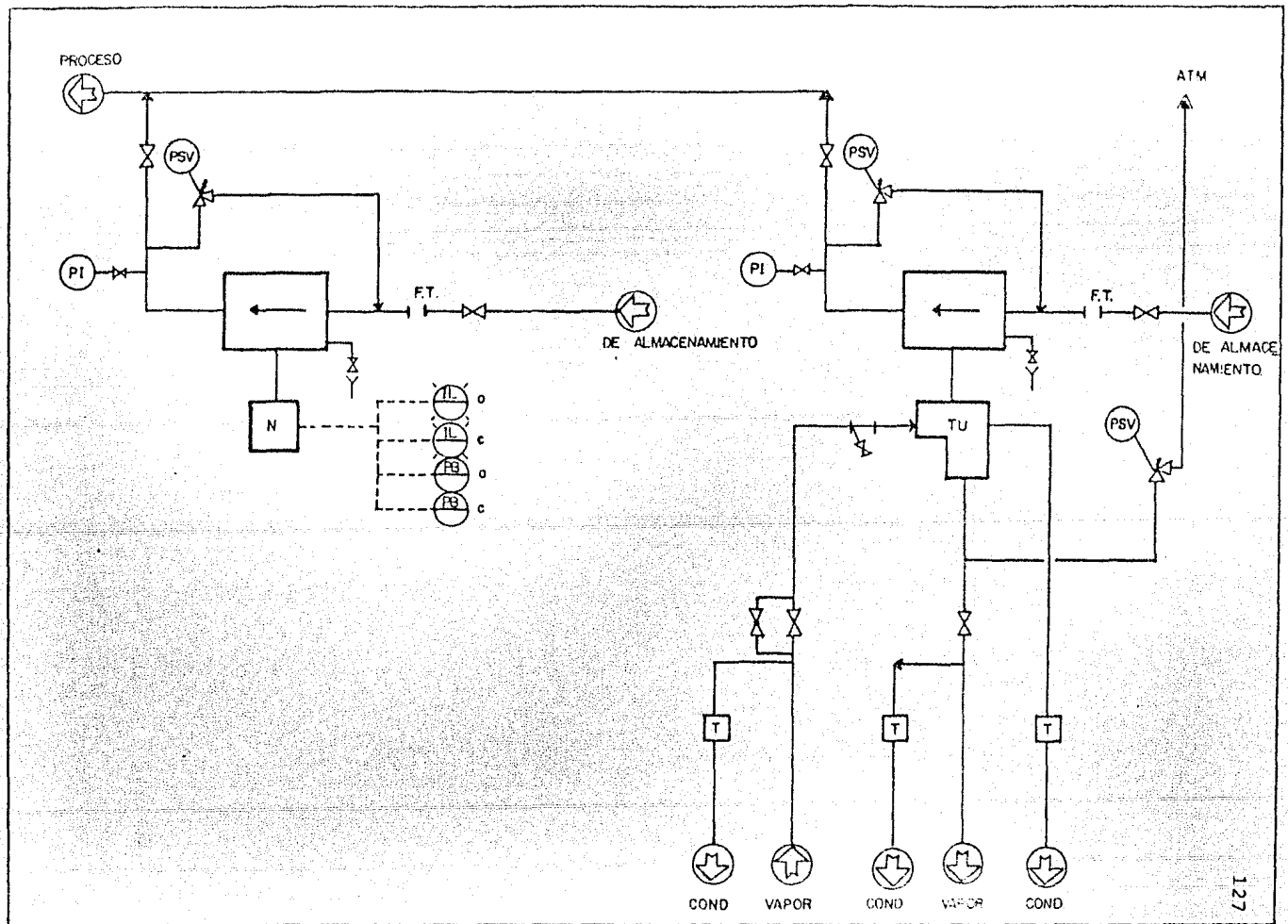


FIG. 20c. INSTRUMENTACION TIPICA PARA BOMBAS RECIPROCANTES.

Los principios de instrumentación son similares a los de las bombas centrífugas, sólo que :

1. A la descarga de las bombas solo se requiere la válvula de compuerta que sirve para bloquear la línea en caso de mantenimiento de la bomba.
2. La válvula check no es necesaria debido a que las bombas manejan cantidades definidas de flujo y no existe el riesgo de que éste retorne.
3. En la descarga es necesaria una válvula de seguridad que retorna -- fluido a la succión para proteger a la bomba en caso de que el flujo disminuya o cese.

CONTROL DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Las técnicas de almacenamiento de un líquido depende de sus propiedades físicas, por tal motivo la consideración más importante es el respiradero del tanque durante el llenado y su seguridad.

Si el líquido tiene una presión de vapor despreciable, la atmósfera será el respiradero; si la presión de vapor no es despreciable pero es menor que la atmosférica, se necesitarán techos removibles y venteos de conservación.

Para prevención de fuego y ruptura del tanque, se necesitará un arrestador de flama en la línea de venteo. Los mecanismos de relevo son para prevenir la ruptura del tanque por sobre presión, explosión u otra causa.

Generalmente, los tanques se localizan en área con diques para retener - el líquido en caso de ruptura de un tanque o tubería.

CONTROL DE TANQUES A PRESION ATMOSFERICA

La figura (21a) muestra la instrumentación típica de un tanque de almacenamiento a presión atmosférica, en donde:

1. El tanque cuenta con un arrestador de flama para prevenir fuego dentro del recipiente, cerrandole el paso por el respiradero.
2. En el almacenamiento de líquidos viscosos se requiere de un serpentín de calentamiento dentro del recipiente, éste reduce la viscosidad del líquido y facilita su transporte.
3. La temperatura del recipiente se regula por medio de la válvula controladora del vapor de entrada al serpentín.
4. Las válvulas de compuerta en el by-pass sirven para dar servicio a la válvula controladora, y la válvula de globo se usa durante el servicio.
5. La salida del serpentín cuenta con una válvula de compuerta para bloquear, una válvula check para prevenir el retorno del fluido y una trampa de vapor para captar vapores.
6. El recipiente tiene dos registros de hombre, uno en la parte superior con tapadera y otro en la parte inferior del tanque; éstos sirven para dar mantenimiento al recipiente.
7. En la parte superior del tanque se encuentran una caja de registro de presión para relevo, un indicador de nivel y una entrada adicional que puede usarse para un manómetro o inspección visual.

8. En la línea de descarga se encuentra un arreglo de bombas con toda la instrumentación necesaria más una válvula de bloqueo localizada directamente en el tanque para aislar el recipiente.
9. Por lo general, los venteos se instalan en lo alto de los recipientes y los drenes en la parte baja, éstos se usan en el paro y arranque, y durante las pruebas hidrostáticas.
10. La alimentación al tanque es suministrada por una bomba que está conectada a la succión por medio de una manguera flexible, ésta conexión se usa cuando la carga proviene de un carro tanque. La bomba esta adaptada con toda la instrumentación necesaria más una válvula de bloqueo cercana a la entrada del tanque, esta válvula es necesaria cuando la bomba de suministro se encuentra en gran distancia.

CONTROL DE TANQUES A PRESION

La figura (21b) muestra un tanque de almacenamiento a presión, el cual cuenta con :

1. Una válvula de seguridad que sirve para relevar por sobrepresión y evitar la ruptura del tanque.
2. La alimentación del líquido se controla por medio de una válvula controladora de presión, ésta está provista de dos válvulas de bloqueo que sirven para darle mantenimiento. La válvula de globo en el bypass se usa durante el servicio.
3. Las bombas de descarga se controlan de acuerdo al nivel del tanque.
4. El tanque esta provisto con interruptores de alto y bajo nivel, y sus respectivas alarmas. Cuando el nivel del tanque es alto la bom-

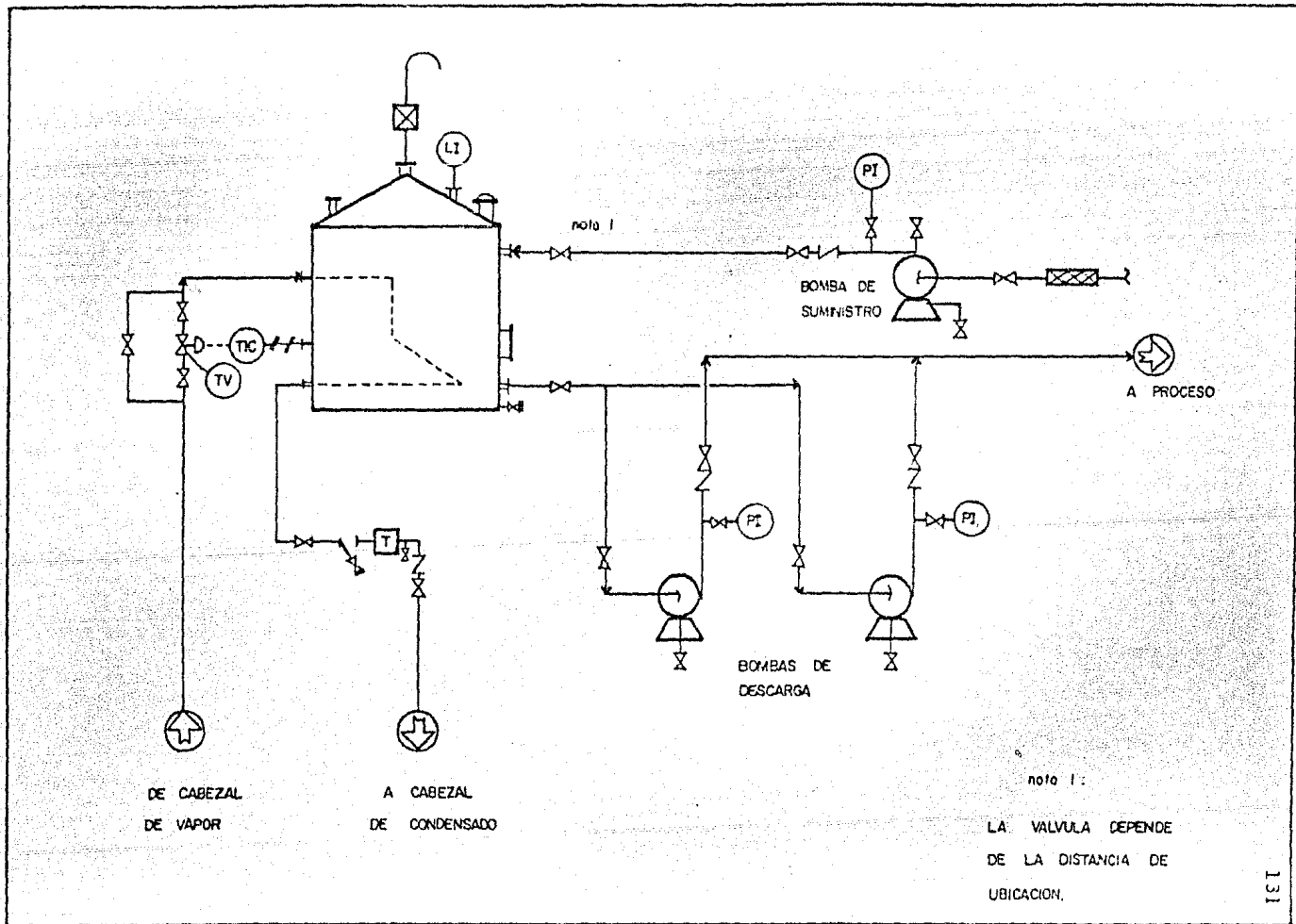


FIG. 21a. INSTRUMENTACION TIPICA DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO A PRESION ATMOSFERICA.

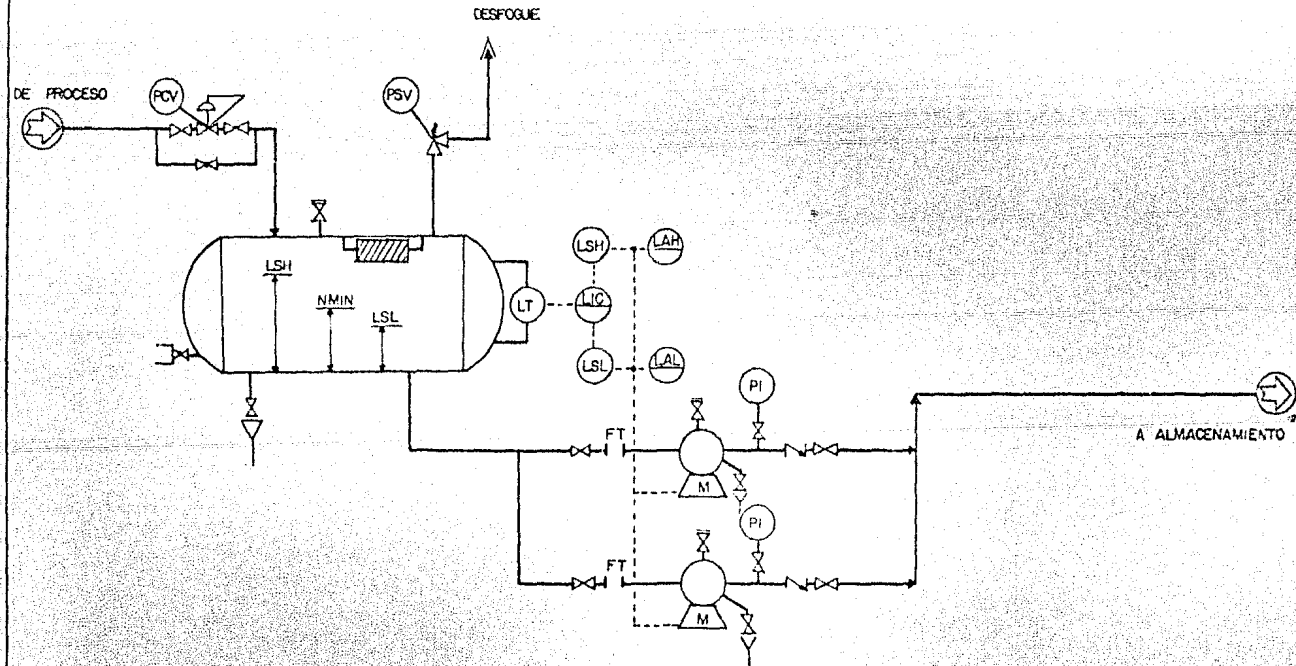


FIG. 2b INSTRUMENTACION TIPICA DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO A PRESION,

ba se enciende y cuando el nivel es bajo la bomba se apaga.

5. Las bombas cuentan con toda la instrumentación necesaria para su control.
6. El dren del tanque sirve para las pruebas hidrostáticas y para drenar en los paros y arranques.

CONTROL DE TORRES DE DESTILACION

La destilación separa una mezcla en base a la diferencia en composición entre un líquido y el vapor formado del líquido.

En los procesos industriales la destilación es usada para aislar y purificar materiales volátiles.

Una instrumentación apropiada en la operación de destilación es vital para lograr el máximo de producto, disminuir el consumo de servicios, lograr estabilidad en la columna y maximizar la capacidad de rendimiento de la columna.

Las filosofías de control son , básicamente dos :

1. Control de balance de energía o control indirecto del balance de material.
2. Control directo del balance de material.

CONTROL DEL BALANCE DE ENERGIA

El control de balance de energía ha sido el control tradicional. La figura (22a) muestra la instrumentación típica en donde la temperatura es

La variable de control para mantener la separación deseada; el control se logra de la siguiente forma:

1. El controlador de temperatura ajusta el reflujo de la torre de destilación por medio de la válvula de temperatura.
2. La válvula de control de destilado es manipulada por el controlador de nivel del condensador de la torre.
3. El flujo de vapor al hervidor se mantiene constante por medio del control de flujo.
4. La válvula de control de los productos del fondo es manipulada por el control de nivel de la comuna.
5. El flujo de alimentación a la torre se mantiene constante por medio de un controlador de flujo.
6. La presión de la columna se mantiene constante por medio de un controlador de presión conectado a la válvula de salida de agua del condensador.

La figura (22b) muestra otro sistema de control de balance de energía, en donde:

1. El controlador de temperatura y el flujo de vapor al hervidor se encuentran conectados en cascada (se le llama así al control simultáneo de dos variables). El punto de ajuste del controlador de flujo es fijado en forma remota por la salida del controlador de temperatura.
2. La válvula de control de destilado es manipulada por el control de nivel del condensador en la torre.

3. El reflujo se mantiene por medio de un controlador de flujo.
4. La válvula de control de los productos de fondo es manipulada por el control de nivel de la columna.
5. El flujo de alimentación a la columna se mantiene por medio de un control de flujo.
6. La presión se mantiene constante.

CONTROL DIRECTO DEL BALANCE DE MATERIAL

En estos sistemas de control se regula el flujo de algún producto saliendo de la columna, esto es para controlar la calidad del producto.

Las corrientes de flujo que pueden ser manipuladas son :

1. Destilado
2. Productos del fondo
3. Alguna salida lateral

La figura (22c) muestra la instrumentación típica donde se aplica el concepto de control directo del balance de material, en donde :

1. El controlador de temperatura en la torre manipula la válvula de los productos de fondo.
2. El flujo de vapor al rehervidor y el controlador de nivel de la columna están conectados en cascada. El ajuste del controlador de flujo es fijado en forma remota por el control de nivel de la columna.
3. La válvula de control del destilado es manipulada por el control de nivel del condensador en la torre.

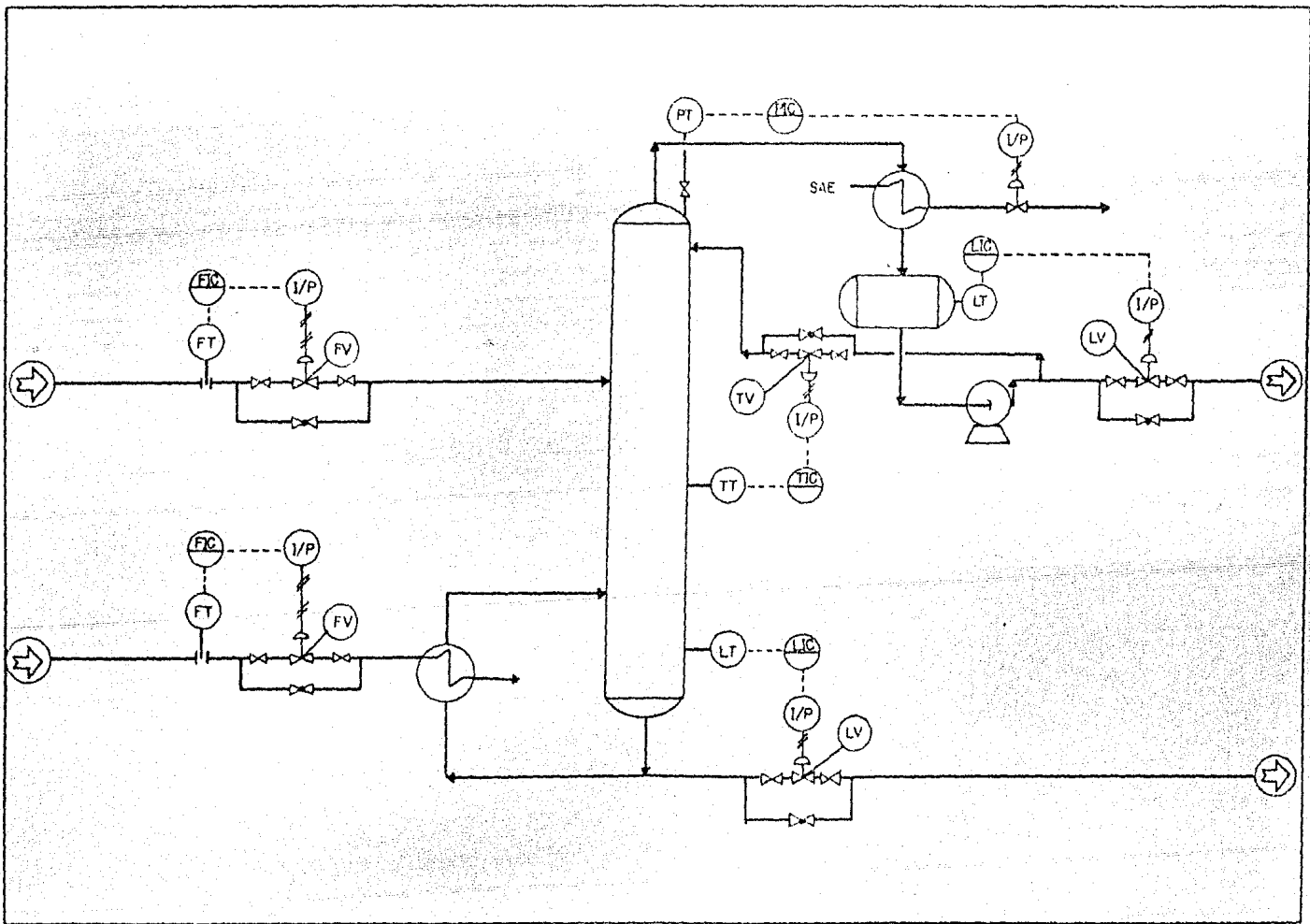


FIG 22 a INSTRUMENTACION TIPICA DE UNA TORRE DE DESTILACION, CONTROL DEL BALANCE DE ENERGIA.

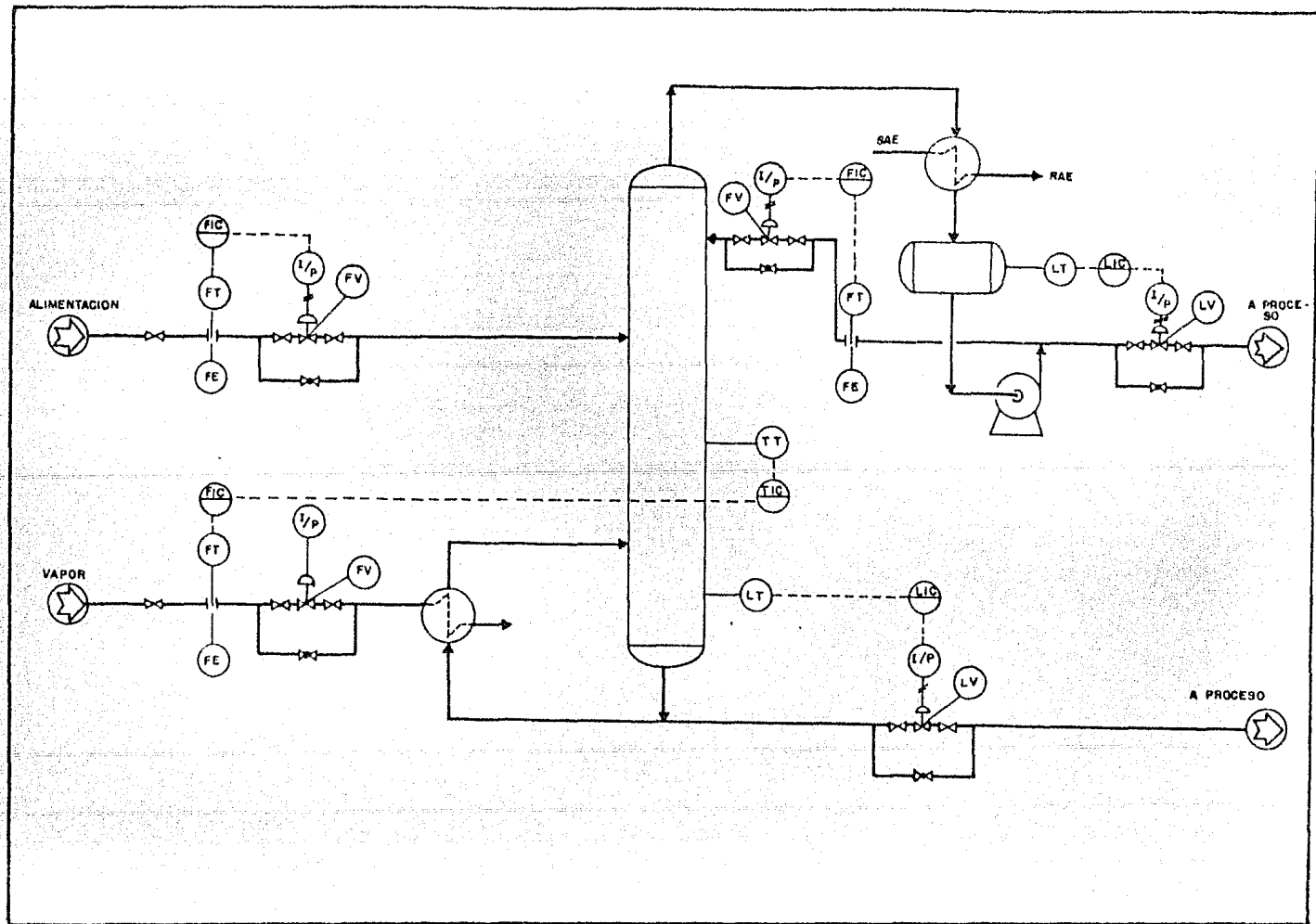


FIG. 22b INSTRUMENTACION TIPICA DE UNA TORRE DE DESTILACION, CONTROL EN CASCADEA DEL BALANCE DE ENERGIA.

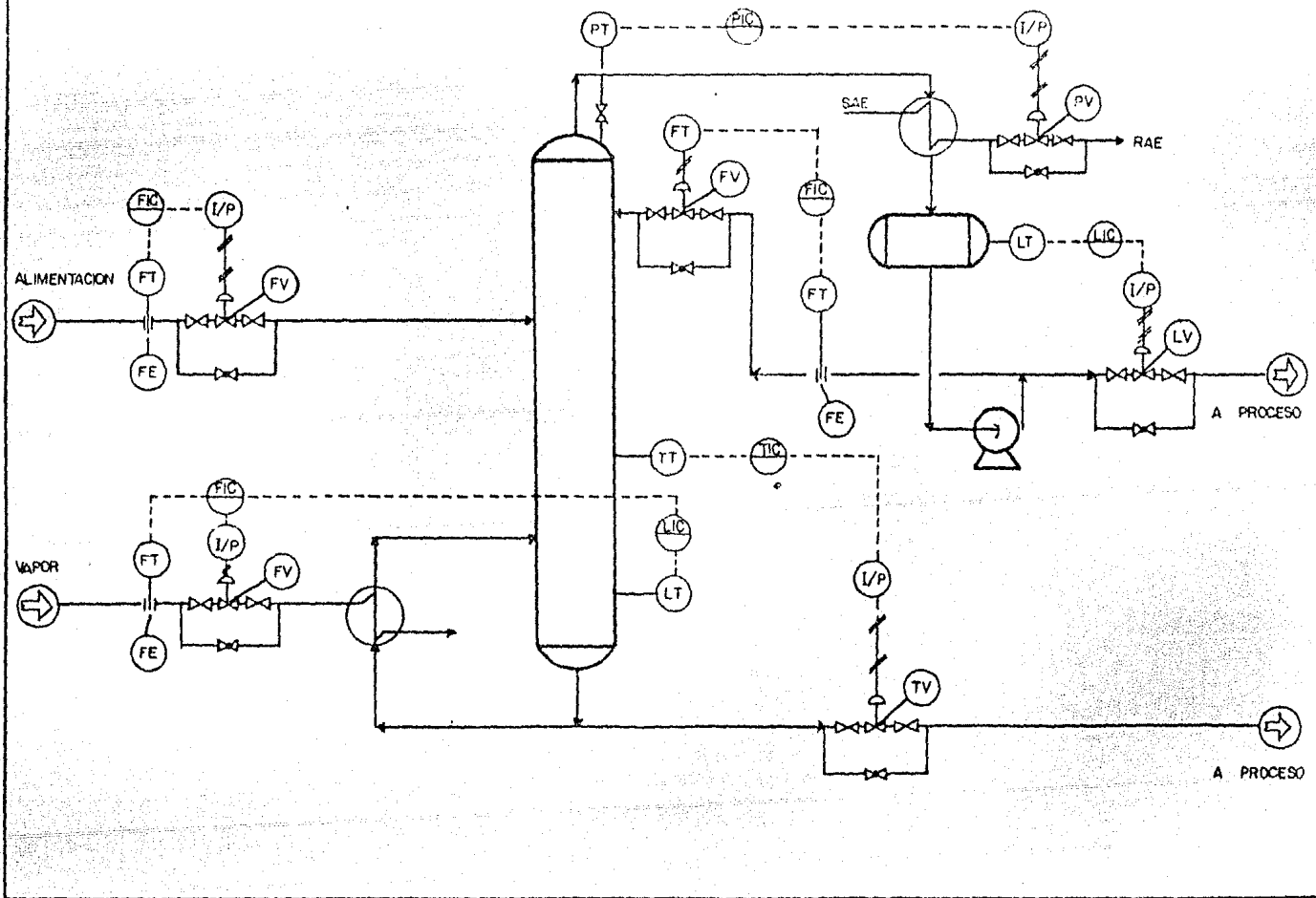


FIG. 22 c. INSTRUMENTACION TIPICA DE UNA TORRE DE DESTILACION, CONT. DIR. DEL BAL. DE MAT.

4. El reflujo se mantiene por medio de un controlador de reflujo.
5. El flujo de alimentación a la torre se mantiene por medio de un control de flujo.
6. La presión de la columna se mantiene constante.

CONTROL DE SOLOAIRES

Los soloaires son condensadores de vapor enfriados por aire, tienen gran aplicación en lugares que no cuentan con el adecuado suministro de agua de enfriamiento.

Su principio de funcionamiento es alimentar vapor a los tubos y un abanico induce una corriente de aire que circula sobre los tubos aleteados del aparato.

La figura (23) muestra la instrumentación típica de un soloaire, en el cual el control es el siguiente:

1. El controlador de temperatura del flujo de salida y la velocidad del motor están conectados en cascada. El punto de ajuste es la velocidad del motor eléctrico manipulada por el control de temperatura de tal manera que si la temperatura es alta, aumenta la velocidad del motor y si es muy baja, disminuye la velocidad.
2. El motor eléctrico cuenta con dos indicadores de luz en tablero para el cierre o abertura, al igual cuenta con dos botones en tablero en caso de paro y arranque.
3. En la línea de alimentación se encuentra una válvula de seguridad para prevenir una sobrepresión y, prevenir al equipo y a la línea.

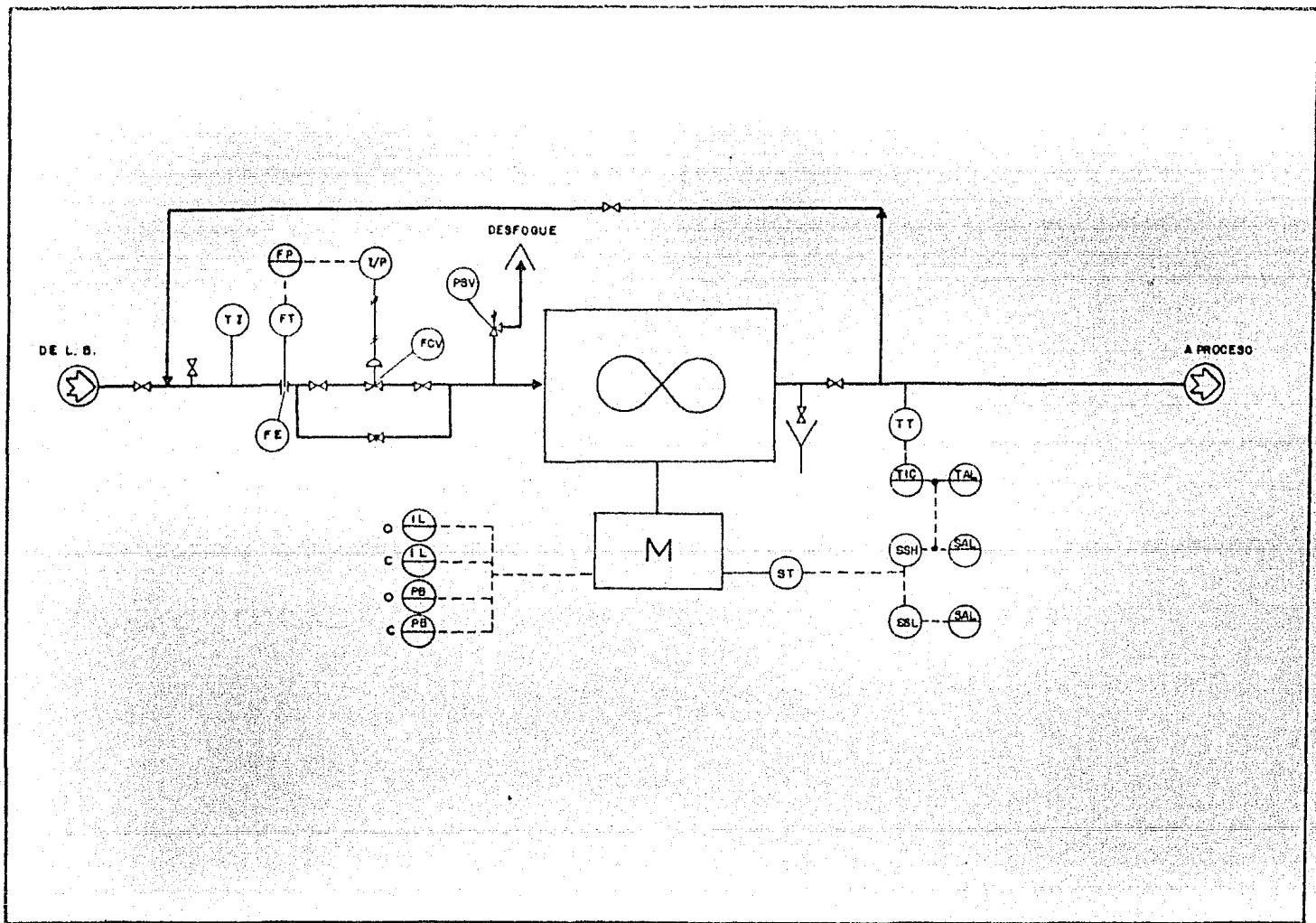


FIG. 23 INSTRUMENTACION TIPICA DE UN SOLOAIRE.

4. La corriente de retorno de fluido a la succión es para prevenir al equipo en caso de que el flujo de entrada disminuya.
5. El flujo de alimentación se mantiene por medio de un control de flujo.

CONTROL DE UN CONDENSADOR

En la industria es común separar una mezcla de líquido, destilando los componentes de bajo punto de ebullición, separándolos en estado puro de aquellos que tienen alto punto de ebullición.

Los componentes de bajo punto de ebullición se desprenden de la parte superior de la columna en forma de vapor, éste se condensa y una parte de los condensados se hierven de nuevo para obtener una cantidad casi pura de los compuestos más volátiles.

La condensación se realiza en un condensador por medio de la transferencia de calor vapor-líquido.

La figura (24) muestra la instrumentación típica de un condensador y su sistema de control, en donde :

1. El condensador opera con bombeo de reflujo, en esta aplicación el reflujo se manipula por medio de un control de flujo.
2. La válvula de control de destilado se manipula por medio del controlador de nivel del condensador de la torre .
3. La línea de alimentación al condensador es protegida por sobrepresión, por medio de una válvula de seguridad.

4. Todas las tuberías del condensador tienen entradas para venteos y drenes, éstos se utilizan en el paro y arranque y para pruebas hidrostáticas.

CONTROL DE UN ENFRIADOR

Los enfriadores se emplean para enfriar fluidos en un proceso, el agua -- suele ser el principal medio para enfriar.

La figura (25) muestra la instrumentación típica de un enfriador, en el -- que se desea tener fija la temperatura de salida del flujo caliente y el gasto.

1. El controlador de temperatura en la descarga del fluido caliente manipula la válvula de la descarga del fluido frío.
2. Se adopta la suposición de que el agua de enfriamiento tiene una temperatura relativamente constante, de manera que la temperatura de salida del flujo caliente se controla por la cantidad de agua de enfriamiento.
3. El flujo del fluido caliente a la entrada se mantiene por medio de un controlador de flujo.

CONTROL DE CALENTADORES A FUEGO DIRECTO

Las funciones de un calentador son:

1. Calentar y/o vaporizar la carga
2. Suministrar calor a los reactivos alimentados
3. Proporcionar un aumento y control de la temperatura.

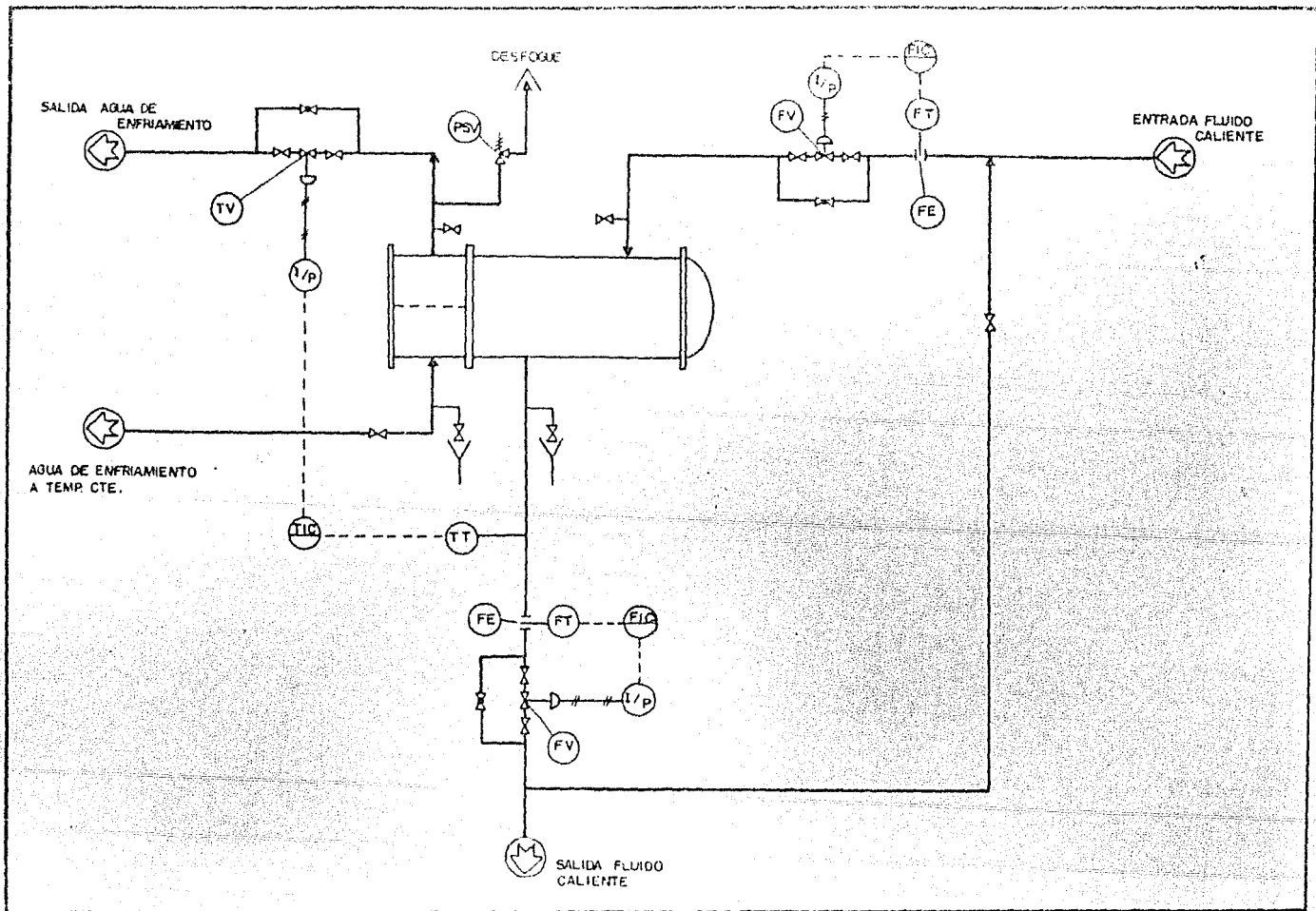


FIG. 25 INSTRUMENTACION TIPICA DE UN ENFRIADOR

Las principales funciones de los sistemas de control en los calentadores son :

1. Mantener la relación deseada de energía transferida a la carga.
2. Mantener en la combustión un buen control y una alta eficiencia.
3. Mantener todas las condiciones de seguridad en todas las fases de la operación.

El sistema de control debe asegurar que la carga reciba la energía calorífica en una proporción adecuada.

Normalmente, la variable principal que se debe controlar en un calentador es la temperatura de salida.

La figura (26a) muestra la instrumentación básica de un calentador, en donde :

1. El controlador de temperatura del fluido de salida manipula las válvulas de control del gas o del combustible por medio del interruptor manual, para ejercer la acción de control.
2. Los indicadores de temperatura sirven para conocer la cantidad de calor transferido en cada una de las acciones del calentador.
3. El manómetro del tiro sirve para indicar la presión de tiro en el calentador.
4. El fluido de entrada se mantiene constante por medio de un control de flujo. Si varía la cantidad de fluido de entrada esto hará cambiar la temperatura de salida.

5. Cuando se utiliza combustóleo como combustible, es necesario atomizarlo por medio de una corriente de vapor. El control de la relación combustible-vapor se hace por medio del controlador de presión diferencial (PDC).

LIMITACIONES DEL CIRCUITO DE TEMPERATURA

Para controlar la temperatura de salida, el controlador manda a corregir la abertura de la válvula de combustible y cuando por alguna condición externa cambian las condiciones del combustible la temperatura se afecta y varía, la variación se detectará hasta que cambie la temperatura de salida de la carga.

Para lograr controlar las condiciones del combustible es conveniente instalar un sistema de control que localmente controle las variaciones del flujo de combustible, sin esperar a que dicha variación la realice el control de temperatura, para esto se tienen dos alternativas.

La figura (26b) muestra la primera alternativa, ésta consiste en instalar un sistema de control de cascada entre la temperatura de salida y el flujo de combustible, así :

1. El controlador de flujo del combustible esta conectado en cascada con el controlador de temperatura. El punto de ajuste en el gasto del flujo lo corrige el controlador del flujo sin esperar a que actúe el controlador de la corriente de salida.
2. El flujo de entrada al calentador se mantiene por medio de un control de flujo.
3. Los indicadores de temperatura y el manómetro realizan la misma función antes descrita.

La figura (26c) muestra la instrumentación típica del calentador, en donde se trata la segunda alternativa. Esta consiste en instalar un control de cascada entre la temperatura de salida y la presión de los combustibles; así :

1. El controlador de presión de los combustibles está conectado en cascada con el controlador de flujo de salida, en caso de que haya una variación de la presión de los combustibles, el controlador de presión lo corrige sin que actúe el controlador de temperatura.
2. El flujo de entrada al calentador se mantiene por medio de un control de flujo.

En los sistemas de control anteriores se observa el control de presión y flujo de los combustibles, pero si el tipo de combustible varía en poder calorífico o temperatura de entrada, estas variaciones no se pueden corregir con los controladores de presión y flujo. Las variaciones se podrán corregir hasta que varíe la temperatura de salida y actúe el controlador de temperatura.

Para corregir esta situación la figura (26d) muestra la instrumentación típica del control de cascada entre la temperatura de los combustibles y la del flujo de salida, en donde :

1. El control de temperatura de los combustibles está conectado en cascada con el control de temperatura de la corriente de salida. El punto de ajuste lo realiza el control de temperatura de los combustibles, - éste toma una medición de temperatura de la zona de convección del calentador por medio de cuatro termopares conectados en paralelo.
2. Si la señal de temperatura de los gases de combustión tiene variaciones debidas a la cantidad de combustible suministrado o a la variación del poder calorífico, el controlador de temperatura de los combustibles puede detectar esta variación y corregirla localmente sin

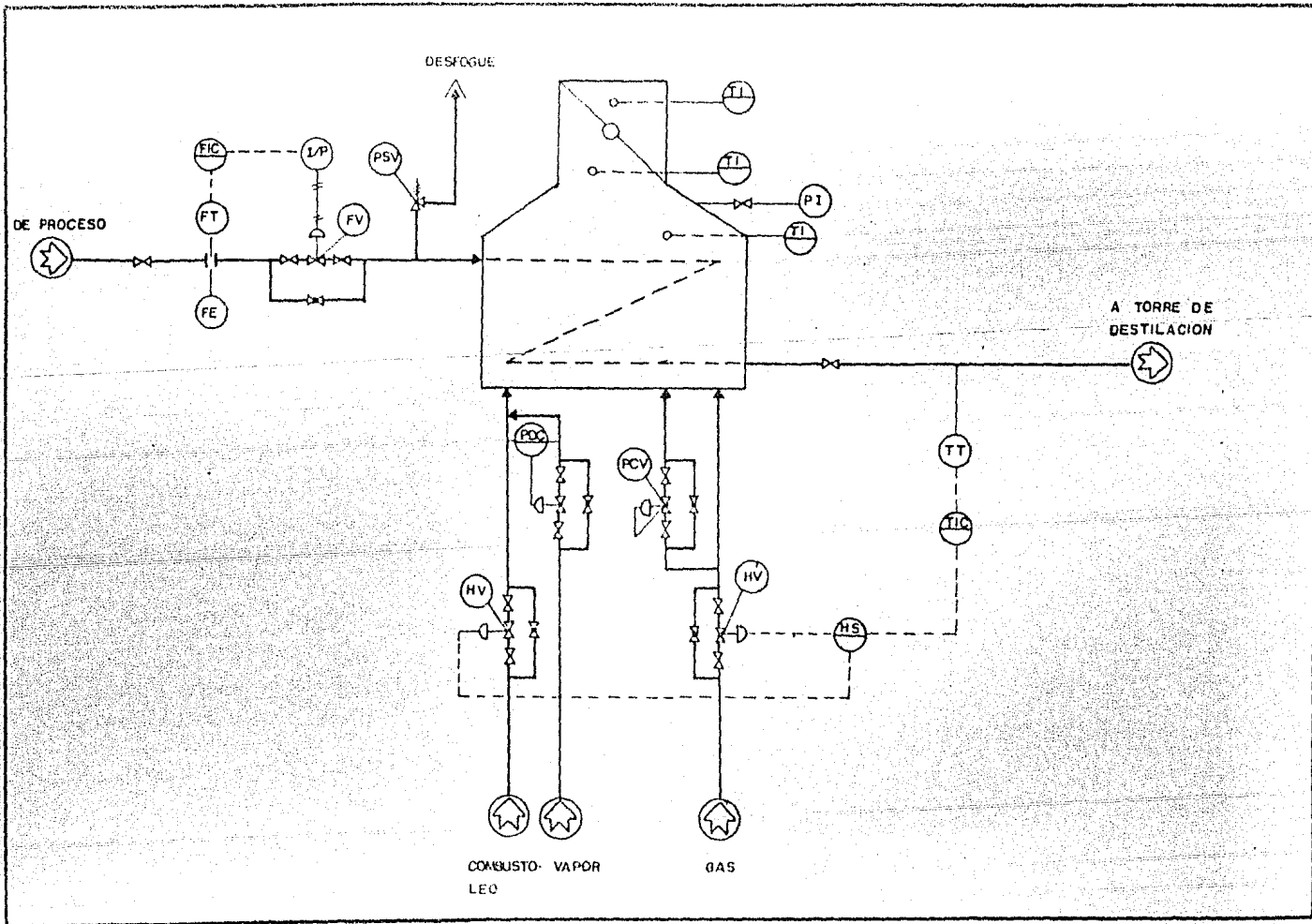


FIG. 26a INSTRUMENTACION BASICA EN UN CALENTADOR.

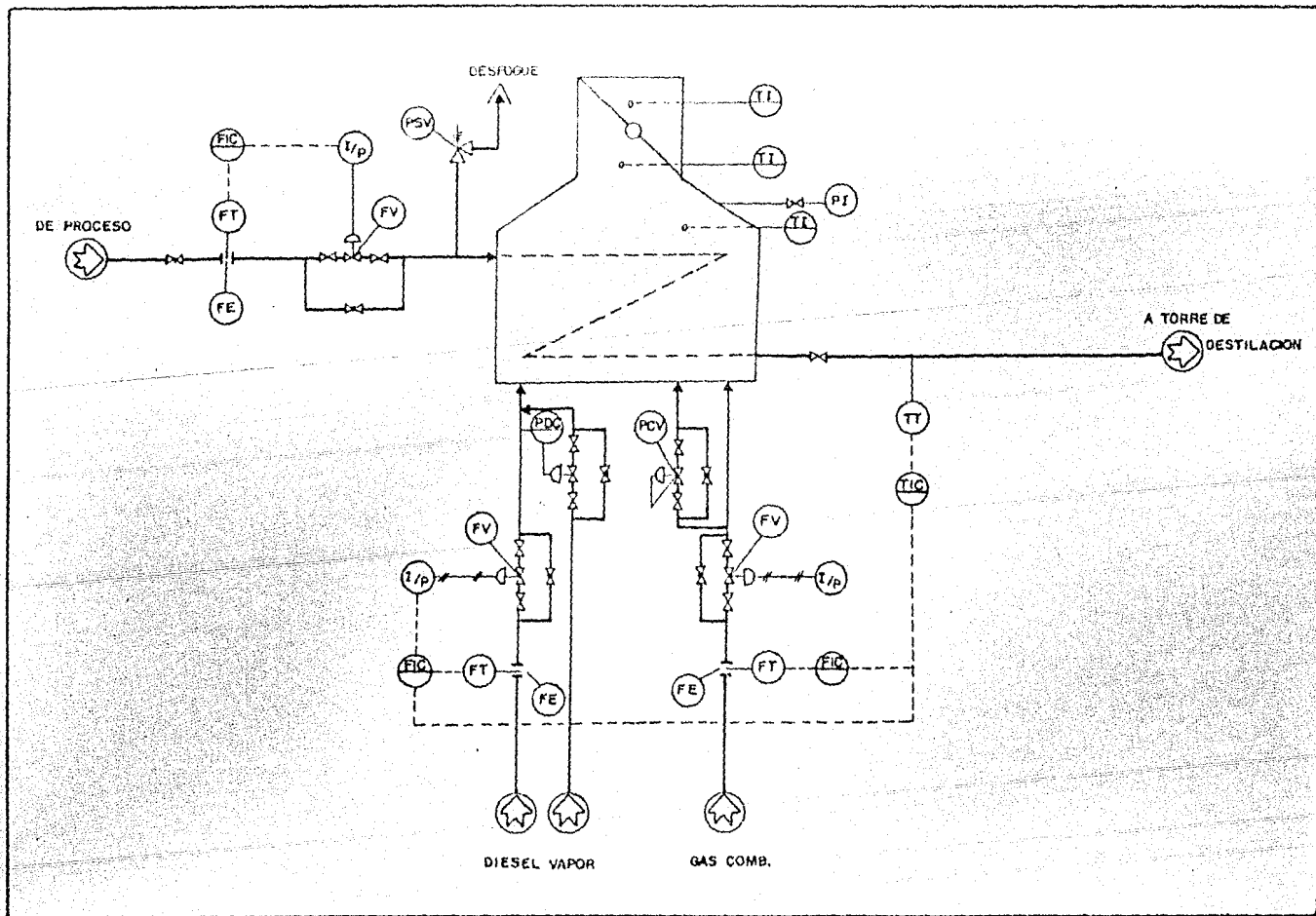


FIG. 26b INSTRUMENTACION TYPICA EN CASCADE FLUJO-TEMPERATURA DE UN CALENTADOR.

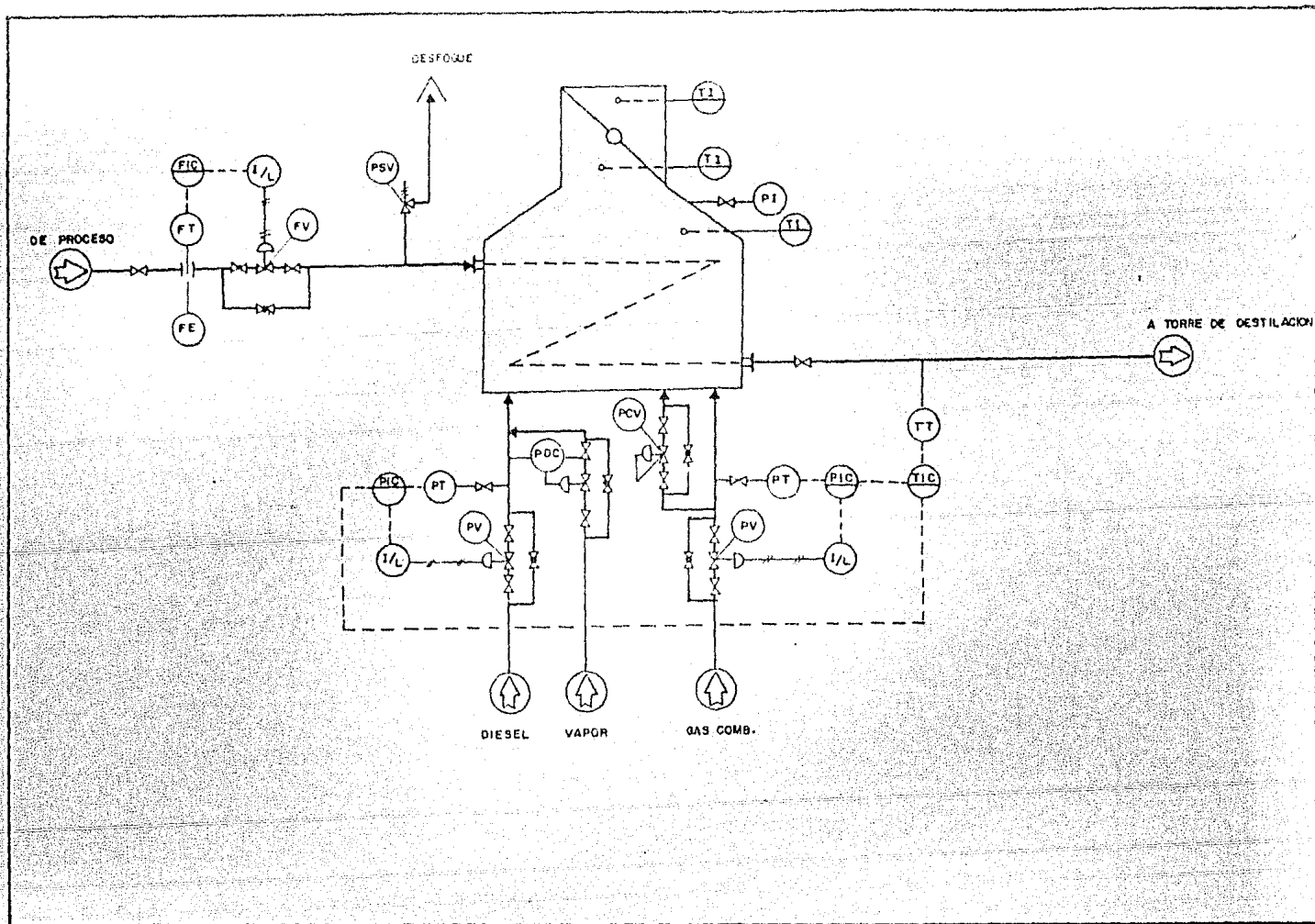


FIG.26c INSTRUMENTACION EN CASCADE PRESION-TEMPERATURA EN UN CALENTADOR.

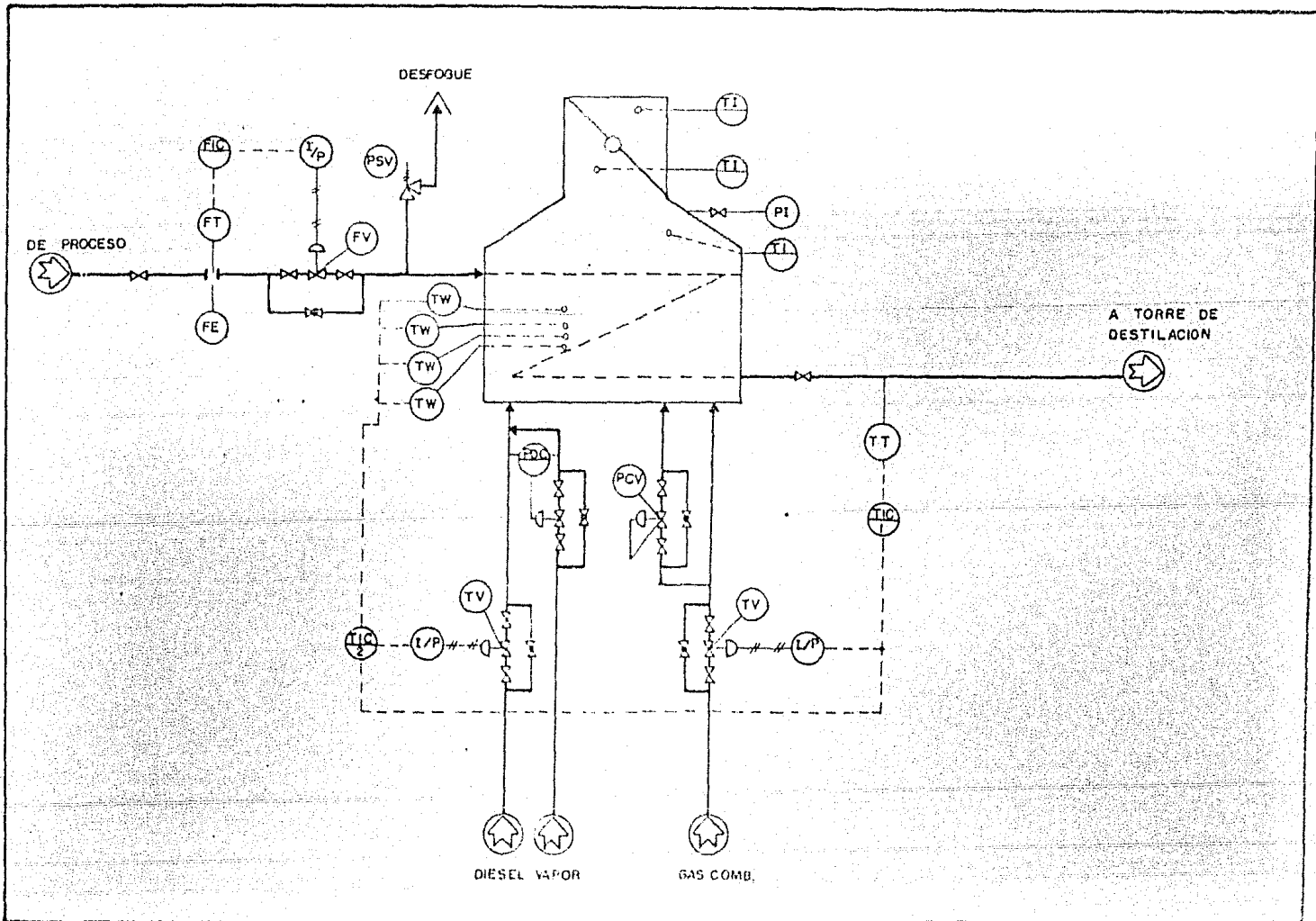


FIG. 26d INSTRUMENTACION TIPICA EN CASCADA TEMPERATURA-TEMPERATURA DE UN CALENTADOR

necesidad de esperar a que lo haga el controlador de temperatura de la corriente de salida.

3. El flujo de entrada al calentador se mantiene por medio de un control de flujo.

CONTROL DE COMPRESORES

Los compresores son máquinas que manejan gases y su función es incrementar la presión del gas por confinamiento o por conversión de la energía cinética.

El método de control apropiado se determina por los requerimientos del proceso, por el tipo de impulsor y por el costo.

Los compresores son el tipo centrífugo, rotatorio y reciprocante y al igual que las bombas, éstos pueden cavitarse si se trabaja en la línea del "surge". Para evitar lo anterior se debe usar un sistema de control "antisurge" con el propósito de proteger al compresor y al proceso del "surge".

El sistema de control puede estar separado del control normal del compresor, o bien puede ser parte del sistema de control de capacidad. Los sistemas de control "antisurge" más comunes son:

1. Flujo mínimo
2. Flujo mínimo con control de velocidad
3. Sistema flujo-velocidad
4. Flujo-diferencia de presión

FLUJO MINIMO

Probablemente es la forma más simple de la protección del "surge", este sistema usa un predeterminado flujo como el punto de ajuste para un con

trolador de protección de "surge". Para que el método trabaje adecuadamente el compresor debe operar a una velocidad constante y con flujos de gas constantes, la presión de succión y la temperatura deben mantenerse constantes.

La figura (27a) muestra la instrumentación típica de un compresor con protección "antisurge" de flujo mínimo, en donde :

1. El flujo mínimo de salida del compresor se controla por medio de la manipulación de la válvula de flujo que se encuentra en la corriente de retorno de gas comprimido a la succión.
2. La presión y temperatura a la succión del compresor se mantienen constantes.
3. El drenado del tanque contenedor es regulado por el nivel del mismo.
4. El flujo de entrada al tanque contenedor se mantiene constante por medio de un control de flujo.
5. La velocidad del compresor se mantiene.
6. La placa ocho se utiliza para aislar al equipo y permitir su servicio.

FLUJO MINIMO CON CONTROL DE VELOCIDAD

La protección del "surge" se proporciona manipulando la rapidez del compresor para mantener un flujo mínimo.

La figura (27b) muestra la instrumentación típica de un compresor con protección "antisurge" de flujo mínimo con control de rapidez, en donde :

1. El controlador de flujo mínimo de la corriente de salida está conectado en cascada con el controlador de velocidad del compresor.
2. La presión y temperatura de la succión del compresor se mantiene constante.
3. El flujo de entrada se mantiene por medio del control de flujo.

SISTEMA FLUJO-VELOCIDAD

La rapidez del compresor determina el punto de ajuste de un controlador de flujo de retorno a la succión (spillback). El punto de ajuste "antisurge" llega a ser función de la rapidez del compresor.

La figura (27c) muestra la instrumentación típica de un compresor con este sistema, en donde :

1. El controlador de flujo de la corriente de salida del compresor está conectado en cascada con el controlador de velocidad. El punto de ajuste es el controlador de velocidad quien manipula al controlador de flujo de la corriente de salida del compresor y a la válvula de retorno de gas comprimido a la succión.
2. La presión y temperatura se mantienen constantes.
3. La alimentación a la entrada se mantiene por medio de un control de flujo.

FLUJO-DIFERENCIA DE PRESION

El método de control de flujo-presión es el sistema mas efectivo de protección del "surge" debido a que es independiente de la rapidez del compresor y condiciones de succión.

La figura (27d) muestra la instrumentación típica de este sistema, en donde :

1. El controlador de flujo de la succión y de la línea de retorno de gas a la succión, está conectado en cascada con el controlador de presión de la línea de succión. El punto de ajuste es hecho por el control de presión quien manipula la medición del flujo por medio de la presión diferencial.
2. La temperatura a la succión permanece constante.
3. El flujo de entrada se mantiene por medio de un control de flujo.

CONTROL DE REACTORES

Un reactor es un equipo en donde se llevan a cabo reacciones químicas, el diseño y operación del equipo requiere un análisis de los procesos físicos y químicos.

Para lograr una operación óptima es necesario determinar la instrumentación y métodos de control, así un reactor debe estar acondicionado para recibir y mezclar reactivos, para remover o agregar calor, para controlar la presión y temperatura en la operación de arranque y paro, y para darle mantenimiento .

CONTROL DE UN REACTOR DE LECHO FIJO Y REACCION ENDOTERMICA

La figura (28a) muestra la instrumentación típica de un reactor de lecho fijo de reacción continua endotérmica, en donde :

1. El horno precalienta los reactivos llevándolos a la parte superior del reactor a la temperatura de operación.

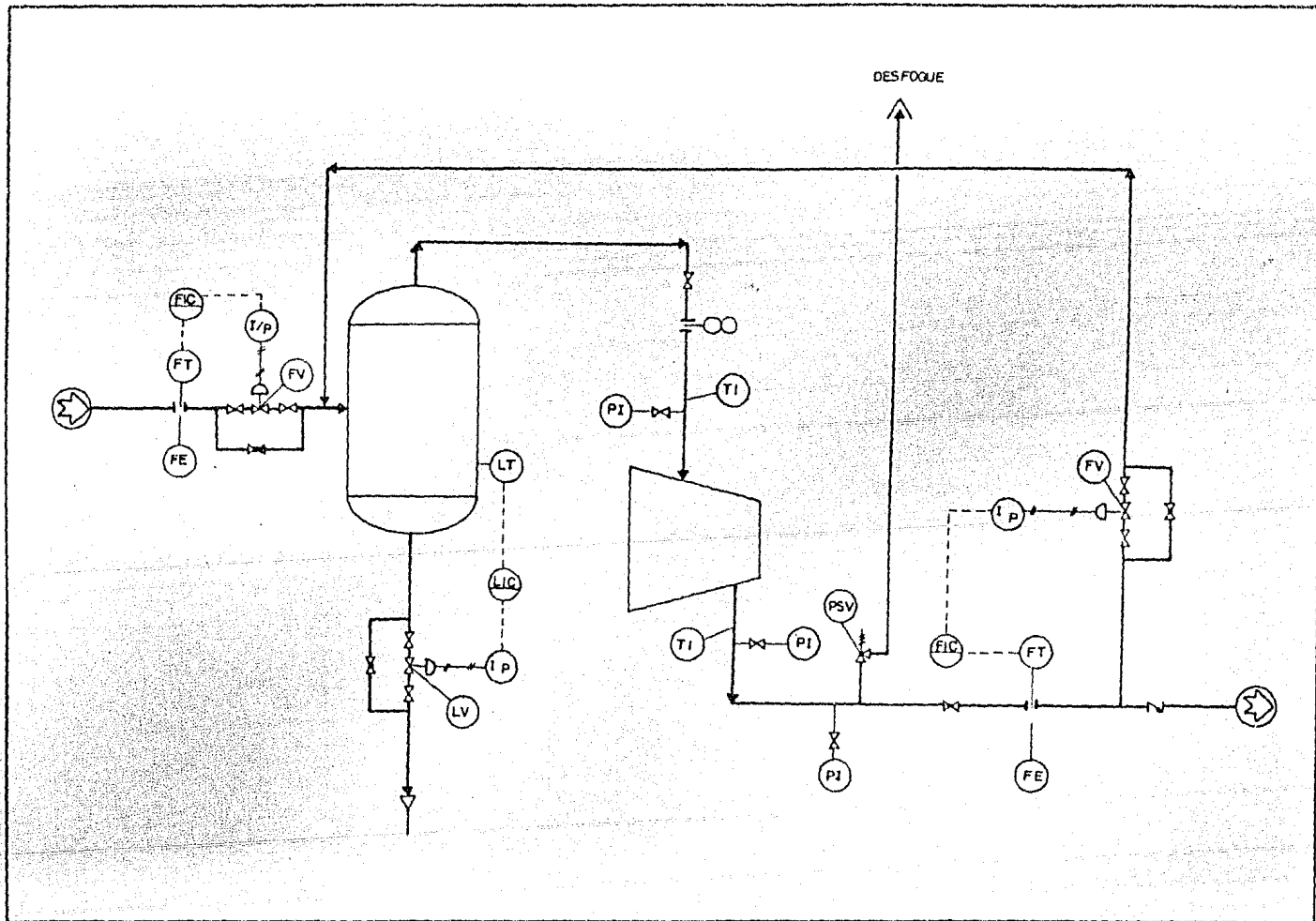


FIG. 27a INSTRUMENTACION TIPICA DE UN COMPRESOR; CONTROL DE FLUJO MINIMO.

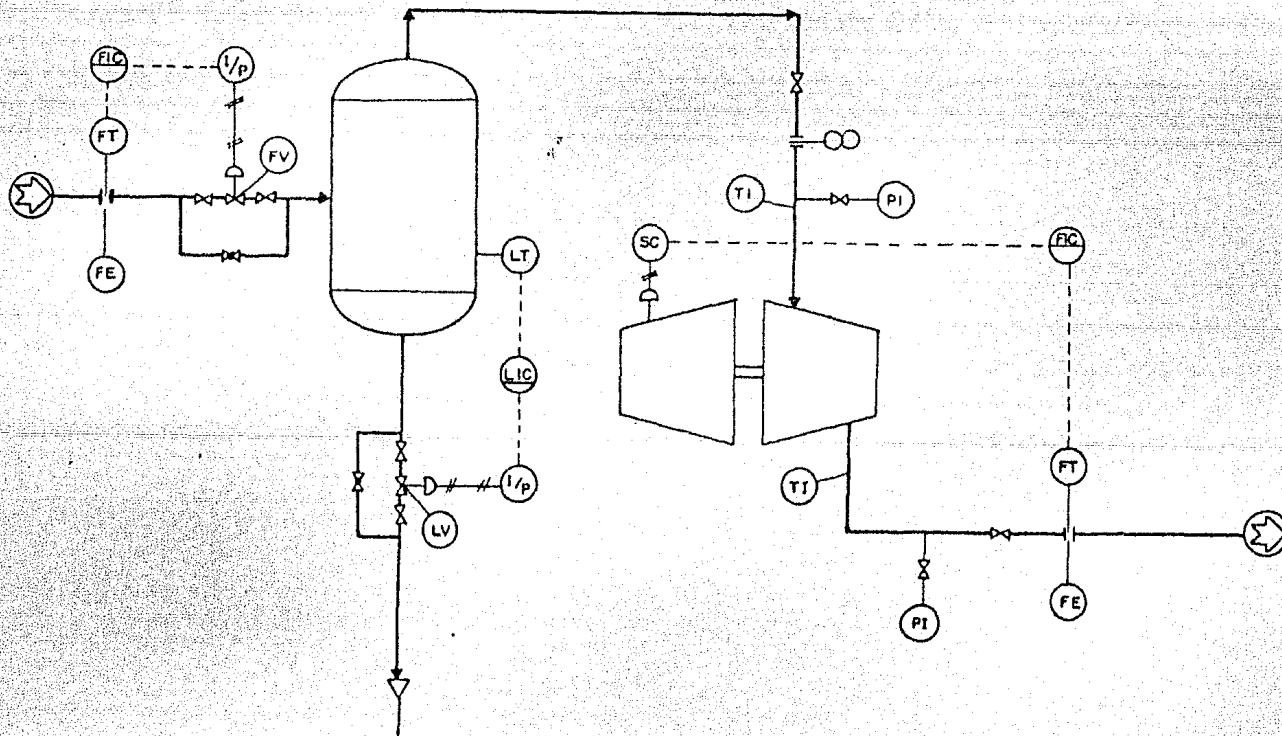


FIG. 27b INSTRUMENTACION TIPICA DE UN COMPRESOR; FLUJO MINIMO CON CONTROL DE VELOCIDAD.

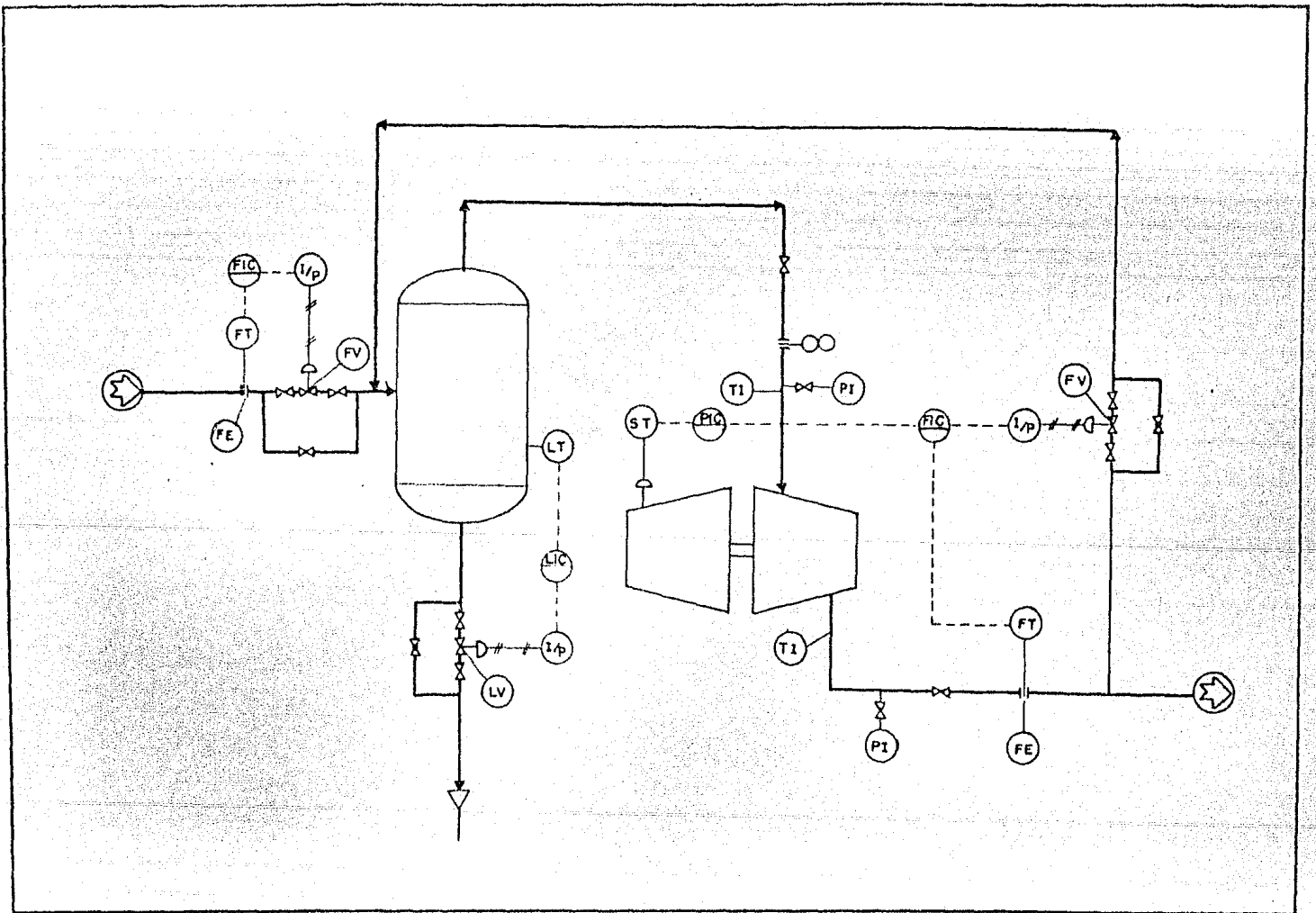


FIG. 27c INSTRUMENTACION TIPICA DE UN COMPRESOR; CONTROL FLUJO-VELOCIDAD.

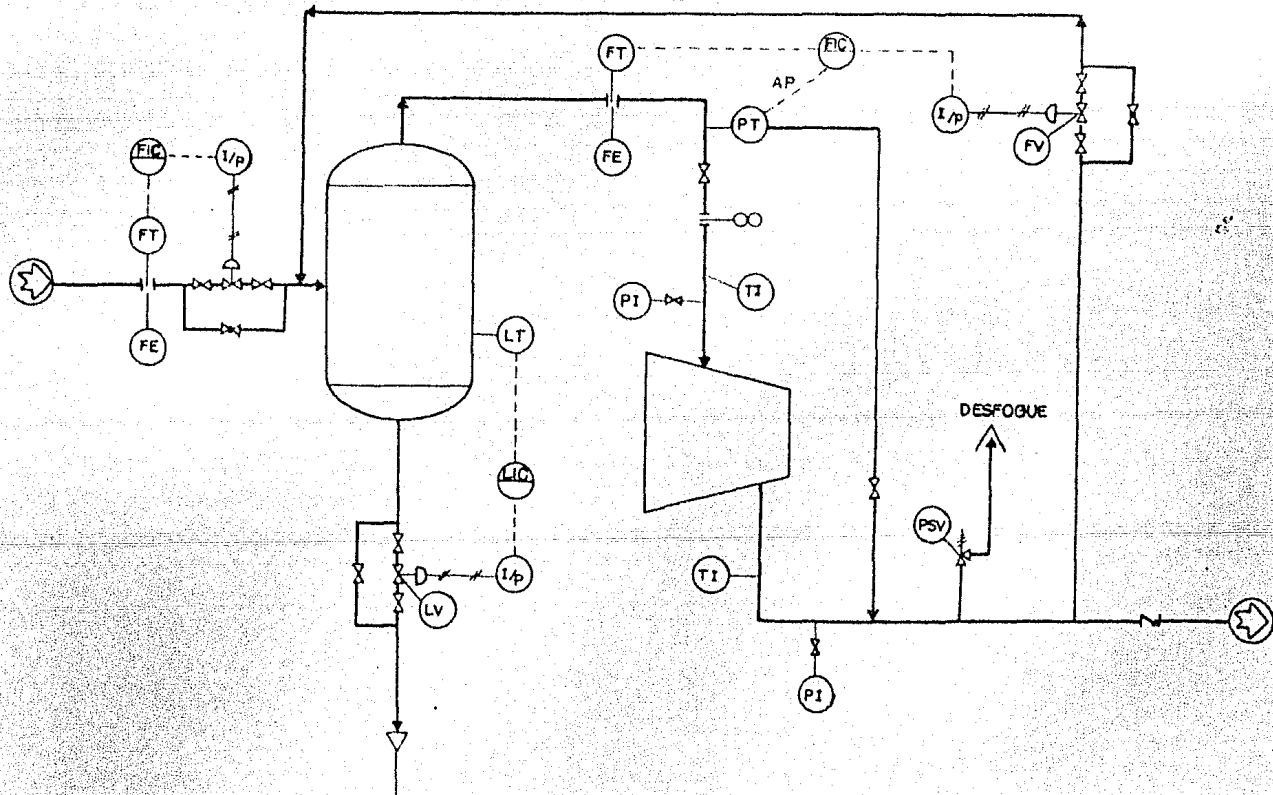


FIG. 27 d INSTRUMENTACION TIPICA DE UN COMPRESOR ACCIONADOR DE VELOCIDAD CONSTANTE.

2. La temperatura de los reactivos a la salida del horno es manipulada por medio del controlador de temperatura que se encuentra conectado en cascada con el controlador de temperatura de los combustibles.
3. El flujo a la entrada del horno se mantiene por medio de un control de flujo.
4. La presión a la entrada del reactor se mantiene constante.

CONTROL DE UN REACTOR DE LECHO FIJO Y REACCION EXOTERMICA

La figura (28b) muestra la instrumentación típica de un reactor de lecho fijo con reacción continua exotérmica, en donde :

1. La reacción exotérmica requiere de un sistema de enfriamiento para remover calor.
2. El controlador de temperatura de la corriente del sistema de enfriamiento se encuentra conectado en cascada con el controlador de temperatura de la línea de salida del sistema de enfriamiento. El punto de control se realiza en la línea de salida del sistema de enfriamiento por medio de la manipulación de la válvula de temperatura de la línea de entrada del sistema de enfriamiento.
3. El flujo de la alimentación se mantiene por medio de un control de flujo.
4. Las corrientes de entrada y salida del reactor se controlan por medio del indicador de presión diferencial.
5. La temperatura en el reactor se controla por medio del registrador de temperatura.

CONTROL DE UN SISTEMA BATCH

En este sistema el reactor lleva una chaqueta para controlar la temperatura del reactor que varía por la reacción exotérmica.

La figura (28c) muestra un reactor batch con mezclador de reactivos y transferencia de calor, en donde :

1. Las corrientes de alimentación de los reactivos se mantienen por medio de un control de flujo.
2. La temperatura del reactor se regula por medio del control de las corrientes de vapor y agua que entran a la chaqueta.
3. El flujo de salida de la chaqueta se hace circular a través de la bomba para favorecer el mezclado y mejorar la transferencia de calor.
4. Las alarmas de alta temperatura y presión sirven para prevenir en caso de falla en la operación.
5. La válvula de seguridad en el reactor sirve para proteger al equipo de una sobrepresión.

CONTROL PARA GENERADORES DE VAPOR

La función de un generador de vapor es producir vapor de agua a una determinada presión y temperatura.

1. El propósito principal de la instrumentación es mantener constante la presión de vapor en el cabezal a pesar de las variaciones en la presión del vapor.

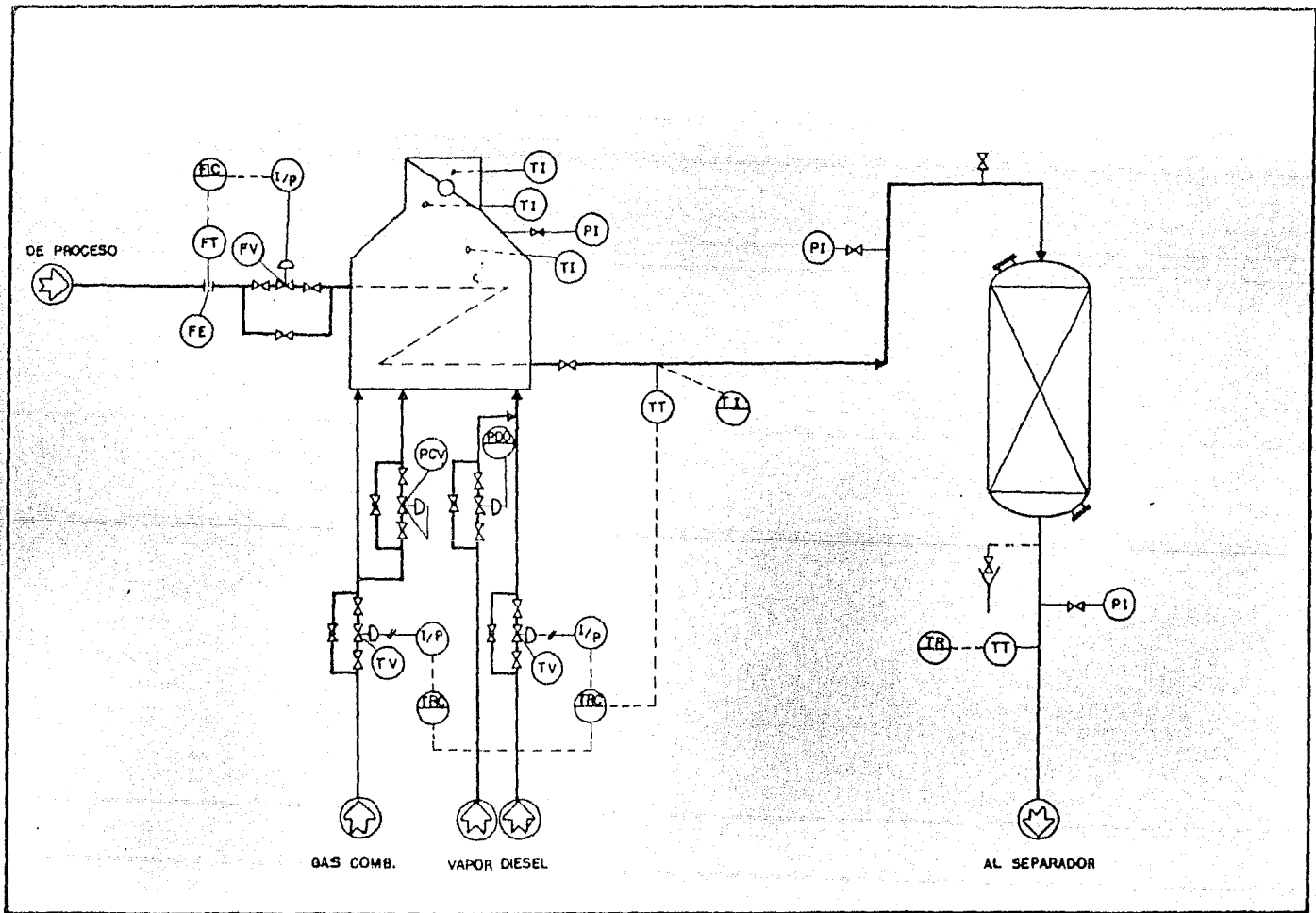


FIG. 28a INSTRUMENTACION TÍPICA DE UN REACTOR CONTINUO DE LECHO FIJO/ENDOTERMICO.

A SEGURIDAD
CIERRE-PARO

AL SISTEMA DE
ENFRIAMIENTO

DEL SISTEMA DE
ENFRIAMIENTO

DE PROCESO

AL SISTEMA DE
SEPARACION

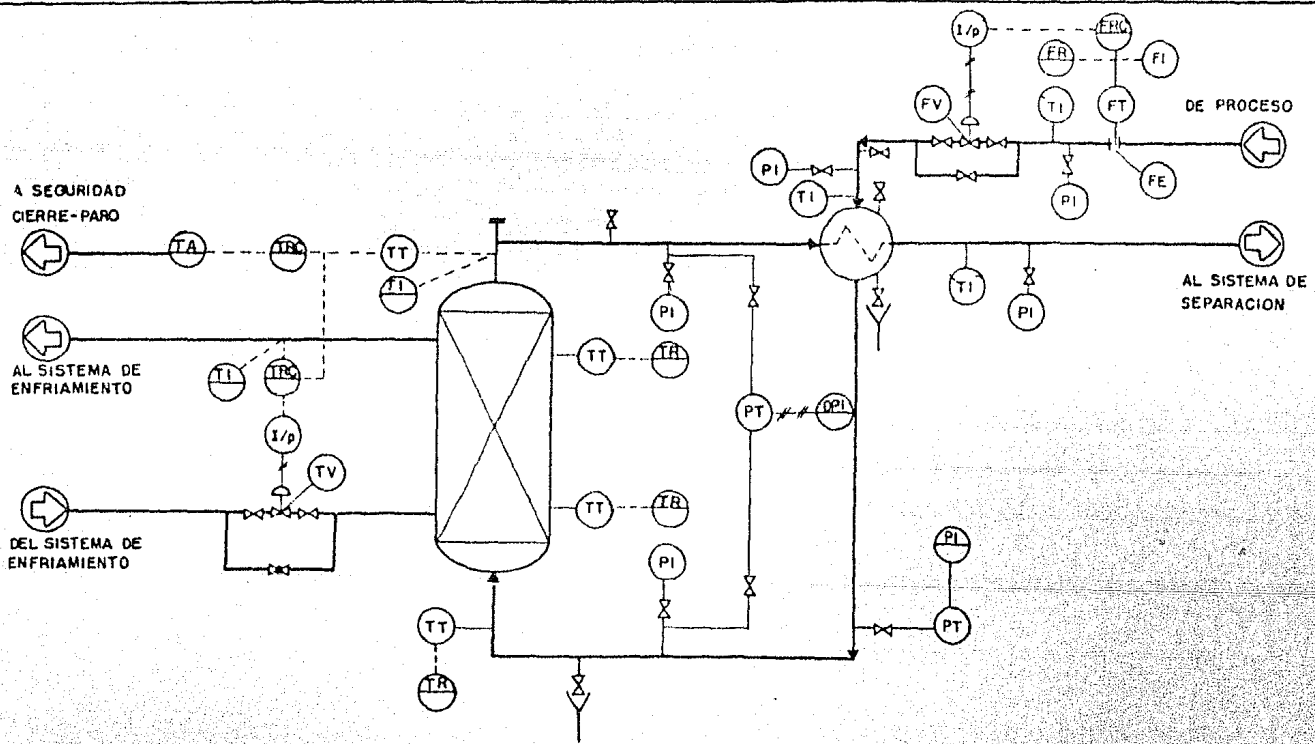


FIG.2Bd INSTRUMENTACION TIPICA DE UN REACTOR CONTINUO DE LECHO FIJO/EXOTERMICO.

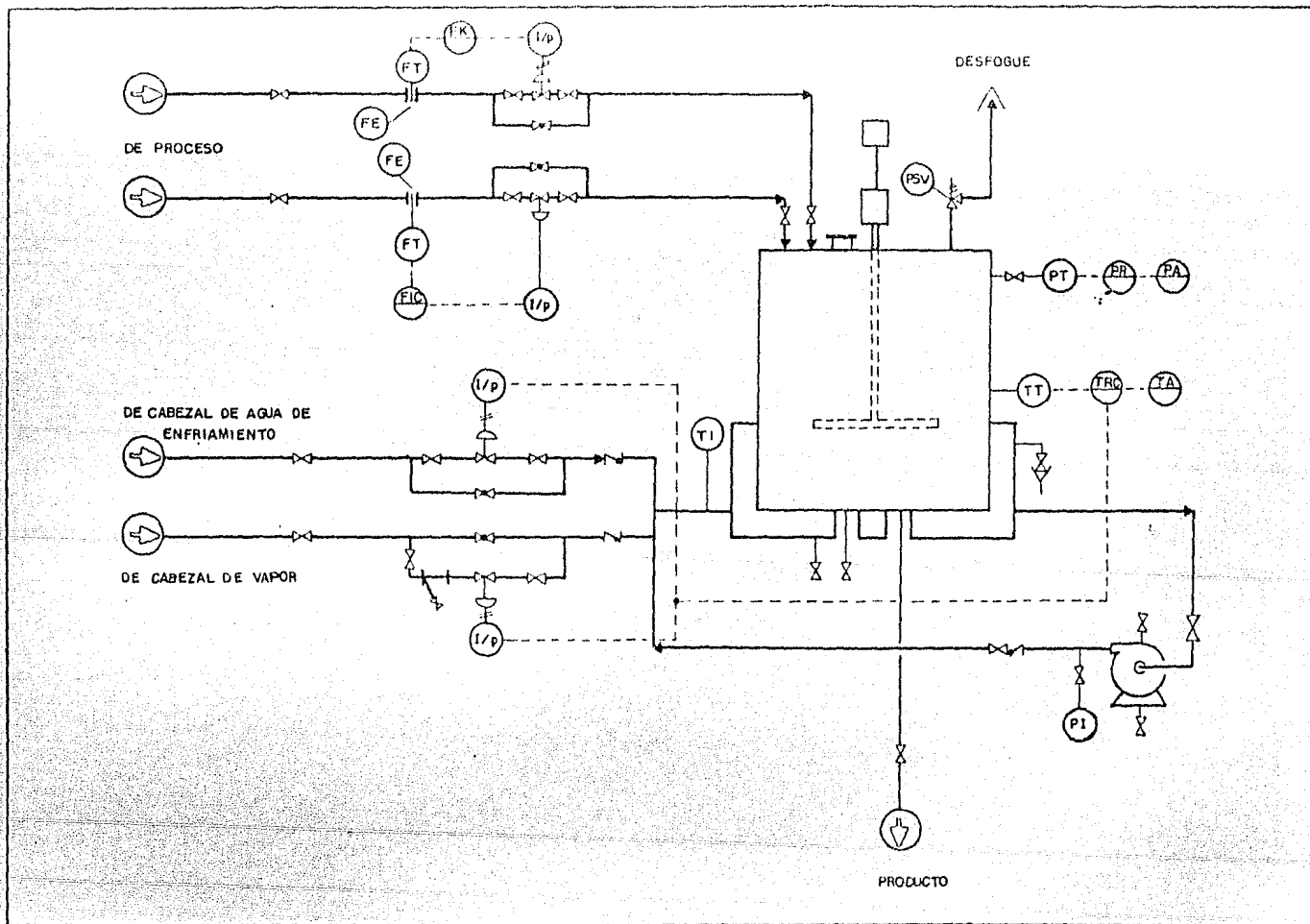


FIG. 28c INSTRUMENTACION TIPICA DE UN REACTOR BATCH.

2. Por lo general, el vapor generado se usa para operar calentadores, turbinas de vapor, etc. Éstos se ven afectados por las variaciones en la presión del vapor.
3. El cambio de vapor resultante de las variaciones en la demanda (carga), es función de la magnitud del cambio en la demanda, la respuesta de la caldera y el grado de complejidad del sistema de control usado.
4. La combustión debe llevarse a cabo bajo condiciones controladas.
5. El sistema de combustión deberá tener el aire adecuado para asegurar una combustión completa.

BALANCE DE MATERIAL

1. A medida que se genera el vapor y abandona la caldera deberá suministrarse agua de alimentación para mantener el equilibrio en el balance de materiales.
2. Las impurezas disueltas en el agua de alimentación deben drenarse - después de un cierto nivel, para no dañar los tubos y no disminuir la eficiencia de la caldera.
3. Por seguridad el nivel del domo es una variante crítica que se debe controlar en la caldera.

La figura (29) muestra la instrumentación básica de un generador de vapor, en donde :

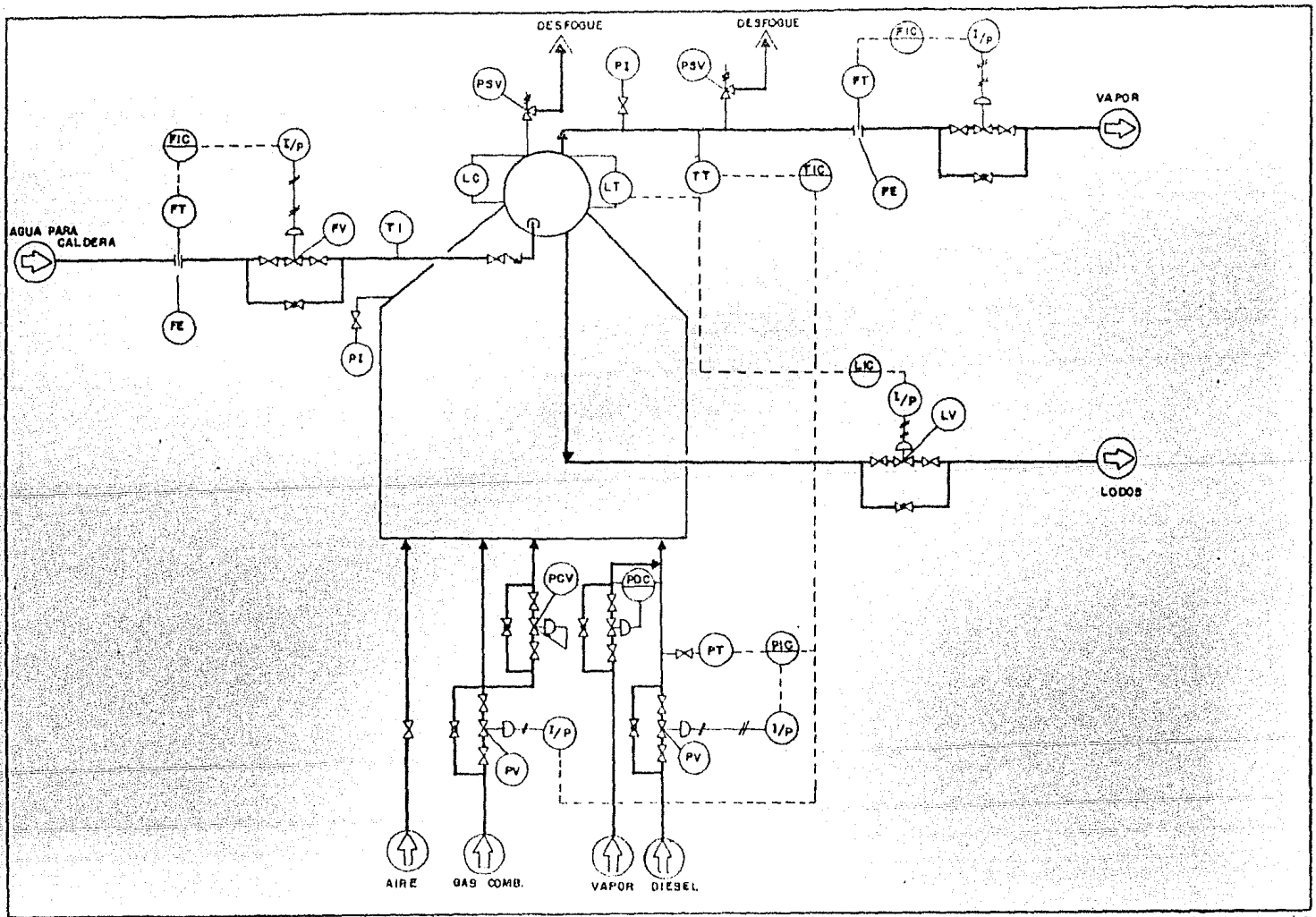


FIG. 29 INSTRUMENTACION TIPICA PARA UNA CALDERA.

1. El controlador de temperatura se encuentra conectado en cascada con el controlador de presión de los combustibles. El punto de ajuste es la temperatura a la salida del vapor por medio de la manipulación del controlador de presión de los combustibles.
2. El aire de entrada se controla por medio de la válvula de bloqueo.
3. El flujo de entrada se mantiene por medio de un control de flujo.
4. La salida de los lodos es regulada por medio del control de nivel del domo.

3.8 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE LOS DTI.

Para iniciar los diagramas de tubería e instrumentación es necesario tomar en cuenta los croquis de los departamentos de proceso e instrumentación, - así como de los arreglos de equipo elaborados por la ingeniería básica.

Los puntos a seguir en la elaboración de un diagrama son los siguientes :

1. El primer paso es distribuir los equipos convenientemente, éstos no se dibujan a escala pero se debe guardar cierta proporción en tamaño y elevación.
2. Se deben dejar espacios libres de aproximadamente 6 cm en la parte inferior y superior para los datos de los equipos (clave y características).
3. Se recomienda que el sentido del flujo sea de izquierda a derecha, esta consideración no es limitativa, ya que en ciertos casos se puede mostrar el sentido del flujo para ciertos equipos en la parte superior e inferior del diagrama.

4. La línea exterior de los equipos deberá ser delgada pero firme, mostrando todas las características importantes del equipo, tales como: boquillas, chaquetas, juntas de expansión, serpentines, agitadores, rociadores, etc., sólo lo indispensable para aclarar la función del proceso y las conexiones del equipo.
5. Se debe mostrar todo el equipo misceláneo, como básculas, transportadores, elevadores, etc. aun cuando no estén conectados a tubería.
6. La simbología de los equipos debe estar de acuerdo a la tabla (2), en caso de que no exista símbolo para algún equipo se deberá dibujar el contorno aproximado de éste.
7. Una vez que se tienen los equipos agrupados convenientemente, se procede a dibujar las interconexiones entre ellos.
8. La separación entre líneas será de acuerdo a la densidad del diagrama, pudiendo ser de 1 cm a 1.3 cm (3/8" a 1/2").
9. La simbología de las líneas debe estar de acuerdo a lo especificado en la tabla de codificación de servicios.
10. En las interconexiones se deben mostrar todos los accesorios de la línea, tales como: válvulas manuales, cambios de diámetro, derivaciones, válvulas de control, manómetros, termopozos, bridas de orificio, etc.
11. Los cambios de dirección se dibujan en línea recta, no se muestran bridas excepto cuando son bridas ciegas.
12. Los cruces de líneas deben hacerse suspendiendo la línea vertical, no siempre es cierto esto, ya que se pueden llegar a suspender las líneas horizontales. Lo que sí tiene que respetarse es que sólo un tipo de

línea es la que se tiene que suspender.

13. El sentido del flujo en las líneas se muestra mediante flechas en los cambios de dirección.
14. En los cambios de diámetro se indicará el tamaño de la reducción, cuando ésta exista físicamente, en caso de que la reducción no exista, entonces no se indicará.
15. No se mostrarán las trampas de vapor en los cabezales.
16. Las líneas de proceso que continúan o vienen de otro diagrama se indican horizontalmente. Cuando la línea llega por la derecha ésta deberá coincidir con el lado izquierdo del siguiente diagrama y viceversa, en los extremos se colocan flechas y dentro de éstas el número del diagrama al que va o del que viene.
17. Las líneas de servicio que continúan o vienen de otros diagramas se muestran verticalmente, indicando el número de diagrama al que van o del que vienen.
18. El tag o etiqueta de los instrumentos se indica en un círculo de 7/16".
19. Los cambios de especificación se indican con una línea perpendicular y anotando a cada lado el número de especificación que se va a aplicar.
20. Se deben mostrar las juntas de expansión en las líneas.
21. La simbología de las válvulas manuales deben estar de acuerdo a lo indicado en los símbolos especificados.

22. No se codifican las válvulas manuales sino que únicamente se indica su diámetro, lo más cerca posible.
23. Se codifican todas las líneas de acuerdo al procedimiento antes especificado.
24. El número de equipo debe aparecer dentro del mismo o lo más cerca posible y debe estar subrayado.
25. La información de los equipos se debe mostrar en la parte superior e inferior. Normalmente se muestra la clave de las bombas en la parte inferior del diagrama y en la parte superior se especifican los demás equipos (cambiadores de calor, recipientes, torres, compresores, etc.)

La información que se debe indicar en esta sección es :

- El número del equipo (subrayado)
- El nombre del equipo, tal como aparece en la lista de equipo.
- Gasto
- Cabeza
- Dimensiones generales
- Capacidad
- Material de construcción
- Número de motor
- Potencia del motor

La información se describe según el equipo que se está especificando.

26. Los pendientes se muestran encerrándolos en una nube.
27. Las notas generales se indican en el extremo superior derecho del DTI.

REVISIONES Y UTILIDAD DE LOS DTI

DTI'S DE PROCESO

Las revisiones por las que pasa este tipo de diagrama son :

- 1.0 PRELIMINAR
- 2.0 PARA APROBACION
- 3.0 PARA DISEÑO
- 4.0 PARA CONSTRUCCION
- 5.0 REVISIONES CON LISTA DE CAMBIOS

PRELIMINAR

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

INFORMACION REQUERIDA

Diagramas de flujo de proceso aprobados para diseño

Bases de diseño

No. estimado de cuerpos de cambiadores de calor

Lista de equipo

Programa de proyecto

INFORMACION CONTENIDA

- Todos los equipos que se muestran en los diagramas de flujo de proceso
- Todas las líneas que se requieran para la operación de la planta, tanto de proceso como de servicios y que estén conectados a equipos sin diámetro e identificación.
- Venteo y drenes de equipos

- Válvulas de control indicando su arreglo (By-pass), no se indican tamaños de válvulas de control, bloqueo y derivación.
- Válvulas de seguridad, no se indican tamaños de éstas ni diámetros de las líneas de entrada y salida.
- Se indican las líneas que se requieren para la puesta en operación de la planta.
- Tomas de muestra indicando el servicio.
- Filtros, coladores, etc.
- Accesorios especiales.

1.3 USO

Los departamentos de diseño de proceso, coordinación, operación y automatización, hacen comentarios acerca del diagrama durante la junta de depuración. También los departamentos de ingeniería eléctrica e ingeniería de tuberías hacen comentarios para estimar cargas de trabajo y horas-hombre.

Una vez que se lleva a cabo la junta, se procede a elaborar el DTI en revisión para aprobación.

2.0 PARA APROBACION

En esta ocasión el diagrama se dibuja en cronaflex e incluye todos los comentarios de la junta de depuración y sirve para presentar los diagramas al cliente para su aprobación. En esta etapa no debe haber comentarios, pero si los hubiera se anotan para aplicarlos en la siguiente revisión para diseño.

2.1 INFORMACION REQUERIDA

Toda la información requerida para la revisión preliminar.
La información complementaria de proceso.

Comentarios obtenidos en la junta de depuración.

Estimación del consumo de servicios auxiliares.

2 INFORMACION CONTENIDA

Toda la información indicada en la revisión preliminar.

Las líneas de proceso estarán identificadas con diámetro, servicio, número y especificación.

Las líneas de servicios que lleguen a estos diagramas, mostrarán su diámetro preliminar y especificación sin numeración.

Los comentarios de la junta de depuración.

3 USO

Coordinación y control.- Emitir los diagramas para aprobación y comentarios del cliente.

Automatización.- Para numeración de instrumentos que dará el elaborador.

Para todas las especialidades.- Confirmar cargas de trabajo y estimar horas hombre.

3.0 PARA DISEÑO

Esta revisión será con la que los departamentos de ingeniería de tuberías, automatización y eléctrica iniciarán sus trabajos de diseño.

3.1 INFORMACION REQUERIDA

Toda la información requerida para la revisión de aprobación.

Diagrama de balances de servicios auxiliares aprobados para diseño.

Comentarios finales del departamento de operación.

Numeración de instrumentos por parte de automatización.

3.2 INFORMACION CONTENIDA

Toda la información indicada para la revisión de aprobación.

Las líneas de proceso y servicios auxiliares estarán identificadas con el diámetro, servicio, número y especificación.

Los instrumentos estarán numerados.

Las válvulas de control mostrarán su arreglo (By-pass) identificando con su tamaño la válvula de control y la del desvío de acuerdo al API.

Las válvulas de seguridad mostrarán su localización. No se indica el tamaño de la válvula de seguridad ni el diámetro e identificación de la línea de descarga.

Se indica la altura del faldón de torres y recipientes que lo requieran por efecto del NPSH.

Altura de rehervidores.

Notas para diseños de tuberías como líneas que requieren pendiente, simetría, etc.

El número de serpentines a calentadores será preliminar.

3.3 USO

Sirve a todas las especialidades, para comenzar el diseño en firme de la planta y en el caso de ingeniería de tuberías es el inicio de estudios de rutas, isométricos de líneas críticas, tendido de líneas, etc.

4.0 PARA CONSTRUCCION

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

4.1 INFORMACION REQUERIDA

Toda la información indicada para la revisión aprobada para diseño.

Confirmación del número de serpentines de calentadores.

Tamaño de las válvulas de seguridad, diámetro de identificación de las líneas de entrada y salida a estas.

Información de fabricantes.

En caso de que haya información pendiente, esta se anota en una lista y se circulan los pendientes para hacerlos más notorios.

USO

Sirve a todas las especialidades para continuar con el diseño. A ingeniería le sirve para elevar el diseño de la tubería aérea de planta y elevaciones hasta "APC" (con pendientes), isométricos de líneas críticas, colocación de instrumentos, etc.

REVISIONES CON LISTA DE CAMBIOS

En estas revisiones se observan los cambios que se le han hecho al diagrama surgidas de los comentarios que se hacen durante el diseño y/o - la aclaración de información pendiente.

En la primera revisión después del APC se confirman los tamaños de válvulas de control, comparándose contra lo que se adquirió del fabricante.

5.1 INFORMACION REQUERIDA

Toda la información requerida para la revisión aprobada para construcción.

Información pendiente del fabricante.

Retroalimentación de información de diseño de tuberías.

5.2 INFORMACION CONTENIDA

La misma que la de la revisión "APC".

Confirmación de los tamaños de válvulas de control respecto a lo adquirido.

Cualquier modificación se marca con un triángulo de acuerdo a la re-

visión que le corresponde y se anota en una lista de cambios.

3.3 USO

- Para completar el diseño de tuberías.
- Para elaborar los manuales de operación.

9.2 DTI'S DE SERVICIOS AUXILIARES.

Las revisiones para este tipo de diagrama son las siguientes :

- 1.0 PARA APROBACION.
- 2.0 PARA DISEÑO.
- 3.0 APROBADO PARA CONSTRUCCION.
- 4.0 REVISIONES CON LISTA DE CAMBIOS.

1.0 PARA APROBACION

Esta revisión se presenta al cliente para su aprobación y para comentarios del departamento de operación, los cuales se aplicarán en la revisión siguiente.

1.1 INFORMACION REQUERIDA

Diagramas de flujo de proceso en edición para diseño.

Diagramas de balance de servicios en edición para diseño.

Diagramas de tubería e instrumentación de proceso en edición para aprobación.

Plano de localización general de equipos en edición para aprobación.

Información complementaria de proceso.

Bases de diseño.

1.2 INFORMACION CONTENIDA

Todos los equipos de proceso a los cuales se les alimentan los diferentes servicios mostrando su localización relativa, en algunos ca-

tos para mejor referencia. Se mostrarán equipos mayores como : torres u hornos para referencia de localización, aunque no les llegue un servicio.

La distribución de los equipos es de acuerdo al arreglo que tienen en el plano de localización general.

Todas las entradas y salidas de líneas de servicios indicando su localización relativa.

Todas las líneas y cabezales de servicios auxiliares indicando diámetro, servicio, número y especificación.

La instrumentación requerida y la instrumentación en límites de batería de acuerdo a las normas establecidas, sin numeración.

En el caso de vapor y condensados se indicarán todos los equipos a los cuales se alimenta, el regreso de condensado, el tanque separador sin dimensiones, solamente se indicarán trampas de vapor en los extremos del cabezal.

En el caso de agua de enfriamiento y servicios se indican la alimentación y retorno de agua a todos los equipos que la requieran y a las estaciones de servicio. En esta edición no se indica la alimentación de agua de servicios a bombas.

1.3

USO

Coordinación y control: para presentarlo a la aprobación del cliente.

Departamento eléctrico, análisis de esfuerzos, automatización y tuberías: para confirmar cargas de trabajo y estimado de horas-hombre.

Departamento de ingeniería de tuberías: para continuar los estudios de tubería.

Departamento de automatización: para la numeración de instrumentos.

Departamento de operación : para emitir sus comentarios a los DTI'S.

0 PARA DISEÑO

Esta revisión será con la que los departamentos de ingeniería de tuberías, análisis de esfuerzos, automatización y eléctrico iniciarán sus trabajos de diseño.

1 INFORMACION REQUERIDA

Toda la información requerida para revisión y para aprobación. Los comentarios que el cliente haya indicado a la revisión para aprobación.

DTI de proceso en revisión para diseño.

Plano de localización general de equipos en revisión para iniciar diseño.

2.2 INFORMACION CONTENIDA

Toda la información indicada en la revisión para aprobación.

Modificaciones que surgieron por los comentarios del departamento de operación.

Modificaciones que surgieron por los comentarios del cliente.

Se indican tamaños de válvulas de control, pero en servicios de vapor se consideran preliminares.

Las válvulas de seguridad mostrarán su localización. No se indicará su tamaño, su diámetro e identificación de la línea de descarga.

2.3 USO

Coordinación y control : para presentarlo al cliente como documento de diseño con los comentarios que éste hubiera externado en la edición para aprobación.

Departamentos de automatización, eléctrico, tuberías y análisis de esfuerzos : Para continuar el diseño de su especialidad.

Departamento de operación; Para comentarios finales los que procedan se aplicarán en la siguiente revisión.

3.0 APROBACION PARA CONSTRUCCION

Esta edición será la base para completar el diseño excepto pendientes.

3.1 INFORMACION REQUERIDA

Diagrama de flujo de proceso en edición "APC"

Diagramas de balance en revisión "APC"

DTI'S en revisión "APC"

Información de fabricante de bombas, compresores, cambiadores de calor y equipos paquete.

3.2 INFORMACION CONTENIDA

Toda la información contenida en la revisión para diseño.

Modificaciones surgidas durante el diseño de tuberías.

Modificaciones surgidas por información de fabricante.

Tamaños de válvulas de seguridad, diámetros e identificación de las líneas de entrada y salida a éstas.

Alimentación de agua de servicio a bombas.

3.3 USO

Coordinación y control : Para presentarlo al cliente como documento final de diseño.

Departamento de tuberías : Para la elaboración de líneas críticas hasta un 100% a excepción de pendientes, isométricos para fabricación, - tendido de líneas al 100% menos pendientes.

4.0 REVISIONES CON LISTA DE CAMBIOS

Esta información complementa a la pendiente, generalmente por fabricante.

4.1 INFORMACION REQUERIDA

Toda la información solicitada en la revisión para construcción.
Información pendiente del fabricante.

4.2 INFORMACION CONTENIDA

Toda la información indicada en la edición para construcción.
Eliminación de pendientes que hayan aparecido en la edición anterior.
Cualquier modificación se marca con un triángulo de acuerdo a la revisión que corresponda y se anotan en una lista de cambios.

4.3 USO

Para completar el diseño de tuberías.
Para elaborar los manuales de operación.

CAPITULO IV

APLICACION PRACTICA DE LA ELABORACION DE UN DTI

4.0 APLICACION PRACTICA DE LA ELABORACION DE UN DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION.

El capítulo que a continuación se describe muestra la elaboración de los diagramas de flujo de proceso y de tubería e instrumentación para una planta Endulzadora de Gas en la Sonda de Campeche.

El objetivo de la unidad es eliminar las trazas de ácido sulfhídrico (H_2S) de la corriente de gas natural con un solución acuosa de dietanolamina (DEA).

Para la elaboración de los diagramas se cuenta con las bases de diseño y con uno de los procesos utilizados para llevar a cabo la separación del ácido y la regeneración de la amina.

4.1 BASES DE DISEÑO

1.0 GENERALIDADES

1.1 FUNCION DE LA PLANTA

El objeto de la unidad de tratamiento con aminas es eliminar ácido sulfhídrico de la corriente de gas proveniente de la planta - Hidrodesulfuradora de Gasóleos.

Además de las aminas necesarias en el proceso, la planta deberá regenerar la amina efluente del absorbedor de gas de recirculación ubicado en la misma unidad.

1.2 TIPO DE PROCESO

El tratamiento consiste en un proceso de absorción de ácido sulfhídrico con solución acuosa de dietanolamina, ésta se regenera para ser reutilizada.

2.0 CAPACIDAD, RENDIMIENTO Y FLEXIBILIDAD

2.1 FACTOR DE SERVICIO

El factor de servicio al cual operará la planta será de 0.92.

2.2 CAPACIDAD

La planta deberá tener capacidad suficiente para manejar un flujo de gas ácido de 3500 SCFM y 6000 BPSD (42 gal) de DEA rica a regenerar, además de la requerida por el proceso.

La capacidad mínima será de 0.60 del flujo antes especificado.

2.3 FLEXIBILIDAD

La planta no operará a falla de electricidad, vapor, agua de enfriamiento o aire de instrumentos. A cualquier falla de éstas la carga se desviara a desfogue.

La unidad deberá tener facilidad para realizar un paro ordenado de la planta.

No se requiere proveer aumento de capacidad para futuras ampliaciones.

3.0 ESPECIFICACION DE LAS ALIMENTACIONES

La planta será diseñada para procesar la alimentación con la siguiente composición :

<u>COMPONENTE</u>	<u>% EN MOL</u>
H ₂	19.256
H ₂ S	17.617
H ₂ O	00.684

<u>COMPONENTE</u>	<u>% EN MOL</u>
C ₁	28.758
C ₂	13.121
C ₃	11.705
C ₄	4.879
C ₅	2.627
C ₆	1.362
TOTAL	100.000

CONCENTRACION DE DEA RICA = 0.6 Moles H₂S/Moles de DEA

4.0 ESPECIFICACION DE LOS PRODUCTOS

Las características de los productos fijados para el proceso son :

La corriente de gas dulce proveniente del absorbedor tendrá 80 ppm de H₂S como máximo.

La corriente líquida de DEA pobre tendrá como máximo 0.04 moles H₂S mol de DEA.

5.0 ALIMENTACIONES EN LIMITES DE BATERIA

La planta estará diseñada para recibir las corrientes de alimentación con las siguientes condiciones.

<u>ALIMENTACION</u>	<u>EDO. FISICO</u>	<u>PRESION (PSIG)</u>	<u>TEMPERATURA (°F)</u>	<u>FORMA DE RECIBO</u>
GAS ACIDO	GASEOSO	80	93	TUBERIA
DEA RICA	LIQUIDO	80	142	TUBERIA

6.0 PRODUCTOS EN LIMITES DE BATERIA

<u>ALIMENTACION</u>	<u>EDO. FISICO</u>	<u>PRESION (PSIG)</u>	<u>TEMPERATURA (°F)</u>	<u>FORMA DE RECIBO</u>
GAS DULCE	GASEOSO	50	110 MAX.	TUBERIA
GAS ACIDO	GASEOSO	10	110 MAX.	TUBERIA
DEA POBRE	LIQUIDO	980	110 MAX.	TUBERIA

7.0 SERVICIOS AUXILIARES

Condiciones de las unidades de proceso en límites de batería.

7.1 VAPOR

7.1.1 VAPOR DE 250 PSIG.

	<u>PRESION (PSIG)</u>	<u>TEMPERATURA (°F)</u>
Normal	250	460
Máximo	300	485
Mínimo	235	440
Mínimo a equipos	225	440
Diseño (tuberías)	330	485
Diseño (equipo)	300	485

7.1.2 VAPOR DE 50 PSIG

	<u>PRESION</u> <u>(PSIG)</u>	<u>TEMPERATURA</u> <u>(°F)</u>
Normal	50	298
Máximo	75	370
Mínimo	40	287
Diseño (tuberías)	82.5	370
Diseño (equipo)	75	370

7.2 AGUA

7.2.1 AGUA CRUDA

Disponibilidad : La requerida

Presión mínima	40 PSIG
Presión de diseño (tubería)	65 PSIG
Temperatura :	Ambiente
Temperatura de diseño (tubería aérea)	100 °F
Temperatura de diseño (tubería subterránea)	Ambiente

7.2.2 AGUA DE PLANTA

Disponibilidad : La requerida

Presión mínima	40 PSIG
Presión máxima	110 PSIG
Presión de diseño (tuberías)	140 PSIG
Temperatura de diseño (tuberías)	100 °F

7.2.3 AGUA DE ENFRIAMIENTO

Disponibilidad : La requerida

Presión normal de suministro	72.5 PSIG
Presión de retorno min.	30.5 PSIG

Presión de diseño	110 PSIG
Temperatura normal de suministro	83 °F
Temperatura de retorno max.	120 °F
Temperatura de diseño (tubería)	120 °F

7.3 AIRE

Disponibilidad : La requerida

Presión normal	100 PSIG
Presión normal (equipo)	90 PSIG
Presión normal (tubería)	148 PSIG
Temperatura	100 °F
Temperatura diseño (tubería)	150 °F
Temperatura de rocío	-22 °F

7.4 COMBUSTIBLE

7.4.1 GAS COMBUSTIBLE

Disponibilidad : La requerida	PSIG
Presión normal a las unidades de proceso en L.B. (Psig)	50
Temperatura normal (°F)	100
Temperatura máxima (°F)	120
Contenido máx.de azufre ppm (peso)	100
Contenido de agua	Saturado
Presión diseño (tubería) (Psig)	100
Presión diseño (equipo) (Psig)	90
Temperatura diseño (tuberías) (°F)	170

7.5 ENERGIA ELECTRICA

Características de la alimentación a motores

	<u>VOLTS</u>	<u>FASES</u>	<u>CICLOS</u>
Motores menores de 1HP	115	1	60
Motores de 1 - 200 HP	440	3	60
Motores mayores de 200 HP	6600	3	60
Alumbrado	125	1	60
Instrumentos de control	120	1	60

7.6 RECUPERACION DE CONDENSADOS

El condensado de vapor de 50 PSIG se recuperará a un nivel de 35 PSIG.

8.0 CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

Presión barométrica (PSIG)	14.7
Temperatura ambiente mínima (°F)	33
Temperatura ambiente máxima (°F)	104
Temperatura de diseño para enfriadores con aire (°F)	92
Vientos dominantes	NO a SE
Vientos reinantes	S a N

9.0 LOCALIZACION

Se pretende localizar a la planta en el Golfo de México (Zona Campeche), Plataforma.

10.0 BASES DE DISEÑO DE EQUIPOS

10.1 En caso de que sea necesario el control de temperaturas a la salida de los enfriadores con aire, el 50% de ellos tendrá un ajuste variable del "Pitch" por HIC o TIC si el ajuste de temperatura es fino.

- 10.2 La velocidad del agua a través de los tubos de los intercambiadores de calor será de 6 ft/seg mínimo, para los equipos que utilicen éste medio de enfriamiento.
- 10.3 Todos los recipientes, excepto los tanques atmosféricos, serán diseñados para vacío total y se especificará una presión mínima de diseño de 3.5 kg/cm^2 manométricos.
- 10.4 Se maximizará el uso de aire como medio de enfriamiento, utilizando enfriadores con aire para temperaturas mayores de 110°F .
- 10.5 Las bombas se especificarán con un sobre diseño de 5% en flujo.
- 10.6 Los factores de ensuciamiento para enfriadores con aire y cambiadores, serán los establecidos por el TEMA como mínimo. En los casos donde se use agua de enfriamiento se deberá especificar un factor de ensuciamiento mínimo de $0.003 \text{ Hr.ft.}^2/\text{BTU}$ del lado del agua.
- 10.7 El diámetro mínimo para las boquillas será de 2 in.

4.2 DESARROLLO DEL PROCESO

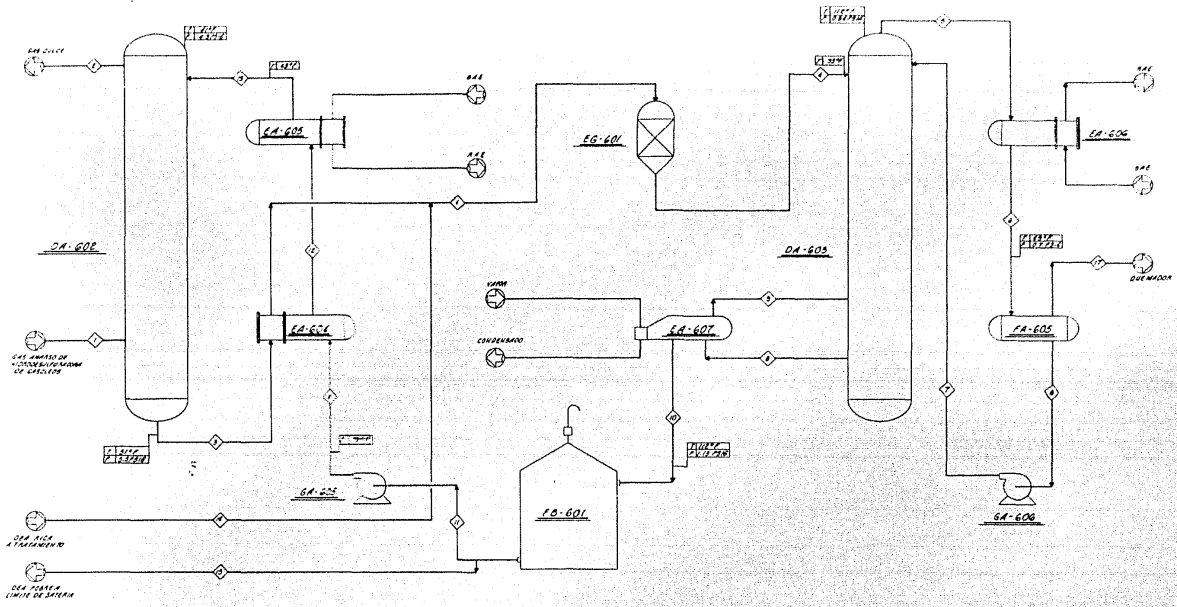
El proceso para llevar a cabo la separación del ácido sulfhídrico es el siguiente :

- 1.- El gas amargo proveniente de la hidrodeshulfuradora de gasóleos pasa a través de la torre absorbadora de gas (DA-602), en donde éste se pone en contacto a contracorriente con la DEA pobre.

- 2.- En la parte superior del absorbedor se obtiene la corriente de gas dulce y en la parte inferior fluye la solución de DEA rica (DEA rica es la solución que contiene gran cantidad de ácido sulfúrico disuelto), ésta se une a una corriente de DEA con características similares proveniente de otras plantas.
- 3.- La línea de DEA rica pasa por el filtro (FG-601) para eliminar posibles restos de materia indeseable y a continuación se envía a la torre de destilación (DA-603) para regenerar la mezcla de DEA.
- 4.- Por el domo de la torre se obtiene el gas ácido, éste se condensa a través del condensador (EA-606). Esta corriente es trasladada al acumulador (FA-605) de donde una cantidad de gas ácido se manda a L.B. y otra cantidad es recirculada a través de la bomba (GA-606) a la torre de destilación.
- 5.- La DEA pobre que se obtiene de la base de la columna regeneradora, es calentada en el rehervidor (EA-607AB), de aquí a una parte de DEA pobre se retorna a la torre de destilación y otra parte se almacena en el tanque (FB-601). La corriente que sale del tanque se divide en dos líneas, una se lleva a L.B. y la otra se bombea a través de la bomba (GA-605R) al intercambiador de calor (EA-604AB) para precalentar la corriente de DEA rica proveniente del absorbedor.
- 6.- La DEA pobre se enfría aún más en el enfriador (EA-605 AB) para después incorporarla al absorbedor y repetir el proceso.

4.3 CONCLUSIONES DEL PROCESO

La selección del proceso anterior se hizo en base al costo, el cual es relativamente accesible, por la menor cantidad de equipos y porque el proceso cumple con las condiciones que se especifican en las bases de diseño.



LISTA DE EQUIPO		
CLAVE	SERVICIO	CARACTERISTICAS
DA-602	PLANTA DE GAS NATURAL	
DA-605	PLANTA DE GAS NATURAL	
EA-602	PLANTA DE GAS NATURAL	
EA-603	PLANTA DE GAS NATURAL	
EA-604	PLANTA DE GAS NATURAL	
EA-605	PLANTA DE GAS NATURAL	
EG-601	PLANTA DE GAS NATURAL	
FB-601	PLANTA DE GAS NATURAL	
FA-602	PLANTA DE GAS NATURAL	
SA-602	PLANTA DE GAS NATURAL	
SA-603	PLANTA DE GAS NATURAL	
SA-604	PLANTA DE GAS NATURAL	
SA-605	PLANTA DE GAS NATURAL	
SA-606	PLANTA DE GAS NATURAL	

CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
COMBUSTIBLE																
HIPOGENO	0.92	0.233			1.0	1.0	1.0									1.0
AGUA	0.176	0.009														
AC. SULFURICO	0.006	0.008	0.375	0.375				0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
METANO	0.287	0.345														
ETANO	0.131	0.159														
PROPANO	0.117	0.141														
BUTANO	0.048	0.059														
PENTANO	0.026	0.031														
HEXANO	0.015	0.016														
DEA			0.625	0.625				0.615	0.615	0.615	0.615	0.615	0.615	0.615	0.615	0.615
FLUJO REBOILER	29120	76139	24070	10028	16416	3725	3125	7891	5236	22522	3361	3361	3361	3361	3361	3361
PRESO MOLÉCULAS	2254															
S.O. @ 15°C	0.425															
IN. GCM/CM MAN	5.3	4.9	5.3	5.3	0.64	0.70	1.13	1.13	1.13	0.706	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
T. °C	53	41	31	51	112	105	49	97	121	121	79	79	79	79	79	48
P. @ T.P. (PSI)	0.675	0.556	0.556	0.556	0.875	0.875	0.875	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

ENEP - ZARAGOZA

INGENIERIA QUIMICA

SHEMADAR VELASCO VAZQUEZ

NO. DE CUENTA: 1545893

PLANTA DE GAS NATURAL

SONDA DE CAMPECHE

E

C A P I T U L O V**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La instrumentación es una parte vital en el control y funcionamiento de las plantas de proceso, de aquí la importancia de preparar el diagrama de tubería e instrumentación, ya que sirve como base en la construcción y arranque de una planta.

El objetivo del trabajo de tesis fué destacar la importancia de los diagramas de flujo de proceso (en éste se muestra todo el proceso) y de tubería e instrumentación, en este diagrama se dan los datos con mayor detalle, además de mostrar todos los equipos y válvulas, los tamaños de tubería y la instrumentación con todos los mecanismos de control.

Este trabajo esta hecho para que los ingenieros, operarios técnicos y estudiantes se familiaricen fácilmente con él, por tanto se recomienda aprender a interpretar los diagramas, ya que el lenguaje de los símbolos y señales varía en algunas compañías. El lenguaje utilizado en esta obra es el establecido por la Instrument Society of America y es el mas común empleado en bufetes de ingeniería, plantas de proceso y escuelas.

Finalmente, es necesario mencionar que los criterios que aquí se exponen, sólo son algunos de los muchos posibles para elaborar los DTI e instrumentar los equipos. La mayoría de las compañías desarrollan este tipo de diagramas según sus recursos y necesidades, además encontrar la solución óptima es el arte, éxito y objetivo de una obra.

B I B L I O G R A F I A

1. Construction, Planning and Plant
Ackerman, Adolph J.
McGraw Hill
2. Applied Instrumentation in the Process Industries
Andrew W.G.
Gulf Publishing Company
3. Preliminary Chemical, Engineering Plant Design
William D. Baasel
Edit. Elseiver
4. Ingeniería de Proyecto para Plantas de Proceso
Howard F. Rase, M.H. Barrow
Compañía Editorial Continental, S.A.
5. Plant Design and Economics for Chemical Engineer
Max S. Peters
McGraw Hill
6. Design Manual for Amine Type Desulfurizers
Glen C. Opel
Delta Tank Manufacturing Company, Inc.

7. Instrumentation in the Processing Industries
Bela G. Liptak
Chilton Book Co.
8. Boiler Control via Process Control Techniques
A.R. Alworth
I.S.A. Conference and Exhibit, Houston Tex. 1973
9. Departamento de Ingeniería de Proceso
"Bases de Diseño para la Planta Endulzadora de Gas Natural para la Son
da de Campeche, I.M.P"
10. Chemical Engineering Plant Design
Vilbrant I. Dryden
McGraw Hill
11. Memorias del Curso de Diseño de Instalación de Plantas Industriales
U.N.A.M. - F.Q. 1978
12. The Chemical Plant
Landaw, Ralph
Reinhold Publishing Corporation
13. Manual de Instrumentación Aplicada
Douglas M. Considine & S.D. Ross
McGraw - Hill Book Co.

14. Instrumentation, Symbols and Identification
Instrument Society of America
Fisher Controls Company, 1973
15. Instrumentación
Ing. D. Vera L.
Proyectos Marinos, 1976
16. Instrumentos para el Control Automático de Procesos Industriales
Proyecto, Servicios y Capacitación en Ingeniería, S.A.
Febrero 1978
17. Curso de Instrumentación y Control
Ing. Rodolfo Díaz Murillo
Esc.Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
I.P.N. 1983
18. Handbook of Instrumentation and Control Systems
Kallen, Howard P.
McGraw Hill Book Co.
19. La Formulación y Evaluación Técnico-Económica de Proyectos Industriales
Ing. Soto R.H., Espejel Z.E. y Martínez F. H.
México, 1981
20. La Ingeniería en el Diseño y Construcción de Plantas Químicas, Ingeniería Química
H. Bootsma Enero 1978

21. Some Typical Flow Sheet and How They Grow

Irving Heitner

Hydrocarbon Processing & Petroleum Refiner, Vol. 42 No. 10

October 1963