

25
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ZARAGOZA

DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE
INSTRUMENTACION PARA PROYECTOS DE
INSTALACIONES MARINAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O Q U I M I C O
P R E S E N T A :
LETICIA SOCORRO VICTORIA HURTADO



MEXICO, D. F.

1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

pág.

INTRODUCCION.

1

CAPITULO I.- GENERALIDADES.

I.1.- La Ingeniería de Proyectos.	4
I.2.- Actividades de la Especialidad de Instrumentación en el Desarrollo de un Proyecto.	9
I.3.- Documentos precedentes a la ingeniería de instrumentación.	11
I.3.A) Bases de Diseño.	12
I.3.B) Diagrama de Flujo de Proceso.	22
I.3.C) Balance de Materia y Energía.	25
I.3.D) Hojas de Datos de Equipo.	28
I.3.E) Descripción del Proceso.	35
I.3.F) Diagrama de Tubería e Instrumentación.	38
I.3.G) Plano de Localización General de Equipos.	42
I.3.H) Índice de Servicios.	46
I.3.I) Lista de Líneas.	49

I.3.J) Dibujos de Recipientes.	53
I.3.K) Planos de Tuberías.	55
I.3.L) Isométricos de Tuberías.	58
CAPITULO II.- EVOLUCION DE LA INSTRUMENTACION.	63
CAPITULO III.-TEORIA DEL CONTROL AUTOMATICO.	
III.1.- Fundamentos.	75
III.2.- Modos de Control.	82
a) Control de dos posiciones.	84
b) Control Proporcional.	86
c) Control Proporcional con Reajuste Automático (Reset).	95
d) Control Proporcional con Reajuste Automático y Acción Derivativa.	100
e) Acción Derivativa Pura.	102
III.3.- Acciones en Dispositivos de Control	104
III.4.- Terminología.	109
CAPITULO IV.- TIPOS DE PLATAFORMAS.	114
IV.1.- Plataformas de Producción.	117
IV.2.- Plataformas de Compresión.	118

IV.2.1) Plantas de Compresión de Gas Amargo.	118
IV.2.2) Plantas Endulzadoras de Gas Combustible.	119
IV.2.3) Deshidratación del Gas.	119
IV.2.4) Planta de Tratamiento de Agua Aceitosa.	120
IV.3.- Plataforma de Enlace de Gas.	120
IV.3.1) Criterios Generales de la Instalación.	121
IV.3.2) Criterios de Procesamiento del Gas.	122
IV.4.- Criterios de Procesamiento de Crudo	122

CAPITULO V.- DESCRIPCION DE DOCUMENTOS GENERADOS POR LA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA DE INSTRUMENTACION.	125
--	-----

V.1.- Indice de Instrumentos.	127
V.2.- Diagramas Lógicos de Control.	136
V.3.- Diagramas de Control Eléctrico.	153
V.4.- Planos de Localización de Instrumentos y Conducción de Señales.	176
V.4.a) Sistemas de Transmisión de Señales Neumáticos.	178

V.4.b) Sistemas de Transmisión de Señales Eléctricas.	187
V.5.- Cédula de Conductores.	209
V.6.- Diagramas de Instrumentación	228
V.7.- Diagramas de Alambrado.	255
V.8.- Hojas de Especificación de Instrumentos.	271
V.9.- Dibujos Típicos de Instalación de Instrumentos.	299
CAPITULO VI.- EJEMPLO DE APLICACION.	324
CONCLUSIONES	339
BIBLIOGRAFIA	342

RESUMEN

Este trabajo consiste en la presentación de los conocimientos básicos que son requeridos para realizar la ingeniería de instrumentación, correspondiente a la fase de detalle de un proyecto industrial.

Inicialmente se incluyen los aspectos que de manera global permiten ubicar el contexto de aplicación del presente trabajo, así como una breve descripción de los documentos de otras especialidades en los que la instrumentación fundamenta la realización de su ingeniería. Más adelante se expone como ha evolucionado ésta desde su surgimiento en el siglo XIX hasta los modernos sistemas de control utilizados actualmente en la industria.

En la sección siguiente se estudian algunos aspectos de la teoría del control automático así como la terminología empleada en la ingeniería de instrumentación.

Posteriormente se realiza una descripción general de los procesos que se llevan a cabo en los diversos tipos de plataformas existentes en la Sonda de Campeche, con la finalidad de establecer claramente la aplicación específica de este trabajo.

En la parte correspondiente a los documentos que la especialidad de Instrumentación genera, se indican los conceptos,

simbología, criterios y procedimientos básicos que son requeridos para su interpretación y elaboración.

Finalmente se incluyen los documentos que ejemplifican la aplicación de la ingeniería de instrumentación al sistema de separación gas-aceite de una plataforma marina para la producción de hidrocarburos.

INTRODUCCION

Es indudable que el mundo cambia ante nuestra vista a una velocidad fantástica y que la búsqueda de bienestar, confianza, estabilidad y seguridad han sido, son y seguirán siendo las mayores preocupaciones del ser humano.

Gracias a los estudios, creatividad e investigación de diferentes hombres, han nacido diversas disciplinas en distintas épocas; mismas que han sido valiosos auxiliares para que en cada una de nuestras actividades cotidianas se haga patente la presencia de equipos, sencillos o complejos, que cumplan la misión de simplificar estas actividades; es evidente que la instrumentación y el control automático no son ajenos a este fenómeno.

Si observamos nuestras actividades diarias podemos darnos cuenta que nos encontramos inmersos en un mundo de instrumentos, los cuales utilizamos para realizar estas actividades con mayor facilidad, rapidez y eficiencia. En el hogar utilizamos la lavadora, el refrigerador, en la fábrica el obrero utiliza el torno, la fresadora, el taladro, etc; los financieros recurren a las computadoras electrónicas.

Si ahora observamos el desarrollo industrial apartir de la última guerra mundial, veremos que se han caracterizado por lo menos dos factores espectaculares: primero, la invención y construcción de plantas de procesamiento en gran escala, capaces de obtener productos de calidad uniforme a partir de materia prima y

energía; segundo, la fabricación y uso de instrumentos capaces de controlar los procesos correspondientes.

Ejemplo de lo anterior son los grandes y complicados complejos que alimentan a nuestra civilización en sus necesidades básicas: petróleo, electricidad, siderurgia, plásticos, comida, líquidos, cemento, papel, etc., los cuales fundamentan su operación en la instrumentación, que convertida en el sistema neuro-cerebral de tales complejos, sirve para controlar la calidad del producto y mantener dentro del proceso las condiciones requeridas para una operación segura y eficiente.

En la actualidad los procesos industriales exigen que cada uno de sus pasos se lleven a cabo en condiciones rigurosamente controladas en todo momento, sin aparatos automáticos para medir y controlar, muchos de estos procesos no podrían simplemente existir, ya que los instrumentos pueden detectar condiciones y tomar acciones de control más rápidas y precisas que el operador humano. En realidad es tal la velocidad y complejidad de las plantas modernas que el hombre por sí solo no podría darse abasto, por consiguiente la aportación de instrumentos a la industria de proceso, no debe considerarse como una cosa conveniente, sino como una necesidad absoluta.

La utilización de la instrumentación industrial reditúa beneficios económicos no solamente porque ahorra trabajo, sino también porque a través de un control más preciso y rápido se mejora la calidad del producto, se reducen desperdicios y se permite que el proceso sea operado en su punto de mayor eficiencia. No menos importante, es la contribución que dicha instrumentación

hace para el confort y la dignidad de los trabajadores industriales, ya que los libera de muchas de las actividades más arduas y peligrosas, ejemplo de lo anterior es el trabajo que realizan los obreros dentro de una plataforma ya que se ven expuestos a muchos peligros debido al alto riesgo que existe en estas instalaciones.

El desarrollo en la tecnología de instrumentos durante los últimos 50 años ha sido sorprendente, al grado que ha igualado en importancia a la revolución industrial sucedida en el siglo XIX.

En muchos aspectos la introducción de sistemas de control automático ha significado una segunda forma de revolución industrial, ya que mientras la primera puede considerarse como una extensión de los músculos del hombre, la segunda ha sido una extensión del cerebro.

En los últimos años de la década de los 30's, los instrumentos y dispositivos de control eran relativamente sencillos y se usaban unos cuantos estándares, cualquier ingeniero podía aprenderlos y aplicarlos para casi todas las condiciones, sin embargo, a partir de la 2a guerra mundial, los cambios han sido más rápidos y continúan a un ritmo acelerado, los mayores avances se refieren al uso de equipo electrónico.

La complejidad de tales sistemas y los rápidos cambios producidos por la recientemente estimulada industria instrumental, han requerido la creación de otro grupo de especialistas: los ingenieros instrumentistas, que cada año son más requeridos dentro de la industria.

CAPITULO I

GENERALIDADES

I. GENERALIDADES.

I.1. INGENIERIA DE PROYECTOS.

La ingeniería de proyectos es una actividad de tipo interdisciplinario que tiene como objetivo optimizar la realización de proyectos industriales (ya sea de plantas industriales o instalaciones costa afuera), desarrollando la ingeniería en el menor tiempo, al menor costo, con alta calidad y con el mejor aprovechamiento de recursos.

La complejidad de los proyectos de las modernas plantas de proceso, requiere del esfuerzo combinado de diversos especialistas en ingeniería, construcción y administración, debiéndose lograr una estrecha interrelación entre los participantes para proyectar y construir eficientemente. El gran número de actividades que deben realizar las diferentes especialidades en la ejecución del proyecto de una planta industrial pueden ser clasificados en forma general en tres fases o etapas:

- 1) Ingeniería Básica.
- 2) Ingeniería de Detalle.
- 3) Construcción.

En la ingeniería básica probablemente es cuando el Ingeniero Químico aplica en mayor magnitud los conocimientos técnicos y la

habilidad adquirida en su educación superior, ya que es en esta etapa del proyecto cuando debe realizarse el desarrollo, evaluación y diseño de los procesos químicos y operaciones unitarias que son requeridas para la obtención de los productos deseados.

Las especialidades que comúnmente participan en esta fase del desarrollo del proyecto son:

- Diseño de Proceso.
- Transferencia de Calor.
- Instrumentación y Control.
- Operación.

La fase de ingeniería de Detalle, esencialmente consiste en convertir tanto los cálculos como las decisiones de los ingenieros encargados del proceso y proyecto en dibujos y planos, fijando las especificaciones que sean necesarias para la adquisición, fabricación y montaje de los equipos.

El trabajo realizado en esta fase se divide en dos categorías principales que son:

- 1) Especificación de Equipo Especializado.
- 2) Elaboración de Planos y Dibujos de Diseño.

La especificación de los equipos de un proceso, debe ser definida por los ingenieros especialistas, quienes deben de seleccionar los equipos que reúnan las características requeridas por el proceso. Después de que se ha efectuado la selección del

equipo de una planta, se completa el diseño a través de planos o dibujos; diseño estructural, diseño eléctrico, diseño e instalación de instrumentos y diseño de tuberías.

Las especialidades que participan en esta fase de ingeniería son:

- Tuberías.
- Mecánica.
- Civil.
- Eléctrico.
- Recipientes.
- Análisis de esfuerzos.
- Arquitectura.
- Instrumentación.

Cuando se ha completado la ingeniería básica y de detalle de la planta puede iniciarse la construcción, etapa en la que resulta de especial importancia la interpretación de los dibujos y planos elaborados por las diferentes especialidades que han participado en el desarrollo de la ingeniería de detalle, por lo que no obstante que el trabajo de estos prácticamente ha terminado, puede ser necesaria su participación para supervisar el cumplimiento de las técnicas de construcción. Además la experiencia en esta etapa es útil para prever y advertir las posibles dificultades de construcción para el futuro desarrollo de otros proyectos.

En la figura 1.1 se muestra a grandes rasgos las actividades de un proyecto.

FIG. 1.1 ACTIVIDADES IMPORTANTES DENTRO DE UN PROYECTO



I.2. ACTIVIDADES DE LA ESPECIALIDAD DE INSTRUMENTACION EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO.

La compleja etapa del proyecto de diseño y construcción, necesita de un grupo capacitado, bien informado y actualizado de ingenieros instrumentistas, cuya información deberá efectuarse de tal manera que se adapte a las necesidades y magnitud del proyecto; dándole la responsabilidad de toda la planta o parte de ella a un ingeniero que deberá realizar el diseño de la instrumentación.

Debido a que en la actualidad los desarrollos en materia de instrumentación se realizan a un ritmo vertiginoso, se requiere que toda selección, aplicación y compra de instrumentos sea dirigido por un ingeniero de esta especialidad que esté al tanto de los desarrollos modernos, asistiendo a eventos y conferencias de instrumentación; asesorándose con revistas técnicas especializadas, concurriendo a las discusiones de diseñadores de plantas sobre el nuevo desarrollo de instrumentos y la correcta selección de los mismos, y con representantes de fabricantes de instrumentos con el objeto de normar los criterios apropiados de aplicación compaginados con las necesidades de la planta.

En la fase de ingeniería básica, la especialidad de instrumentación deberá efectuar el estudio y análisis de los procesos químicos y operaciones unitarias de que consiste el proceso, determinando los puntos críticos del control de las diferentes variables y estableciendo cuales deberán ser controladas, medidas o indicadas para la mejor operación de la

planta.

Una vez concluida la etapa de Ingeniería Básica, la especialidad de instrumentación se encargará de realizar los esquemas típicos de instalación de los instrumentos de campo, los planos de localización y conducción de señales de instrumentos neumáticos y electrónicos, los planos requeridos para detallar la interconexión de los instrumentos hasta el sistema de control, así como la cuantificación del material necesario para efectuar dicha interconexión, especificará las características requeridas de los elementos primario, secundario y final de control (placas de orificio, transmisores, válvulas de control, etc.), y del sistema de control ha ser utilizado en el proyecto (tablero convencional, control lógico programable o sistema de control distribuido); también deberá de elaborar los diagramas lógicos, diagramas de control eléctrico o diagramas de escalera que definen la operación de los sistemas de control secuencial existentes en el proyecto.

En la etapa de construcción la instalación de la instrumentación deberá efectuarse por operarios especialistas con experiencia que deberán estar supervisados por el grupo de ingenieros instrumentistas para verificar el cumplimiento de las técnicas de construcción apropiadas.

I.3. DOCUMENTOS PRECEDENTES A LA INGENIERIA DE INSTRUMENTACION.

Como se había mencionado anteriormente, para poder elaborar la Ingeniería de Detalle de un proyecto es necesario que los documentos precedentes a esta etapa y que son elaborados por las especialidades que forman la ingeniería básica del proyecto haya sido concluida.

En el siguiente apartado se da una breve descripción de estos documentos, con la finalidad de hacer mas fácil la comprensión del capítulo V en el cual se hará referencia a algunos de ellos.

Los ejemplos serán presentados al final de la descripción de cada documento y serán de utilidad para la elaboración del ejemplo de aplicación del último capítulo de este trabajo.

1.3.A) BASES DE DISEÑO.

Este documento es elaborado a partir de las pláticas sostenidas previamente entre el cliente y la firma de ingeniería (Ing. de procesos e Ing. de proyectos) que realizará el diseño del proyecto y va dirigido a todas las especialidades (departamentos) que participarán dentro del mismo. Este documento es fundamental para tener un panorama global de lo que se quiere desarrollar y como se va a llevar a cabo.

A continuación se muestra a grandes rasgos el contenido de las bases de diseño.

1.- Generalidades.

- Función de la planta.
- Tipo de proceso.

2.- Capacidad, rendimiento y flexibilidad.

- Factor de servicio.
- Capacidad y rendimiento.
- Flexibilidad.
- Previsión para futuras ampliaciones.

3.- Especificación para alimentaciones.

4.- Especificación de los productos.

5.- Condiciones de las alimentaciones en límites de batería (L.B.).

- 6.- Condiciones de los productos en limites de bateria.
- 7.- Eliminación de desechos.
- 8.- Agentes Químicos.
- 9.- Características y disponibilidad de los servicios auxiliares.

- | | |
|--------------------------------------|------------------------|
| - Vapor | - Agua contra incendio |
| - Condensados | - Agua para caldera |
| - Agua de enfriamiento | - Agua de proceso |
| - Agua de servicios | - Agua potable |
| - Aire de instrumentos | - Telefonos |
| - Aire de planta | - Desfogue |
| - Combustible | - Refrigerante |
| - Alimentación de energía elec. | - Gases inertes |
| - Alimentación de energía emergente. | |

10.-Edificios.

11.-Sistemas de seguridad.

12.-Condiciones climatológicas (temperatura, precipitación pluvial, humedad, viento, condiciones atmosféricas).

13.-Localización de la planta (coordenadas y elevación).

14.-Bases de diseño eléctricas.

15.-Bases de diseño para tuberías.

16.-Bases de diseño para civil.

17.-Bases de diseño para instrumentos.

18.-Bases de diseño para diseño de equipo.

19.-Normas y estándares de diseño ecomendadas.

20.-Materiales de construcción.

Para tener una idea más clara de lo que son las bases de diseño a continuación se muestra un ejemplo.

INGENIERÍA PARA EL TETRAPODO DE
PRODUCCION PERIFERICA AKAL "N".
SONDA DE CAMPECHE, MEXICO.

BASES DE DISEÑO.

Complejo modular periférico Akal "N".

A.1.0 Generalidades.

El concepto "Sistemas Modulares de Producción" surge con el fin de mantener el régimen de extracción de hidrocarburos de los yacimientos marinos del área de Cantarell en la Sonda de Campeche.

A.1.1 Función de la planta.

De acuerdo al programa de producción de PEMEX, el sistema tendrá dos fases de operación.

- a) La primera de ellas se refiere al procesamiento hasta un nivel de presión en el que las corrientes de aceite y gas se puedan integrar a los equipos de bombeo y compresión del Complejo Central Akal "J".
- b) La segunda fase considera bombeo y compresión en el Complejo Periférico, a fin de de compensar el abatimiento de presión en el pozo hasta un mínimo de 2 Kg/cm^2 man.

A.1.2 Tipo de Proceso

El proceso consiste en la separación y rectificación de la mezcla gas aceite en una etapa. Se llevará a cabo en dos fases de explotación conforme disminuya la presión del yacimiento.

A.2.0 Capacidad, rendimiento y flexibilidad.

A.2.1 Factor de Servicio.

La plataforma se diseñará para operar los 365 días del año.

A.2.2 Capacidad y Rendimiento.

A.2.2.1. Capacidad de diseño.

La capacidad de Diseño se encuentra definida de acuerdo al programa de producción de PEMEX.

PRODUCCION

	Aceite (MBPD)	Gas (MMPCSD)
AKAL N	46	22

A.2.2.2 Capacidad Normal.

AKAL N	48	23
--------	----	----

A.2.3 Flexibilidad.

Para las fases I y II la plataforma tendrá la flexibilidad de manejar las corrientes de gas y aceite en forma independiente para su integración al Complejo Akal "J" donde se efectuará su acondicionamiento final.

A.2.4 Ampliaciones futuras.

No se prevén ampliaciones futuras.

A.3.0 Especificaciones de las Alimentaciones de Proceso.

<u>Componentes</u>	<u>% Mol</u>	<u>API</u>	<u>TBP °F</u>
Agua	1.671		
Acido sulfhídrico	1.014		
Bióxido de Carbono	1.818		
Nitrógeno	0.275		
Metano	28.358		
Propano	8.536		
i-Butano	6.115	119.8	11.194
n-Butano	0.943	110.6	31.404
i-Pentano	3.285	95.0	82.434
Hexano (H +)	45.528	81.6	156.034
Peso Molecular Medio	154.926		
Densidad Relativa	0.829		

A.4.0 Especificación de los productos.

A.4.1 Crudo.

El aceite obtenido en las dos fases de operación será enviado al complejo Akal "J" para su integración al área de Cantarell.

A.4.2 Gas Amargo.

EL gas obtenido en las dos fases de operación será enviado en forma independiente del aceite, al Complejo Akal "J" para ser comprimido y deshidratado antes de ser enviado a tierra.

A.5.0 Condiciones de las alimentaciones en límites de batería.

<u>ORIGEN</u>	<u>ALIMENTACION</u>	<u>ESTADO</u> <u>FISICO</u>	<u>PRESION</u> <u>(Kg/cm² man)</u> Máx/Nor/Mín
---------------	---------------------	--------------------------------	---

Mezcla	Crudo-Gas	Gas-Aceite	10.0/(1)/1.4
Crudo-Gas de Pozo		-Agua	

<u>TEMPERATURA</u>	<u>FORMA DE ENTREGA</u>
--------------------	-------------------------

(°C)
Máx/Nor/Mín

65/(1)/51

Tubería

(5) Consultar condiciones para fase I y para fase II

A.6.0 Condiciones de los Productos en Límites de Batería.

<u>DESTINO</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>ESTADO</u>	<u>PRESION</u>	<u>TEMP.</u>
		<u>FISICO</u>	<u>(Kg/cm² man)</u>	<u>(°C)</u>
			Máx/Nor/Mín	Máx/Nor/Mín
Complejo Akal "J"	Crudo	Liq.	8.1/(1)/4.0	65/(1)/51

<u>DESTINO</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>ESTADO</u>	<u>PRESION</u>	<u>TEMP.</u>
		<u>FISICO</u>	<u>(Kg/cm² man)</u>	<u>(°C)</u>
			Máx/Nor/Mín	Máx/Nor/Mín
Complejo Akal "J"	Gas Amargo	Gas	9.0/(1)/7.5	187/(1)/51

A.7.0 Eliminación de Desechos.

Se contará con drenajes abiertos, cerrados y químicos.

A.8.0 Agentes Químicos.

A.8.1 Antiespumante.

Estado Físico: Líquido
 Flujo: 0.064-0.343 LPM

A.8.2 Inhibidor de Corrosión.

Estado Físico: Líquido
 Flujo: 0.072-0.371 LPM

A.8.3 Inhibidor de Asfaltenos.

Estado Físico: Líquido (mezcla)
 Flujo: 0.0096-0.0104 LPM

A.9.0 Servicios Auxiliares.

A.9.1 Agua Potable

Presión:	3.5 Kg/cm ² man.
Temperatura:	Ambiente
Disponibilidad:	250 Lt/día/persona

A.9.2 Agua de Proceso.

Presión:	3.5 Kg/cm ² man.
Temperatura:	Ambiente
Disponibilidad:	La requerida

A.9.3 Combustible.

El suministro va a ser de la red de distribución de suministro de gas para bombeo neumático.

A.9.4 Agua de Servicio.

Será suministrada por tubería desde la plataforma habitacional.

A.9.5 Aire de instrumentos.

En la fase I del proyecto se utilizará gas combustible.

A.9.6 Desfogue.

Se contará con un quemador de desfogue elevado y autosoportado cuya capacidad máxima será de 111 MMPCSD
Para la fase I no se requiere.

A.10.0 Edificios.

Los edificios con los que contará la plataforma son:

- Taller.
- Almacén.
- Cuarto de control.

- Laboratorio.
- Cuarto de baterías.

A.11.0 Sistemas de Seguridad.

Este sistema consistirá en una red de agua contra-incendio presurizada con agua de mar. También contará con detección y alarmas que actuarán en forma manual y automática.

A.12.0 Condiciones Climatológicas.

Velocidad máxima de viento: 51 Km/hr.

Mareas durante condiciones de operación: 1.04 m.

Mareas durante tormenta: 1.8 m.

Altura máxima de la ola: 7.315 m.

A.13.0 Localización de la Planta.

Coordenadas del tetrapodo.

x = 598 623

y = 2 149 383

A.14.0 Para el propósito de este trabajo solamente se mencionarán las Bases de Diseño para Instrumentos.

En la fase I, los transmisores serán alimentados por un banco de celdas solares y los controladores serán locales. Los instrumentos neumáticos operarán con gas combustible del anillo de bombeo neumático.

En la fase II del proyecto, la supervisión, operación y

control de todas las variables de proceso deberá centralizarse en un cuarto de control, en el que se instalará un sistema digital de control (SDC).

Las señales a manejar por el SDC serán analógicas y/o digitales, de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Señales Analógicas: 4-20 mA C.D. 2 hilos.
- Señales Digitales: 24 V.C.D.

La instrumentación en campo será de acuerdo a la clasificación eléctrica de áreas y ambiente corrosivo.

El SDC deberá ser capaz de efectuar las operaciones de arranque y paro del proceso, además de contar con una alta confiabilidad y disponibilidad como sistema.

I.3.B) DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

(D. F. P.)

El diagrama de flujo de proceso (Fig. 1.2), es la representación gráfica de la secuencia de operaciones y procesos unitarios de que consta la planta, estos se representan mediante símbolos convencionales e indicando el sentido del flujo con flechas.

Se representan todos los equipos principales tales como reactores, torres de destilación, recipientes, cambiadores de calor, calentadores de fuego directo, bombas y compresores. En algunos equipos y líneas se indican datos de presión y temperatura, así como los principales controles que se requieren, los cuales deben de tener señalización en el tablero principal de control. Se incluye además:

- a) La identificación, servicio y principales características de los equipos.
- b) Un cuadro de balance de materia y energía de líneas que entran y salen del proceso. Este balance debe de contener datos de composición, flujo (Kg/Hr, BPD, MMPCSD, etc.), presión (Kg/cm²), temperatura (°C ó °F) y densidad (g/cm³).
- c) La identificación numérica de las líneas, que las

relacionan con el balance de materia y energía.

Dentro de las principales utilidades que tienen los diagramas de flujo de proceso para la especialidad de instrumentación se encuentran las siguientes:

- Una rápida comprensión del proceso.
- La fácil obtención de datos para fines de diseño, ya sea de placas de orificio, valvulas de control, o bien para saber la composición y el tipo de fluido que se va a manejar ya sea en las tuberías o en los diferentes equipos para de esta forma hacer una correcta selección de los materiales de los instrumentos.

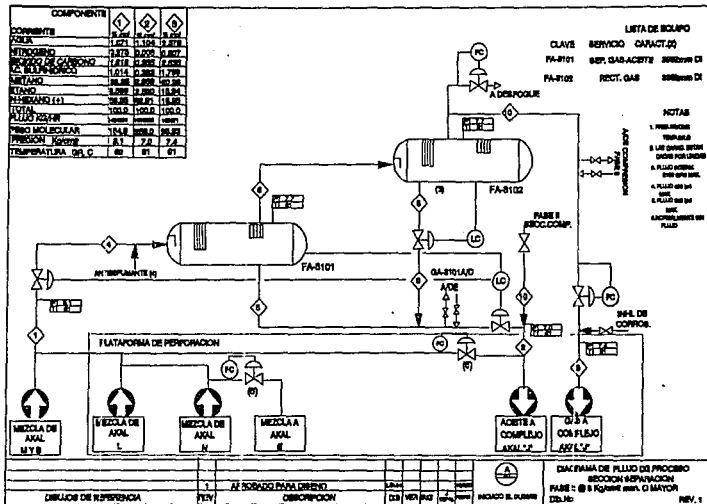


FIGURA 1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

I.3.C) BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

El balance de materia y energía, es un listado de computadora en el cual se presenta la composición, condiciones y propiedades físicas tales como:

- Temperatura.
- Presión.
- Peso molecular.
- Densidad relativa.
- Densidad a presión y temperatura de flujo.
- Calor específico a presión y temperatura de flujo.
- Viscosidad.
- Factor de compresibilidad.
- Tensión superficial.
- Entalpía, etc.

Todas estas propiedades generalmente son dadas a condiciones normales de operación.

Una de las principales utilidades del balance de materia y energía es la obtención de las condiciones de operación para la correcta selección y especificación de los instrumentos.

En la tabla I.1 se muestra el Balance de Materia y Energía para el "Tetrápodo de Producción Periférica Akal-N"

UNAM

ENEP ZAMAC

CUADRO SINOPTICO DE BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

FASE I SECC. PRODUCCION P 8 86/CM² MM 0 80000

HECHO POR: L300

ESPESOR POR: 000

REV: 0

FECHA:

COMBUSTIBLE	CONDICIONES		1 _M		2 _L		3 _V		4 _M		5 _L		6 _V		7 _L		
	kg mol/hr	Z mol	kg mol/hr	Z mol	kg mol/hr	Z mol	kg mol/hr	Z mol	kg mol/hr	Z mol	kg mol/hr	Z mol	kg mol/hr	Z mol	kg mol/hr	Z mol	
AIRE	338.629	1.621	123.969	1.194	219.720	2.376	338.629	1.621	123.969	1.194	219.720	2.376	123.969	1.194			
INTENSIDAD	55.729	0.275	0.899	0.000	54.830	0.507	55.729	0.275	0.899	0.000	54.830	0.507	0.899	0.000			
REACCION DE CARBONO	368.419	1.818	39.870	0.355	329.541	3.435	368.419	1.818	39.870	0.355	329.541	3.435	39.870	0.355			
ACIDOS SULFURICOS	285.400	1.814	42.970	0.383	162.509	1.790	285.400	1.814	42.970	0.383	162.509	1.790	42.970	0.383			
AGUA	5746.766	28.350	290.490	2.629	5440.200	60.202	5746.766	28.350	290.490	2.629	5440.200	60.202	290.490	2.629			
ENERGIA	1729.826	0.536	200.594	2.570	1441.322	15.947	1729.826	0.536	200.594	2.570	1441.322	15.947	200.594	2.570			
PROPANO	1239.200	6.115	436.495	3.880	802.714	0.832	1239.200	6.115	436.495	3.880	802.714	0.832	436.495	3.880			
H-DIÓXIDO	665.797	3.285	407.145	0.626	258.652	2.851	665.797	3.285	407.145	0.626	258.652	2.851	407.145	0.626			
H-TRÓXIDO (+)	9915.200	40.920	9500.771	05.407	100.529	3.612	9915.200	40.920	9500.771	05.407	100.529	3.612	9500.771	05.407			
TOTAL	20265.660	100.00	11227.819	100.00	9030.941	100.00	20265.660	100.00	11227.819	100.00	9030.941	100.00	11227.819	100.00			
FLUJO TOTAL	1/s/hr	1/s/hr	kg/h	1/s/hr	kg/h	1/s/hr	kg/h	1/s/hr	kg/h	1/s/hr	kg/h	1/s/hr	kg/h	1/s/hr	kg/h	1/s/hr	kg/h
TEMPERATURA T °C	142	61.00	142	61.5	142	61.11	142	61.54	142	61.54	142	61.54	142	61.54	142	61.5	
PRESION P500 = 15/CM ² mm.	115	0.3	106	7.0	105	7.4	110	7.7	110	7.7	110	7.7	110	7.7	110	7.7	
PESO MOLECULAR = 0 80500	154.926	12.652	259.913	11.723	25.630	16.293	154.926	12.652	259.913	11.723	25.630	16.293	259.913	11.723			
ACTIVIDAD RELATIVA A 60 °F = 0.91	0.829	39.147	0.904	24.906	0.801	—	0.829	39.147	0.904	24.906	0.801	—	0.904	24.906			
WFO A 60 °F			220402						220402						220402		
CP / CM																	
VISCOSIDAD EN CENTIPESIGES																	
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD																	
CONDUCTIVIDAD TERMICA																	
NOTAS:	1) FLUJO INTERMITENTE ; 2) 800 000 INGRESO														INSTRUMENTAL PARA EL TITULO DE PRODUCCION PERIFERICA "MOL 0"		

UNAM

E R E P ZIMCÓN

CUADRO SINOPTICO DE BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

DISEÑO POR: L596

APROBADO POR: 806

REV: 0

FECHA:

COMPONENTE	CONTENI	8		9		10		v									
		lb mol/hr	Z mol	lb mol/hr	Z mol	lb mol/hr	Z mol	lb mol/hr	Z mol	lb mol/hr	Z mol	lb mol/hr	Z mol	lb mol/hr	Z mol	lb mol/hr	Z mol
AGUA		1.194		1.194	219.720	2.376											
METANO		0.000		0.000	54.830	0.547											
OXIGENO DE OMBRO		0.355		0.355	329.541	3.635											
ACIDO SULFURICO		0.303		0.303	162.589	1.790											
ETANO		2.653		2.653	540.296	60.202											
ETANO		2.570		2.570	1441.323	15.917											
PROPANO		1.000		1.000	692.714	0.902											
N-BUTANO		1.626		1.626	250.562	2.861											
N-HEXANO (+)		05.407		05.407	326.957	3.612											
TOTAL		(1) 100.00		(1) 100.00	5030.111	100.00											
FLUJO TOTAL	lb/hr	kg/hr	(1)	(1)	(1)	(1)	221641	105871									
TEMPERATURA °F = °C	142	61.54	142	61.54	142	61.54											
PRESSION PSIG = kg/cm ² abs.	110	7.7	110	7.7	110	7.7											
PESO MOLECULAR = R WATSON	259.013	11.723	259.013	11.723	25.630	16.240											
DENSIDAD RELATIVA A 60 °F = API	0.594	24.936	0.594	24.936	0.804	—											
SPD A 60 °F																	
CF / CV					1.204												
DISCOSIDAD EN CENTIPOSES					0.113												
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD					0.969												
CONDUCTIVIDAD TERMICA																	
NOTAS:	1) FLUJO INTERMITENTE ; 2100 CFM MAXIMO																
	INGENIERIA PARA EL TETRAPODO DE PRODUCCION PERIFERICA "M.M. 1"																

13.D) HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS.

En estas hojas se encuentran los datos de operación y diseño de los equipos (Fig 1.3), y es con esta información con la que cuenta el departamento de ingeniería de detalle para conocer las dimensiones preliminares de los equipos y empezar a desarrollar el plano de localización general.

En este documento se indica:

- a) Descripción del equipo y su clave.
- b) Servicio.
- c) Condiciones de operación.
- d) Propiedades del fluido a manejar.
- e) Dimensiones principales.
- f) Materiales de construcción.
- g) Espesor por corrosión.
- h) Aislamiento requerido y códigos aplicables.
- i) Datos finales del fabricante.

En equipos como recipientes y torres de destilación, la hoja incluye un esquema del equipo (Fig. 1.4, 1.5, 1.6 y 1.7), en el cual se indican diámetro y localización de las boquillas, así como también datos del nivel del líquido.

A partir de estas hojas, el departamento de instrumentación puede conocer las condiciones requeridas para los instrumentos, así como el tipo de montaje que va a ser necesario.

El ejemplo de aplicación que va a ser tratado en el último capítulo está enfocado básicamente a la batería de separación que consiste en un separador y un rectificador, sin embargo en esta sección además de ilustrarse estos equipos, se muestran otros dos; un tanque para almacenamiento de agentes químicos y un separador de gas combustible, con la finalidad de tener una mejor visión de lo que son las hojas de datos de equipo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ZARAGOZA

PLANTA		TETRAPODO DE PRODUCCION PERIFERICA AKAL "B"	
LOCALIZACION	SORDA DE CARPECHE	REQUISICION No.	
CLAVE	GA-3101A/D/R	RECIBO POR:	LSVB
No DE UNIDADES	CINCO (5)	APROBADA POR:	BVM
CONTRATO No.	1000	FECHA:	13/06/92
B O M B A S C E N T R I F U G A S			
SERVICIO	BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE CRUDO		
No REQ.	EN USO CONTINUO	CUATRO (4)	ACCIONADOR ELECTRICO
	DE RELEVOS	UNA (1)	ACCIONADOR ELECTRICO
FABRICANTE BOMBA			
CONDICIONES DE OPERACION		COMPORTAMIENTO	
LIQUIDO	CRUDO PESADO	GPM a T.B. NORM 2864 DIS 2864	CURVA PROPUESTA
		DESCARGA Kg/cm ² max. 8.0	
TEMP. BOMBEO °C	66	P. SUC Kg/cm ² max MAX 3.16 DIS 3.16	NPSM NEC. (AGUJEROS)
DENS. REL. (Sp.Gr) a T.B.	0.984	P. DIF Kg/cm ² 4.94	No. DE PASOS
P. VAPOR a T.B. Kg/cm ² ABS.	2.03	COLUMNA DIF. 53.3	EFIC. DE BOMBEO
VISCOSIDAD a T.B. cp	23.4	NPSM DISP. a PI m ANPLID	MAX. BNP DE DIS. EN INPL.
COND./END. CAUSADA POR	(1)	POTENCIA HIDRAULICA 82.00H.P	MAX. COLUM. DE DIS. EN INPL. m.
CONSTRUCCION Y MATERIALES			
CARCAZA - MONTAJE (EJE) (BASE) (MENSULA) (RADIAL)			
- TAPA (AXIAL) (RADIAL)			
- TIPO (VOLUTA SIMPLE) (DIFUSOR)			
- BARREROS ROSCADOS (VENTED) (ORNE) (MANOMETRO)			
BOQUILLAS	DIAM	CLASIF. ASA	CARA POSICION
SUCCION	150 B	B. F.	
DESCARGA	150 B	B. F.	
IMPULSOR TIPO	DIAM. VISENO		MAX
BALENS No	RADIAL		RADIAL
COPLER Y GUARDA	PLACA BASE		
ENPAQUE			
CLAVE DE LOS MATERIALES	CUBIERTA PARTES INTERNAS		MATERIAL
F. - FUNDIDO	IMPULSOR		
B. - BRONCE	INTERIORES (CARCAZA)		
C. - ALEACION	CAMISA (ENPAQUADO)		
N. - ENHURECIDO	CAMISA (DE SELLO)		
F. - PULIDO	FLECHA		
AGUA NECESARIA GPM. _____			
		REV.	0
		FECHA	13/06/92

FIG. 1.3 HOJA DE DATOS DE BOMBA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ZARAGOZA

PLANTA : TETRAPODO DE PRODUCCION PERIFERICA				HOJA 1 DE 1	
LOCALIZACION : SONORA DE CAMPECHE	EDICION	FECHA	RECIBI POR	AP. POR	
CONTRATO No : 10000	A	12/20/92	LGTR	EGGI	
CLAVE : FA-3101					
No de UNIDADES : 1 (UMD)					

RECIPIENTES (HOJAS DE DATOS DE PROCESOS)

SERVICIO : SEPARADOR GAS-ACEITE		POSICION: HORIZONTAL	
TIPO DE FLUIDO : LIQUIDO HIDROCARBURO + AGUA	FLUJO: 24972/22400	DENSIDAD: 0.85/0.903 g/cm ³	
VAPOR O GAS HIDROCARBURO		FLUJO: 3.4 /18.8 m ³ /seg	DENSIDAD: 0.609/0.602 g/cm ³
TEMPERATURA : OPERACION 61/56 °C	MAXIMA 66 °C	DISEÑO 93 °C	
PRISION : OPERACION 7.7/1.0 Kg/cm ²	MAXIMA 8.5 Kg/cm ²	DISEÑO 10.5 Kg/cm ²	
DIMENSIONES: LONG. 1820mm T-T DIAM: 3962mm			
NIVEL : MIN: 1300 MAX: 1901 mm NIV: 152mm			
ALMENA ALTO NIV : 1615mm x ABN : 610 mm			
MATERIALES : CASCANON AC. AL CARBON			
CABEZAS AC. AL CARBON			
MALLA SEPARADORA: ESPESOR (3) (4) mm			
CORROSION PERMISIBLE : CASCANON 3.2 mm NIV. REQ			
CABEZAS 3.2 mm NIV. REQ			
AISLAMIENTO : ----			
RECUBRIMIENTO INT. : ----			

BOQUILLAS

No	No REQ.	DTD. NOMINAL	SERVICIO
1	1	610	ENTRADA DE HOMBRE
40	1	51	INSTRUM. DE TEMP.
25	1	76	DRENE
46A/B	1	76	INSTRUM. DE NIVEL
7	1	610	SALIDA DE GAS.
15	1	610	ALIMENTACION

NOTAS :

1.- REVISIONES Y BOQUILLAS EN mm	
2.- FLUJO MAXIMO DE VACIADO	3.- LA DIAGONAL CORRESPONDE A LAS CONDICIONES
3.- ELEMENTO CICLONICO DE AC. AL CARBON	PARA LA 1a FASE/ 2a FASE
4.- ELEMENTO TIPO VARE DE AC. INOXIDABLE	

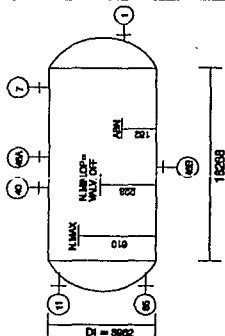


FIG. 1.4 HOJA DE DATOS DE EQUIPO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ZARAGOZA

PLANTA : TETRAPODO DE PRODUCCION PERIFERICA					HOJA 1 DE 1
LOCALIZACION : SONDA DE EMPUJES	EDICION	FECHA	FECHA POR	AP. POR	
CONTRATO No : 1988	A	13/06/92	LSVK	BM	
CLAVE : FA-2182					
No DE UNIDADES : 1 (UMD)					

RECIPIENTES
 (HOJAS DE DATOS DE PROCESOS)

SERVICIO : RECTIFICADOR DE GAS	POSICION:	HORIZONTAL
TIPO DE FLUIDO : LIQUIDO BIODICARBONO + AGUA	FLUJO: 8251 (2) (6)	DENSIDAD: 0.68/0.903 g/cm ³
VAPORES O GAS GAS	FLUJO: 4.4 / 18.83 m ³ /seg	DENSIDAD: 0.809/0.802 g/cm ³
TEMPERATURA : OPERACION 67/62 °C	MAXIMA 66 °C	DISEÑO 81 °C
PRESION : OPERACION 7.7/1.8 Kg/cm ²	MAXIMA 8.5 Kg/cm ²	DISEÑO 10.5 Kg/cm ²

DIMENSIONES: LONG. 9144mm T-T	DIAM. 3048mm
NIVEL : NOM. ---	MAX: 61mm MIN: 61mm 152mm
N. MAX. OP. VALV. ON 53mm	N. MIN. OP. VALV. OFF 228mm
MATERIALES : CASCAJON AC. AL CARBON	CAREZAS AC. AL CARBON
PALLA SEPARADORA: ESPESOR (4) (3) mm	
CORROSION PERMISIBLE : CASCAJON 3.2 mm	CAREZAS 3.2 mm
ALISAMIENTO : ---	
RECUBRIMIENTO INT. : ---	

BOQUILLAS

No	No REQ.	DTD. NOMINAL	SERVICIO
7	1	51	SALIDA DE GAS
80	1	51	INSTRON. DE TEMP.
1	1	76	DRENE
45A/B	2	102	INSTRON. DE NIVEL
47A/B	2	76	INST. DE PRES. DIF.
11	1	610	ALIMENTACION

NOTAS :

1.- ACOTACIONES Y BOQUILLAS EN mm	
2.- FLUJO MAXIMO DE VACIADO SISTEMA DEBERA SER	
3.- ELEMENTO TIPO VANE	3.- LA DIAGONAL CORRESPONDE A LAS CONDICIONES PARA LA 1a FASE/ 2a FASE
4.- MATERIAL: AC. INOXIDABLE	

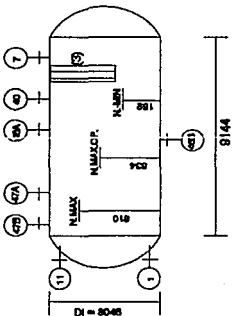


FIG. 1.5 HOJA DE DATOS DE EQUIPO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ZARAGOZA

PLANTA : TETRAPODO DE PRODUCCION PERIFERICA				HOJA 1 DE 1	
LOCALIZACION : SOMA DE CAMPECHE		EDICION	FECHA	RECHA POR	AP. POR
CONTRATO No : 1808		A	13/04/92	LSRN	MM
CLAVE : FA-3481					
No DE ENTIMBES : 1 (UNO)					

RECIPIENTES (HOJAS DE DATOS DE PROCESOS)

SERVICIO : SEPARADOR DE GAS COMBUSTIBLE		POSICION: VERTICAL	
TIPO DE FLUIDO : LÍQUIDO BIPROCAMBIADO+SEA+AGUA FLUIDO: 23 (5) lpm DENSIDAD: 0.689 g/cm ³	VAPOR O GAS GAS DILUIE FLUIDO: 0.23 m ³ /seg DENSIDAD: 0.613 g/cm ³		
TEMPERATURA : OPERACION 56 ° C ; MAXIMA 56 ° C ; DISEÑO 71 ° C	PRESION : OPERACION 13.4 Kg/cm ² ; MAXIMA 14.0 Kg/cm ² ; DISEÑO 16.0 Kg/cm ²		
DIMENSIONES: LONG. 1219 mm T-T (2) RIM: 457mm (2)			
NIVEL : POS: MAX: 305 mm MIN: 89 mm			
ALABO ALTO NIV : 305 mm ; AN : 76 mm			
MATERIALES : CASCARON AC. AL CARBON			
CABEZAS AC. AL CARBON			
MALLA SEPARADORA: ESPESOR (2) mm			
CORROSION PERMISIBLE : CASCARON 3.2 mm MIN. REQ			
CABEZAS 3.2 mm MIN. REQ			
DILATAMIENTO : ---			
RETORNO DILAT. : ---			

BOQUILLAS

No	No REQ.	DTO. NOMINAL	SERVICIO
7	1	152	ENTRADA DE HANO
8	1	152	SALIDA DE GAS
31	2	51	DRENE
656/9	2	51	INSTRUN. DE NIVEL
11	1	152	ALIMENTACION
35	1	51	CONEX. DE SERVICIO

NOTAS :

1.- ACOTACIONES Y BOQUILLAS EN mm	
2.- ELEMENTO TIPO VANE DE AC. INOXIDABLE	
3.- REHABILITACION DE EQUIPO EXISTENTE	5.- FLUJO MAXIMO DE VACIADO (NORMALMENTE SIN FLUJO)
4.- ALTURA DE PATAS EXISTENTE	

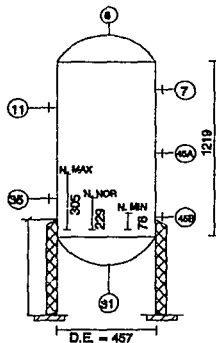


FIG. 1.6 HOJA DE DATOS DE EQUIPO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ZARAGOZA

Planta - ITINERARIO DE PRODUCCION PERIFERICA HOJA 1 DE 1

LOCALIZACION : SOMA DE COMPECHE	EDICION	FECHA	HECHA POR	AP. POR
CONTINIO No : 1000	A	13/04/92	LSVR	1000
CLAVE : FB-3WI				
No DE UNIDADES : 4 (CUATRO)				

RECIPIENTES
(HOJAS DE DATOS DE PROCESOS)

SERVICIO : TANQUE DE ANTIESPUMANTE	POSICION : VERTICAL	
TIPO DE FLUIDO : LIQUIDO ANTIESPUMANTE	FLUJO: 0.306 lpm	DENSIDAD: 0.8-0.9 g/cm ³
VAPOR O GAS	FLUJO: ---	DENSIDAD: --- g/cm ³
TEMPERATURA : OPERACION 20 ° C	MAXIMA 30 ° C	DISEÑO 52 ° C
PRESION : OPERACION ATM. Kg/cm ²	MAXIMA ATM Kg/cm ²	DISEÑO ATM. Kg/cm ²

DIMENSIONES: LONG. 3048mm T-T	DIAM: 1524mm	
NIVEL : MOR: ---	MAX: 2743mm	MIN: 1524mm
ALAPMA ALTO NIVEL : ---	PARED: 152 mm	
MATERIALES : CASACON AC. AL CARBON		
CABEZAS AC. AL CARBON		
MALLA SEPARADORA: ESPESOR --- mm		
CORROSION PERMISIBLE : CASACON 3.2 mm		
CABEZAS 3.2 mm		
AISLAMIENTO : ---		
RECUBRIMIENTO INT. : ---		

BOQUILLAS			
No	No REQ.	DIAM. NOMINAL	SERVICIO
12	1	76	RECIRC. DE GA-3501
18	1	76	SAL. DE ANTIES. A SA
35	1	38	DRENE.
4	1	51	CONEX. A SERVICIO
43a/B	2	51	INSTRUM. DE NIVEL
44a/B	2	38	INIERA. DE NIVEL

NOTAS :		
1. - DIMENSIONES Y BOQUILLAS EN mm		
2. - LA LOCALIZACION DE ESTE SISTEMA DEBERA SER	3.-	
AS CERCA POSIBLE AL PUNTO DE INVECC.		

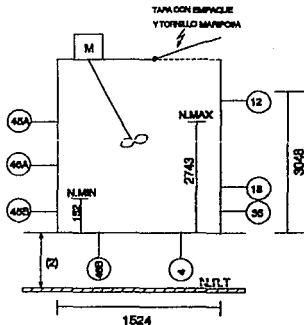


FIG. 1.7 HOJA DE DATOS DE EQUIPO

I.3.E) DESCRIPCION DEL PROCESO.

En este documento se explica el objetivo del proceso y se describe cada una de sus etapas en base al diagrama de flujo de procesos.

La principal utilidad de este documento es el de tener una idea clara y un panorama general de lo que esta pasando en nuestro proceso, para que de esta forma se tenga un mejor criterio al momento de seleccionar los instrumentos.

La siguiente descripción es para la sección de separación y rectificación de Akal "N".

A.- GENERALIDADES.

Las principales funciones de esta plataforma son:

- 1.- Separar la mezcla de crudo-gas proveniente de los pozos productores de AKAL "M", KAL "L", AKAL "B", AKAL "N" y enviar las corrientes separadas a la plataforma AKAL "J".
- 2.- Compensar con el sistema de bombeo y compresión, el abatimiento de presión en los pozos para lograr integrar la corriente de crudo y de gas a AKAL "J", suministrándole

unicamente la energía necesaria para el transporte.

B.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO.

El proceso consiste en la separación de la mezcla gas-aceite y rectificación del gas, para su envío al complejo central de AKAL "J".

Debido al abatimiento natural de la presión de los pozos, este proyecto se desarrolla en dos Fases.

La Fase I contempla la sección de separación a $7.7 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$ (110 psig).

La Fase II se divide en dos secciones de :

- Separación a $3 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$ (43 psig) y bombeo de crudo a $7.7 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$ (110 psig).
- Compresión de gas de $2.8 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$ (40 psig) a $9 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$ (128 psig).

Para su operación, la plataforma cuenta con los siguientes servicios (Fase II):

- Acondicionamiento de gas combustible de la red de bombeo neumático.
- Distribución de gas combustible.
- Almacenamiento y distribución de diesel #.
- Acondicionamiento y distribución de agua potable #.
- Acondicionamiento y distribución de agua de servicios #.
- Sistema de drenajes abiertos y cerrados.

- Drenaje sanitario y desechos sólidos.
- Generación y distribución de aire de planta e instrumentos.
- Agua contra incendio *.
- Generación de energía eléctrica.
- Sistema de desfogue.
- Inyección de agentes químicos.

* Equipo instalado en la plataforma de perforación de AKAL "N".

1.3F) DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE PROCESO.

(D. T. I. DE PROCESO)

Los diagramas de tubería e instrumentación, son la representación gráfica de todos los datos necesarios para el desarrollo de la ingeniería de detalle de una planta de proceso, en estos diagramas la simbología empleada para la designación de los equipos es más descriptiva que en los diagramas de flujo de proceso (D. F. P.) e inclusive se trata de ilustrar a través de diagramas el interior y exterior de los equipos, las valvulas y accesorios con los símbolos convencionales conocidos y/o apegandose a las normas internacionales, incluyendo su diámetro y codificación ó número especial de los equipos. Además, se muestra toda la instrumentación incluyendo la simbología de todos los instrumentos y las señales requeridas para tener un buen control.

Debido ha que dentro de una planta se va ha tener el área de proceso y las zonas designadas para servicios auxiliares, que sirven para llevar a cabo el o los procesos, también se van ha tener D. T. I.'s de servicios auxiliares, y estos se elaboran uno para cada uno de los servicios.

A grandes rasgos los D. T. I.'s comprenden los siguientes puntos:

- Tamaño, identificación, servicio, especificación o clasificación de tuberías.

- Tamaño de las valvulas de bloqueo, de seguridad, de retención, desvío (by pass), reducciones, etc.
- Tamaño, clasificación, servicio e identificación de recipientes.
- Capacidad, cabeza (diferencial de presión), servicio e identificación de bombas y compresores.
- Tipos de motores que accionan las bombas y compresores.
- Capacidad calorífica, servicio e identificación de intercambiadores de calor.
- Identificación y ubicación de la instrumentación requerida para el control, registro e indicación de las operaciones de la planta.
- Los diferentes niveles de líquidos en recipientes para control y alarma.
- Tamaño, tipo y acciones a falla de aire de las válvulas de control.
- Identificación de los límites de batería.

La importancia de los D. T. I.'s, radica en que representan la base para el diseño de los arreglos de equipos y tubería, isométricos de tubería, etc. Para la ingeniería de instrumentación es necesario para la localización de instrumentos, el diseño de diagramas de interconexión (eléctrica o neumática), diseño de cajas de interconexión, diseño de típicos de instalación, etc.

Un diagrama anexo a los D. T. I.'s, es el Plano de Notas Generales, Leyendas y Símbolos, en donde se muestran los dibujos de

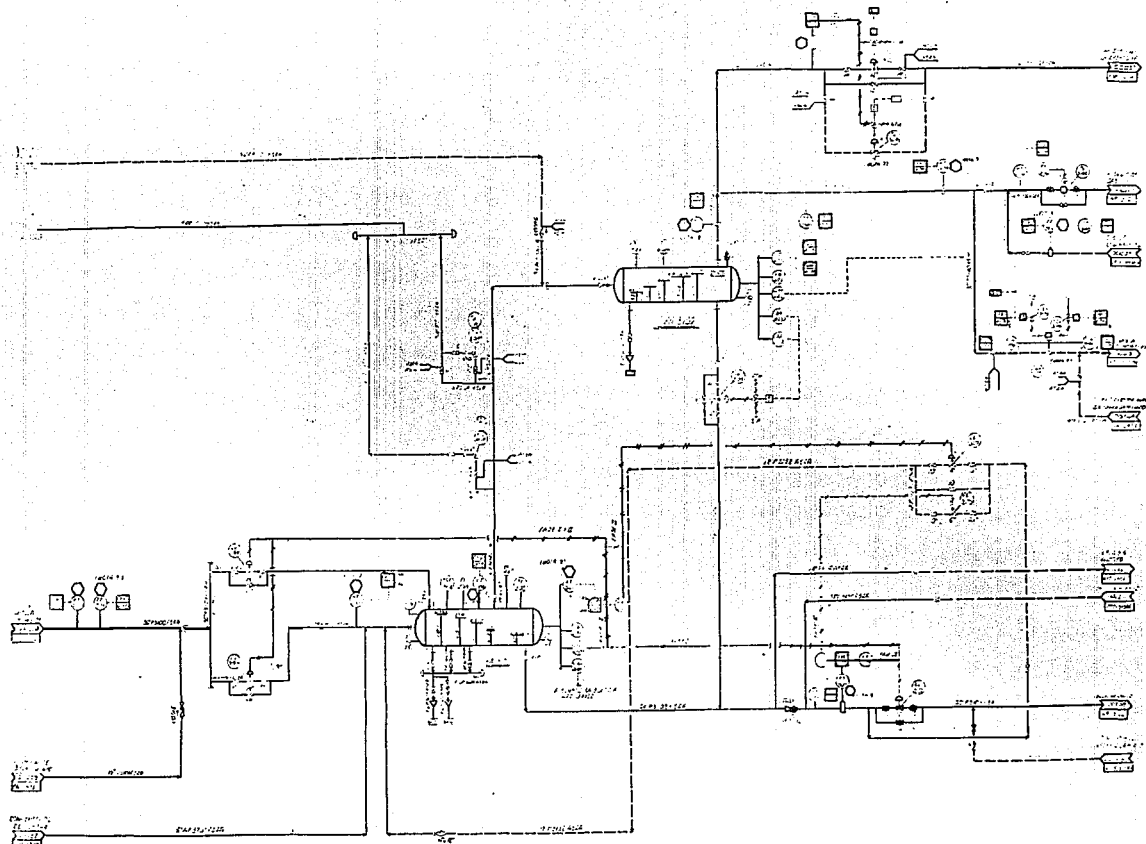
referencia, códigos de tuberías, simbología de válvulas y accesorios de tubería, así como también de instrumentos, este diagrama se emplea principalmente para comprender y manejar con más facilidad los diagramas de tubería e instrumentación.

En la figura 1.8 se muestra el diagrama de tuberías e instrumentación para la sección de separación y rectificación del "Tetrápodo de Producción Periférica Akal-N".

PA-3101
 SEPARADOR DE AZÚCAR
 DE 500 LBS
 17-11-50

PA-3102
 SEPARADOR DE AZÚCAR
 DE 500 LBS
 17-11-50

1. PARA NOTAS SOCIALES DELICIAS DE REFERENCIA
 EXAMINAR TUBO A BOMBILLAS DE INSTRUMENTACIÓN
 PARA DETERMINAR SI ESTÁN OBTENIENDO
2. LA LAMPARA DE ALUMINUM DE ALUMINUM EN LA MAN
 DE LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA
 LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA
3. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
4. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
5. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
6. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
7. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
8. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
9. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
10. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
11. LA MAN DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN
 DE ALUMINUM DE ALUMINUM PARA LA MAN



		GRAN IND. PARAGUAY
TETRAPODO DE PRODUCCION REFERENCIA AXAL 70	SEPARACION Y RECTIFICACION	SEPARACION Y RECTIFICACION
REV. DE CAMBIO	REV. DE CAMBIO	REV. DE CAMBIO
17-11-50	17-11-50	17-11-50

I.3.G) PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPOS.

Este es un documento, en el que se presenta una vista de planta de la instalación y la localización, identificación y distribución a escala de los equipos, áreas de acceso y edificios que conforman una planta, obediendo a la secuencia del flujo establecida en el diagrama de proceso y a la conveniencia de distribución para facilitar la operación de la planta; al mismo tiempo deberán preverse facilidades para el montaje de equipos y para el mantenimiento de los mismos. En la distribución deberán considerarse las necesidades que se presentarán en la etapa de ingeniería de detalle y el arreglo relativo de los equipos obedecerá a las normas establecidas de seguridad.

El plano de localización de equipo define una zona de proceso o planta, perteneciente a un complejo químico, petroquímico o de refinación y puede ser integrado posteriormente a un plano de localización general, para definir las diferentes zonas de un complejo industrial.

De esta forma podemos hablar de un plano de localización general (plano de integración) y de un plano de localización general de equipo.

I.- Plano de localización general (Plano de integración o maestro).

Es un documento donde se muestra la localización relativa entre la zona de proceso, zona de servicios auxiliares, cuarto de control y niveles que lo constituyen (por ejemplo en una plataforma).

Este documento incluye una distribución relativa, indicando coordenadas entre:

- Zona de servicios (indicando zona de tratamiento de agua).
- Zona de tratamiento de condensados.
- Cuarto de bombas.
- Cuarto de compresores.
- Cuarto de control.
- Zona de servicios administrativos.

Además, indica los límites de batería, norte astronómico y dirección de vientos dominantes y reinantes.

II.- Plano de localización general de equipo.

El plano de localización general de equipo (plano vaitario) muestra la localización en vista de planta de cada uno de los equipos, dentro de una sola unidad , ya sea de proceso o servicios auxiliares.

El plano de localización general de equipo es un documento base para el diseño de una plataforma debido a que el principal problema de un instalación de este tipo es el

espacio con que cuenta. Este documento incluye la información citada a continuación:

- Camino o ruta de tuberías.
- Estructuras principales.
- Cuarto de equipo eléctrico.
- Equipos:
 - * Bombas.
 - * Compresores.
 - * Torres.
 - * Recipientes verticales indicando coordenadas al centro.
 - * Recipientes horizontales indicando coordenadas a líneas de tangencia.
 - * Etc.
- Separación de soporterías.
- Localización de cambiadores de calor.
- Localización del quemador.

Entre otras cosas, este plano (Fig. 1. 9) se utiliza para la elaboración de planos de localización de instrumentos y conducción de señales tanto eléctricas como neumáticas y para la elaboración de la cédula de conductores.

I.3.G) PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPOS.

Este es un documento, en el que se presenta una vista de planta de la instalación y la localización, identificación y distribución a escala de los equipos, áreas de acceso y edificios que conforman una planta, obedeciendo a la secuencia del flujo establecida en el diagrama de proceso y a la conveniencia de distribución para facilitar la operación de la planta; al mismo tiempo deberán preverse facilidades para el montaje de equipos y para el mantenimiento de los mismos. En la distribución deberán considerarse las necesidades que se presentarán en la etapa de ingeniería de detalle y el arreglo relativo de los equipos obedecerá a las normas establecidas de seguridad.

El plano de localización de equipo define una zona de proceso o planta, perteneciente a un complejo químico, petroquímico o de refinación y puede ser integrado posteriormente a un plano de localización general, para definir las diferentes zonas de un complejo industrial.

De esta forma podemos hablar de un plano de localización general (plano de integración) y de un plano de localización general de equipo.

I.- Plano de localización general (Plano de integración o maestro).

Es un documento donde se muestra la localización relativa entre la zona de proceso, zona de servicios auxiliares, cuarto de control y niveles que lo constituyen (por ejemplo en una plataforma).

Este documento incluye una distribución relativa, indicando coordenadas entre:

- Zona de servicios (indicando zona de tratamiento de agua).
- Zona de tratamiento de condensados.
- Cuarto de bombas.
- Cuarto de compresores.
- Cuarto de control.
- Zona de servicios administrativos.

Además, indica los límites de batería, norte astronómico y dirección de vientos dominantes y reinantes.

II.- Plano de localización general de equipo.

El plano de localización general de equipo (plano vaitario) muestra la localización en vista de planta de cada uno de los equipos, dentro de una sola unidad , ya sea de proceso o servicios auxiliares.

El plano de localización general de equipo es un documento base para el diseño de una plataforma debido a que el principal problema de un instalación de este tipo es el

espacio con que cuenta. Este documento incluye la información citada a continuación:

- Camino o ruta de tuberías.
- Estructuras principales.
- Cuarto de equipo eléctrico.
- Equipos:
 - * Bombas.
 - * Compresores.
 - * Torres.
 - * Recipientes verticales indicando coordenadas al centro.
 - * Recipientes horizontales indicando coordenadas a líneas de tangencia.
 - * Etc.
- Separación de soporterías.
- Localización de cambiadores de calor.
- Localización del quemador.

Entre otras cosas, este plano (Fig. 1. 9) se utiliza para la elaboración de planos de localización de instrumentos y conducción de señales tanto eléctricas como neumáticas y para la elaboración de la cédula de conductores.

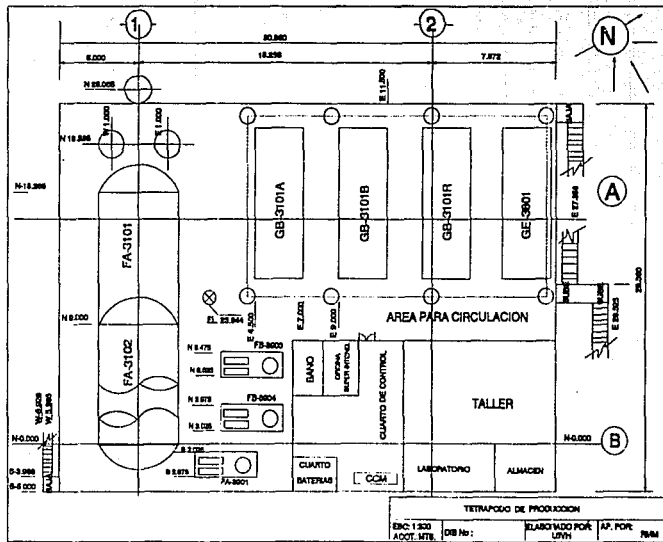


FIG. 1.9 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO

I.3.H) INDICE DE SERVICIOS.

Este documento representa la base para el establecimiento de los materiales de fabricación de tuberías, accesorios y válvulas, empleados en instalaciones de proceso y servicios auxiliares, ya que se presenta información referente a las condiciones de operación máximas esperadas en el proceso, así como las especificaciones de tuberías más viables (Tabla I. 2).

La información que contiene es la siguiente:

- 1.- Servicio.
- 2.- Condiciones de operación máximas.
 - Presión.
 - Temperatura.
 - Fase (líquido, vapor, L/V).
- 3.- Especificación.
 - Rating, rango o libraje.
 - Tipo de cara.
 - Material base.
 - Corrosión permisible.

Este documento va a ser de utilidad en la ingeniería de instrumentación para la elaboración de típicos de instalación ya que el índice de servicios junto con el balance de materia y energía da los lineamientos para la selección del material mecánico que se requiere para la instalación de los instrumentos.

UNAM		HOJA DE ESPECIFICACIONES		TUBERIA DE PROCESOS Y SERVICIOS AUXILIARES CLASIFICACION DE MATERIALES POR SERVICIO			ESPECIFICACION N°
ENEP ZARAGOZA				REQUISITOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO			CONTRATO:1889
							HOJA 1 DE 2
INDICE DE SERVICIOS							
SERVICIO	TEMP. MAX. DE OP. (°F)			PRESION MAX. DE OP. (PSIG.)			MATERIM. DE LA TUBERIA
	LIQUIDO	L/W	VAPOR (GAS)	LIQUIDO	L/W	VAPOR (GAS)	
CLASE A30A							1200 B.F. AL CARBON A-106 GR. B O.S. TPO 2" = 0.8625" DE 1/2" A 653 GR. B TPO 2" = 0.8625" DE 2 1/2" 653 GR. B TPO 2" = 0.8625 18" Y RIFORES (1)
DIESEL (DF)	100			64			
GAS COMBUSTIBLE (GC)			134			150	
CLASE A34A							1200 B.F. AL CARBON A-53 GR. B O.S. TPO 2" GALVANIZADO TPO 2" = 0.8625" DE 1/2" A 653 GR. B TPO 2" GALVANIZADO TPO 2" = 0.8625" DE 2" A 3" 653 GR. B TPO 2" = 0.8625" 4" Y RIFORES (1)
AIRE DE PLANTA (AP)			130			125	
AIRE DE INSTRUMENTOS (AP)			130			125	
AGUA POTABLE (AB)	100			68			
AGUA DE CALENTAMIENTO (AC)	150			50			
CLASE A52A							1200 B.F. AL CARBON A-106 GR. B O.S. TPO 2" = 0.125" DE 1/2" A 114 GR. B TPO 2" = 0.125" DE 2" A 114 GR. B TPO 2" = 0.125" DE 18" A (2) (1)
GAS ANILADO HUMEDO (F)			269			128	
CLASE A34A							1200 B.F. AL CARBON A-106 GR. B O.S. TPO 2" = 0.125" DE 1/2" A 114 GR. B TPO 2" = 0.125" DE 2" A 114 GR. B TPO 2" = 0.125" DE 18" A
MEZCLA GAS-ACEITE (P)		150			145		
CRUDO (P)	150			115			
DESFOQUE (DB)		-25			150		
DRENAJE ABIERTO (DA)	100			ATL.			
DRENAJE CERRADO (DC)	100			50			
INHIBIDOR DE CORROSION (CI)	100			120			
SIGN							
INHIBIDOR DE ASFALTE- (IA)	100			64			
MOS							

TABLA 1.2 INDICE DE SERVICIOS

UNAM		HOJA DE		TUBERIA DE PROCESOS Y SERVICIOS		ESPECIFICACION N°		
ENEP ZARAGOZA		ESPECIFICACIONES		AUXILIARES CLASIFICACION DE MATERIALES POR SERVICIO		CONTRATO:1880		
				REQUISITOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO		HOJA 2 DE 2		
INDICE DE SERVICIOS								
SERVICIO	TEMP. MAX. DE OP. (°F)			PRESION MAX. DE OP. (PSIG.)			MATERIAL DE LA TUBERIA	
	LIQUIDO	L/V	VAPOR (GAS)	LIQUIDO	L/V	VAPOR (GAS)		
CLASE A72A AGUA DE MAR (M) (CONTRA INCENDIO)			100			150	1500 R.F. AC. AL CARBON A-53 GR. A O B TIPO "S" GALVANIZADO T.C. = 0.00" DE 1/2" A 1 1/2" 653 GR. B TIPO "S" GALVANIZADO T.C. = 0.00 2" A 3" 818 GR. B T.C. = 0.25" DE 4" A 16" AP-SI GR. B T.C. = 0.0225 18" Y MAYORES (1)	
CLASE AB1A AGUA DE MAR (M) (SERVICIOS)			100			60	1500 R.F. AC. AL CARBON A-53 GR. A O B TIPO "S" GALVANIZADO T.C. = 0.00" DE 1/2" A 1 1/2" 653 GR. B TIPO "S" GALVANIZADO T.C. = 0.00" DE 2" A 3" 818 GR. B T.C. = 0.25" DE 4" A 16" AP-SI GR. B T.C. = 0.250" 18" Y MAYORES (1)	
CLASE B34A GAS COMBUSTIBLE DE S.N. (GC)		52	52			400	600	2000 R.F. AC. AL CARBON A-106 GR. A O B TIPO "S" T.C. = 0.0425" DE 1/2" A 2" 853 GR. B T.C. = 0.0425" DE 3" A 14" 853 GR. B TIPO "S" T.C. = 0.0425" DE 18" A 24" (1)
CLASE B53A BESTOQUE (B) MEZCLA GAS-ACEITE (P) BRENDAJE ABIERTO (B) BRENDAJE CERRADO (P)			250		150		170	2000 R.F. AC. AL CARBON A-106 GR. A O B T.C. = 0.125" DE 1/2" A 1 1/2" 850 AP-SI GR. B T.C. = 0.125" DE 18" A 24" (1)
NOTAS: 1.- CODIGO DE DISEÑO ANSI B31.3, ULTIMA REVISION. 2.- ESTA CLASE DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEL ESTANDAR NACE MR-01-75, ULTIMA ED. 3.- ESPECIFICACION NECESARIA POR LA UNIDAD DE LA VALVULA DE SEGURIDAD. 4.- ESTE INDICE DE SERVICIOS APLICA PARA LA FASE I Y II.								

TABLA 1.2 (CONTINUACION)

I.3.I) LISTA DE LINEAS.

Este documento contiene la información suficiente para describir cada una de las tuberías (líneas), tanto de proceso como de servicios auxiliares, en lo que respecta a ubicación, condiciones de operación, codificación y características de la tubería (Tablas I.3 y I.4).

La información que contiene es la siguiente:

a) Codificación de la tubería.

- Diámetro nominal.
- Servicio.
- Número.
- Especificación de la tubería.

b) Trayectoria de la ruta.

- Origen (desde).
- Destino (hasta).

c) Condiciones de operación.

- Presión (de diseño, máxima de prueba, mínima de prueba).
- Temperatura (de diseño y máxima).
- Densidad del fluido.

d) Medio de prueba.

e) Medio de aislamiento.

- Tipo.

- Clave.

- Espesor.

- Clave del acabado.

f) Información general.

- Número de D.T.I.

- Línea crítica.

- Observaciones.

Estas listas sirven para tener bien definida cada una de las líneas y junto con el balance de materia y energía y el índice de servicios sirve para hacer una correcta selección de los materiales para la instalación de los instrumentos.

C L A S E	D I S T R I B U I D O R				P O L I E S T E R				T E M P E R A T U R A ° C	D I R E C C I O N D E F U E R Z A	R E S I S T E N C I A (g/m ²)	L I N E A	D I T	O B S E R V A C I O N E S	T I P O D E A I S L A M I E N T O
					P E S E R A										
					315°	345°	375°	405°							
0	30"	P	3000	0330	L.B. LLORONA	00-3103	M.E.P	15.3	66		L	R.112 L/R	3	390	AVULSIONADONIC
0	30"	P	3001-1	0360	00-3103	0770010264	M.E.P	15.3	66		L	R.112 L/R		390	
0	30"	P	3204-1	0390	0073104020	730-31010	G.I	12.1	66		L	N		21	
0	30"	P	3204-2	0320	0073104020	730-31010	G.I	12.1	66		L	N		21	
0	30"	P	3101	0340	70-3102	2473102050	G.I	12.1	66		L	R.01		21	
0	30"	P	3101	0320	70-3102	L.B. DE GEN. "B"	G.I	12.1	66		L	R.01		21	
0	30"	P	3101	0320	0073102050	70-3107	G.I	12.1	66		L	N		21	
0	30"	P	3116	0340	0073102050	10-3101/0	G.I	12.1	66		L	R.00		21/22	LINEA TIRE 11
0	30"	P	3122	0340	0073102050	2473101-10260	G.I	12.1	66		L	R.00		22/21	LINEA TIRE 11
0	30"	P	3123	0340	0073102050	0073102050	G.I	12.1	66		L	R.00		22/21	PREPARACION PARA TIRE 11
0	30"	P	3101	0320	0073104020	10401 CACICHON	G.I	12.1	66		L	N		21/22	LINEA TIRE 11
0	30"	P	3123	0320	0073104020	2473104020	G.I	12.1	66		L	N		22/21	PREPARACION PARA TIRE 11

NOTA: LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118	<p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p>	<p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p>	<p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p>	<p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p>	<p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p>	<p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p>	<p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p> <p>LA LISTA INICIA EN UNO (1) Y TERMINA EN UNO (1). 117 118</p>
--	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 1.3 LISTA DE LINEAS (SECCION DE SEPARACION)

C	C L A S I F I C A C I O N				N O M B R E		P E S I S I O N		T E M P E R A T U R A ° C			M E D I O D E P O R T A D A		P O S I C I O N (m/m)		L I N E A	N O M B R E	T I P O D E		
	N O	S I G N O	E S P A L D A	E S T.	N O M B R E	N O M B R E	P O C E T A			S I G N O	S I G N O	S I G N O	T I P O	D I S T A N C I A (m)	S I G N O				N O M B R E	E S T I T U C I O N
							M A X	M I N	P R O M											
8	12°	P	3115	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	00-31010	3.1	4.6	37				L	0.30	3	22		P		
8	12°	P	3116	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	00-31010	3.1	4.6	37				L	0.30	5	22		P		
8	12°	P	3117	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	00-31010	3.1	4.6	37				L	0.30	6	22		P		
8	12°	P	3118	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	00-31010	3.1	4.6	37				L	0.30	7	22		P		
8	12°	P	3119	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	00-31010	3.1	4.6	37				L	0.30	8	22		P		
8	20°	P	3120	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	00-31010	3.1	4.6	37				L	0.30	9	22		P		
8	30°	P	3125	3548	TAPCA CACHUCA	PG-2101	32.7	79.1	35				L	0.30		22		P		
8	30°	P	3126	3548	PG-2101	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	32.7	79.1	35				L	0.30		22		P		
8	30°	P	3127-1	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	00-31010	32.7	79.1	35				L	0.30		22		P		
8	30°	P	3129	3548	1° 0' 21" N 103° 54' 00" W	1° 0' 21" N 103° 54' 00" W	32.7	79.1	35				L	0.30		22		P		
8	30°	P	3130	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	32.7	79.1	35				L / G	0.30		29		P		
8	30°	P	3141	3548	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	2° 7' 21" N 103° 54' 00" W	32.7	79.1	35				L / G	0.30		29		P		

NOTA: LA COLUMNA NUMERO A DERECHA DE SIEMPRE SE LEVANTA DE LA LINEA DE LOS DATOS Y LAS OPERACIONES DE SIEMPRE QUE SEAN EN LA LINEA.

L I N E A DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE DE LA LINEA DE LOS DATOS Y MEDIO TIPO

100° DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

TEMP. DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

100° DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

100° DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

100° DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

100° DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

100° DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

100° DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

100° DESCRIPCION DE LA LINEA DE SIEMPRE Y MEDIO TIPO

LINEAS CRITICAS

VENTAS PARA SU ANALISIS A:

INGENIERIA DE SISTEMAS

ANALISIS DE ESPACIOS

LINEAS DE ALOJAMIENTO

A CONSERVACION DE CALOR B CONTRA SISMO

C VENTA DE VAPOR F PROTECC. ELECTRIC.

D OPERACION ESTABLE G ESPECIAL

E PROTECCION A CUALQUIER

F CALIFORNIA ELECTRICA

G PROTECCION AL PERSONAL

LINEA DE LINEAS SECCION

DE SECCION (FAS 12)

PROCESO PER: LSN

UNAM
E. N. C. P. ZHONZEN

DIAGRAMA 1.4 LISTA DE LINEAS (SECCION DE NUMERO Y CANTIDAD)

I.3.J) DIBUJOS DE RECIPIENTES.

Es un plano donde se plasma el diseño mecánico del recipiente (Fig. 1.10) incluyendo:

- Dibujos del recipiente de planta, de cortes y la elevación.
- Los detalles de las boquillas y la soporteria.
- Orientación de las boquillas, orejas de izaje y apoyos.
- Dimensiones del recipiente con las diferentes acotaciones de elevación de boquillas.
- Distribución y dimensiones de internos.
- Datos de diseño, como presión de diseño, temperatura de diseño, etc.
- Especificación del material.
- Lista de especificación de boquillas en el cual se da, la identificación de la boquilla, el libraje de estas, servicio, realce, etc.

Los dibujos de recipientes se emplean principalmente para la adquisición de recipientes, en instrumentación, para conocer la localización adecuada de las boquillas así como sus características como son el libraje, tamaño y la orientación de estas, esto es necesario para hacer una correcta selección de los instrumentos y un arreglo adecuado para la localización de estos.

I.3.K) PLANOS DE TUBERIAS.

El plano clave de tuberías contiene el área total de la planta dividida en varias secciones, con un número de identificación que corresponde al dibujo de tuberías que posteriormente se edita, de esta forma se tiene un panorama global de la plataforma.

Su principal utilización es para identificar el dibujo de tuberías en donde se encuentra un equipo, tubería o instrumento que se desea localizar.

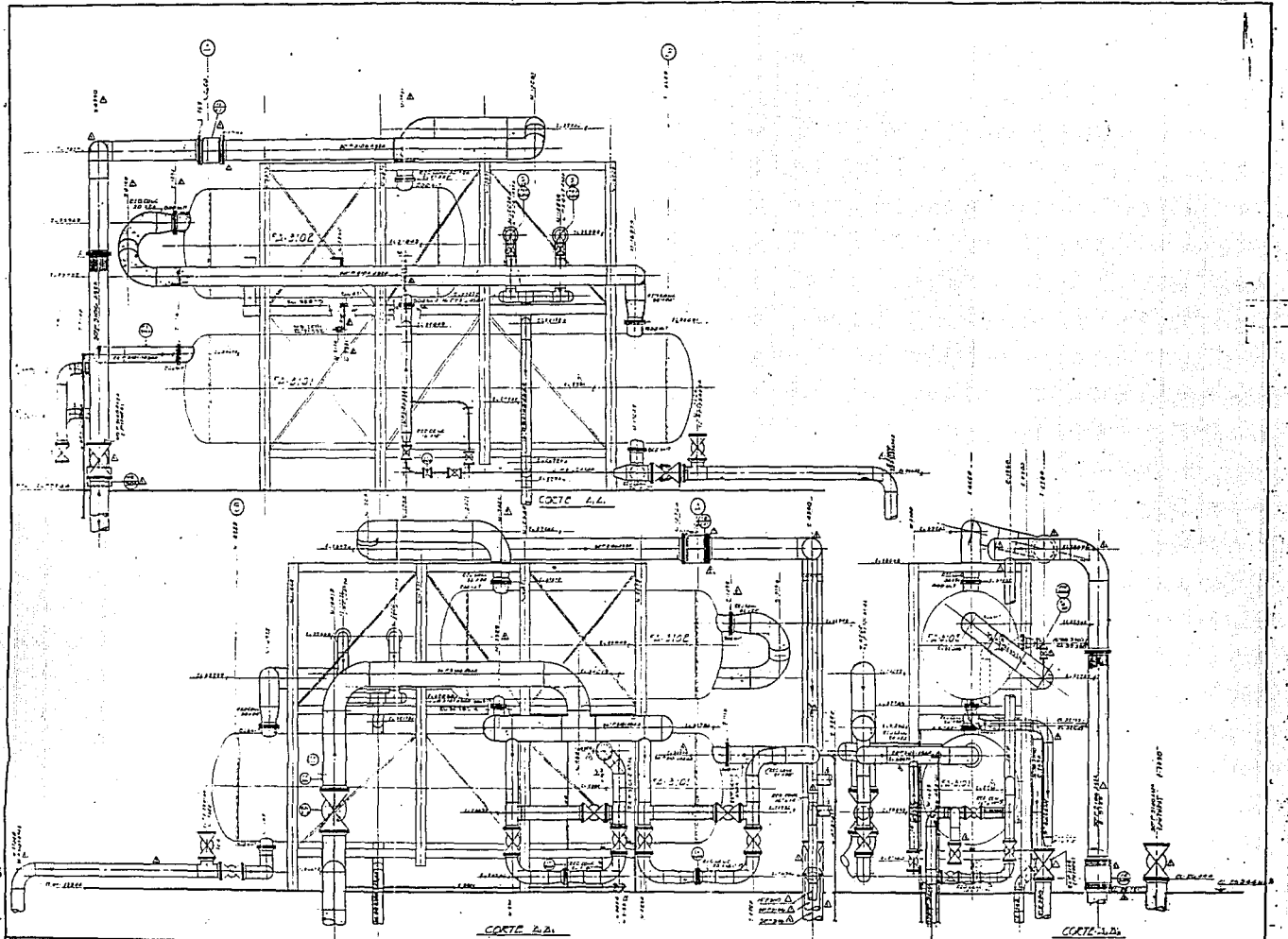
Para poder realizar los planos claves de tubería, es necesario tener como precedencia los planos de localización general de equipo.

Los planos de tuberías son dibujos vistos en planta de la distribución de tuberías (Fig.1.11), donde se indican:

- Orientaciones.
- Elevaciones.
- Distancias entre tuberías.
- Localización de válvulas de control.
- Conexiones para instrumentos.
- Límites de batería, etc.

Estos planos son de gran importancia, ya que las tuberías son el eslabón de conexión de un proceso y estas se encuentran asociadas a casi todos los equipos. Para la ingeniería de

instrumentación este plano es fundamental pues en base a este, se decidirá como quedará instalado el instrumento, es decir si se colocará sobre la tubería o se requerirá un pedestal para su instalación, ya que si no se toma en cuenta este plano el instrumento puede quedar en un lugar inaccesible o poco accesible para poder darle mantenimiento, o si es un instrumento de indicación no cumplirá con esta función.



NO. DE REPETICIÓN	DESCRIPCIÓN	DS	DN

TETRAPODO DE PRODUCCION PERIFERICA AKAL 7°

PLANO DE TUBERIAS EN NIVEL AREA 7°

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZARAGOZA

4707 E.L.

129/70

I.3.L) ISOMETRICOS DE TUBERIAS.

Es una representación en isométrico del arreglo de tuberías por línea de la planta, incluye la localización detallada de las tuberías, valvulas, conexiones de instrumentos, norte de construcción y lista de líneas en la cual se especifica:

- Número de línea.
- Especificación.
- Presión de prueba.
- Temperatura de operación.
- Relevado de esfuerzos.
- Aislamiento.

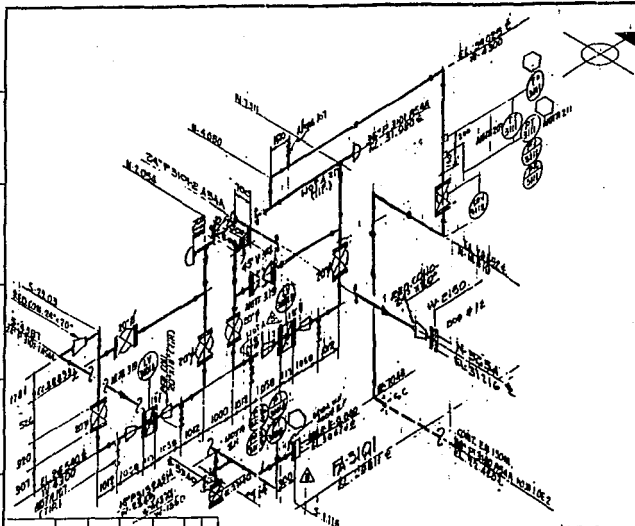
Los isométricos de tuberías incluyen además una lista de materiales en la cual se especifica:

- Especificación del tubo.
- Tipo de válvula.
- Tipo y libraje de bridas.
- Tipo y cédula de conexiones.
- Tipo de empaque.
- Cantidad y tamaño de tornillos.

En las figuras 1.12 , 1.13 y 1.14, se muestran ejemplos de isométricos de tuberías para la instalación de un porta placas de orificio (FR-3103), la instalación de valvulas de control (LV-3101A/B) y transmisores de presión (PT-3111 y PT-3111A), así como de tubería sola.

Los isométricos de tuberías son un complemento de los planos de tubería ya que en estos no es fácil visualizar las coordenadas en las que se encuentran instalados los instrumentos. Por el contrario, en los isométricos se tiene perfectamente definidas las coordenadas y la elevación a la que se encuentra el instrumento.

LISTA DE MATERIAL



PARTIDA	IDENTIFICACION	CANT	UNID	PRECIO
MATERIAS PRIMAS				
100	BOLETA 180	6	1	
101	BOLETA 100	1	1	
BRIDAS				
150	BRIDA 2\"	2	12	
151	BRIDA 3\"	4	1	
152	BRIDA 4\"	2	1	
153	BRIDA 6\"	2	1	
CONEXIONES				
0.375	CONEXION 2\"	5	2	
0.312	CONEXION 1.5\"	5	1	
0.250	CONEXION 1\"	1	1	
0.312	CONEXION 1.5\"	4	1	
0.312	CONEXION 1.5\"	4	1	
0.375	CONEXION 2\"	2	1	
VALVULAS				
150	VALVULA 2\"	13	1	
151	VALVULA 3\"	1	1	
OTROS				
64	VALVULA 1/2\"	10	1	
65	VALVULA 3/4\"	10	1	
66	VALVULA 1\"	10	1	
67	VALVULA 1.5\"	10	1	
68	VALVULA 2\"	10	1	

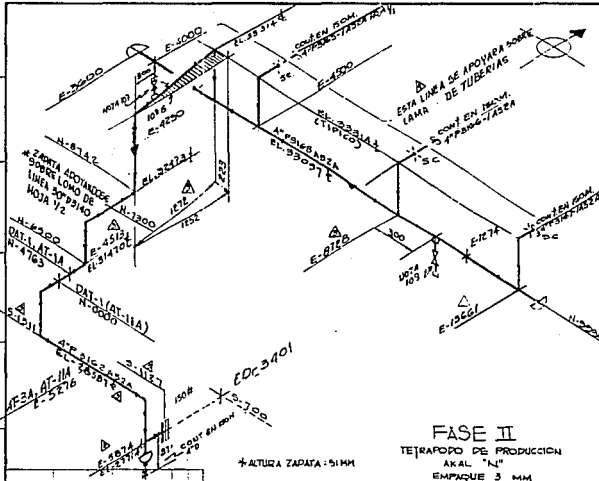
ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNID	PRECIO	TOTAL
1	VALVULA 2\"	13	1	10.00	130.00
2	VALVULA 3\"	1	1	10.00	10.00
3	VALVULA 4\"	2	1	10.00	20.00
4	VALVULA 6\"	2	1	10.00	20.00
LÍNEAS INCLUIDAS					
VER NOTA					

DESCRIPCION	CANT	UNID	PRECIO	TOTAL

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 ZAPATA
 NOMINATIVO DE TUBERIA
 DIM No. 12

LISTA DE MATERIAL

1. MATERIALS LISTED ARE TO BE USED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 2. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE NOTED.
 3. ALL ANGLES ARE TO BE SHOWN UNLESS OTHERWISE NOTED.
 4. ALL SURFACES ARE TO BE FINISHED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 5. ALL SURFACES ARE TO BE PAINTED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 6. ALL SURFACES ARE TO BE POLISHED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 7. ALL SURFACES ARE TO BE BRUSHED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 8. ALL SURFACES ARE TO BE BURNED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 9. ALL SURFACES ARE TO BE GALVANIZED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 10. ALL SURFACES ARE TO BE ANNEALED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 11. ALL SURFACES ARE TO BE TEMPERED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 12. ALL SURFACES ARE TO BE STRENGTHENED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 13. ALL SURFACES ARE TO BE STABILIZED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 14. ALL SURFACES ARE TO BE STRENGTHENED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 15. ALL SURFACES ARE TO BE STABILIZED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 16. ALL SURFACES ARE TO BE STRENGTHENED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 17. ALL SURFACES ARE TO BE STABILIZED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 18. ALL SURFACES ARE TO BE STRENGTHENED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 19. ALL SURFACES ARE TO BE STABILIZED UNLESS OTHERWISE NOTED.
 20. ALL SURFACES ARE TO BE STRENGTHENED UNLESS OTHERWISE NOTED.



ITEM	QUANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	REMARKS
1	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
2	1	LAMA DE TUBERIAS	LAMA DE TUBERIAS	
3	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
4	10	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
5	3	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
6	3	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
7	2	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
8	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
9	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
10	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	

FASE II
 TETRAPODO DE PRODUCCION
 AKAL "N"
 EMPAQUE 3 MM

LINEA	ESP.	UNIDAD	DESCRIPCION	REMARKS
1	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
2	1	LAMA DE TUBERIAS	LAMA DE TUBERIAS	
3	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
4	10	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
5	3	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
6	3	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
7	2	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
8	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
9	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
10	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	

LINEA	ESP.	UNIDAD	DESCRIPCION	REMARKS
1	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
2	1	LAMA DE TUBERIAS	LAMA DE TUBERIAS	
3	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
4	10	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
5	3	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
6	3	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
7	2	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
8	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
9	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	
10	1	CONJUNTO EN UNO	CONJUNTO EN UNO	

CAPITULO II

EVOLUCION

DE LA

INSTRUMENTACION

II. EVOLUCION DE LA INSTRUMENTACION

El origen de la instrumentación tal y como la conocemos hoy en día se remonta al siglo XVIII, durante el cual como resultado de la revolución industrial, la elaboración de productos empezó a realizarse por medio de máquinas. Este acontecimiento trajo como consecuencia la aparición de nuevos criterios de producción, tal como considerar importante no tan solo la calidad individual de los productos sino también su consistencia, lo que a su vez originó el desarrollo de los primeros instrumentos indicadores, tales como los termómetros de mercurio y los manómetros de tubo bourdon, los cuales fueron instalados dentro de las áreas de producción y empezaron a ser utilizados como guías para establecer las condiciones de proceso, como temperaturas, presiones de recipientes y flujos. Los operadores observaban las lecturas de los indicadores y corregían de acuerdo a su criterio mediante el ajuste de válvulas manuales, palancas o reguladores de tiro para cambiar las condiciones de proceso, de modo que fueran las ideales para la fabricación de los productos.

En un principio los dispositivos de indicación fueron de construcción simple, pero rápidamente empezaron a mostrar diseños innovadores que utilizaban ingeniosos principios de medición. Más tarde se hicieron evidentes las ventajas de tener un cierto número de indicadores en un sólo lugar, particularmente aquellas

referentes a un proceso o porción de la planta, siendo este hecho lo que impulso el desarrollo de los primeros transmisores, estos fueron principalmente de tipo neumático, aunque algunos dispositivos eléctricos tales como termopares, termómetros de resistencia y celdas de pH se hicieron comunes. Un tablero fue usado para proveer una superficie en el cual los instrumentos pudieran ser montados, concentrando la indicación de las condiciones de proceso que estuvieran a una distancia de aproximadamente 200 pies.

Posteriormente fueron inventados los registradores, de modo que la historia de las condiciones de operación de periodos previos estuvieron disponibles para los operadores y supervisores de la planta. Los instrumentos de registro tomaron la forma de cartas circulares (dispositivos de una sola pluma, con una carta que cubría generalmente un periodo de 24 Hrs.) y en forma de cinta (multi-punto). En un principio los operadores no aceptaron de buen modo los registradores debido a que significaba una estrecha vigilancia de sus acciones por parte de los jefes de la planta, pero como también se encontró que los registros pueden ser utilizados para detectar el origen de muchos problemas de operación fueron aceptados como un mal necesario.

El siguiente paso fue el desarrollo de los primeros controladores, de esta forma una señal neumática pudo ser enviada desde el cuarto de control hasta el área de proceso y una señal que variaba como función de la desviación de la variable con respecto al punto de ajuste, pudo ser desarrollada por el controlador para mover una válvula u otro dispositivo de regulación, en otras

palabras, un cierto valor o cantidad (la variable controlada), esta siendo continuamente medido y comparado con otro valor (el valor deseado o set-point); si no son iguales o están dentro de los límites prefijados (existe un error), se produce una corrección para llevar a la variable controlada a los límites preestablecidos.

De la anterior filosofía, que ha permanecido incambiable con el paso de los años, resultan los componentes básicos de un circuito de control automático: la medición, la decisión (o control) y la actuación. Estos componentes han cambiado significativamente, sobre todo en las últimas cinco décadas.

En el transcurso de la década de los 30's , la instrumentación industrial era fundamentalmente de tipo mecánica y por lo general instalada de manera local, en esta etapa el operador tenía que caminar dentro de la planta para registrar las variables del proceso. La implementación del control automático era difícil y en la mayoría de los casos se hacía en forma manual. Pero paradójicamente con el tiempo esto llegaría a ser, un reflejo histórico del control distribuido.

Este fue el estado de la instrumentación hasta mediados de los años 40's ; las plantas de proceso fueron dotadas con tableros similares al mostrado en la Fig. 2-1 , con un arreglo de aproximadamente media docena de controladores, registradores, algunos indicadores, luces, interruptores y equipo de control neumático. Sin embargo al final de esta década otra rama de la tecnología (la electrónica de estado sólido, cuyos precursores fueron los transistores bipolares de contacto y juntura), hizo su aparición y con el tiempo revolucionaría la industria en

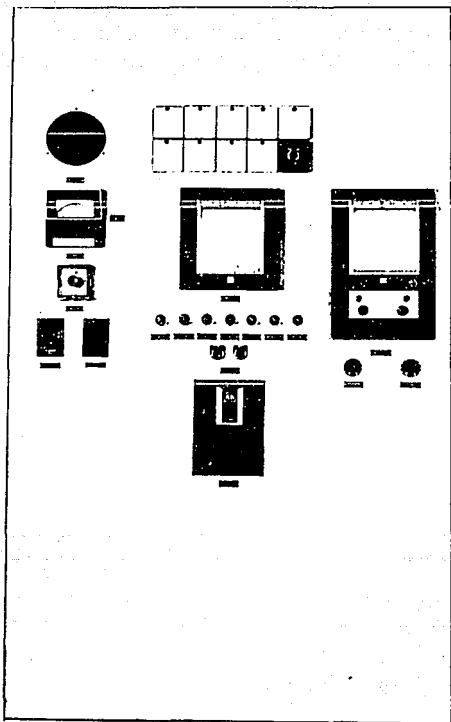


FIG. 61. TABLERO DE INSTRUMENTACION ANALOGICA CONVENCIONAL

general.

En la segunda mitad de la década comenzaron a existir cambios significativos en el diseño de la instrumentación y el cuarto de control. Estos ocurrieron debido a varios desarrollos específicos de ingeniería que tuvieron lugar durante la segunda guerra mundial. Las dos principales áreas de cambio fueron:

- 1) Técnicas de diseño.
- 2) Transmisión de señales.

1) Cambios en técnicas de diseño.

Durante la 2a. guerra mundial fueron desarrolladas máquinas que realizaban el montaje de las armas con gran rapidez y precisión. Técnicas basadas en la frecuencia de respuesta, fueron desarrolladas usando para el diseño las teorías mecánica y eléctrica; debido a que la dinámica de un proceso industrial tiene los mismos elementos que un sistema mecánico y que en ambos casos el objetivo de un sistema de control fue obtener un resultado final que redujera a cero la diferencia entre lo que se obtiene y lo que se desea, la aplicación de la teoría de la frecuencia de respuesta ocasiono que el control de procesos pasará a ser, de un arte empírico a una ciencia precisa. Los resultados fueron nuevas estrategias y nuevos instrumentos para la medición y el control.

2) Cambios en la transmisión de señales.

La transmisión hidráulica y eléctrica fueron progresivamente empleadas para mover equipo militar de manera rápida y precisa.

Fueron utilizados servomotores para posicionar partes localizadas remotamente en grandes portaaviones, y se hizo común su aplicación a válvulas y amplificadores.

La transmisión eléctrica fue utilizada para llevar una gran cantidad de información de manera instantánea al piloto de un aeroplano, de ésta aplicación procede el desarrollo de la transmisión eléctrica y electrónica de las señales de proceso y señales de control.

En la década siguiente el concepto del control centralizado permitió el agrupamiento de las diferentes variables de proceso en un cuarto de control, por lo que el operador redujo sensiblemente el tiempo de recorrido por la planta. Se implementaron un gran número de circuitos de control en forma automática, a través de tableros e instrumentación de relativamente gran tamaño, con señalización predominantemente neumática; aunque también se utilizó señalización analógica de corriente alterna, con electrónica de vacío.

Era necesaria la conversión electro-neumática y viceversa, tanto en la medición como en la actuación, y comenzaba a utilizarse el concepto de sistemas de adquisición de datos, en instrumentos que podían registrar hasta dieciseis canales en grupos expandibles de cuatro.

Así las cosas, a finales de esta época se conjugan dos factores que tendrán efectos decisivos en el porvenir, pues por un lado se comienza la fabricación de equipos de tamaño pequeño, miniatura tanto neumáticos como electrónicos, que disminuirían sensiblemente el tamaño de los tableros y los cuartos de control; y por el otro

lado se comienza también a utilizar la computadora digital electrónica como controlador de proceso, lo que marca el arranque de la era digital de control.

Los diez años siguientes a 1960 se caracterizaron por un cambio sorprendente en la instrumentación industrial, principalmente por la conversión de la electrónica de vacío a la de estado sólido, y el advenimiento del amplificador operacional de corriente directa a base de transistores con las ventajas de muy bajo consumo de energía, alta linealidad y mayor capacidad de realización de funciones de control y cálculo.

Se equilibra entonces el mercado de la instrumentación industrial en aproximadamente un 50 % para la instrumentación electrónica y otro 50% para la neumática. Se predice además, la obsolescencia de esta última, en base a las siguientes razones principales:

- 1) Compatibilidad de los sistemas de control electrónico con la computadora digital del mismo tipo.
- 2) Mayores distancias de operación del equipo electrónico con respecto al neumático.
- 3) Una tecnología con avance arrollador.

En la década de las 60's se implementan también, un número importante de sistemas de control manejados por computadora digital electrónica, sobre todo apartir de la aparición del transistor monopolar mosfet o transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor, y con él, la primera generación en baja integración

del circuito integrado. La utilización de las computadoras fue de tres formas. La primera fue como simple adquisición y registro de datos. La segunda, fue llamada control supervisorio; en esta forma, las señales fueron enviadas desde una computadora digital a controladores analógicos para cambiar los valores de los puntos de ajuste calculados por la computadora. La tercera forma fue el control digital directo, más comunmente referido como DDC. En esta forma las señales generadas por la computadora van directamente al dispositivo final de control y la función del controlador fue ejecutada como parte de la programación del computador. En los casos del control supervisorio y DDC, la computadora cierra el lazo entre la variable de proceso medida y la característica del proceso deseada, bajo la supervisión de un programa de operación optimizado.

Las computadoras digitales fueron usadas primeramente para el control de procesos industriales en las compañías de la pulpa y el papel, químicas y del acero, pero después de esta exitosa aplicación no se volvió a escuchar acerca del control por computadora. Hubo dos razones de la aparente falla, una fue que las computadoras en esta etapa de desarrollo fueron muy caras, tanto en hardware como en software, y no fue inmediatamente entendido que el programador no debe tan solo manejar la computadora que controla, sino que también debe definir como controlar.

El programa debe de hacer un barrido de las variables, almacenar información, actualizarla y moverla en varios registros en una organización precisa, para tal efecto tuvieron que ser desarrolladas técnicas adecuadas, lo que a su vez ocasionó que la

programación tuviera que ir más allá de su alcance original y que su costo fuera mayor de lo esperado y con más tiempo.

La segunda razón de la aparente falta de éxito del control por computadora fue que al menos en esta etapa de desarrollo no fueron completamente confiables, ya que al fallar el sistema por cualquier razón, la planta entera se paraba.

De 1970 a 1979 la instrumentación industrial recorre un largo camino. Los receptores se achican y aparece el concepto de alta densidad, tanto electrónica como neumática, pero para esta última, marca el fin del avance tecnológico. Los circuitos integrados pasan por las generaciones media, alta y muy alta; las computadoras de macro, a mini y micro. El controlador programable que enmascara una computadora en una caja, permite al diseñador de circuitos lógicos, realizar su trabajo sin tener un gran conocimiento previo sobre programación. El microprocesador, la computadora en un "chip", se muestra como un fenómeno todopoderoso en el campo del control.

Por esta época las calculadoras y minicomputadoras a base de microprocesadores hicieron su aparición convirtiéndose en el tema de interés de revistas técnicas, ya que la capacidad de cómputo fue notablemente incrementada a costos mucho más bajos comparados con los sistemas de relevadores y tubos de vacío.

Debido a la enorme capacidad de cómputo que pudo ser concentrada en los chips de circuitos impresos, los costos de las microcomputadoras fueron abatidos.

Las compañías de instrumentos considerando la importancia del uso de los microprocesadores empezaron a desarrollar dispositivos utilizándolos, dando como resultado el inicio de una nueva etapa en

el desarrollo de la instrumentación y que es el uso de circuitos electrónicos a base de microprocesadores localizados en o próximos a las áreas de proceso, de esta forma el operador puede manipular los lazos de control desde un lugar remoto, realizando la comunicación mediante un bus formado por tan solo un cable coaxial, un par de alambres trenzados o una fibra óptica. La interfase de los operadores con las áreas de control es un tubo de rayos catódicos y un teclado. La capacidad de control es distribuida por la planta, mientras la función de operación es centralizada en un punto. El nombre de esta nueva forma de control (ilustrada esquemáticamente en la Fig.2.2) es "Control Distribuido" y en muy pocos años ha sido reconocida y aceptada como una forma práctica de instrumentación.

En la actualidad como hace más de 10 años, la instrumentación industrial sigue repartiéndose predominantemente entre: la electrónica, con sus variantes analógica y digital; y la neumática que es básicamente analógica. Los otros tipos, hidráulica, mecánica y demás, son para aplicaciones muy especiales.

La instrumentación neumática se ha mantenido principalmente por la facilidad con que puede entrenarse al personal para su diseño, instalación y mantenimiento (pese a que se predijo su obsolescencia a mediados de la década de los 60's, lo que se ha verificado en cuanto a avance tecnológico pero no en cuanto a mercado, del cual retiene todavía un 30%).

Sus desventajas principales son:

- Corto radio de acción.
- Dificultad para acoplarse a la computadora electrónica.

por lo que su utilización queda fuera en sistemas de control de complejos grandes y sofisticados.

En cuanto a la instrumentación electrónica, tiene la responsabilidad de encargarse de los aspectos básicos de medición, adquisición y procesamiento de datos, con lo que permite que los sistemas efectúen una cuantificación de las variables físicas que deben manejar, lo que le confiere precisión a sus operaciones.

Resumiendo, han existido tres etapas en la evolución de la instrumentación de procesos. La primera fue la etapa artesanal cuando la producción era muy pequeña y la única característica importante era la calidad individual del producto. La segunda etapa tuvo lugar con la Revolución Industrial, ejemplificada con la instrumentación analógica, siendo incluidos a los objetivos de la instrumentación la confianza, repetibilidad y seguridad. Actualmente, por las virtudes del microprocesador, una nueva etapa ha iniciado y puede también introducir nuevos objetivos aún no concebidos en el presente.

El control distribuido (ver figura 2.2) la primera evidencia significativa, de esa nueva era en el campo de la instrumentación y control.

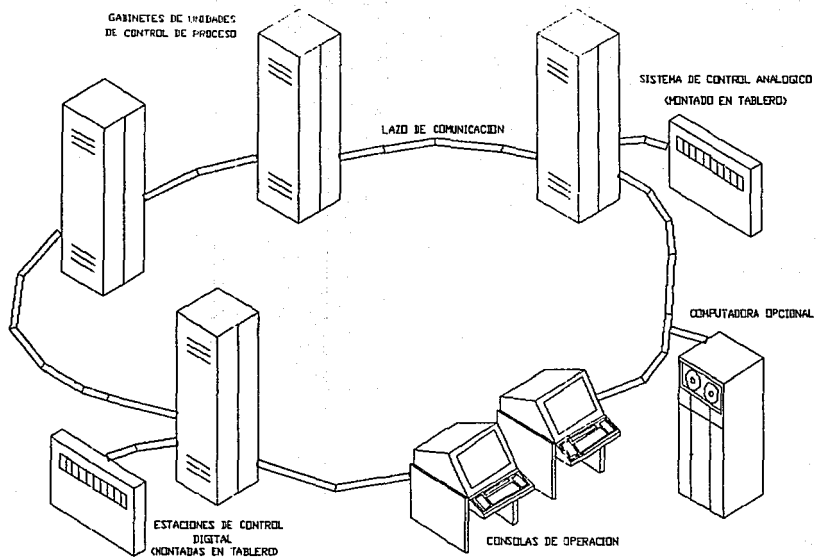


FIG. 2.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

CAPITULO III

TEORIA

DEL

CONTROL

III. TEORIA DEL CONTROL AUTOMATICO.

En la actualidad la necesidad de la medición y el control ha aumentado con el incremento del número de condiciones variables y factores que han evolucionado con la industrialización. La instrumentación ha encontrado una amplia aplicación en la industria del Petróleo y esta industria se caracteriza por el avanzado grado ha que se ha llegado en automatización. Es por este motivo que el capítulo presente se dirige hacia el conocimiento de la terminología de la instrumentación, así como la aplicación práctica de la teoría del control automático de la industria petrolera y NO al análisis matemático desde el punto de vista de diseño.

III.1. FUNDAMENTOS.

Se puede decir que los sistemas de control se clasifican en dos grandes grupos :

- 1) Los de circuito abierto o prealimentados y,
- 2) Los de circuito cerrado o retroalimentados.

Los sistemas de control de circuito abierto son aquellos en donde la acción del control es independiente de la señal de salida (Fig. 3.1). Un tostador automático de pan es un ejemplo de este

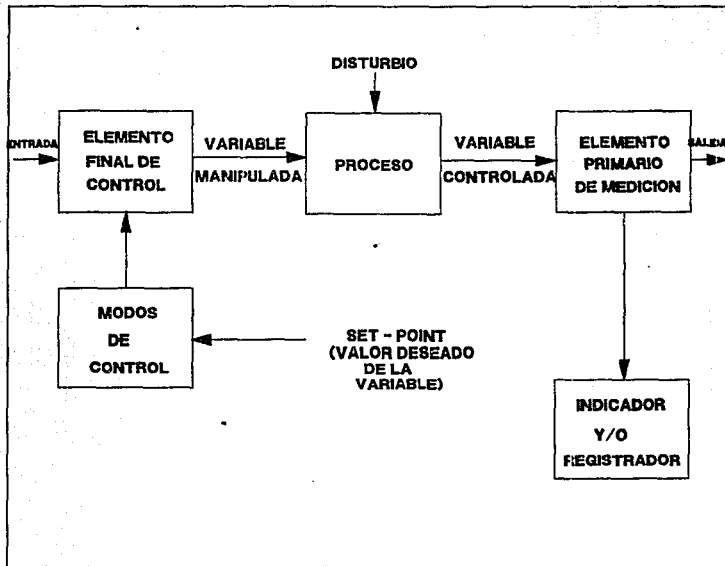


FIG. 3.1 DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CIRCUITO DE CONTROL ABIERTO

sistema, pues el control se efectúa por medio de un control de tiempo. El tiempo requerido para tener un "buen tostado" es estimado por el usuario, quien NO es parte del sistema. El control sobre la calidad del tostado (salida) es independiente del ajuste inicial al control de tiempo (entrada).

En un sistema de control de lazo abierto cualquiera, no se compara la salida con la entrada de referencia. Por tanto, para cada entrada de referencia corresponde una condición de operación fijada. Así, la exactitud del sistema depende de la calibración. (Los sistemas de calibración de lazo abierto deben ser cuidadosamente calibrados y para que sean útiles deben mantener esa calibración). En presencia de perturbaciones un sistema de control de lazo abierto no cumple su función asignada. En la práctica solo se puede usar el control de lazo abierto si la relación entre la entrada y la salida es conocida y si no hay perturbaciones internas ni externas.

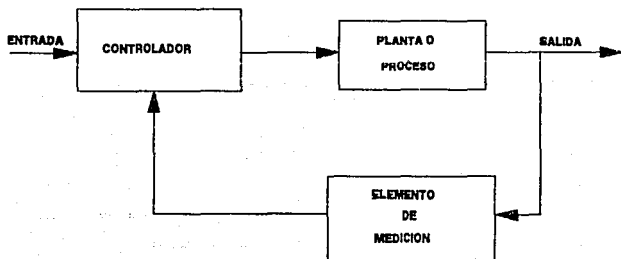


FIGURA 3.2 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO

Los sistemas de control de circuito o trayectoria cerrada (Fig. 3.2) son aquellos, donde la acción de control está relacionada con la salida; a este tipo de control también se le llama de retroalimentación y se define ésta, como la propiedad de un sistema de trayectoria cerrada el cual permite que la salida, (o alguna otra variable del sistema) sea comparada con la entrada del sistema, (o alguna entrada de otro componente interno o subsistema del sistema) tal que, la acción apropiada del control se pueda realizar como una función de la salida y la entrada. En otras palabras, el término lazo "cerrado" implica el uso de acción de realimentación para reducir el error del sistema. La Fig. 3.2 muestra la relación entrada-salida de un sistema de control de lazo cerrado. Una figura como ésta recibe el nombre de *diagrama de bloques*. Para ilustrar el concepto de sistema de control de lazo cerrado, se considera la Fig. 3.3, aquí actúa un ser humano como controlador.

Esta acción de control está basada en la operación en lazo cerrado. Como tanto la realimentación de salida para comparación con la entrada de referencia, como la acción de control tiene lugar a través de los actos del operador. este es un sistema de control de lazo cerrado. Se podría denominar a este sistema de realimentación manual o de lazo cerrado manual.

Si se usa un controlador detector automático en remplazo del operador humano, como se ve en la Fig. 3.4, el sistema de control se vuelve automático, es decir, un sistema de control de realimentación automático o de lazo cerrado automático.

Los sistemas de realimentación automática y manual citados

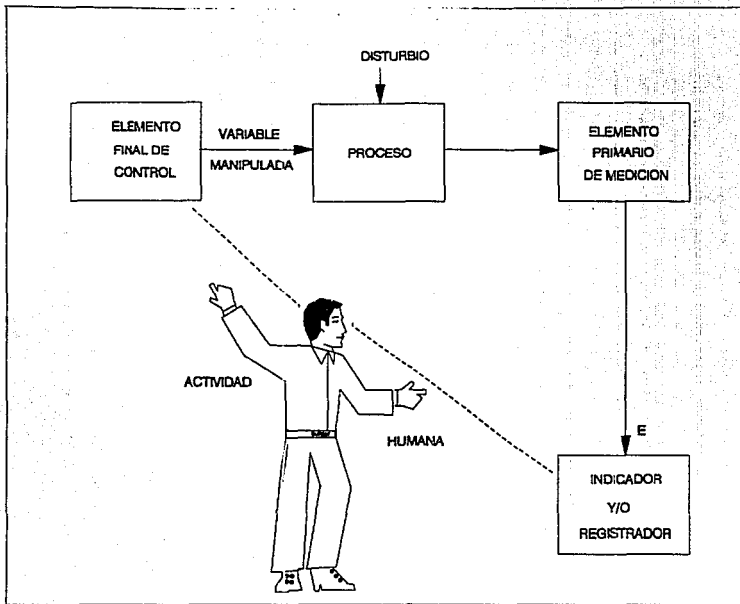


FIG. 3.3 DIAGRAMA A BLOQUES DE UN SISTEMA DE CONTROL MANUAL

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

anteriormente operan en forma similar. Los ojos del operador constituyen el análogo del dispositivo de medición de error, su mente la del controlador automático y sus músculos el análogo del momento actuante.

El control de un sistema complejo por un operador humano no es eficaz, por las muchas interrelaciones entre las diversas variables. Nótese que aún en un sistema simple, un detector automático elimina cualquier error humano de operación. Si se necesita control de alta precisión, el control debe ser automático.

Este sistema es el más utilizado dentro de industrias de proceso continuo y así se tiene que un controlador automático es un instrumento que mide el valor de una cantidad o condición de variable y que opera para corregir o limitar la desviación de este valor medido con referencia a un valor previamente seleccionado (set-point).

Entonces un sistema de control automático es cualquier arreglo operable de uno o más controladores automáticos conectados en circuitos cerrado, con uno o más procesos; muchos sistemas de control industrial pueden ser reducidos a uno o más de dichos diagramas .

Analizando la Fig. 3.4, el elemento primario de medición es aquel que detecta el valor de la variable.

El elemento secundario de Medición y Transmisión se encarga de amplificar la señal proveniente del elemento primario de medición, o bien en transformar esa función en una señal útil, fácilmente medible, como una señal eléctrica o una señal neumática, que dependiendo de los fabricantes de los instrumentos, pueden ser

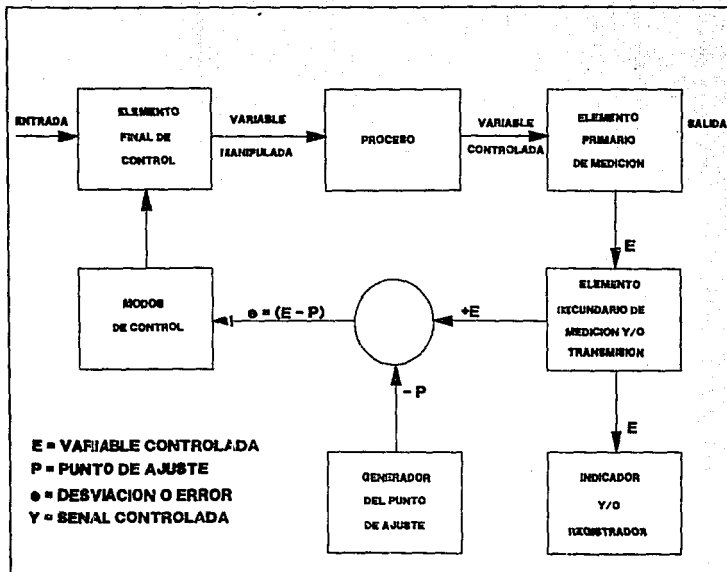


FIG. 3.4 DIAGRAMA A BLOQUES DE UN SISTEMA AUTOMATICO DE CONTROL

señales de: 4 a 20 o 10 a 50 mA. en los eléctricos, o de 3-15 y 6-30 lb/pg² en el caso de los neumáticos; observese que siempre varía en una proporción de 1 a 5.

La señal detectada y transmitida por los medios de medición (elemento primario y secundario) es una función de la variable controlada o sea de la cantidad o condición que es medida y/o controlada y se representa con la letra E .

La señal que va al controlador (constituído por dos partes: elementos de sustracción y medios de control), llega al elemento de sustracción donde se compara la señal de la variable controlada con una referencia seleccionada (punto de ajuste) representado por la letra P ; encontrando una diferencia o error $e = E - P$, esta señal es enviada a los modos de control, donde se realizan las funciones de control o sea, cuenta con los medios necesarios para corregir la desviación, mandando una señal controlada Y a un elemento final de control, que por lo general es una válvula operada automáticamente, aunque podría ser cualquier dispositivo similar capaz de cambiar la variable de proceso.

Si se trata de una válvula, ésta es dirigida por la señal controlada, accionando directamente sobre el flujo a través de ella, siendo el flujo una de las variables de proceso, recibiendo el nombre de variable manipulada.

III.2. MODOS DE CONTROL.

Se menciono anteriormente que el controlador tiene los medios necesarios para corregir una desviación o error, a esos medios se

les llama Modos de Control y es la acción correctiva del controlador sobre el elemento final de control para mantener el valor deseado de la variable controlada. Dicho en otra forma el Modo de Control es el que determina la acción de un sistema de control a ciertas condiciones de operación.

En este tema se estudiarán los modos de control y al controlador como una caja negra en la que solo importarán las relaciones de entrada y salida.

Todos los controladores además de presentar un tipo de acción específica (modos de control), presentan otra característica que depende de la relación existente entre la señal de medición y la señal de control. Esta acción puede ser: directa, cuando el aumento en la señal de medición produce un aumento en la señal de control o inversa cuando una disminución en la señal de medición produce un aumento en la señal de control.

Los Modos de Control más empleados dentro de la industria del petróleo son los siguientes:

- a).- Dos posiciones (on-off).
- b).- Proporcional (P).
- c).- Proporcional más reajuste automático (Integral).
- d).- Derivada (D).
- e).- Proporcional más reajuste automático más acción derivativa (PID).

III.2.a) CONTROL DE DOS POSICIONES.

El control de dos posiciones, también llamado abierto-cerrado, es aquel en el cual el elemento final de control sólo puede estar en una de sus dos posiciones extremas, dependiendo de que la variable controlada esté arriba o abajo del punto de ajuste.

Suponiendo que el punto de ajuste P es constante y es igual al 50 %, mientras que la variable controlada E es alternativamente mayor o menor que P , la señal controlada o posición del elemento final de control Y tendrá dos posiciones extremas 0 y 100% de abertura (Fig. 3.5a), donde:

$$P = 50 \% = \text{cte.}$$

Si $E > P$, $Y = 100\%$, e es positiva

Si $E < P$, $Y = 0\%$, e es negativa

El tipo más conocido de control de dos posiciones es el eléctrico, por ejemplo: Relevadores, Protección de transformadores, Generadores y Motores eléctricos, Fusibles, etc. En refinerías por ejemplo: válvulas de seguridad, protección sobre velocidades de compresoras y otras maquinas rotatorias, etc. .

El control de dos posiciones es muy usado debido a su simplicidad, pero en procesos ciclicos donde se requiere mucha precisión, el funcionamiento excesivo daña al controlador y al equipo (Fig. 3.5b).

En resumen, el control de dos posiciones es satisfactorio cuando:

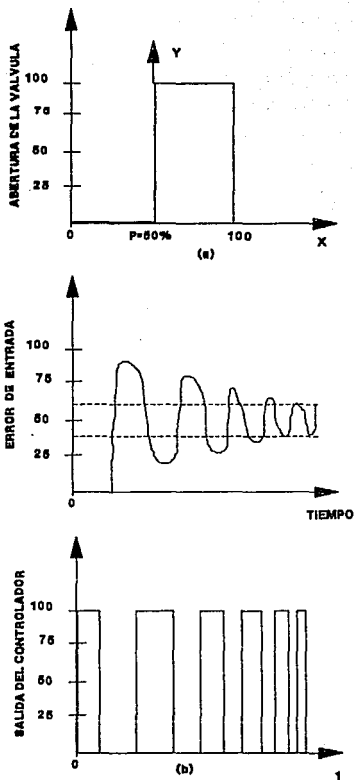


FIG.3.5 CONTROL DE DOS POSICIONES

- a).- Los atrasos de transmisión y tiempo muerto son despreciables.
- b).- La velocidad de reacción del proceso es lenta.
- c).- Los atrasos de medición y control son pequeños.
- d).- Los cambios de carga no son grandes ni frecuentes.

III.2.b) CONTROL PROPORCIONAL.

Este es uno de los tipos de control más comúnmente utilizados y produce una salida que es proporcional a la señal de error. La salida no será restringida a dos valores como en el caso del control de dos posiciones, sino que puede ser cualquier valor de señal de mínimo a máximo y existe una relación lineal continua entre el valor de la medición actual de la variable controlada, y la posición de la válvula. Generalmente el instrumento se alinea de modo que ocurra la salida a 50% de la escala cuando el error sea cero.

La acción de control proporcional se puede expresar con la ecuación de la recta, donde la pendiente m , es el factor de proporcionalidad entre la salida (Y) y el error (e) y es llamada ganancia proporcional, porque esta en función de la banda proporcional.

$$Y = me + b \quad \dots(3.1)$$

en donde:

$m = G =$ Ganancia

$e = E - P =$ Desviación de error.

$$Y = G (E-P) + b \quad \dots(3.2)$$

en donde:

Y = Señal controlada en %.

G = Ganancia en %.

E = Variable controlada en %.

P = Punto de ajuste %.

b = Ordenada al origen = 0.5% = 50% o sea la mitad de la carrera del elemento final de control.

Frecuentemente se utiliza el término Banda Proporcional (B.P.) para describir la ganancia del controlador y se define como el porcentaje que debe variar la variable controlada, para que el elemento final de control se desplace de una posición extrema a la otra y es función inversa de la ganancia.

$$B.P. = \frac{100}{GANANCIA} \quad \dots(3.3)$$

donde B.P. se expresa en por ciento.

Entonces la ecuación completa para un control proporcional es:

$$Y = \frac{1}{B.P.} (E - P) + 0.5 \quad \dots(3.4)$$

De la ecuación (3.4) se deduce que la posición del elemento final de control (Y) es:

a) Directamente proporcional a la desviación.

b) Inversamente proporcional al ajuste de banda proporcional.

Cuando el punto de ajuste es constante, por ejemplo, igual al 50%, la ecuación 3.4 representa una familia de rectas que tiene 0.5 de ordenada al origen y cuya pendiente depende del valor de B.P. por ejemplo, B.P. = 50%, 100%, 200%. (ver Fig. 3.6a).

Como se aprecia en la figura 3.6, cuando B.P. > 100%, el elemento final de control (válvula automática), no abre ni cierra totalmente.

De la ecuación 3.4, se deduce que el eje de las Y, deberá coincidir con el punto de ajuste P, ya que $e = 0$ cuando $E = P$.

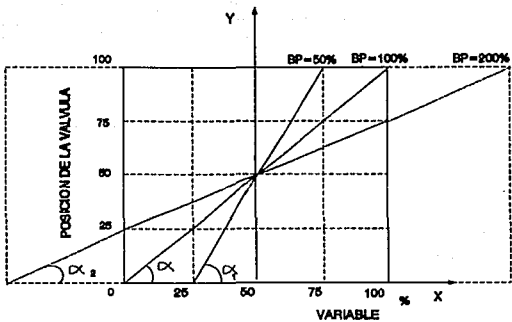
Por lo explicado anteriormente se ve que la recta que representa al control proporcional, se desliza con el punto de ajuste P, por lo tanto, cuando B.P. es fija, la ecuación 3.4, representa una familia de rectas paralelas que dependen del valor de P, por ejemplo, $P = 0.25, 0.50,$ y 0.75 (ver Fig. 3.6b).

Como se aprecia en la figura 3.6b, al correrse la recta con los valores de P, habrá posiciones en las cuales la válvula, o no abre o no cierra totalmente.

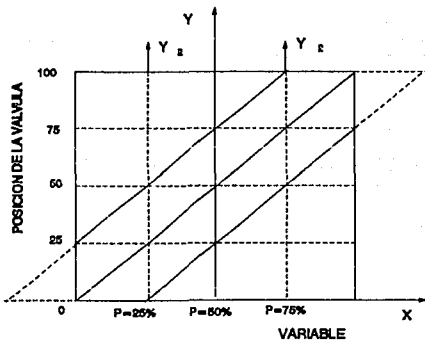
Cuando $P = 25\%$ y B.P. = 100%, el elemento final de control solo podrá recorrer del 25% al 100% de su carrera, y cuando $P = 75\%$ el elemento final de control solo podrá recorrer de 0 a 75 % de su carrera.

Como se aprecia, solo cuando B.P. = 100% y $P = 50\%$, el elemento final de control, podrá recorrer el 100% de su carrera.

Con objeto de entender la aplicación de la banda proporcional se estudiarán algunos ejemplos con diferentes condiciones de



a) AJUSTE DE BANDA PROPORCIONAL



b) AJUSTE DEL PUNTO DE REFERENCIA

FIGURA 3.6 ACCIONES DEL CONTROL PROPORCIONAL

proceso y se verá la reacción del control a tres condiciones de banda proporcional.

1.- Se tiene una desviación o error del 10% (ver Fig 3.7a).

a) B.P. = 200 % sustituyendo valores en la ec. 3.4

$$Y = \frac{1}{B.P.} (E-P) + 0.5 \quad \dots(3.4)$$

$$Y = \frac{1}{2} (0.1) + 0.5 = .05 + 0.5 = 0.55 = 55 \%$$

$$Y = 55 \%$$

b) e = 10 % = 0.1 ; B = 100 % = 1 Sustituyendo valores en la ec. 3.4.

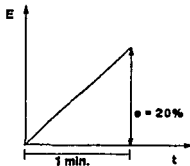
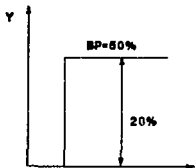
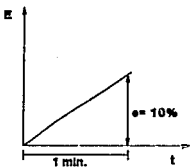
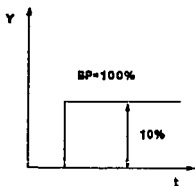
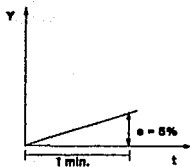
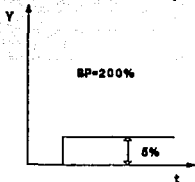
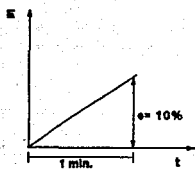
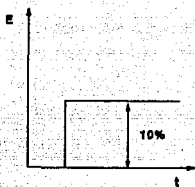
$$Y = \frac{1}{1} (0.1) + 0.5 = 0.1 + 0.5 = 0.6 = 60 \%$$

$$Y = 60 \%$$

c) e = 10% = 0.1 ; B = 50 % = 0.5 Sustituyendo valores en la ec. 3.4.

$$Y = \frac{1}{0.5} (0.1) + 0.5 = 0.2 + 0.5 = 0.7 = 70 \%$$

$$Y = .70 \%$$



a) DESVIACION INSTANTANEA DE LA VARIABLE

b) DESVIACION CON VELOCIDAD DE CAMBIO DE LA VARIABLE

FIG. 3.7 INTERPRETACION DE LA BANDA PROPORCIONAL

Derivando la ec. 3.4 con respecto al tiempo, se tiene:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{1}{B.P.} \frac{dE}{dt} \quad \dots(3.5)$$

De la ec. 3.5 se deduce que la velocidad de movimiento del elemento final de control:

- a).- Es directamente proporcional a la velocidad de cambio de la variable.
- b).- Es inversamente proporcional al valor de la banda proporcional.

Cuando B.P. sea angosta, el elemento final de control se moverá con mayor velocidad (mayor sensibilidad), y cuando B.P. sea ancha, el elemento final de control se moverá con menor velocidad (menor sensibilidad).

2.- Se tiene una desviación o error, con una velocidad de cambio de la variable de 10 % / min (ver Fig 3.8).

- a).- $\frac{dE}{dt} = 10 \% / \text{min.}$; B.P. = 200 % Sustituyendo valores en la ec. 3.5.

$$Y = \frac{1}{2} (0.1) = 0.05 = 5\%$$

- b).- $\frac{dE}{dt} = 10 \% / \text{min.}$; B.P. = 100 % Sustituyendo

valores en la ec. 3.5.

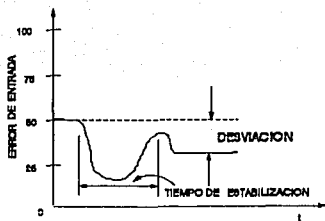
$$Y = \frac{1}{1} (0.1) = 0.1 = 10\%$$

c).- $\frac{dE}{dt} = 10\% / \text{min.}$; B.P. = 50% Sustituyendo valores en la ec. 3.5.

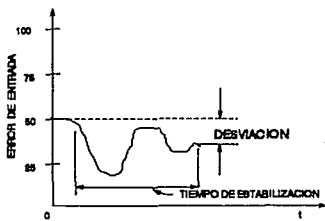
$$Y = \frac{1}{0.5} (0.1) = 0.2 = 20\%$$

Una característica propia del control proporcional, es la desviación existente entre el punto de ajuste y la variable controlada, cuando el control llega a la estabilización. Esto se debe a que el control corrige proporcionalmente, cuando siente un cambio en el valor de entrada, o lo que es lo mismo, una desviación de la variable controlada con respecto al punto de ajuste; el control actúa y cuando la $E = P$, por la ecuación 3.4 $e = 0$. $Y = 0.5$, la válvula regresa al 50% de su carrera, provocando que exista una desviación otra vez, teóricamente el control oscilaría, pero en la práctica se estabiliza, provocando una desviación permanente entre E y P, esta desviación es llamada corrimiento y es una característica inherente del control proporcional.

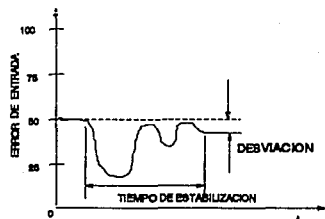
De la figura 3.8. se ve que la estabilidad es más rápida para banda proporcional ancha, solo que el corrimiento aumenta su amplitud con el valor de la banda proporcional, de tal forma que se tiene que equilibrar el tiempo de estabilidad y el valor del corrimiento. El ajuste de la banda proporcional depende del proceso específico que se trate.



a) BANDA ANCHA



b) BANDA MODERADA



c) BANDA ANGOSTA

FIGURA 3.8 ACCIONES DEL CONTROL PROPORCIONAL

Resumiendo el control proporcional es satisfactorio cuando:

- a) La velocidad de reacción del proceso es lenta.
- b) No hay grandes atrasos en la transmisión.
- c) No hay tiempo muerto o es despreciable.
- d) No hay cambios rápidos ni grandes de carga.

III.2.c) CONTROL PROPORCIONAL CON REAJUSTE AUTOMÁTICO (RESET) (INTEGRAL)

Uno de los modos de control que ayuda a evitar la desviación característica del control proporcional, es el reajuste automático o integral el cual se utiliza en combinación con el control proporcional. El efecto que produce el reajuste automático, es el repetir la acción efectuada por la acción proporcional, hasta eliminar la desviación entre la variable controlada y el punto de ajuste, no importando la posición del elemento final de control.

Las unidades de reajuste automático (reset) que más comunmente se usan se llaman "repeticiones por minuto" que significa el número de veces que la acción de reposición automática reproduce lo que la acción proporcional haría sola. Por ejemplo: Suponiendo que una válvula de control es movida por acción proporcional $1/8$ de pulgada para una desviación dada, y supongamos que la acción de reajuste moviera la válvula $1/4$ de pulgada en un minuto después de la misma desviación. El reajuste automático está por lo tanto moviendo la válvula dos veces más que la acción proporcional sola. Entonces el

reajuste se mide como dos repeticiones por minuto. En otras palabras, para una misma desviación la acción de reajuste está repitiendo dos veces por minuto lo que la acción proporcional hizo sola.

La ecuación que rige al control proporcional con reajuste automático es la siguiente:

$$Y = me + mr \int_{t_0}^{t} e dt + K \quad \dots(3.6)$$

Sustituyendo los valores de m y e se tiene:

$$Y = \frac{1}{B.P.} (E - P) + \frac{r}{B.P.} \int_{t_0}^{t} (E - P) dt + K \quad \dots(3.7)$$

r = Reajuste automático en rep./min. del efecto producido por la acción proporcional en un sistema dado, debido a una desviación instantánea.

t = Tiempo.

K = b ± constante de integración.

Derivando la ec. 3.7 con respecto al tiempo se tiene:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{1}{B.P.} \frac{dE}{dt} + \frac{r}{B.P.} (E-P) \quad \dots(3.8)$$

Analizando el segundo miembro de la ecuación, se observa que la velocidad de movimiento de la válvula debido al reajuste automático:

- a) Es directamente proporcional a r (número de rep./ min.).
- b) Es directamente proporcional a la desviación o error.

Cuando:

$$E = P$$

$$e = 0$$

No hay desviación y la ecuación (3.7) quedará:

$$Y = K$$

Lo que significa que, cuando la desviación es cero, el reajuste automático no actúa.

Ejemplo:

Se tiene un controlador con los siguientes ajustes:

B.P. = Banda proporcional = 100 %

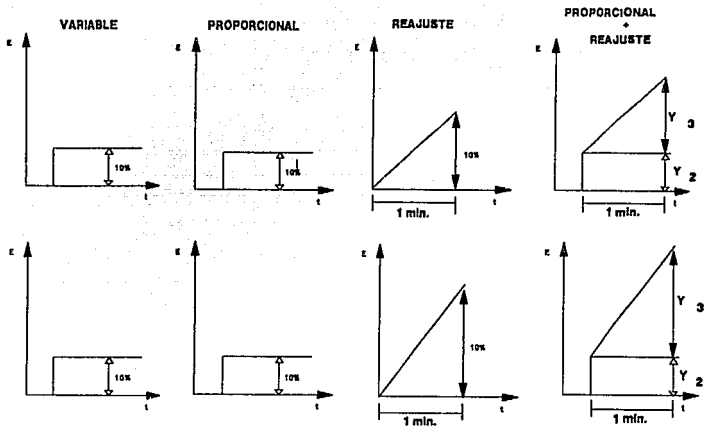
r = Reajuste automático = 1 rep./min.

e = Desviación o error = 10 %

Ver figura 3.9.

En un instante dado, al existir una desviación sostenida del 10% , existe un error $e = E-P$ y la acción proporcional actúa:

$$Y = \frac{1}{B.P.} (E-P) + 0.5 = \frac{1}{1} (0.1) + 0.5 = 0.6$$



INTERPRETACION DEL REAJUSTE AUTOMATICO

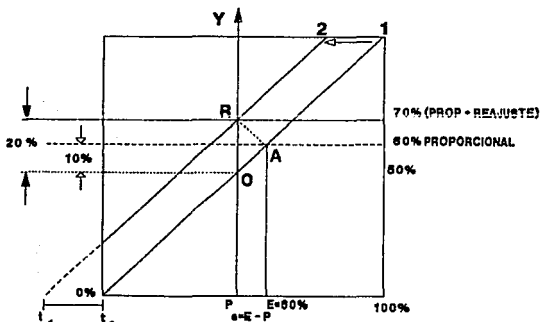


FIG 3.9 ACCION DEL REAJUSTE AUTOMATICO

$$Y = 60 \%, \text{ corrección } 10 \% + 50 \% = 60 \%$$

La corrección de control proporcional corrige la abertura de la válvula en un 10 %, punto "A". Esta corrección no es suficiente, ya que la variable "E" no regresa al punto de ajuste "P" (eje Y), entonces se suma a la anterior la acción del reajuste automático:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{r}{B.P.} (E-P) = \frac{1}{1} (0.1) = 0.1 = 10 \%$$

La acción del reajuste automático, desliza la recta hacia la izquierda de la posición 1 a la 2, con una velocidad de reajuste:

$$r = 1 \text{ rep. / min.} = 10 \%$$

Al cabo de 1 minuto, la desviación se anula ($E = P$), por lo que $e = 0$, punto "R"; el reajuste automático deja de actuar y la válvula tuvo una corrección total de 20 % (el doble del efecto causado por la acción proporcional en un instante).

El reajuste automático, ha repetido la acción correctiva debida al control proporcional en 1 minuto.

$$E = P \quad ; \quad e = 0 \quad ; \quad Y = K = 70 \%$$

En este caso, al cabo de un minuto, $Y = 0.70$ (70 %). Pero "Y" puede tener cualquier valor entre 0 y 100 % con tal de que $E = P$ y $e = 0$. El eje de las "Y's" coincide con el punto de ajuste "P", lo que cambia es el valor de la ordenada al origen.

En resumen, se puede decir que el control proporcional con

reajuste automático, se puede aplicar en procesos donde hay cambios grandes o frecuentes de carga (variable manipulada), por ejemplo:

- a) Cambios frecuentes o sostenidos de presión en la línea, donde está la válvula automática para controlar nivel, flujo, presión o temperatura.
- b) Cambio de temperatura en vapor de calentamiento.
- c) Cambio de poder calorífico de un combustible.

En caso de que el control fuera solamente proporcional, la variable controlada sufriría una desviación sostenida. El reajuste automático elimina dicha desviación, haciendo que la variable controlada regrese al punto de ajuste.

III.2.d) CONTROL PROPORCIONAL CON REAJUSTE AUTOMATICO Y ACCION DERIVATIVA (RATE).

Algunos procesos que tienen tiempo muerto o bien que tienen retraso de tiempo entre la variable controlada y el momento en que el elemento primario de medición detecta totalmente ese cambio; requieren de un modo de control que actúe inmediatamente que sienta un cambio de la variable y que se anticipe al efecto que pudiera producir un cambio de carga en un proceso con tiempo muerto. Este tipo de control es el de acción derivativa o Rate.

Las unidades en que se mide la acción derivativa es en unidades de tiempo ya que su función es el de reducir el tiempo de

estabilización de la variable. Cuando se dice que el control de Rate tiene un ajuste de dos minutos, significa que con la derivada se obtuvo una situación en la variable controlada, dos minutos antes que si únicamente se hubiera empleado una acción proporcional para controlar el proceso. Es decir; que las unidades de la acción derivativa están en función de la acción proporcional.

La ecuación que representa los tres modos de control es:

$$Y = me + mr \int_{t_0}^{t_1} e dt + mR \frac{de}{dt} + K \quad \dots(3.9)$$

Sustituyendo el valor de m y e se tiene:

$$Y = \frac{1}{B.P.} (E - P) + \frac{r}{B.P.} \int_{t_0}^{t_1} (E - P)dt + \frac{R}{B.P} \frac{dE}{dt} + K \quad \dots(3.10)$$

Donde:

R = Adelanto en minutos del valor de la corrección que efectuará la acción proporcional al cabo de un tiempo determinado, debido a la velocidad de cambio de la variable (dE /dt).

Analizando la tercera parte de la ecuación (3.10), se observa que la posición del elemento final de control (válvula automática) debido a la acción derivativa:

- a) Es directamente proporcional a R (minutos de adelanto).
- b) Es inversamente proporcional al ajuste de B.P.
- c) Es directamente proporcional a la velocidad de cambio de la variable (dE/dt).

$$Y = \frac{R}{B.P.} \frac{dE}{dt} \quad \dots(3.11)$$

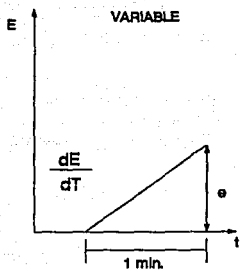
Interpretación de R (Acción derivativa o Rate)

Se tiene un control con los siguientes ajustes: B = 100% y R = 1 min., si existe una desviación de $\frac{dE}{dt} = 10\% / \text{min.}$ (ver Fig.3.10). El control automático corregirá 10% en un minuto, por la acción proporcional; en cambio por efecto del Rate; corregirá instantáneamente 10% o sea se adelantó un minuto a la acción correctora de la banda proporcional. Al cabo de un minuto la corrección total de la válvula fue de 20% , 10% de banda y 10% de Rate.

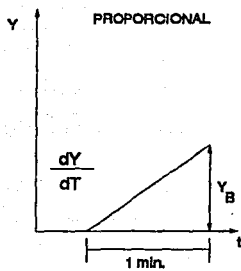
III.2.e) ACCION DERIVATIVA PURA.

La figura 3.11a, muestra la velocidad de cambio de una variable y la figura 3.11b muestra la respuesta del control de acción derivativa.

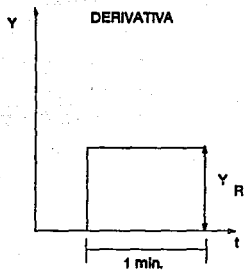
En la parte (a) se ve que hasta 1/3 de minuto existe una velocidad de cambio de la variable, entonces la acción derivativa actúa de inmediato, corrigiendo lo que la acción proporcional corregiría en un minuto; a los 2/3 de minuto ya no existe velocidad de cambio de la variable (a), por lo tanto la acción derivativa deja de actuar (regresa la válvula a su posición original). Si existiera una desviación de la variable con respecto al punto de ajuste (como la fig 3.11a) constante, sin velocidad de cambio, la



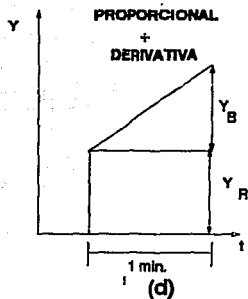
(a)



(b)



(c)



(d)

FIG. 3.10 INTERPRETACION DE LA DERIVADA

corregirían los modos de control proporcional más reajuste automático.

Derivando la ecuación (3.11) se tiene:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{R}{B.P.} \frac{d^2 E}{dt^2}$$

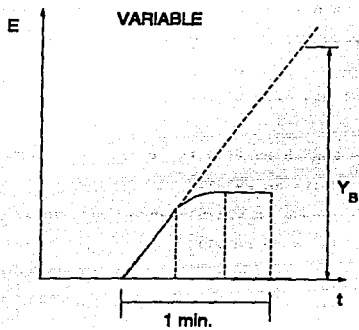
Se observa, que la velocidad de movimiento de la válvula debido a la acción derivativa:

- a) Es directamente proporcional a R (minutos)
- b) Es inversamente proporcional a B.P.
- c) Es directamente proporcional a la rapidez (aceleración) de cambio de la variable.

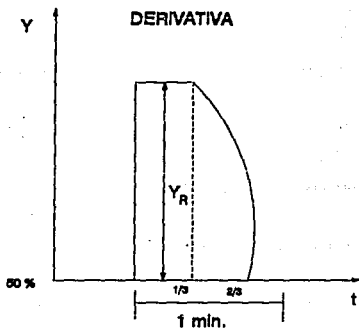
La aplicación principal del control proporcional con reajuste automático y acción derivativa, es en procesos donde existe tiempo muerto, generalmente en todos los controles de temperatura. La acción derivativa (rate), actúa con la velocidad de cambio de la variable y no con el cambio total, haciendo correcciones anticipatorias, evitando con esto la oscilación o mal control que provocarían estos retrasos de medición.

III.3. ACCIONES EN DISPOSITIVOS DE CONTROL.

Se llama acción en un dispositivo de control, a la respuesta o forma de operar de un dispositivo, cuando recibe una señal de



(a)



(b)

FIG. 3.11 RESPUESTA DE LA ACCION DERIVATIVA

entrada. Existen dos tipos de acción , directa e inversa y se definirán para una válvula, un controlador y un sistema de control.

Acción de una válvula automática.

Directa.- Cuando la válvula cierra con señal (abre a falla de señal).

Inversa.- Cuando la válvula abre con señal (cierra a falla de señal).

La acción de una válvula, se escoge según lo que se desee que haga cuando falle el sistema de alimentación. Esto se hace según las conveniencias del proceso.

Acción de un control.

Tomando el Set-point (Punto de ajuste) como referencia (fijo), se tiene:

Directa.- Cuando al aumentar la variable, aumenta la señal controlada y al disminuir la variable, disminuye la señal controlada.

Inversa.- Cuando al aumentar la variable, disminuye la señal controlada y al disminuir la variable, aumenta la señal controlada.

Habiendo escogido la acción de la válvula, la acción del control solo depende de la acción que debe tener el sistema de control según el proceso.

Acción de un sistema de control.

Directa.- Cuando al aumentar la variable, la válvula debe cerrar.

Inversa.- Cuando al aumentar la variable, la válvula debe abrir.

Combinaciones entre las acciones de la válvula y el control, para obtener sistemas de acción Directa o Inversa.

Acción que deberán tener los siguientes sistemas de control.

1.- Controlando nivel:

a).- Con válvula metiendo líquido al recipiente.

Directa, pues al aumentar el nivel (variable), la válvula deberá cerrar.

b).- Con la válvula sacando líquido del recipiente.

Inversa, pues al aumentar el nivel, la válvula deberá, abrir.

2.- Controlando presión:

a).- Antes de la válvula.

Inversa, pues cuando la presión aumenta, la válvula deberá abrir.

b).- Después de la válvula.

Directa, pues al aumentar la presión la válvula deberá cerrar.

3.- Controlando flujo:

Siempre directa, puesto que al aumentar el flujo, la válvula siempre deberá cerrar.

4.- Controlando temperatura.

a).- Con fluido que esta enfriando (reflujos).

Inversa, pues al aumentar la temperatura la válvula deberá abrir.

b).- Con fluido que esta calentando (Recalentadores de vapor o aceite).

Directa, pues al aumentar la temperatura la válvula deberá cerrar.

c).- Cuando se quema combustible para calentar y la válvula actúa sobre éste.

Directa, pues al aumentar la temperatura la válvula deberá cerrar.

III.4. TERMINOLOGIA.

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 DE TABLERO.-Término aplicado a la localización que:

- 1.-Esta dentro de un área que contiene el tablero de instrumentos.
- 2.-Esta dentro o atrás del tablero o no es accesible al operador para su uso normal.
- 3.-No se designa como local.

AUTOMATIZACION.-Es la disciplina que como parte de la instrumentación 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. Los circuitos de instrumentación pueden ser abiertos o cerrados: los circuitos abiertos son aquellos en los que se requiere la intervención humana para

enlazar dos o más etapas, los circuitos cerrados son los que tienen todos sus elementos enlazados sin intervención humana (deben incluir un controlador).

CIRCUITO DE AUTOMATIZACION. Sistema formado por uno o varios circuitos cerrados de instrumentación cuyos puntos de referencia son ajustados por una o varias señales provenientes de computadores, programadores o de la medición de variables independientes.

CONTROLADOR.-Todo instrumento capaz de producir una acción correctiva o una señal modulada como una función matemática de la desviación, con respecto a un valor de referencia de la señal o magnitud escalar que representa la medición de la variable que se quiere controlar.

CONTROLADOR AUTOMATICO.-Es 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, estos hacen variar directamente el agente de control.

ELEMENTO PRIMARIO DE MEDICION.-Todo aquel componente de un instrumento o de un circuito de instrumentación capaz de detectar o inducir, en forma directa, una magnitud escalar relacionada con la variable que se desea medir o controlar.

Ejemplos de elementos primarios de medición para varias variables:

Flujo. Orificio, Venturi, tobera, turbina, tubo Pitot, etc.

Nivel. Flotador, desplazador, electrodo, generador de ondas de radio-frecuencia, etc.

Presión. Diafragmas, fuelles, tubos de Bourdon.

Temperatura. Termopar, bulbo de resistencia, bi-metal, etc.

ELEMENTO DE MEDICION.-Son 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 este no es capaz de sensarla directamente.

Ejemplos de elementos secundarios de medición para varias variables:

Flujo. Elementos de presión diferencial, contadores de vueltas, contadores de impulsos, etc.

Nivel. Tubo de torsión, contrapeso, etc.

Presión. Elementos de tensión, pila de carbón, bobina de inducción, tubo de torsión, etc.

Temperatura. Elementos elásticos (sistemas llenos), puente de Wheatstone, elemento sensible de radiación inducida, etc.

ELEMENTO FINAL DE CONTROL. Todo aquel dispositivo o aparato que ejecuta la acción correctiva proveniente de un controlador, ordinariamente mediante regulación de la llamada variable

manipulada.

FUNCION.-El propósito o acción realizada por el 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 mas 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.

MEDIDOR.- Todo instrumento capaz de dar la indicación directa de la magnitud escalar de una variable (Ej. rotámetros, vidrios de nivel, manómetros, termómetros, etc).

MONTADO EN TABLERO.-Término aplicado a un instrumento que esta 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 del 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 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 un valor que varía únicamente en función de la variable de proceso.

CAPITULO IV

TIPOS

DE

PLATAFORMAS

IV. TIPOS DE PLATAFORMAS.

Con el creciente aumento de la población mundial y el progresivo agotamiento de los yacimientos de materias primas en tierra firme, el mar irá cobrando cada vez mayor importancia como la gran reserva del futuro. Si bien tenemos conocimiento de las enormes riquezas que guardan los océanos en cuanto a materias primas, alimentos y energía, actualmente obtenemos de los mares tan sólo el 1% de nuestra alimentación y el 2% de la explotación mundial de minerales.

Los yacimientos submarinos de minerales probablemente más importantes para el futuro lo representan los yacimientos de manganeso.

La explotación actual de manganeso es superada en mucho en lo que a su importancia económica se refiere, por la explotación de yacimientos submarinos de petróleo y gas natural, sobre todo por que en este renglón están dadas ya las condiciones necesarias de tecnología y costeabilidad. La crisis energética contemporánea ha contribuido también, en buena parte, a acelerar las actividades en este último sector. En la actualidad el 70% de la extracción petrolífera nacional procede de la región marina que comprende el distrito Golfo de Campeche (ver figura 4.1) ; la importancia de esta región para la apertura de nuevos yacimientos se pone de manifiesto

al observar que en la distribución de reservas probadas de crudo y gas natural le corresponde el 54.9 y 15.9 % respectivamente del total de reservas nacionales (Fig. 4.2 y 4.3).

Dado que los hidrocarburos son recursos no renovables, es de gran importancia que se aprovechen casi al máximo, mejorando cada vez más las técnicas de explotación, producción y tratamiento de estas.

La potencialidad de estos yacimientos marinos petroleros en la Sonda de Campeche, ha obligado a nuestra industria petrolera a incrementar las instalaciones costa afuera, dando por resultado un gran número de plataformas localizadas a distancias considerables

PRODUCCION DE PETROLEO CRUDO POR DISTRITO, 1990.

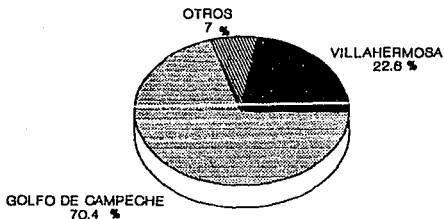


FIG. 4.1

**RESERVAS DE CRUDO Y LIQUIDOS
POR REGION, 1990.**

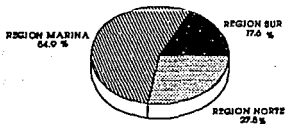


FIG. 4.2

**RESERVAS DE GAS SECO
FOR REGION, 1990.**

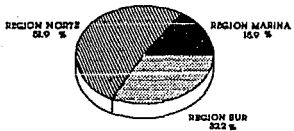


FIG. 4.3

de la costa incluyendo complejos de producción que comprenden plataformas de producción, perforación, recolección, enlace, compresión, habitacionales, rebombeo, estabilizado, etc.

El crudo separado en estos complejos se envía a terminar de procesar en instalaciones terrestres, localizadas en la Terminal de Exportación de Dos Bocas, o se transporta estabilizado a la Terminal Marina de Exportación de Cayo Arcas.

En cuanto al gas se refiere, existen sistemas de compresión en plataformas marinas, desde las cuales es enviado a la Estación de Recompresión de Atasta, para su envío a procesamiento en las instalaciones de Ciudad Pemex.

A continuación se dará una breve descripción de los procesos que se realizan en las Instalaciones Marinas de la Sonda de Campeche.

IV.1. Plataformas de Producción.

En las plataformas de producción se efectúa la separación de la mezcla gas-crudo-agua proveniente de los pozos. Para este propósito, la plataforma cuenta con 2 etapas de separación de la mezcla, en las que además se inicia la estabilización del crudo. Este procesamiento sirve para evitar el desprendimiento de gases durante el transporte del crudo o en las terminales de exportación. La mezcla gas-aceite se envía a una primera etapa de separación en donde por medio del primer separador se obtienen dos corrientes, una de gas que se envía a compresión y la líquida que se canaliza a

la segunda etapa de separación.

Esta 2a. etapa de separación se realiza a una presión de 1.8 Kg/cm² (25 psig), enviándose nuevamente el gas obtenido al sistema de compresión, en tanto que la corriente líquida es enviada a la sección de bombas para su transferencia a tierra.

IV.2. Plataformas de Compresión.

Las plataformas de compresión instaladas reciben el gas separado en las plataformas de producción, con el fin de acondicionarlo para su envío a tierra.

Para lograr su objetivo, considerando su localización geográfica y la necesidad de operación continua para evitar el desaprovechamiento del gas, la plataforma cuenta con las siguientes plantas principales:

IV.2.1) Planta de Compresión de Gas Amargo.

Esta planta recibe su alimentación de las plataformas de producción y tiene la función de elevar la presión del gas hasta la necesaria para su envío a tierra (84.4 Kg/Cm² (1,200 psig).

La planta está formada principalmente por cuatro módulos de compresión conectados en paralelo, los cuales además de los compresores, cuentan con los siguientes equipos: Enfriadores de aire, para disminuir la temperatura del gas de descarga de cada etapa de compresión y condensar los componentes pesados del mismo

para su separación. Tanques de succión a compresores, que tienen la función de efectuar la separación de la mezcla gas-condensados proveniente de los enfriadores, antes de alimentar el gas a la siguiente etapa de compresión.

Por otra parte, estas plantas incluyen equipos rectificadores de gas, cuyo fin es captar el arrastre de líquido proveniente de las plataformas de producción y separarlo de la corriente de gas, antes de alimentarse a los módulos de compresión, lo cual evitará paros de las instalaciones.

IV.2.2) Plantas Endulzadoras de Gas Combustible.

Las plantas endulzadoras de gas combustible tienen como objetivo reducir el contenido de Acido Sulfhídrico y Bióxido de Carbono de la corriente de gas de alta presión que se utilizará como combustible en la misma plataforma hasta 4 y 1000 ppm respectivamente, para evitar problemas de corrosión en los equipos que lo utilicen.

El endulzamiento del gas se lleva a cabo utilizando como agente absorbente una solución de Dietanolamina (DEA). Dichas plantas están constituidas por dos secciones, la de absorción y la de regeneración de Amina.

IV.2.3) Deshidratación del Gas.

La finalidad de esta planta es reducir el contenido de

agua de la corriente de gas que se enviará a tierra hasta 0.112 Kg/Mm³ (7 lb/MM pie³), valor que se considera como el máximo adecuado para evitar problemas durante su transporte y manejo.

La deshidratación del gas se efectúa por medio de un proceso de absorción que utiliza glicol como agente deshidratante. El proceso se lleva a cabo en secciones, la de Deshidratación y la de Regeneración de Glicol.

IV.2.4) Planta de Tratamiento de Agua Aceitosa.

La función de la planta de tratamiento de agua aceitosa es evitar la contaminación del medio ambiente, eliminando el aceite y gases ácidos presentes en el agua de desecho de la Planta de Compresión de Gas Amargo antes de enviarse al mar.

IV.3. Plataformas de Enlace de Gas.

La plataforma de enlace de Gas cuenta con las instalaciones necesarias para recolectar las corrientes gaseosas originadas en las diferentes plataformas de producción, separando de estas los líquidos formados por condensación para posteriormente reintegrarlos a la corriente principal de gas que se envía a tierra, en forma tal que tenga un régimen de flujo adecuado.

La plataforma cuenta con una línea submarina que permite almacenar los líquidos obtenidos durante las corridas de "diablos".

Las corrientes de alimentación se envían a los separadores de carga, en donde se separa el gas de los condensados formados durante el recorrido desde las diferentes plataformas hasta la de enlace, dichos separadores de carga son del tipo centrípeto.

Los condensados se envían a control de nivel al tanque de balance, incorporando a este, los condensados que provienen de la línea submarina.

En el tanque de balance se tendrá un desprendimiento de vapores ocasionado por la reducción de presión de los condensados, este vapor se envía posteriormente a recuperación.

Los condensados del tanque de balance se incorporan con las bombas de condensados a la corriente gaseosa que proviene de los separadores de carga, en forma tal que se tenga un régimen de flujo adecuado.

El diseño de un complejo de plataformas instaladas mar adentro como el descrito anteriormente, requiere de ciertos criterios que permitan obtener los productos deseados, con óptimos sistemas de procesamiento. Estos criterios se basan en tres aspectos principales:

IV.3.1) Criterios Generales de la Instalación.

Las instalaciones deben considerar dentro de su diseño criterios que incluyan: minimización de equipo, máxima autosuficiencia, alta seguridad, alta flexibilidad y minimización del número de productos con lo que se logra que las plantas

instaladas sean funcionales y de dimensiones adecuadas.

IV.3.2) Criterios de Procesamiento de Gas.

El procesamiento y aprovechamiento del gas debe llevarse a cabo en sistemas que consideren lo siguiente: máxima producción, facilidad para el manejo de condensados, eliminación de formación de hidratos y minimización de condensación de licuables, lo cual representará un transporte apropiado del gas y una máxima recuperación de condensados.

IV.4 CRITERIOS DE PROCESAMIENTO DE CRUDO.

El crudo producido en las plataformas marinas requiere de un procesamiento que permita obtener la máxima producción de aceite con la mayor densidad API posible, y que cumpla con las especificaciones para exportación (PVR, H_2S y H_2O).

Como puede observarse en gran medida el cumplimiento de estos criterios, depende de la implementación de sistemas de control adecuados que mantengan las variables de proceso en valores que permita el apropiado procesamiento de la mezcla gas-aceite.

Por ejemplo, una disminución en la presión en los separadores de producción puede conducir a la máxima separación de la mezcla gas-aceite, es decir bajos valores de presión de vapor pero también bajos valores de densidad API. Por el contrario un aumento en la presión tiene el efecto de disolver el gas en el líquido, lo cual

puede provocar la cavitación de las bombas.

Sin embargo, la presión de vapor y gravedad API no son únicamente las variables que pueden ser afectadas, se tienen otras como: contenido de sal, contenido de agua, contenido de azufre, liberación de gas, producción de aceite, etc.

En cuanto al procesamiento y acondicionamiento de gas, se deben controlar variables tales como la temperatura de rocío del gas, ya que una formación de condensados inadecuada en los gasoductos puede ocasionar patrones de flujo indeseables que generen altas caídas de presión y baja eficiencia de transporte. Asimismo, la deshidratación del gas tiene la finalidad de reducir la corrosión debido al contacto de gases ácidos con el agua, evitar la formación de hidratos y posibles fracturas en la línea de envío a tierra.

Por otra parte, los sistemas de paro de los procesos es otro aspecto en el que la ingeniería de instrumentación desempeña un papel de suma importancia, ya que debido a los requerimientos de ciertos procesos críticos, es necesario dotarlos con sistemas de protección y cortes de emergencia, con el objeto de proteger al personal y al equipo, además de asegurar una operación eficiente. Estos sistemas actúan de tal manera que el personal de la planta se da cuenta a tiempo de una situación anormal por medio de alarmas, dando así oportunidad a restablecer las condiciones normales de operación, o en caso de que estas no sean restablecidas y se rebasen los límites de seguridad máximos permisibles, permite la acción del sistema de cortes que para parcial o totalmente una plataforma.

CAPITULO V

**DESCRIPCION DE
DOCUMENTOS
GENERADOS POR LA
ESPECIALIDAD DE
INGENIERIA DE
INSTRUMENTACION**

V. DESCRIPCION DE DOCUMENTOS GENERADOS POR LA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA DE INSTRUMENTACION.

En este capítulo se presenta la información básica necesaria para interpretar y elaborar cada uno de los principales documentos que genera la especialidad de instrumentación en la fase de ingeniería de detalle de una instalación marina. Resulta importante aclarar, que de acuerdo a lo establecido en el objetivo del presente trabajo, el alcance está limitado a la parte de ingeniería de instrumentación que abarca las áreas de proceso de la planta, pero no se incluye la parte que corresponde al cuarto de control, debido a que este aspecto implica tratar en detalle el tema de la selección y especificación de las características del sistema de control a ser utilizado, lo cual incrementaría en gran medida la magnitud del presente trabajo.

La información aquí presentada, se encuentra organizada de tal forma que inicialmente se hace una breve descripción de la información que contiene cada tipo de documento, indicándose posteriormente los conceptos básicos de instrumentación que están relacionados con el tipo particular de documento; así como las normas de ingeniería que rigen la simbología utilizada y la información mínima que debe contener.

Finalmente, se incluye una breve descripción del procedimiento básico sugerido para su elaboración. Los documentos se indican en un orden que se apega, en la medida de lo posible a la secuencia cronológica de elaboración que se tendría en el desarrollo de un proyecto y que sería de la siguiente forma.

- Indicé de Instrumentos.
- Diagramas Lógicos de Control.
- Diagramas de Control Eléctrico.
- Planos de Localización de Instrumentos y conducción de Señales.
- Cédula de Conductores.
- Diagramas de Instrumentación.
- Diagramas de Alambrado.
- Hojas de Especificación de Instrumentos.
- Dibujos Típicos de Instalación de Instrumentos.

V.1 INDICE DE INSTRUMENTOS.

El índice de instrumentos es un documento de ingeniería que tiene como objetivo resumir la información de todos los instrumentos existentes en los diagramas de tuberías e instrumentación, para presentarlos en una forma condensada y poder tener un buen control sobre los mismos.

El formato empleado para elaborar el índice de instrumentos (Fig. 5.1), muestra un encabezado en el que se indican los siguientes datos:

- a) Nombre completo del proyecto o planta.
- b) Localización del lugar donde vaya ha ser instalada la planta.
- c) Número de contrato asignado al proyecto.
- d) Fecha de elaboración.

Los instrumentos deben ser presentados sin excepción alguna agrupados por circuito o lazo de control y de acuerdo al siguiente orden de las variables de proceso: Flujo, nivel, presión y temperatura.

U. N. A. M
INGENIERIA QUIMICA
E.N.E.P. ZARAGOZA

*** INDICE DE INSTRUMENTOS ***

PROYECTO:
EDICION:
LOCALIZACION:
CONTRATO:

REV.:
FECHA:
POR:
APROBO:

COMPONENTE	LOCALIZACION	DIA. TUB. E INSTL.	NO LINEA O EQUIPO	DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION	NUM. DE REQUISICION	DIA. TIPO DE INSTALACION	OBSERVACIONES
------------	--------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	---------------------	--------------------------	---------------

A cada lazo le debe ser asignada una identificación para nombrarlo, siendo práctica común utilizar la correspondiente a los instrumentos de indicación, registro y/o control (que generalmente se encuentran ubicados en el cuarto de control), asimismo se debe indicar el servicio o función que realiza el lazo o instrumento en relación al proceso esta descripción debe ser clara y concisa para facilitar su localización en el diagrama de tubería e instrumentación.

El desglose de los datos correspondientes a cada uno de los componentes del "lazo" de control , se indican en una serie de columnas en las que se incluye la siguiente información:

a) Componente.- Los componentes del circuito se indican de acuerdo a la nomenclatura recomendada por la ISA en la norma S5.1, respetando el siguiente orden:

- Instrumentos localizados en campo (elemento primario y secundario de medición).
- Instrumento localizado en la parte posterior del tablero principal de control (para el caso de un sistema digital de control, instrumentos normalmente no accesibles al operador).
- Instrumentos localizados en el frente del tablero principal de control (para un sistema digital de control, instrumentos normalmente accesibles al operador).
- Instrumentos instalados en la línea del

proceso o elemento final de control (válvulas de control, válvulas solenoides, etc.).

b) Localización.- En esta columna se debe utilizar la siguiente nomenclatura, que nos indica el lugar donde se encuentra físicamente el instrumento.

PP	Instrumento localizado en tubería.
LO	Instrumento localizado en campo (localmente).

Para el caso de un tablero convencional:

BPNB	Instrumento localizado atrás del tablero principal de control.
PNB	Instrumento localizado en el frente del tablero principal de control.

Para el caso de un sistema digital de control:

TMV	Instrumento que se encuentra en el teclado del SDC.
MVC	Instrumento que aparece desplegado en la pantalla del SDC.

Si el tablero se encuentra en campo:

BPNBL Instrumento localizado atrás del
tablero local.

PNBL Instrumento localizado en el frente
del tablero local.

c) Diagrama de tubería e instrumentación.-En esta columna se indica el número de D. T. I. en el que se encuentra representado el instrumento.

d) Número de línea o equipo.- En esta columna se debe indicar el diámetro de la tubería, el número completo que identifica a la línea y la especificación del material de dicha tubería. Si el elemento primario se encuentra instalado en algún equipo, únicamente se anota la identificación de éste.

e) Diagrama de instrumentación.- En esta columna se anota el diagrama de instrumentación donde se encuentra incluido el instrumento.

f) Número de requisición.- En esta columna se indica el número de requisición que ampara la compra del instrumento.

g) Dibujo típico de instalación.- En esta parte se anota el número del dibujo donde se encuentre amparada la instalación de dicho instrumento.

h) Observaciones.- En esta parte la información que se puede encontrar es muy variada y depende en gran parte del criterio del especialista, sin embargo se pueden enumerar algunos casos comunes, por ejemplo, los convertidores de señal en los cuales se anota I/P si se trata de un convertidor de corriente a presión o Mv/I si se trata de un convertidor de voltaje a corriente, también se puede indicar la acción de las valvulas de control(si esta abre a falla de aire "AFA" o si cierra a falla de aire "CFA"), si el instrumento requiere de algún accesorio, etc.

Anexa a ésta información, se debe elaborar una portada, en donde se indique una lista de los D.T.I.'s con sus respectivas revisiones en base a los cuales fúe elaborado el índice de instrumentos, así como el contenido de éste y la nomenclatura utilizada, ésta se muestra a continuación:

- Índice de variables

Variable	Símbolo
Flujo	F
Nivel	N
Presión	P
Temperatura	T
Humedad	M
Voltaje	V

- Instrumento cuyo símbolo se utiliza como sufijo de una variable.

Descripción	Símbolo
Alarma de alta	AH
Alarma de muy alta	AHH
Alarma de baja	AL
Alarma de muy baja	ALL
Controlador	C
Instrumento diferencial	D
Elemento primario de medición	E
Indicador	I
Orificio de restricción	FO
Registrador	R
Interruptor de alta	SH
Interruptor de muy alta	SHH
Interruptor de baja	SL
Interruptor de muy baja	SLL
Interruptor de alto y bajo	SLH
Transmisor	T
Valvula de control	V

- Otros símbolos

Descripción	Símbolo
Interruptor manual	HS
Boton arranque y/o paro	PB
Regulador de presión	PCV
Válvula de corte	SDV
Válvula solenoide	SY
Termopozo	TW
Luz indicadora	LI
Solenoide para valvula de corte	SDY
Vidrio de nivel	LG
Sistema digital de control	SDC
Monitor de video color	MVC
Teclado de monitor video	TMV
Paro por emergencia	S/D
Corriente/presión	I/P
Voltaje/corriente	Mv/I

UTILIZACION

Debido a que en el indice de instrumentos se resumen los documentos principales de ingeniería de instrumentación, así como algunas características generales de los instrumentos, el indice nos ayuda entre otras cosas para:

- Localizar un instrumento con mayor facilidad dentro de la

planta.

- Saber a que circuito o "lazo" de control pertenece y localizar su diagrama de instrumentación correspondiente.
- Conocer el número de requisición que ampara la compra de cada instrumento.
- Saber el número de dibujo donde se representa el detalle de instalación y montaje del instrumento.
- Tener un mejor control en el momento de hacer un inventario o mantenimiento en la planta una vez operando esta.

DOCUMENTOS PRECEDENTES

Para la elaboración del índice de instrumentos se requiere contar con los siguientes documentos:

- Diagramas de tubería e instrumentación.
- Dibujos típicos de instalación.
- Diagramas de instrumentación.
- Número de requisición de los instrumentos.

V.2. DIAGRAMAS LOGICOS DE CONTROL.

El diagrama lógico de control es un documento de ingeniería en el que, mediante la utilización de una simbología lógica binaria, se representan de manera simple y compacta las operaciones de que consta un proceso, como por ejemplo la secuencia para arranque, operación, alarma o paro, ya sea de una planta de proceso o de ciertos equipos. Esta secuencia de eventos que son requeridos para iniciar o prevenir algún otro evento, son llamadas señales lógicas y corresponden físicamente a la existencia o falta de la señal de un instrumento, dependiendo del tipo particular de hardware del sistema y la filosofía de diseño del circuito que es seleccionada.

Por ejemplo, una alarma por alto flujo puede ser elegida para ser actuada por un interruptor eléctrico cuyos contactos abren en alto flujo, y por otro lado la alarma por alto flujo puede ser diseñada para ser actuada por un interruptor cuyos contactos cierran con alto flujo. De este modo, la condición de alto flujo puede ser representada físicamente por la ausencia o la presencia de una señal eléctrica.

La simbología básica empleada para la elaboración de estos diagramas (de acuerdo a la norma ISA-S5.2), son mostrados en la tabla No 5.1

Los símbolos lógicos permiten expresar las configuraciones de contactos de los dispositivos de control en forma esquemática,

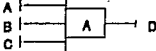
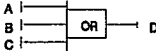

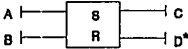
FUNCION	SIMBOLO	DEFINICION
AND		<p>LA SALIDA LOGICA D EXISTE SI Y SOLO SI LAS ENTRADAS A, B Y C EXISTEN</p>
OR		<p>LA SALIDA LOGICA D EXISTE SI Y SOLO SI UNA O MAS ENTRADAS LOGICAS A, B Y C EXISTEN</p>
NOT	 <p>EL SIMBOLO NOT PUEDE SER TRAZADO TANGENTE A UN SIMBOLO LOGICO ADYACENTE</p>	<p>LA SALIDA LOGICA B EXISTE SI Y SOLO SI LA ENTRADA LOGICA A NO EXISTE</p>
MEMORIA (FLIP-FLOP)	 <p>* LA SALIDA D NO DEBERIA SER MOSTRADA SI NO ES UTILIZADA</p>	<p>S REPRESENTA LA MEMORIA FIJA R REPRESENTA EL RESTABLECIMIENTO DE LA MEMORIA.</p> <p>LA SALIDA LOGICA C EXISTE TAN PRONTO COMO LA SALIDA LOGICA A EXISTE. C CONTINUA EXISTIENDO SIN IMPORTAR EL SUBSECUENTE ESTADO DE A HASTA QUE LA MEMORIA ES RESTABLECIDA POR LA EXISTENCIA DE LA ENTRADA LOGICA B Y C CONTINUARA SIN EXISTIR INDEPENDIENTEMENTE DEL ESTADO SUBSECUENTE DE B. HASTA QUE A CALBRE QUE LA MEMORIA SEA RESTABLECIDA. LA SALIDA LOGICA D, SI ES USADA, EXISTE CUANDO C NO EXISTE, Y D NO EXISTE CUANDO C EXISTE.</p>

TABLA 5.1 SIMBOLOGIA BASICA PARA DIAGRAMAS LOGICOS

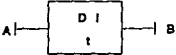
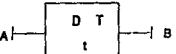
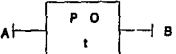
FUNCION	SIMBOLO	DEFINICION
ELEMENTO DE TIEMPO	 <p data-bbox="440 484 618 519">RETARDA INICIACION DE LA SEÑAL DE SALIDA</p>	<p data-bbox="751 218 989 373">OPCION PREDOMINIO DE ENTRADA SI <i>A</i> Y <i>B</i> EXISTEN SIMULTANEAMENTE, Y SE DESEA QUE <i>A</i> TENGA PREDOMINIO SOBRE <i>B</i>, ENTONCES <i>S</i> DEBERA DE ENCERRARSE EN UN CIRCULO (S); SI <i>B</i> PREDOMINA SOBRE <i>A</i>, ENTONCES <i>B</i> DEBERA ENCERRARSE EN UN CIRCULO (B).</p>
	 <p data-bbox="426 643 642 677">RETARDA LA TERMINACION DE LA SEÑAL DE SALIDA</p>	<p data-bbox="751 412 1002 484">LA EXISTENCIA CONTINUA DE LA ENTRADA LOGICA <i>A</i> POR UN TIEMPO <i>t</i>, CAUSA QUE LA SALIDA LOGICA <i>B</i> EXISTA, CUANDO <i>A</i> TERMINA, <i>B</i> TERMINA CUANDO <i>A</i> TERMINA.</p>
		<p data-bbox="751 567 989 650">LA EXISTENCIA DE LA ENTRADA LOGICA <i>A</i> CAUSA QUE LA SALIDA LOGICA <i>B</i> EXISTA INMEDIATAMENTE, <i>B</i> TERMINA CUANDO <i>A</i> TERMINA Y NO EXISTE DE NUEVO POR UN TIEMPO <i>t</i>.</p> <p data-bbox="751 705 989 809">LA EXISTENCIA DE LA ENTRADA LOGICA <i>A</i> INDEPENDIEMENTE DE SU ESTADO SUBSECUENTE, CAUSA QUE LA SALIDA LOGICA <i>B</i> EXISTA INMEDIATAMENTE, <i>B</i> EXISTE POR UN TIEMPO <i>t</i> Y ENTONCES TERMINA.</p>

TABLA 5.1 SIMBOLOGIA BASICA PARA DIAGRAMAS LOGICOS (CONTINUACION)

estos dispositivos " inteligentes " pueden ser relevadores que activan contactos de tipo mecánico o dispositivos que actúan interruptores de tipo estático, como los utilizados en los sistemas digitales que emplean circuitos electrónicos a base de diodos y transistores.

El razonamiento seguido para representar la lógica de un proceso secuencial, utilizando las funciones anteriormente mencionadas, es indicado a continuación:

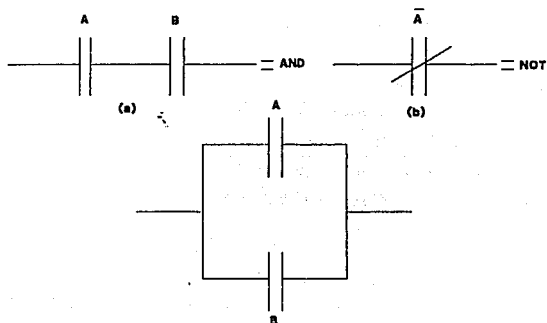


FIG. 6.2 CONFIGURACION DE CONTACTOS PARA OBTENER VARIAS FUNCIONES LOGICAS

Designando las bobinas de los relevadores y sus contactos con letras, tales como A, B, etc., dos contactos normalmente abiertos en serie se representarán como se indica en la fig. 5.2a.

Esta combinación produce una función AND (γ), llamada así porque debe de haber una señal en la bobina A y en la bobina B a

fin de cerrar el circuito, y en esta forma suministrar una respuesta. En general una función AND suministra una respuesta si y solo si todas las señales estan presentes.

En la fig. 5.2b. se da un arreglo en paralelo de dos contactos normalmente abiertos. Esta es una función OR (O), debido a que una señal en la bobina A o en la bobina B, o en ambas completa el circuito y suministra una respuesta. Así, una función OR suministra una respuesta con una o más señales presentes.

Un contacto solo normalmente cerrado se muestra en la figura 5.2c. Esta es una función NOT, porque una señal a la bobina A da como resultado un circuito abierto (no hay respuesta), mientras que al quitar la energía (no hay señal hacia) la bobina suministra un circuito cerrado (una respuesta). Así, existe una opción entre la señal y la respuesta. Los contactos normalmente cerrados se designan por medio de una barra sobre la letra que representa al contacto tal como \bar{A} , que indica NOT A.

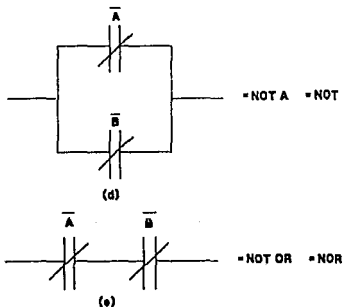


FIG. 5.2 (CONTINUACION)

En la figura 5.2d, se da un arreglo en paralelo de dos contactos normalmente cerrados. Esta es una función NOT AND o NAND, porque su acción es la opuesta a la obtenida en una función AND. Por ejemplo, señales a ambas bobinas de la función NAND abre el circuito mientras que con la función AND el circuito estaría cerrado.

El arreglo en serie de dos contactos normalmente cerrados mostrados en la figura 5.2e., produce una función NOT OR o función NOR.

En los diagramas lógicos cualquier información deseada para controlar, puede ser obtenida pasando señales binarias a través de varias combinaciones de símbolos lógicos. Los dos valores que las variables asumen, pueden llamarse de diferentes maneras, por ejemplo verdadero y falso, sí y no, etc. Pero para el presente propósito es conveniente pensar en términos de bits y asignar los valores de uno y cero.

En las operaciones de proceso las señales de los instrumentos tienen generalmente dos valores alternativos, tal como: + 5 volts y -3 volts. En la filosofía de diseño llamada de "Lógica positiva", la señal más positiva (+ 5 volts), representa la existencia de una condición, por ejemplo: bomba parada. En tanto que para la "Lógica negativa", la señal menos positiva representa la existencia de la condición bomba parada.

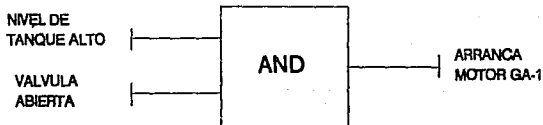
Ejemplos:

Para las siguientes filosofías de operación se indican los

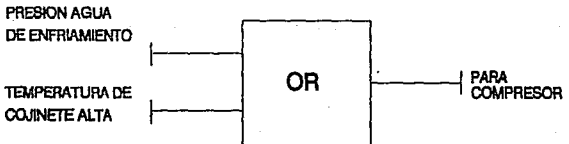
diagramas lógicos que las representan.

1. La bomba ubicada a la salida de un tanque debe arrancar, si el nivel del líquido contenido en este es alto y la válvula de descarga se encuentra abierta.

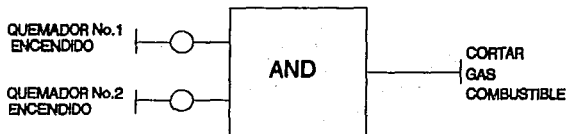
El diagrama lógico que representa esta filosofía de operación es el siguiente:



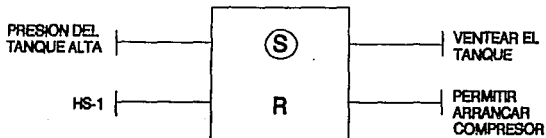
2. Para un compresor, si la presión del agua de enfriamiento es baja o la temperatura del cojinete es alta, deberá ser puesto fuera de operación.



3. A los quemadores 1 y 2 de un horno, se les deberá cortar el suministro de gas combustible, si no están encendidos.



- 4 .Si la presión en un tanque se incrementa, ventear el tanque y continuar venteando sin hacer caso de la presión, hasta que el venteo sea detenido por la acción de un interruptor manual, a condición de que la presión no este alta. Si el venteo es detenido un compresor puede arrancar.



El formato empleado para elaborar los diagramas lógicos debe ser del tamaño apropiado para la extensión del sistema (generalmente se utiliza de un tamaño de 25 x 40 cm)debiendo contener preferentemente un solo sistema de control en cada hoja. El formato se encuentra dividido en tres secciones (entradas, lógica, salidas), mostrando de izquierda a derecha la siguiente información (fig. 5.3) :

Entradas: En esta sección son representados acompañados de un enunciado lógico que define su acción, todos aquellos elementos que proporcionan una señal que desencadena una acción de indicación o control en la secuencia lógica, tal como sistemas de paro y/o arranque, dispositivos eléctricos (botones operadores, interruptores manuales, etc.) e instrumentos de campo (interruptores de flujo, nivel, presión, temperatura, posición, etc.).

Lógica: En esta sección se indican los elementos lógicos que reciben las señales de entrada y que definen en base a su configuración las acciones de indicación y/o control.

Salidas: En esta parte se representan los dispositivos, instrumentos o equipos, cuyo estado depende de las señales que entran a la secuencia lógica y la configuración de los elementos lógicos , por ejemplo: luces piloto, válvulas solenoides, bombas, etc., indicándose así mismo para cada caso el enunciado lógico

que define su acción .

El flujo de información es representado por líneas que interconectan los estados lógicos, la dirección de flujo es de izquierda a derecha, permitiéndose agregar opcionalmente a las líneas de flujo puntas de flecha para dar mayor claridad, éstas deberán ser utilizadas obligatoriamente en las líneas cuyo sentido de flujo no esta definido en la dirección normal del diagrama .

Un sumario del estado del sistema operando puede ser incluido en los diagramas cuando se considera útil como punto de referencia o marca en la secuencia.

El diagrama lógico puede ser más o menos detallado dependiendo de su uso, la cantidad de detalles depende del grado de refinamiento deseado o de si es incluida información auxiliar esencialmente "no lógica", como por ejemplo:

Un sistema lógico puede tener dos entradas opuestas , por ejemplo, un comando para abrir y un comando para cerrar, las cuales normalmente no existirán de manera simultánea; el diagrama lógico . puede especificar o no el resultado si ambos comandos existieran al mismo tiempo. Adicionalmente pueden ser agregadas al diagrama notas aclaratorias para indicar el razonamiento lógico, la información no lógica que puede ser incluida si se desea , es por ejemplo, los documentos de referencia , números de identificación, marca de terminales etc.

De esta manera el diagrama lógico puede proveer el nivel de detalle apropiado para la comunicación entre el diseñador de circuitos eléctricos, o puede proveer una amplia descripción del

sistema para un administrador de planta.

CRITERIOS DE ELABORACION

Puede existir confusión en los estados lógicos binarios de dispositivos que no poseen sólo dos estados específicos alternativos, por ejemplo; si se plantea que una válvula no está cerrada, esto puede significar:

- a) Que la válvula se encuentra totalmente abierta.
- b) Que la válvula simplemente no se encuentre cerrada, por mencionar que puede encontrarse en cualquier posición, de casi cerrada a totalmente abierta.

Para que no existan este tipo de problemas, el diagrama lógico debe ser interpretado literalmente de esta manera, la posibilidad b es la correcta.

Si una válvula estuviera abierta o cerrada, entonces para evitar confusión será necesario hacer lo siguiente:

- a) Desarrollar el diagrama lógico de tal manera que indique exactamente lo que se pretende, por ejemplo: Si la válvula se pretende que esté abierta, así deberá plantearse y no indicarse como no cerrada.
- b) Adicionar una nota especificando que la válvula siempre se

considera ya sea en la posición totalmente abierta o totalmente cerrada .

Una situación diferente se puede presentar con un equipo tal como una bomba y su motor que están en operación o parados, los cuales cubren una situación especial, ya que por decir que la bomba no esta operando, claramente denota que esta parada.

Las siguientes definiciones se aplican a dispositivos que tienen posiciones abierta, cerrada o posiciones intermedias, y son extensivas a instrumentos que sensan la posición de un dispositivo y que presentan intervalos diferenciales y bandas muertas.

- Posición abierta.- Una posición que esta 100 % abierta.

- Posición no-abierta.- Una posición que esta 100 % abierta, un dispositivo que no esta abierto, puede o no estar cerrado.

- Posición cerrada.- Una posición que esta 0 % abierta.

- Posición no-cerrada.- Una posición que esta más de 0 % abierta es decir un dispositivo que no esta cerrado, este puede estar abierto o no.

- Posición intermedia.- Una posición especificada que es mayor que 0 y menor que 100 % abierta.

- Posición no-intermedia.- Una posición que esta arriba o abajo de una posición especificada intermedia.

Si para un sistema lógico se tiene un planteamiento de entradas deducidas indirectamente, se puede llegar a un resultado erróneo. Por ejemplo: Una suposición de que existe flujo por que el motor de la bomba esta energizado, puede ser falsa debido a que una válvula se puede encontrar cerrada e impida el paso del flujo, la flecha puede estar rota o exista otro contratiempo, planteamientos basados en mediciones directas de que una cierta condición existe o no existe son generalmente más confiables.

Una operación de proceso puede ser afectada por la pérdida de suministro de energía (ya sea eléctrica, neumática o de otro tipo) a las memorias y otros elementos lógicos. Por lo que se deben tomar en cuenta tales eventualidades de operación y es necesario considerar el efecto de la pérdida de energía a un componente lógico o al sistema lógico entero, en tales casos, puede ser necesario considerar el suministro de energía como una entrada lógica al sistema o a elementos lógicos individuales. También puede ser necesario considerar el efecto de la restauración de energía en la secuencia lógica.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION

Como ya fue indicado anteriormente, los diagramas lógicos representan de manera simple y compacta las operaciones de que consta un proceso, por tal motivo para la elaboración de este documento es necesario contar con información que describa de manera adecuada el proceso que se desea llevar a cabo. Esta información es obtenida fundamentalmente de los D.T.I.'s, la cual además debe ser complementada con la experiencia del instrumentista quien deberá conocer tanto los criterios de elaboración que serán seguidos, como la filosofía de operación para cada uno de los sistemas de control secuencial existentes en el proyecto.

Este último aspecto resulta de particular importancia, ya que un diagrama lógico elaborado en base a una filosofía de operación errónea no funcionará adecuadamente al llevarlo a la práctica. En consecuencia se recomienda que antes de iniciar la elaboración de cada uno de los diagramas lógicos, se tenga claramente definida la función de cada uno de los elementos que integran el sistema de control.

De los diagramas de tubería e instrumentación, se deberá obtener inicialmente una relación de los sistemas de control secuencial, para los que es necesario elaborar el diagrama lógico de control correspondiente, clasificandolos de acuerdo a la variable de proceso controlada, con el objeto de que sean agrupados aquellos cuya filosofía de operación sea idéntica, para que de esta forma sean representados en un mismo diagrama.

Cabe mencionar que como control secuencial, se considera a el tipo de control mediante el cual, un sistema es llevado a través de un conjunto de operaciones de arranque y paro o apagado y encendido de diversos dispositivos que siguen una secuencia determinada, y que pueden estar relacionadas por el tiempo o condiciones específicas de proceso. Los casos que generalmente se tienen para la presente aplicación, es el de interruptores ya sea de flujo, presión, temperatura, nivel, etc; que envían una señal de control al arrancador de una bomba, bobina de válvula solenoide, secuencia de paro y arranque o cualquier otro dispositivo que indique una condición (p.e. una luz indicadora) o desencadene una acción sobre alguna variable de proceso.

En base a lo indicado en el D.T.I. se establecerán los elementos tales como dispositivos eléctricos (botones, selectores manuales, etc.), instrumentos (interruptores de flujo, presión, temperatura, nivel, etc.) o sistemas de paro y arranque que proporcionen una señal que desencadene una acción de indicación y/o control. Estos elementos serán representados en la sección indicada como de "Entradas" en el formato del diagrama lógico, acompañados de un enunciado que indique en forma breve y clara la función que realizan (para el caso de dispositivos eléctricos; arrancar, parar, seleccionar, etc.) o condición del proceso que detectan (para el caso de instrumentos; alta temperatura, bajo flujo, alto nivel, etc.).

Los elementos cuyo estado depende de las señales que entran en la secuencia lógica, como es el caso de luces indicadores, bombas, válvulas de control, válvulas de corte, válvulas solenoides, etc;

serán representadas en a sección del formato indicada como "Salidas" acompañados de un enunciado que indique en forma breve y clara del estado que adoptarán a consecuencia de las señales de entrada a la secuencia lógica. En la sección indicada como "Lógica" se representarán tantas funciones como sean necesarias (según la mecánica ya anteriormente expuesta), para que apartir de las señales de entrada se obtenga la secuencia de proceso deseada cumpliendo con la filosofía de operación del sistema en cuestión.

En los casos en que un mismo diagrama lógico sea aplicable a varios sistemas, la identificación de los instrumentos correspondientes a cada uno de estos, deberán ser representados en forma de tabla. Como título del diagrama deberá indicarse el nombre del sistema, para el cual se esta representando su secuencia lógica de operación.

Finalmente, cuando sea necesario dejar establecido claramente algunos de los aspectos de la filosofía de operación de un sistema podrá realizarse mediante la adición de notas, y por otro lado con la finalidad de facilitar la interpretación de los diagramas lógicos por personas que no están familiarizadas con el desarrollo de la ingeniería de instrumentación se recomienda adicionar en una hoja el significado de los símbolos utilizados en los diagramas lógicos del proyecto.

Los documentos que van ha ser empleados como base para la elaboración de los diagramas lógicos (por lo general los D.T.I.'s) se recomienda sean señalados, con el objeto de facilitar la revisión y/o modificación que pudieran ser requeridas durante las etapas del proyecto..

V.3 DIAGRAMAS DE CONTROL ELECTRICO.

El diagrama de líneas, también conocido como diagrama elemental, diagrama esquemático o diagrama de control eléctrico es un documento de ingeniería, en el cual se representa un sistema de control secuencial, que nos muestra todos sus componentes en la forma más sencilla, es decir mediante el uso de símbolos.

Todos los diagramas de circuitos eléctricos principian trazando dos rectas verticales (ver Fig.5.4), estas líneas representan los alambres, entre los que se aplica el voltaje al circuito de control. Los componentes se muestran conectados tan directamente como es posible a una de estas líneas, trazados horizontalmente a través de contactos y dispositivos que consumen corriente a la otra línea vertical, el resultado se llama algunas veces "diagrama de escalera", debido a su apariencia. Todas las conexiones se hacen de tal manera que se pueda seguir fácilmente el funcionamiento de varios dispositivos y circuitos, proporcionando la información necesaria para comprender de una forma sencilla su operación. Esto es de gran ayuda para la localización de fallas, porque indica de manera simple el efecto que produce la apertura o cierre de varios contactos, sobre otros dispositivos conectados al circuito.

Los símbolos utilizados en los diagramas de control eléctrico deben cumplir con las normas establecidas por la Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Eléctricos (N.E.M.A.), los más

Estación de botones de contacto momentáneo. Al oprimir el botón, se abren los contactos superiores. Al liberarlo, regresan a la posición normal que se muestra.

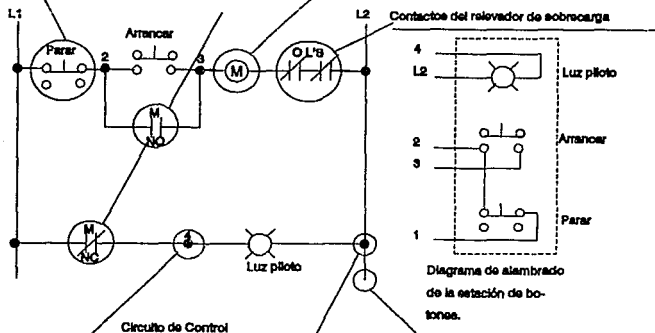
Los contactos auxiliares funcionan cuando lo hace el interruptor correspondiente. En este caso, cierran los contactos normalmente abiertos (NA); los contactos normalmente cerrados (NC) abren cuando se energiza la bobina M.

Bobina del contador de operación

A - Adelante R - Reversa

L - Lento P - Línea principal

R - Rápido RC - Relevador de Control



Punto de referencia: Identificado en el arrancador; corresponde, con el número, como se muestra en el diagrama de alambrado de la estación de botones.

Empalme de conductores: La ausencia de nudo indica que los alambres se cruzan sin conectarse.

Línea de energía: Simbolizada por líneas gruesas.

FIG. 5.4 COMPONENTES DE UN CIRCUITO DE CONTROL

comunes son indicados en la figura 5.3 y es recomendable memorizarlos para facilitar la lectura de los diagramas.

Para comprender con mayor facilidad como funcionan los diagramas de control eléctrico y su procedimiento de elaboración, es necesario primeramente, familiarizarse con los siguientes conceptos relacionados con el control secuencial de procesos.

CONTROL SECUENCIAL DE PROCESOS.

El término control secuencial de procesos, se refiere al tipo de control mediante el cual, un sistema es llevado a través de un conjunto de operaciones de arranque y paro ó apagado y encendido de diversos dispositivos que siguen una secuencia determinada, y que pueden estar relacionadas con el tiempo o condiciones específicas de ciertas variables de proceso. Un ejemplo muy común, es una lavadora automática, las operaciones tales como llenar con agua, agitar, vaciar, exprimir y secar, ocurren en una forma secuencial.

Un ejemplo industrial es el maquinado de los bloques para los motores de automóviles. Aquí los vaciados se alimentan a una línea automatizada de máquinas-herramienta. Una vez que se ha terminado una operación particular de maquinado, los vaciados se transmiten automáticamente a la siguiente estación de maquinado, hasta que por fin salen de la línea totalmente acabados. Los dos ejemplos citados señalan la extrema importancia del control secuencial en una sociedad automatizada.

Estas operaciones de apagado y encendido requieren del uso de

Simbología											
Disyuntor	Interruptor de bobinado	Cableado en paralelo de fase de subtrayecto	Cableado en serie de fase de subtrayecto	Cableado en serie de fase de subtrayecto	Interruptor de tiempo	Interruptor de paso					
					Mano obra 	No funciona 	N.O.	N.C.			
Interruptor de paso 1 paso	Interruptor para más de 1 bobinado	Interruptor automático sin temporario		Interruptor de tipo lock, lock, lock							
N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.				
Fusible	Sensor para 1 paso normal			Sensor para 1 paso paso							
Energía a control	Diez años 	Diez años 	Diez años 	Diez años 	Diez años 	Diez años 	Diez años 	Diez años 	Diez años 	Diez años 	Diez años
Estados de bobinas											
Características				Características				Características			
Un bobinado	Características	Características	Características	Características	Características	Características	Características	Características	Características	Características	Características
N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.
Contactos											
Contactos				Contactos				Contactos			
Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado	Con bobinado
N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.	N.O.	N.C.
Transformadores				Motores de C.A.				Motores de C.C.			
Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador	Autotransformador
Alimentación				Commutación				Resistencia			
No conectada	Conectada	Energía	Compu	Terminal de conexión	Modulo	Fin	Accesorio por ser un motor tipo	Accesorio por ser un motor tipo	Fin	Ajustable	
Velocidad inestable				Módulo				Módulo			

FIG. 5.5 SIMBOLOS TÍPICOS UTILIZADOS EN LOS DIAGRAMAS (NEMA)

diversos dispositivos para control, y pueden tener una variedad de formas tales como botones, palancas, interruptores de límite o interruptores activados por una variable de proceso, como por ejemplo, temperatura, presión, nivel, flujo, humedad, etc.

Una descripción de los elementos que más frecuentemente son utilizados en la presente aplicación es indicada a continuación:

- Interruptores.

Se requieren diversos tipos de interruptores para hacer y cortar los contactos eléctricos de un sistema de control secuencial.

Un término comunmente referido a estos interruptores es el que los define como "normalmente abierto" o "normalmente cerrado", que por lo general se abrevian como "N.A." y "N.C.", respectivamente. El término "normalmente", se refiere a la condición del interruptor cuando esta en su posición normal o no actuada, es decir que no es actuado manualmente (para el caso de interruptores manuales) o que no se tienen condiciones de proceso tales como flujo, presión, temperatura o nivel que afecten el interruptor y que el circuito del que forman parte se encuentra desenergizado.

- Interruptor de Botón.

Los interruptores de botón son dispositivos que permiten que al actuar sobre un botón, se inicie o interrumpa un número de señales.

El interruptor normalmente abierto de la Fig. 5.6 a, cerrará el circuito entre dos terminales, cuando el botón sea empujado manualmente y romperá (o abrirá) el circuito cuando el botón se suelte.

El interruptor normalmente cerrado de la Fig. 5.6 b, abrirá el circuito entre las dos terminales cuando sea empujado y cerrará el circuito cuando se suelte. Pueden obtenerse interruptores de botones múltiples, con varias combinaciones de normalmente abierto y normalmente cerrado.

El símbolo para un interruptor de doble circuito se da en la Fig. 5.6 c

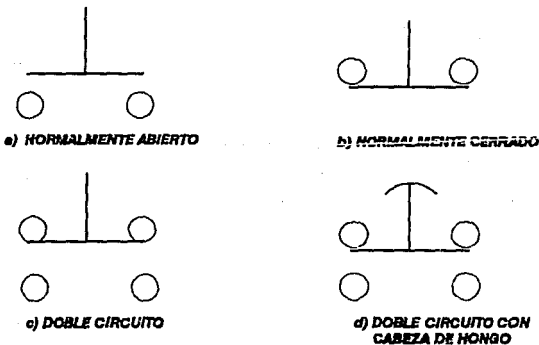


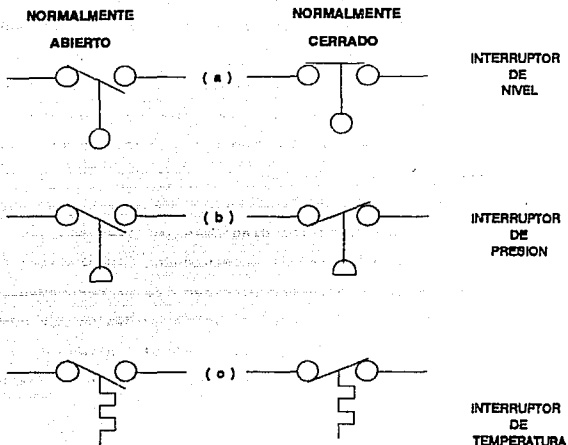
FIG. 5.6 SIMBOLOS PARA LOS INTERRUPTORES DE BOTON DE CONTACTO MOMENTANEO

El símbolo de la Fig. 5.6 d, es para un interruptor de doble circuito con una "cabeza de hongo", es decir con forma alargada que asemeja la forma de hongo. Estas cabezas se usan comunmente para permitir la fácil operación en situaciones de emergencia, aunque por ejemplo, también se recomendarían para aplicaciones que requieran que un operador use guantes pesados.

Debido a que la mayoría de los diagramas implican más de un interruptor de botón, se requieren medios de identificación. Un método es designar un interruptor particular por medio de letras "PB (PB = pushboton = botón)", seguidas de un número por ejemplo, PB-1351, PB-1352, etc. Un método alternativo es etiquetar el interruptor por su función, por ejemplo, arranque, paro, apagado, encendido, etc.

- Interruptor de Nivel.

Los interruptores de nivel (símbolo en la Fig. 5.7 a) se diseñan y emplean fundamentalmente para controlar la cantidad de líquido contenida en recipientes. Su operación se basa en el movimiento ascendente o descendente de un flotador o desplazador, que abre o cierra mecánicamente los contactos eléctricos mediante una varilla o contrapeso, manipulando de esta manera el arrancador de la bomba, la solenoide correspondiente a una válvula de control, etc.



**FIG. 5.7 SIMBOLOS PARA INTERRUPTORES DE
VARIABLES DE PROCESO**

- Interruptor de Presión.

Este dispositivo abre o cierra mecánicamente sus contactos eléctricos, en función del valor de presión que sensa generalmente a través de un arreglo de pistón y diafragma. A causa de la diversidad de aplicaciones, existe una amplia variedad de rangos de presión. La amplitud y la diferencial (diferencia entre las presiones de conexión y desconexión) son modificables en campo (Fig. 5.7 b).

- Interruptor de Temperatura

Los interruptores térmicos (Fig. 5.7 c) se diseñan para el control automático de equipos que se deben de mantener a una cierta temperatura. Este dispositivo consiste de un interruptor de presión conectado directamente a un bulbo sensor lleno de un líquido volátil. Los cambios de temperatura causan un cambio proporcional en la presión de vapor en el bulbo sensor, que actúa sobre el interruptor de presión para abrir o cerrar los contactos eléctricos a cierto valor de temperatura.

- Interruptores Límite.

Otra clase importante de interruptores es el "Interruptor Límite", estos se actúan generalmente en forma mecánica a través del uso de cierto tipo de leva, que hace contacto con un brazo actuante.

Los símbolos de los interruptores límite se muestran en la Fig. 5.8 El interruptor "normalmente abierto" de la Fig. 5.8 a cerrará el circuito entre las dos terminales, cuando el interruptor sea actuado y abrirá el circuito cuando el interruptor deje de ser actuado. La Fig. 5.8 b, simboliza un interruptor límite que tiene la función opuesta, es decir, abrirá el circuito cuando sea actuado y lo cerrará en el caso contrario, así estará normalmente cerrado.

Existen circunstancias en las cuales el diagrama de circuito

es más claro, si el interruptor se muestra en la posición actuada. Los símbolos de la Fig. 5.8 c y 5.8 d se aplican entonces.



a) **NORMALMENTE
ABIERTO**



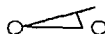
b) **NORMALMENTE
CERRADO**



e) **DOBLE CIRCUITO**



c) **NORMALMENTE
ABIERTA-ACTUADA
CERRADA**



d) **NORMALMENTE
CERRADA-ACTUADA
ABIERTA**

FIG. 5.8 SIMBOLOS PARA LOS INTERRUPTORES LIMITE

El interruptor de doble circuito, mostrado en la Fig. 5.8 e, es muy útil en las aplicaciones de control secuencial. Al actuar sobre un solo interruptor se impedirá una operación e inmediatamente se iniciará una segunda. La línea punteada entre cada símbolo del interruptor denota que ellos están conectados mecánicamente, es decir, físicamente se encuentran localizados dentro del mismo empaque que el interruptor. Los interruptores límite son por lo general designados por las letras ZS seguidas de un número, por ejemplo, ZS-5500, ZS-3200, etc.

- Relevadores de control.

Un relevador de control es un dispositivo electromagnético que suministra una multiplicidad de funciones de interrupción, basadas en la aplicación de energía a la bobina del relevador. Una forma de describir un relevador es considerarlo como un interruptor (o interruptores), que es actuado por una señal eléctrica (en oposición, por ejemplo, al impulso manual requerido por un interruptor de botón). Sin embargo, y más fundamentalmente, los relevadores de control, son dispositivos de manipulación de información y como tales, suministran la inteligencia a un sistema. .

Un diagrama esquemático de un relevador se da en la Fig.5.9 a El relevador está compuesto por dos partes básicas, la primera parte es un electroimán y la segunda parte contiene los contactos de interrupción que cierran y abren con los desplazamientos del núcleo. Cuando la bobina es energizada, el núcleo se mueve hacia abajo, abriendo el contacto normalmente cerrado (N.C.), y cerrando el contacto normalmente abierto (N.A.). Cuando la bobina es desenergizada, un resorte regresa al núcleo y con este los contactos a la posición normal, obteniéndose nuevamente un dispositivo binario que tiene una posición abierta o cerrada, lo cual puede ser representada por 0 ó 1 respectivamente.

El relevador de control no esta limitado a poseer un sólo juego de contactos, como se muestra en la Fig. 5.9 , ya que puede tener múltiples contactos y con una variedad de

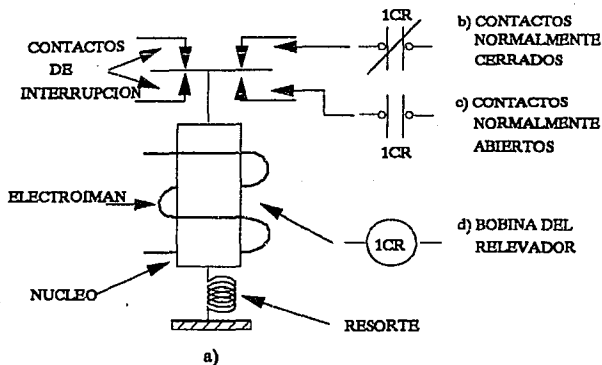


FIG. 5.9 RELEVADOR DE CONTROL

características especiales. Por ejemplo el relevador de la Fig. 5.9, es del tipo de circuito de "contactos de cortar antes de cerrar", también es posible del tipo de "cierre antes de corte" y relevadores con retardo de tiempo.

En el circuito de cierre antes de corte, los contactos normalmente abiertos cerrarán, antes de que los contactos normalmente cerrados abran.

Un relevador de control se designa por medio de un número seguido por las letras RC. La designación se coloca dentro del círculo que representa a la bobina del relevador. Todos los contactos controlados por esa bobina se etiquetan en la misma forma que la bobina

En general, los relevadores de control se pueden comprar con tantos contactos como demande la aplicación.

- Relevadores con retardo de tiempo o "Relevadores timer".

Un relevador timer es bastante semejante a un relevador de control excepto que los contactos tardan en activarse después de que la bobina ha sido energizada ó se retrasan en llegar a su posición normal después de que la bobina ha sido desenergizada. Los símbolos para los relevadores con retardo de tiempo son mostrados en la Fig. 5.10 ., y se designan por

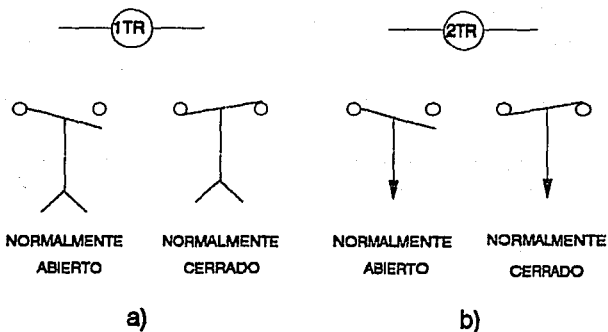


FIG. 5.10 SIMBOLOS DEL RELEVADOR TIMER. LA ACCION DEL CONTACTO SE RETRASA EN DIRECCION DE LAS FLECHAS

medio de un número, seguido por las letras "TR", por ejemplo, 1TR, 2TR, etc. En la Fig. 5.10a., si la bobina está energizada, el contacto regulado normalmente abierto se retrasará y después se cerrará, al mismo tiempo, se abrirá el contacto regulado normalmente-cerrado; después de cortar la energía a la bobina, ambos contactos se reinvierten a sus estados originales.

La clave para comprender la acción es que el retraso ocurre en la dirección de las flechas.

El relevador timer de la Fig. 5.10, es tal que la acción ocurre inmediatamente después de aplicar la energía a la bobina mientras que ocurre un retraso en la acción después de quitar la energía.

Es posible comprar un relevador timer con contactos no regulados además de los contactos regulados. Los contactos no regulados se comportan de la misma forma que los relevadores de control.

Los relevadores timer se usan generalmente para abrir y/o cerrar circuitos de control y dentro de las aplicaciones típicas de estos se incluyen el gobierno de arrancadores para motor, luces piloto, señales audibles, interrupción de solenoides, y/o de otros relevadores.

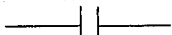
Hasta ahora, se han discutido ejemplos de dos amplias clases de componentes. La primera corresponde a los elementos que suministran señales a un sistema de control, tal como los interruptores activados por variables de proceso y dispositivos eléctricos; y la

segunda que corresponde a los "dispositivos lógicos", llamados así porque pueden suministrar una forma de inteligencia para el sistema, tal como los relevadores timer y de control.

Finalmente, necesitamos dispositivos de respuesta de manera que se puedan llevar a cabo operaciones útiles como los que a continuación se indican.

- Arrancadores de Motor.

Los arrancadores de motor, como el nombre sugiere, son componentes empleados para arrancar y parar motores eléctricos. Estos dispositivos son básicamente relevadores con contactos capaces de manejar grandes corrientes. Además,



1M

a)



sol A

b)

FIG. 5.11 SIMBOLOS PARA LOS ARRANCADORES DE MOTOR Y LOS SOLENOIDES

los arrancadores de motor proporcionan protección por sobrecargas. Los símbolos apropiados para los arrancadores de motor se muestran en la Fig. 5.11a. La aplicación de energía a la bobina del arrancador del motor hace que el motor arranque, mientras que el corte de energía hace que el motor se pare.

- Válvula Solenoide.

Una válvula solenoide es una combinación de dos unidades funcionales básicas: Un solenoide (electroimán) con su macho (núcleo), y una válvula que contiene un orificio en el que se coloca un disco o tapón para permitir o restringir el flujo. La válvula totalmente automática funciona cuando se aplica corriente al solenoide y regresa a su posición original cuando se interrumpe aquella. La mayoría de los dispositivos piloto para control, accionan un interruptor de un polo, contacto o bobina de solenoide, el símbolo empleado es el de la figura 5.11b.

FUNCIONAMIENTO DE LOS CIRCUITOS DE CONTROL ELECTRICO.

Un diagrama ilustrativo de un circuito eléctrico se muestra en la Fig.5.12. Cuando se aplica el voltaje al circuito de control, no ocurre nada ya que no existe una trayectoria para la corriente hacia la bobina del relevador de control o hacia el solenoide.

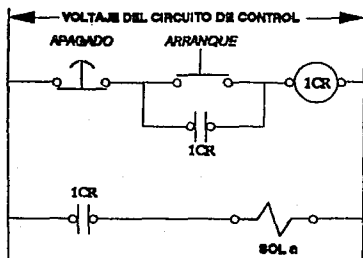


FIG.12 DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE UN CIRCUITO

Si se aprieta el botón de arranque, la bobina 1CR recibirá energía y los dos contactos normalmente abiertos se cerrarán. Uno de estos da energía al solenoide, mientras que el otro establece una trayectoria paralela alrededor del botón de arranque. Este contacto es llamado un contacto de "enciave" o "sostén", debido a que mantiene al circuito encendido después de que es soltado el botón de arranque. El solenoide "A" permanecerá con energía hasta que se oprima el botón de apagado.

El arreglo de arranque-apagado mostrado en la Fig. 5.12, se usa ampliamente. Una característica clave de este, es que si ocurre una interrupción temporal de la energía, el circuito permanecerá inactivo al volver la energía, es decir, el solenoide "A" permanecerá sin energía hasta que se oprima nuevamente el botón de encendido. Este arreglo evita el peligro de un repentino e inesperado regreso a la operación.

A continuación se presentan dos ejemplos ilustrativos para ayudar a aclarar el empleo de los símbolos y componentes de los diagramas de control eléctrico.

La figura 5.13 muestra el diagrama de un circuito eléctrico para el arrancador de un motor. El arreglo de arranque-apagado es el mismo que el analizado anteriormente, uno de los contactos normalmente abiertos en el arrancador del motor y se está empleando como un contacto de enclave. Notemos también que, el botón de arranque no sólo necesita estar oprimido, sino que el interruptor límite ZL-1 debe ser actuado antes de que la bobina 1M pueda recibir energía. Esta bobina permanecerá con energía hasta que el botón de apagado sea oprimido o se suelte el interruptor ZL-1.

Un sistema más complejo se muestra en la figura 5.14. El sistema consiste en un circuito neumático, fig. 5.14, que consta de un cilindro que regresa por medio de un resorte y una válvula de dos posiciones, tres pasos. Con el solenoide sin energía, la línea del cilindro es venteada a la atmósfera y el resorte interno retrae el

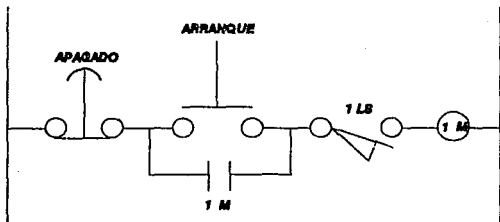


FIG. 5.13 CIRCUITO DE CONTROL PARA EL ARRANCADOR DE UN MOTOR

eje del pistón. Sin embargo, cuando el solenoide recibe energía, se aplica aire a presión al pistón con objeto de que avance el eje del mismo. Notemos que en la posición recogida, la leva del eje del pistón activa el interruptor límite ZL-1.

El diagrama del circuito eléctrico se muestra en la figura 5.14b. Antes que nada veamos que el símbolo para el interruptor límite ZL-1 muestra un interruptor normalmente abierto en la posición cerrada. La selección del símbolo se basa en el hecho de que, cuando el sistema está en reposo, se activa el interruptor ZL-1.

La operación del sistema se puede describir en la forma siguiente. Con el botón de arranque oprimido, el relevador ICR recibe energía. Un contacto normalmente abierto se emplea como un contacto de enclave. El segundo contacto normalmente abierto da energía a la bobina del relevador "timer" ITR a través de los interruptores ZL-1 y ZL-2. Un contacto no regulado ITR cierra al circuito alrededor del interruptor ZL-1 (el cual se abrirá tan pronto como el eje del pistón principie a avanzar). Siguiendo a un retraso regulado, el contacto regulado ITR dará energía a la solenoide "A", con el resultado de que la válvula se desplazará y el eje del pistón avanzará hacia el interruptor ZL-2. La activación del interruptor ZL-2 interrumpirá el circuito a la bobina ITR, con el resultado de que la solenoide "A" se des-energizará inmediatamente y el eje del pistón se retraerá. Después de la retracción total, el interruptor ZL-1 será activado nuevamente. Después de un retraso, el eje del pistón avanzará de nuevo. El movimiento recíproco del pistón, con un retraso en el interruptor

ZL-1, continuará hasta que se oprima el botón de apagado, después de lo cual el eje del pistón se retraerá y permanecerá entonces en reposo.

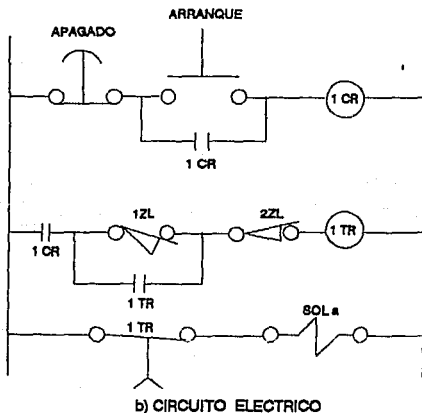
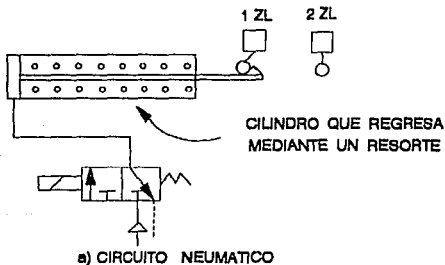


FIG. 8.14 CIRCUITOS PARA LA APLICACION DE CILINDROS NEUMATICOS

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR DIAGRAMAS DE CONTROL ELECTRICO.

La elaboración de los diagramas de control eléctrico, es la etapa en el desarrollo de ingeniería de instrumentación que sigue a los diagramas lógicos, cuando se pretende implementar un sistema de control que utilice un tablero convencional. Es en esta etapa cuando se definen los elementos físicos necesarios para cada sistema de control secuencial, así como la forma en que estos deben de ser interconectados, para cumplir con la filosofía de operación.

De este modo se hace necesario la elaboración de un diagrama de control eléctrico para cada diagrama lógico, y que de acuerdo al criterio seguido por el instrumentista podrá basarse para ello, en el diagrama lógico correspondiente o de manera directa en el D.T.I. y la filosofía de operación de cada sistema de control antes de iniciar la elaboración de los diagramas de control eléctrico. Así mismo es conveniente recordar que los sistemas de control que fundamentalmente nos ocuparán para la presente aplicación, será el de interruptores que son accionados por una variable de proceso, envían una señal al arrancador de una bomba, bobina de válvula solenoide, secuencia de paro y/o arranque o cualquier otro dispositivo que indique una condición (como una luz indicadora) o desencadene una acción sobre alguna variable de proceso.

Para cada caso haciendo uso de la simbología establecida por el código NEMA y la sugerida adicionalmente en la Fig. 5.15, se procederá a representar entre dos líneas verticales (en las que se aplica el voltaje al circuito de control), los instrumentos

localizados en campo, los ubicados en el frente y parte posterior del tablero de control, así como los dispositivos para control, tales como, relevadores, interruptores manuales, botones, etc., que sean necesarios, para que el diagrama de control cumpla adecuadamente con la filosofía de control del circuito.





Adicionalmente podrán ser agregados como dibujos de referencia, los diagramas que sirvieron como base para su elaboración o que complementan la información indicada en cada diagrama.

El formato utilizado, generalmente es de un tamaño de 11 x 17 pulgadas , conteniendo preferentemente sólo una secuencia de control, evitando mostrarlo en múltiples páginas cuando esto sea posible. Se recomienda mantener una distribución consistente (horizontal o vertical) en todos los diagramas del proyecto.




Como título del diagrama deberá indicarse el nombre del sistema, para el que se esta representando su diagrama de control eléctrico.







**FIG. 5.15 SIMBOLOGIA ADICIONAL DE
DIAGRAMAS DE CONTROL ELECTRICO**

PARA UN TABLERO CONVENCIONAL

-  Tab. Terminal en Tablero Principal de Control
-  Tab. Terminal en Centro de Control de Motores.
-  Tab. Terminal en Tablero Auxiliar.
-  Tab. Terminal en Tablero de Seguridad.
- Alambrado Eléctrico Interno.
- Alambrado Eléctrico en Campo.

PARA UN SISTEMA DIGITAL DE CONTROL

-  Interruptor de Señal de Proceso
Contacto normalmente abierto.
-  Interruptor de Señal de Proceso
Contacto normalmente cerrado.
-  Válvula Solenoide.

-  Tub. Terminal en C.C.M.
-  Tab. Terminal en Módulo E/S digital.
-  Arrancador en C.C.M.
-  Módulo para señal de Entrada Digital.
-  Módulo para señal de Salida Digital.
-  Bobina Relevador (Configurado)
Configuración.
- Cableado entre instrumentos de campo y
Módulo E/S.

V.4. PLANOS DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS Y CONDUCCION DE SEÑALES.

Los sistemas utilizados para la transmisión de señales de medición y control son de importancia fundamental dentro del campo de la instrumentación, ya que es por este medio que reciben las señales de control los actuadores de válvulas, se envían las señales de medición a los receptores remotos o se transfiere información de un sistema digital a otro .

Casi todos los sistemas de transmisión asociados con el control de procesos son de tipo fijo de ubicación a ubicación, y generalmente utilizan conductores fijos eléctricos o neumáticos como medio de transmisión. La distancia a que se transmite puede variar desde algunos centímetros hasta varios miles de metros.

Los termopares constituyen un ejemplo de la clase más amplia de dispositivos de medición de proceso, cuya salida se transmite a una distancia determinada entre el punto de medición y el de utilización. En su mayoría se trata de señales de corriente continua a nivel milivolt, que se transmiten sin transformarse, por medio de alambres o conductores de extensión hasta el punto de utilización. No obstante con el uso cada vez mayor de la electrónica de estado sólido y circuitos integrados, estas mediciones se están transformando y transmitiendo en otras formas.

El uso de los sistemas de transmisión, permite la operación de

una o más unidades de proceso desde un centro de control localizado remotamente. Debido a que los dispositivos de medición y transmisores se encuentran tan cerca como es posible al punto de medida, presentan la ventaja de reducir la cantidad de tubería que lleva fluido de proceso, el cual puede ser inestable, corrosivo, tóxico o viscoso, evitando la presencia de fluidos peligrosos en el centro de control y aumentando la seguridad del personal de operación.

Los planos de localización de instrumentos constituyen una parte de la ingeniería que debe desarrollarse para implementar un sistema de transmisión de señales para medición y control, los cuales son clasificados en dos tipos:

- a) Planos de localización de instrumentos neumáticos.
- b) Planos de localización de instrumentos electrónicos.

En estos documentos se representa la localización de todos aquellos instrumentos que requieren de la interconexión con otros, con ubicación distante, los cuales serán tratados en detalle a continuación (usualmente no se muestran aquellos instrumentos que únicamente se conectan a las líneas de proceso o recipientes, tal como: indicadores de nivel, de presión o rotámetros montados en la línea).

V.4 PLANOS DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS NEUMATICOS Y CONDUCCION DE SEÑALES.

V.4.a) SISTEMAS DE TRANSMISION NEUMATICOS.

La transmisión neumática ha sido utilizada en las plantas de proceso por más de 30 años, y debido a su simplicidad es aún preferida por muchos usuarios, sobre todo en aquellos casos en que la constante de tiempo de transmisión de proceso permite su uso.

El tubing es normalmente utilizado para las líneas de transmisión neumáticas, el tamaño preferido es 1/4" de diámetro exterior (O. D.) con una variación típica del espesor de pared de 0.030" a 0.040". Este tamaño de tubing da un óptimo funcionamiento basado en la mínima "constante de tiempo" de transmisión contra costo, para la capacidad de manejo de aire de aproximadamente un pie cúbico estándar por minuto (SCFM) de la mayoría de los transmisores y controladores. El tubing de 3/8" (O. D.) con una variación típica de espesor de pared de 0.032" a 0.062", es usado en aquellos casos en que el transductor y el controlador tienen capacidad de manejo de aire mayor a un pie cúbico estándar, y las constantes de transmisión deben ser reducidas para un buen control global.

Para la industria de proceso, el rango de transmisión preferido es de 3-15 psig., según establece el código SAMA en el estándar PMC2-1967 "Aire Pressure for Neumatic Controllers and Transmission Systems".

Cuando es necesario incluir actuadores de trabajo pesado, la señal de salida del controlador de 3 a 15 psig es amplificada hasta 100 psig a través del uso de posicionadores, relevadores neumáticos, u otros dispositivos para incrementar la presión. También la señal de control de 3 a 15 psig es acoplada con sistemas hidráulicos de alta presión para proveer de esta forma mayor fuerza de operación a actuadores más grandes.

El plano de localización de instrumentos neumáticos consiste de la vista en planta del área de proceso, en la que mediante el uso de símbolos convencionales son representados todos aquellos instrumentos que requieren de un suministro de tipo neumático, como es el caso de controladores locales, posicionadores, convertidores, etc., acompañados de su identificación y coordenada de localización (norte, este y elevación). El sistema de coordenadas empleado para definir la ubicación de los instrumentos considera generalmente una de las esquinas del área de proceso como punto de origen (que para el caso de una instalación marina se toma en una de las esquinas de la plataforma).

En este plano se indica también la trayectoria propuesta para el sistema de distribución de aire de instrumentos, indicándose el diámetro y material de la tubería del cabezal principal y de los ramales o cabezales secundarios; las coordenadas y elevación de estos cabezales también son indicados con el fin de especificar claramente su recorrido.

Con el objeto de facilitar el manejo de la información contenida en el plano, se tiene al lado derecho del mismo, una tabla de localización que resume esta información la cual consta de

5 columnas en las que se indican: Identificación del instrumento, símbolo que lo representa en el plano, coordenada norte, este y elevación.

Generalmente son incluidas las notas aclaratorias que el ingeniero especialista considere convenientes para el mejor entendimiento del documento.

CRITERIOS GENERALES DE ELABORACION

No existe un material o configuración única para el tubing a utilizar en un sistema de transmisión neumática, debido a que puede adquirirse en el mercado tanto en tubos individuales como en haces multitubos, contruidos en diferentes materiales, los cuales se pueden emplear satisfactoriamente para diferentes instalaciones.

Para una elección apropiada de sus características deben de ser considerados algunos factores:

- 1.- Condiciones ambientales (tal como temperaturas extremas, efecto de la luz solar, exposición a materiales corrosivos y exposición a fuentes de vibración).
- 2.- Costos de instalación.
- 3.- Costos de material.

El material de tubing puede ser metálico o plástico, ambos son disponibles tanto en tubos individuales como en haces de tubos, los

primeros pueden adquirirse también con un recubrimiento plástico.

Para el caso específico del tubing empleado para los sistemas de transmisión de plataformas marinas, se prefiere el uso de tubos individuales de acero inoxidable 316, ya que en estos lugares se requiere utilizar materiales resistentes a la corrosión y el número de señales manejadas es relativamente bajo (el tubing de plástico no se utiliza debido a su poca resistencia mecánica).

La conducción de señales neumáticas desde los instrumentos montados en las áreas de proceso hasta el cuarto de control, teniendo como punto de colección de señales cajas de interconexión, es en la actualidad una práctica fuera de uso en las ingenierías en desarrollo, debido al auge de la instrumentación electrónica. No obstante, la transmisión neumática continua aplicándose en sistemas de control local, como es el caso de controles de nivel y sistemas de control de presión de recipientes.

La ruta del tubing en el área de transmisión puede ser bajo el nivel de piso (rejilla) o en forma elevada. Para soportar los tubos generalmente se utilizan charolas, grapas o abrazaderas las cuales pueden ser apreciadas en la figura No 5.16.

Cuando se tiene un gran número de tubos se recomienda usar charolas como soportes, ya que de esta manera se tiene la ventaja de fácil acceso para mantenimiento, y cualquier tubo puede ser individualmente reparado o remplazado con la mínima perturbación al resto del sistema.

El diseño inicial de charolas para tubos individuales deberá contemplar un incremento del 20 % del número de tubos si se esperan ampliaciones futuras.

El recorrido del tubo deberá hacerse procurando protegerlo de daño físico, y teniendo presente que la ruta más corta no necesariamente será siempre la mejor, evitando hacerlo pasar por encima de soloaires, compresores, bombas, calentadores, descarga de fluidos de válvulas de relevo u otros gases de escape.

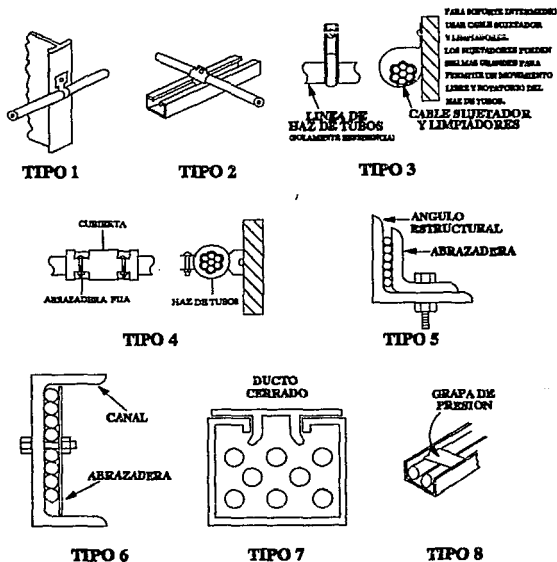











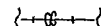
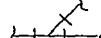
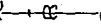



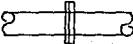
FIG.5.16 PARA SOPORTAR TUBOS INDIVIDUALES Y HAZ DE TUBOS

PROCEDIMIENTOS DE ELABORACION

La elaboración de este plano se fundamenta en la información contenida en los planos de localización de equipos, diagramas de tubería e instrumentación, planos e isométricos de tuberías; documentos que son generados por las especialidades de Sistemas y Tuberías. De los diagramas de tubería e instrumentación primeramente se obtiene la relación de instrumentos que envían o reciben alguna señal de tipo neumático, posteriormente se define la localización de cada uno de estos (coordenadas norte, este y elevación) mediante el uso de los isométricos de tuberías y planos de tuberías.

Cuando ha sido definida la posición de todos los instrumentos, se marcará la ubicación de cada uno de estos en el plano de localización general de equipos correspondiente, realizando la transformación de coordenadas a la escala que se desee elaborar o que sea necesaria. Cabe mencionar que cuando se desea definir la posición de los instrumentos correspondientes a arreglos de nivel de recipientes, deberán utilizarse los planos de construcción de estos para conocer la localización de las boquillas que serán empleadas para la construcción del arreglo de nivel, y determinar de esta manera la posición aproximada de los instrumentos en dicho arreglo. Así mismo, para el caso de accesorios de válvulas de control, tales como posicionadores y convertidores, la ubicación se definirá prácticamente sobre la de la válvula, ya que dichos accesorios vienen generalmente montados en el yugo del actuador de

FIG. 5.17 SIMBOLOGIA PARA PLANOS DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS

TIPO DE CONEXION	VISTA	ROSCADA O INSERTO SOLD. UNIFILAR
CODO DE 90°	SUPERIOR	
	LATERAL	
	INFERIOR	
CODO DE 45°	SUPERIOR	
	LATERAL	
	INFERIOR	
TE	SUPERIOR	
	LATERAL	
	INFERIOR	
LATERAL	SUPERIOR	
	LATERAL	
	INFERIOR	
REDUCCION	CONCENTRICA	
	EXCENTRICA	
BRIDAS	UNIFILAR	
	DOBLE LINEA	

la misma.

El sistema de distribución de aire para instrumentos, se realiza trazando un cabezal principal y varios ramales secundarios (haciendo uso de la simbología indicada en la Figura No 5.17), procurando efectuar el trazo más cercano a la localización de los instrumentos. El cabezal principal puede diseñarse en forma de circuito cerrado "anillo" (Fig.No 5.18) o para flujo en un solo sentido hacia el instrumento más alejado a la fuente de suministro (Fig. No 5.19).

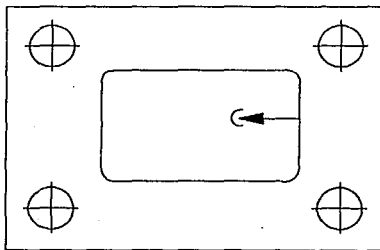


FIGURA 5.18
CIRCUITO CERRADO "ANILLO"

Se recomienda utilizar el arreglo de anillo cuando el número y distribución de los instrumentos lo justifique, o se desee dar más flexibilidad al sistema, como es el caso en el que se esperan ampliaciones futuras en la instrumentación neumática de la planta, ya que en este caso bastará con realizar una nueva derivación en el anillo para llevar el suministro hasta el punto requerido. El arreglo con flujo en un solo sentido es recomendable cuando el número de instrumentos es relativamente bajo.

Como complemento y para facilitar el manejo de la información

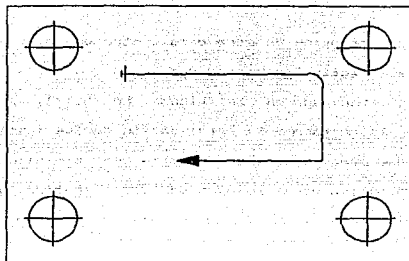


FIGURA 5.19
CIRCUITO ABIERTO PARA FLUJO
EN UN SOLO SENTIDO

contenida en el plano, se adiciona la tabla de localización de instrumentos descrita ya anteriormente.

Debido a que en las etapas de construcción de los proyectos, comúnmente suelen efectuarse modificaciones de última hora que pueden afectar la localización de uno o varios instrumentos o el trazo de tuberías para el sistema de suministro de aire, generalmente dentro de las notas aclaratorias se incluye una en la que se indica que al arreglo propuesto se le deberán afectar los ajustes necesarios en campo. Otra de las notas aclaratorias que son generalmente incluidas, es la que señala como complemento para la mejor comprensión de la instalación de los instrumentos a los dibujos típicos de instalación correspondientes.

En general se recomienda incluir como notas todas las aclaraciones que se consideren pertinentes para el mejor entendimiento del plano.

V.4. PLANOS DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS Y CONDUCCION DE SEÑALES.

V.4.b) SISTEMAS DE TRANSMISION DE SEÑALES ELECTRICAS.

El apartado que aqui se presenta sobre la transmisión de señales de instrumentos electrónicos, está limitado a circuitos convencionales formados por transmisores y controladores, excluyendo la transmisión de señales generadas por instrumentos especiales, tales como cromatógrafos, medidores de flujo magnéticos y dispositivos sensores o transmisores similares, cuya señal de salida es generalmente una corriente o voltaje de bajo nivel, ya que este tipo de señales cuando se utiliza en combinación con lazos de control convencionales son convertidas a rangos estándar.

La transmisión de señales eléctricas resulta más complicada que la transmisión de señales neumáticas, ya que para este caso el sistema de alambrado (que sería el equivalente del tubing para un sistema neumático) es únicamente una parte del sistema de transmisión, debiendo adicionalmente tener en consideración, que el diseño y la instalación del alambrado del transmisor y receptor debe dar como resultado un sistema de exactitud adecuado para la aplicación específica. Con este objetivo el diseñador debe de introducir los factores de las normas regulatorias, los requerimientos específicos del equipo, las características eléctricas del medio a través del cual pasa el alambrado y poner en práctica medidas para prevenir la excesiva distorsión de la señal.

Un aspecto que necesariamente debe ser involucrado para comprender el desarrollo de ingeniería de un sistema de transmisión, es la clasificación de las señales para control y medida en analógicas y digitales. Dada la importancia de estos conceptos, conviene dejar establecido claramente su significado, en lo que respecta a el área de instrumentación.

Se denomina señal analógica a la salida generada por cualquier dispositivo de medición o transmisión, cuyo valor representa la magnitud de una variable de proceso, pero que no es indicada en las mismas unidades de ingeniería de esta variable, por ejemplo: la salida de un transmisor de nivel (ver figura 5.20) representa la condición de una variable de proceso, y ésta es medida con un transductor (dispositivo que transforma una señal mecánica en eléctrica) el cual genera una corriente eléctrica proporcional al nivel de líquido en el recipiente, es decir el valor de la corriente generada es análogo al del nivel, ya que cuando este modifica su valor cambia la magnitud de la corriente en proporción exacta, pero en unidades de ingeniería diferentes.

Como señales digitales (ver figura 5.21) se les considera a aquellas que son generadas por dispositivos tales como interruptores de flujo, presión, temperatura, etc., cuyo valor no representa la magnitud de una variable, pero si indican la existencia o no existencia de una condición en un proceso, es decir emplean una lógica binaria.

Rangos de señal eléctrica estándar.

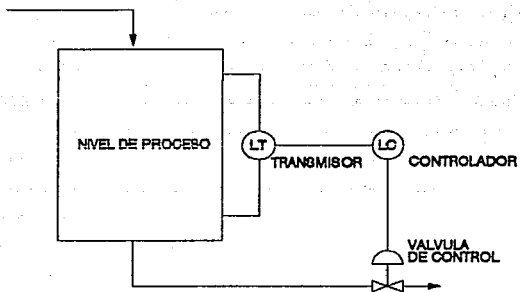


FIG.5.20 INSTRUMENTACION ANALOGICA

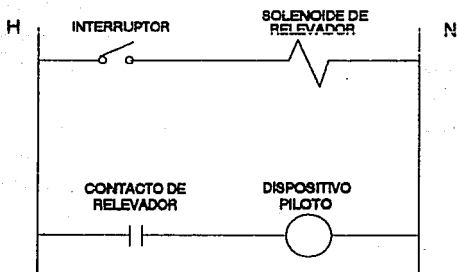


FIG.5.21 INSTRUMENTACION DIGITAL

Las señales eléctricas no han sido normalizadas tan extensamente como las señales neumáticas, ya que tienen un campo de aplicación más amplio. Por ejemplo los instrumentos de control de procesos, equipo de telemedición y sensores de deformación utilizan señales eléctricas. Estas son seleccionadas por los fabricantes para cubrir lo mejor posible las necesidades del mercado para cada producto. Adicionalmente, existen sensores tales como termopares, electrodos de pH, electrodos de potencial oxidación-reducción (ORP), y equipo similar que tiene como salida una señal eléctrica, cuyas características no pueden ser alteradas por un fabricante. Esta variedad de aplicaciones hace que la normalización de los rangos de señales eléctricas sea difícil. Sin embargo, los siguientes rangos se han hecho de uso más amplio para los instrumentos de control de procesos: 1-5, 10-50 y 4-20 mA. y 1-5 volts C.D.

Esto no quiere decir que todas las marcas de instrumentos electrónicos, con el mismo rango de señal puedan ser mezclados como los instrumentos neumáticos. Los instrumentos electrónicos diseñados para usar la misma señal de entrada o salida, pueden ser no compatibles debido a diferencias en el voltaje de las señales, carga de impedancias, técnicas de alambrado requeridas y otras características. El vendedor del instrumento deberá ser consultado antes de efectuar el intermezclado de instrumentos hecho por diferentes fabricantes, aún cuando la señal de entrada o salida pueda parecer compatible.

requiere de la clasificación de ésta para el propósito de instalación de equipo eléctrico. La norma API RP-500A es una guía para determinar esta clasificación.

Las tres clasificaciones básicas son:

- a) Clase I. Lugares en los cuales se encuentra o puede encontrarse en el aire una cantidad de gases o vapores inflamables suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

- b) Clase II. Lugares que son peligrosos debido a la presencia de polvos combustibles o eléctricamente conductores.

- c) Clase III. Lugares que son peligrosos a causa de la presencia de fibras o pelusas fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que dichas fibras o pelusas estén suspendidas en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

El tipo de área que de acuerdo a esta clasificación podemos encontrar en una instalación marina para la producción de petróleo, es la clase I, que comprende las divisiones que se indican a continuación, correspondientes a la frecuencia o permanencia y grado de las condiciones de peligro, que se define en los artículos siguientes:

Divisiones de los lugares clase I.

a) División 1, que corresponde a los lugares clase I en los cuales:

- existen continua o periódicamente, en condiciones normales de operación, concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables; o
- pueden existir frecuentemente concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, a causa de trabajos de reparación, mantenimiento o escapes; o
- una interrupción, funcionamiento defectuoso del equipo o los procesos, pueden provocar la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables y simultáneamente provocar también la falla del equipo eléctrico.

b) División 2, que corresponde a los siguientes casos de la Clase I :

- Los lugares donde se manejan, procesan o usan líquidos volátiles, gases o vapores inflamables, que están normalmente confinados en recipientes o sistemas cerrados; pero de los cuales pueden escapar en caso de ruptura o avería accidental de los recipientes o sistemas, o en caso

de funcionamiento anormal de los equipos por medio de los cuales se manejan dichos líquidos, gases o vapores; o

- lugares en los cuales una adecuada ventilación de presión positiva impide normalmente la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, pero que pueden convertirse en peligrosas por falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación; o
- lugares adyacentes a los de clase I, División I y a los cuales pueden pasar ocasionalmente concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, a menos que tal comunicación se impida por medio de una adecuada ventilación de presión positiva tomada de una fuente de aire limpio o salvaguardas eficaces contra fallas del equipo de ventilación.

Divisiones de los lugares Clase II.

a) División I, que comprende los lugares Clase II siguientes:

- Lugares en los cuales haya o pueda haber polvos combustibles en suspensión en el aire en condiciones normales de operación, ya sea continua, intermitente o periódicamente y en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables; o

- lugares donde puedan formarse dichas mezclas explosivas o inflamables en condiciones anormales de operación, de falla mecánica del equipo o donde, al mismo tiempo pueda producirse una fuente de ignición por fallas del equipo eléctrico, del equipo de protección o por cualquier otra causa; o
- lugares donde puedan estar presentes polvos eléctricamente conductores.

b) División 2, que comprende los lugares Clase II en donde los polvos no están normalmente en suspensión en el aire; ni es probable que sean puestos en suspensión por la operación normal del equipo, en cantidades suficientes para formar una mezcla explosiva o inflamable, pero donde:

- Los depósitos o acumulación de polvos puedan ser suficientes para interferir con la disipación efectiva del calor del equipo o aparatos eléctricos; o donde
- los depósitos o acumulación de polvos dentro, sobre o cerca del equipo eléctrico, pueden inflamarse a causa de arcos, chispas o material en combustión que provengan del mismo equipo.

Divisiones de los lugares Clase III.

a) División 1, que comprende lugares clase III en los cuales se

manejan, fabrican o usan fibras o materiales fácilmente inflamables que producen pelusas combustibles.

- b) División 2, que comprende los casos en que, fuera del proceso de manufactura, se manejan o almacenan las fibras fácilmente inflamables.

El equipo eléctrico adecuado para una localización correspondiente a la Clase I, se designa como "a prueba de explosión" si este se tiene disponible. Esto significa que el equipo tiene una cubierta que es lo suficientemente fuerte para soportar una explosión interna, así como juntas que son lo suficientemente anchas y claros lo suficientemente pequeños de modo que la flama sea apagada y no se propague del interior de un equipo a la atmósfera que lo circunda.

El equipo eléctrico adecuado para una localización correspondiente a la Clase II, esencialmente es aquél que no produce chispas, o que los contactos que las producen están inmersos en aceite o contenidos en cámaras herméticamente selladas. Cuando este tipo de equipos no esta disponible, se utiliza el equipo a prueba de explosión. En caso de que el equipo a prueba de explosión no esté disponible, una alternativa es proveer cajas o cubiertas purgadas y presurizadas, recintos o cuartos para el equipo eléctrico. El NEC acepta específicamente la presurización en lugar de una caja a prueba de explosión.

Otra alternativa al equipo a prueba de explosión, es el equipo y alambrado eléctrico intrínsecamente seguro. El equipo

intrínsecamente seguro es incapaz de liberar suficiente energía bajo condiciones normales y anormales para causar la ignición de una atmósfera explosiva específica. El NEC también menciona específicamente aquellos equipos y alambrados intrínsecamente seguros, que pueden ser instalados en cualquier localización peligrosa para la cual son aprobados, sin considerar los requerimientos del NEC para localizaciones peligrosas. Para guías en el uso de equipo intrínsecamente seguro véase NFPA Standard of Intrinsically Safe Process Control Equipment.

DESCRIPCION DEL PLANO DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS ELECTRICOS.

Este documento de ingeniería contiene la ubicación de todos los instrumentos que envían alguna señal eléctrica al cuarto de control, como es el caso de transmisores e interruptores (de flujo, presión, temperatura, nivel) o que reciben de este una señal eléctrica, tal como válvulas solenoides, posicionadores electroneumáticos, convertidores, etc. En él se representa también la ruta de conducción de señales, desde cada instrumento ubicado en las áreas de proceso hasta el cuarto de control, indicándose también la ubicación de las cajas de interconexión, cantidad de tubos conduit, número de conductores que contienen y calibres de estos, diámetro de tubería conduit y circuito de control al cual corresponden.

Los instrumentos son representados mediante símbolos convencionales, acompañados de su respectiva identificación y

coordenadas de localización (norte, este y elevación) siendo acompañados generalmente de dibujos que muestran el detalle de la instalación eléctrica de cada uno de ellos. De igual manera que en el caso del plano de localización de instrumentos neumáticos, tratándose de una instalación marina generalmente se utiliza un sistema de coordenadas que toma como punto de referencia una de las esquinas de la plataforma, elaborándose un plano de localización para cada nivel de ésta en el que se encuentren instrumentos electrónicos.

Para facilitar el manejo de la información contenida en el plano, en el margen superior derecho del mismo se tiene una tabla de localización que consiste de 5 columnas, en la que se indican la identificación del instrumento, símbolo que lo representa en el plano, coordenada norte, coordenada este y elevación.

También son incluidas las notas aclaratorias que el ingeniero especialista considere pertinentes para el mejor entendimiento del documento.

CRITERIOS GENERALES DE ELABORACION.

CONDUCTORES ELECTRICOS.

El término general de conducto eléctrico incluye al conduit rígido, tubing metálico eléctrico, conduit metálico flexible, conducto eléctrico metálico superficial, conducto eléctrico subterráneo y canales auxiliares. Los 3 últimos, por lo general son aplicados únicamente en instalaciones dentro del cuarto de control. El conduit flexible es frecuentemente utilizado para conectar un

instrumento localizado en campo a un conducto eléctrico y algunas veces usado para aislar la señal de ciertos cables dentro de cajas de paso (derivación) o de terminales . El dimensionamiento de los conductos eléctricos es cubierto por el NEC.

APLICACIONES.

Los tubos conduit son usados para conducir el alambrado de instrumentos individuales a cajas de interconexión y es el método más ampliamente usado para el manejo de cables y alambres de cajas de interconexión al cuarto de control.

El material del conduit debe ser adecuado para las condiciones ambientales y poseer las propiedades eléctricas requeridas de protección. El acero galvanizado es el material más comunmente utilizado y es especificado en el estándar ANSI C-80.1 "Specification for Rigid Steel Conduit, Zinc Coated". Otros materiales utilizados son el aluminio y el acero recubierto con polietileno o PVC. Las especificaciones para el aluminio aparecen en el estandar ANSI C-80.5, "Specification for Rigid Aluminium Conduit" Los materiales de conduit no metálicos son rara vez usados en plantas de proceso fuera del cuarto de control o en instalaciones que no son subterráneas, y no se recomienda para el alambrado de instrumentos puesto que no proveen blindaje eléctrico.

GUIAS DE INSTALACION.

A falta de especificaciones eléctricas que cubren la planta

entera, los siguientes métodos son recomendados para el soporte y arreglo de los sistemas de tubería conduit:

I.- Cuando el conduit tenga que ser soportado por tubería, esta no deberá ser tubería que pueda ser remplazada o removida para inspección o de tubería a alta temperatura.

II.- Deberá ser considerada la previsión por expansión térmica u otro movimiento de los soportes tal como el movimiento oscilantes de torres por fuertes vientos.

III.-El conduit será normalmente sujetado a los soportes con abrazaderas para tubería o tornillos "U", estos no deberán ser soldados. Deberán ser usados ganchos de acero para grupos de conduit, donde no es práctico usar abrazaderas directamente sobre paredes de edificios o miembros estructurales.

IV.- El conduit deberá ser instalado con un mínimo de dobleces o desviaciones con doble codo. La distancia entre puntos de "tiro", en un sistema de tubería conduit depende de varios factores, tal como el uso de lubricante, el porcentaje de conduit lleno, el número y radio de los dobleces, el tipo de cable o aislante del alambre y el tamaño y tipo de cable. Deberá ser seleccionado el lubricante más apropiado para el aislante del alambre o cable. El fabricante de estos deberá de ser consultado antes de diseñar el sistema para determinar la longitud de "tiro" permisible .

Generalmente la distancia entre los puntos de "tiro" en el alambrado de un instrumento no deberá de exceder de 200 ft., y no tener más de 3/4" de vuelta (270°) incluyendo desviaciones dobles y doblajes localizados inmediatamente adyacentes a la localización del punto de "tiro".

V.- El conduit deberá ser provisto de drenajes en los puntos bajos particularmente en la base de los tramos verticales donde puede acumularse humedad. Los accesorios de sellado y drenaje deberán ser provistos de acuerdo con el NEC. Los extremos de los cables deberán ser apropiadamente sellados antes de la llegada para prevenir que la humedad y otras sustancias que puedan causar daño ingresen al conduit.

VI.- Donde exista riesgo de incendio, deberán existir arrestadores de flama. El aislamiento del conduit puede ser utilizado únicamente después de haber sido realizada una verificación minuciosa para asegurar que no hay posibilidad de sobrecalentamiento eléctrico del aislante del alambre. Para alambrado de instrumentos, sin embargo una cubierta apropiada tal como silicato de calcio, fibra de vidrio y materiales similares ayudarán a proteger el tubo contra las flamas.

VII.-Las cajas de conexiones serán instaladas en localizaciones que facilitan el trabajo de alambrado, donde cambia el tipo de aislamiento del alambre o en donde el conductor individual cambia a cable multiconductor. También deberán instalarse

cajas de conexiones cerca de hornos u otras localizaciones donde pueda ocurrir daño al aislante del conductor, ya que mediante el uso de la caja de interconexión las secciones dañadas pueden ser fácilmente reemplazadas.

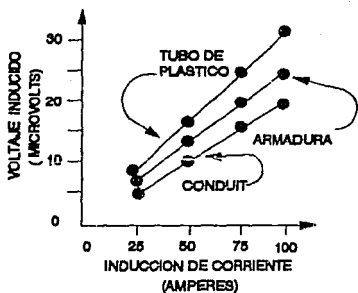
VIII.-En líneas de cable multiconductor del cuarto de control a cajas de conexiones, es recomendable dejar un mínimo de 10% de reserva.

GUIAS DE SEPARACION.

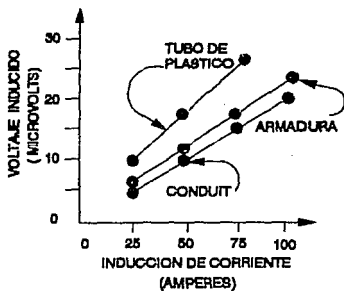
En la mayoría de los proyectos de ingeniería se incluyen sistemas de transmisión para diversas aplicaciones (con diferentes tipos de señal), en consecuencia es necesario tener en consideración los siguientes criterios para determinar la separación apropiada entre los alambres que conducen las señales.

- Señales de nivel similar.

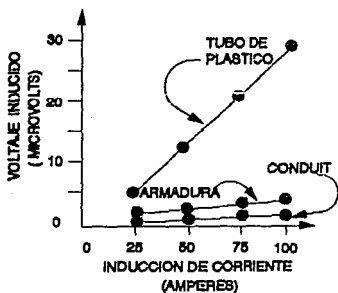
Todas las señales incluidas en un cable o tubo conduit deberá ser de la misma magnitud. La Fig. No 5.22, muestra la magnitud de un voltaje inducido cuando un circuito de transmisión conduce una señal del orden de milivolts y otro que conduce una señal de 50 volts. En ésta figura se observa que los alambres que conducen señales de la misma magnitud pueden ser agrupados en el mismo tubo conduit sin tener una afectación significativa de la señal que conducen, en tanto que cuando la variación



a) INTERFERENCIA EN PAR TRENZADO CON BLINDAJE



b) INTERFERENCIA EN PAR TRENZADO SIN BLINDAJE



c) INTERFERENCIA EN ALAMBRES PARALELOS

FIG. 5.22 MAGNITUD DE VOLTAJE INDUCIDO

de las señales tiene una magnitud más amplia, los pares de conductores deberán usar un blindaje con un punto de aterrizaje. Los alambres que conducen señales de corriente alterna deberán ser separados de los alambres que conducen señales de corriente directa, aún cuando la magnitud de las señales sean similares.

Como una guía para el agrupamiento de alambres que conducen señales eléctricas de la misma magnitud, algunos diseñadores utilizan la siguiente:

-Voltajes de señal de Corriente Directa.

Señal < 100 mv
100 mv < Señal < 5 volts
5 volts < Señal < 75 volts

-Voltajes de señal de Corriente Alterna.

Los mismos límites que para señales de corriente directa.

- Señales de corriente directa

Señal < 50 mA.

Adicionalmente, el alambrado de algunos sensores deberá ser totalmente separado de otros sensores o circuitos de señales. Los sensores cuyo alambrado deberá estar completamente separado son:

- Electroodos de vidrio de pH.
- Medidores de flujo magnético.
- Medidores de turbina.
- Detectores de cromatógrafos.
- Puentes de C.A.

El alambrado de termopares no deberá ser mezclado con alambres que conduzcan señales del orden de miliamperes, debido a la gran diferencia en potencial eléctrico. También los alambres para los circuitos en los cuales son transmitidos pulsos repetidos de voltaje, tal como contactos de relevadores, bobinas de relevadores, solenoides, etc., deberá ser alambrado separado.

ALAMBRADO DE SEÑALES Y DE PODER.

El alambrado de señales y de poder no debe efectuarse en el mismo tubo conduit, charola o caja de conexiones.

El alambrado intrínsecamente seguro deberá ser separado físicamente de otros alambrados. En términos generales, los alambres que operan a más de 100 volts C.A. o C.D. son considerados alambres de poder. El nivel de potencia en el alambrado de señales es generalmente menor a 5 watts.

PROXIMIDAD A CAMPOS DE CORRIENTE ALTERNA.

Aunque el trazo directo es la forma más sencilla para todos los

tipos de alambrados, la sensibilidad de la señales a las interferencias eléctricas puede hacer necesario tener en cuenta precauciones especiales en el trazo de la ruta.

La interferencia de campos magnéticos ocurre cuando los alambres que conducen la señal pasan a través de fuertes campos magnéticos de C.A., lo cual se presenta en la proximidad de motores, generadores, hornos eléctricos o transformadores. Como regla general, un mínimo de 5 pies de tolerancia deberá ser dejado entre el equipo que genera el campo magnético y los alambres que conducen la señal. Si tubo conduit de acero es utilizado, el claro puede ser reducido a la mitad del valor señalado.

De ser posible las señales que entran o salen de un equipo que funciona con C.A., deberá hacerlo en ángulo recto a su campo magnético.

EFEECTO DE LA DISTANCIA DE PRANSMISION.

El diseño de una instalación es regido en gran medida por la economía. Por ejemplo, el equipo más costoso para multiplexar señales y utilizar unos pocos alambres es justificable para grandes distancias, mientras que unidades de conexión directa menos costosa requiriendo pares de alambres individuales, serán más económicos para distancias cortas. Como no hay un límite claro entre instalaciones con distancia corta, media y grande, la experiencia ha demostrado la siguiente práctica general:

Corta 0 a 499 pies

Mediana 500 a 2500 pies

Grande más de 2500 pies

La longitud de las líneas de transmisión afecta la magnitud de la interferencia eléctrica, la cual se mezcla con la señal. Los alambres que atraviesan una distancia relativamente corta no necesitan la misma protección contra interferencia eléctrica que un alambre con recorrido más grande el cual va a través de las mismas condiciones del ambiente.

Ya que la longitud de las líneas de transmisión afecta la exactitud de la señal, el diseñador deberá considerar la distancia a ser cubierta cuando se especifique el tipo de alambre a utilizar, asimismo también deberá considerarse el nivel de la señal que ha de ser transmitida, ya que una señal de nivel más alto es más fácilmente transmitida que una señal de bajo nivel.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION.

Como base para la elaboración de este plano se utiliza la siguiente información:

- Planos de localización general de equipos.
- Diagramas de tubería e instrumentación.
- Planos e isométricos de tuberías.

Inicialmente se deberá obtener de los D.T.I.'s, la relación de todos los instrumentos eléctricos o electrónicos que envían o reciben alguna señal del cuarto de control, para que posteriormente por medio de los planos e isométricos de tuberías se defina la localización de cada uno de estos (coordenadas norte, este y elevación).

Cuando ha sido definida la posición de todos los instrumentos se procede a marcar la ubicación de cada uno de ellos en el plano de localización general de equipo correspondiente, realizando la transformación de coordenadas que fuera necesaria.

Tratándose del desarrollo de ingeniería en una instalación costa afuera, se tendrá un plano de localización general de equipos para cada nivel de la plataforma, por lo que en este caso se hace necesario definir en que nivel se encuentra ubicado cada instrumento y consecuentemente se tendrá un plano de localización de instrumentos electrónicos por cada nivel en que se tengan ubicados este tipo de instrumentos.

Nuevamente cuando se trata de definir la posición de instrumentos que son considerados como accesorios de válvulas de control, la ubicación deberá tomarse aproximadamente sobre la misma válvula, ya que estos vienen generalmente montados en el yugo del actuador.

La posición de instrumentos correspondientes a arreglos de nivel, deberán de utilizarse los planos de construcción de los recipientes.

V.5 CEDULA DE CONDUCTORES.

La cédula de conductores es un documento de ingeniería, en el que se indica para cada uno de los lazos de control de que consta un proyecto, la longitud de los conductores necesarios para efectuar la interconexión de los instrumentos electrónicos localizados en campo hasta el cuarto de control, indicándose también las características particulares requeridas para cada aplicación específica, tales como: tipo de conductor, calibre, voltaje de operación, uso de blindaje, etc. Asimismo se indica la longitud y diámetro de tubo conduit necesario para la instalación de los circuitos de control. El formato empleado para la presentación de estos datos es indicado en la Fig. No. 5.23.

Con el objeto de comprender e interpretar con mayor facilidad la información contenida en la cédula de conductores, así como el procedimiento seguido para su elaboración, resulta conveniente conocer en primer término los conceptos referentes a los cables para control y las especificaciones recomendadas para su selección.

Los cables para control tienen muy variadas aplicaciones y estas dependerán de la industria que los utilice, en forma general estos cables se utilizan en todas las operaciones relacionadas con control, señalización y operación remota de diversos equipos.

Básicamente existen cuatro tipos de cables para control e instrumentación reconocidos por IPCEA (Insulated Power Cable

Engineers Association) que los clasifica en función de su aplicación y tensión de operación.

Esta clasificación es la siguiente:

Tipo A

Cables piloto supervisores para obtención de información a control remoto, tales como comunicación, medición, luces, indicadores de temperatura, presión, flujo, etc. Máxima tensión de operación : 300 volts.

Tipo B

Cable control para operación e interconexión de dispositivos de protección y uso general de control. Máxima tensión de operación: 600 volts.

Tipo C

Cables control para conexión de circuitos con un gran campo magnético, dispositivos de desconexión o donde puedan existir sobre tensiones inducidas . Máxima tensión de operación : 1000 volts.

Tipo D

Cables control, alambres piloto y cables supervisores usados

junto a las líneas de alta tensión e instalados en paralelo a esas líneas, donde las fallas en los cables de alta tensión originan un gran voltaje inducido con respecto a tierra en la pantalla de los cables. Máxima tensión de operación : 600 volts. Nivel de aislamiento respecto a tierra 5000 volts.

Para el caso que nos ocupa, que es el desarrollo de la ingeniería de Instrumentación para Proyectos de Instalaciones Marinas, el cable tipo "A" cumple con los requerimientos de esta aplicación específica.

En la Fig. No 5.24 se muestran los elementos que generalmente forman un cable para control, los cuales son descritos a continuación:

a) Conductor

Formado por hilos de cobre recocido, cableado concéntrico de 7 a 19 alambres según el tipo de cable y la flexibilidad que se desee.

b) Aislamiento

Este puede ser de compuestos termoplásticos o elastoméricos con propiedades físicas y eléctricas apropiadas, ya que de la buena operación de estos cables depende la seguridad de un gran número de operaciones de diferentes sistemas de control. En la tabla No 5.2 se indican las propiedades de algunos materiales comúnmente utilizados como aislantes.

TABLA 5.2- Propiedades de Materiales Utilizados Como Aislantes

PROPIEDADES	PVC	EP-FR	POLIETILENO	PVC-NYLON
Flexibilidad	Regular	Excelente	Buena	Regular
Resistencia a la abrasión	Buena	Buena	Buena	Excelente
Resistencia a la humedad	Buena	Excelente	Excelente	Excelente
Máxima Temp. de op. °C	60,75,90 y 105	90	75	90
Resistencia a Ácidos y álcalis	Muy buena	Buena	Excelente	Buena
Resistencia a grasas y aceites	Muy buena	Mala	Regular	Excelente
Resistencia a la flama	Excelente	Excelente	Mala	Regular
Resistencia a la ionización	Buena	Muy buena	Mala	Buena

TABLA 5.2- Propiedades de Materiales Utilizados Como Aislantes
(Continuación).

PROPIEDADES	PVC	EP - FR	POLIETILENO	PVC-NYLON
Factor de perdidas	Mala	Excelente	Excelente	Mala

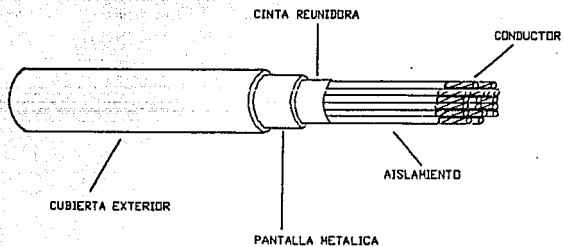


FIG. 5.24 ELEMENTOS QUE FORMAN UN CABLE

c) Pantalla metálica o blindaje

Formado por cintas, malla de cobre o con hilo de drenaje más cinta aluminizada sobre la cinta reunidora; su función es la de evitar la inducción de ondas transitorias en los cables de control originadas por operación de interruptores o sobre tensiones de los sistemas de alta tensión cercanos a los cables de control, y en general proteger al cable de las interferencias de campos electromagnéticos debido a operación de equipo eléctrico.

Si se trata de evitar posibles interferencias entre los distintos circuitos del mismo cable los conductores se pueden apantallar individualmente por grupos o pares.

d) Cubierta exterior

En general, los cables de control para instalarse en charolas, ductos, suspendidos al aire o directamente enterrados llevan una cubierta para proteger el cable contra daños de agentes externos, tales como luz solar, humedad, etc., bajo esta capa se utiliza una cinta de bronce de 5 milésimas de pulgada de espesor para brindar una protección contra la corrosión, esta cinta también brinda protección contra los insectos.

Las propiedades de dos materiales comunmente utilizados como cubierta exterior son indicadas a continuación:

TABLA 5.3.- Propiedades del PVC e Hypalon

PROPIEDADES	PVC	HYPALON
Resistencia a la abrasión	Buena	Muy buena
Resistencia a la intemperie	Muy buena	Buena
Resistencia a daños mecánicos	Buena	Excelente
Resistencia a la flama	Muy buena	Buena
Resistencia a la humedad	Buena	Muy buena
Flexibilidad	Buena	Excelente
Resistencia a aceites	Excelente	Buena
Resistencia a ácidos	Muy buena	Buena

e) Armaduras

Desde un punto de vista eléctrico los cables (y eventualmente la pantalla) con su cubierta, no requieren otra protección.

Cuando las condiciones de instalación sean tales que no sean de temer daños mecánicos o químicos, pueden utilizarse todos los cables sin más que dicha cubierta. Sin embargo, según sean estas condiciones, puede ser aconsejable o necesario recurrir a protecciones suplementarias o a armaduras metálicas.

La armadura como cubierta metálica, asume diversas funciones, que se detallan a continuación:

- Refuerzo mecánico longitudinal o transversal.
- Pantalla eléctrica.
- Protección contra roedores.
- Mayor protección en caso de incendio, etc.

La armadura puede ser a base de hilos de acero galvanizados aplicados en forma helicoidal, de cintas de acero traslapadas o engargoladas.

ESPECIFICACIONES PARA CABLES Y ALAMBRES

En base a su diseño, los conductores utilizados para la interconexión de instrumentos pueden ser clasificados en seis tipos, los cuales son identificados y descritos en términos generales en la tabla 5.4.

TABLA 5.4

TIPO	DESCRIPCION
I	Alambre de cobre no trenzado (duplex)
II	Alambre de cobre trenzado sin blindaje (duplex)
III	Alambre de cobre trenzado con blindaje (duplex)
IV	Cable multiconductor de alambre tipo II
V	Cable multiconductor con blindaje global de alambre tipo II
VI	Cable multiconductor con blindaje global de alambre tipo III

Las características que deberán ser consideradas para la selección y especificación de cables son indicados a continuación:

- TAMAÑO DE CONDUCTOR

Al seleccionar conductores eléctricos hay que tener cuidado de asegurar que la sección transversal del conductor sea la adecuada para evitar una caída de tensión excesiva. En el caso particular de cables para control, la caída de tensión está dada exclusivamente por el efecto resistivo de los conductores, ya que debido a los calibres tan pequeños que se manejan en este tipo de cables, el efecto inductivo puede ser despreciado, a excepción de los cables para control a altas frecuencias.

Para calcular la caída de tensión generalmente se multiplica el valor tabulado de la resistencia a la corriente directa por longitud del circuito y por la corriente.

Normalmente el tamaño más grande usado para alambre no-trenzado es calibre 14, para alambre trenzado calibre 16, y para multiconductor calibre 20. Otros calibres pueden ser seleccionados por razones económicas, de espacio o de requerimientos de aplicación.

En aplicaciones de control la capacidad de conducción de corriente no es parámetro importante para la selección del calibre, ya que lo primordial de estos cables es la caída de tensión. Sin embargo hay que cuidar que la corriente que circula por el conductor no eleve la temperatura a valores

que excedan el máximo permisible por el aislamiento.

- CONDUCTOR CON HILOS RETORCIDOS

Este tipo de conductor es preferido debido a su flexibilidad y resistencia a la fractura por doblamiento, el alambre con 19 cruces es sugerido donde es necesario gran flexibilidad y generalmente se utiliza el de 7 cruces.

- AISLANTE

El aislante del alambre debe de ser adecuado para la corriente y el voltaje de operación (la mayoría de las señales eléctricas son menores a 95 volts a tierra y menores a 5 watts.). El aislamiento del alambre para 600 volts no es obligatorio para señales de este nivel de operación, los cables de aislante más delgado, recolectan menos interferencia eléctrica y son menos costosos que los cables con aislante para 600 volts. Sin embargo, las pérdidas eléctricas entre conductores es incrementada especialmente en ambientes de alta humedad. Los alambres contenidos en un mismo conducto eléctrico deben tener un aislante adecuado para el voltaje más alto en cualquiera de los alambres, para cumplir los requerimientos señalados por el National Electrical Code (NEC). El aislante especificado deberá tener normalmente una resistencia mayor a 10 Mega ohms, de alambre a alambre y de un alambre a tierra en la mayoría de las

aplicaciones.

- RANGO DE TEMPERATURA.

El cable o alambre deberá ser especificado para tener un rango de temperatura mínimo de 75 °C. En localidades muy frías la temperatura mínima a la que el alambre o cable puede operar es también importante, como una regla general un alambre no deberá ser instalado a temperaturas abajo de 0 °C. El material de la cubierta global deberá ser resistente a la humedad, la abrasión, retardante de flama y compatible con el medio ambiente.

- TIPO DE BLINDAJE.

El blindaje preferido es una hoja metálica con una envoltura global en espiral y con 25 % de traslape. El blindaje debe estar en contacto eléctrico con un alambre de cobre de drenaje el cual tiene la misma longitud que el par de alambres que conducen la señal, además el blindaje debe estar aislado eléctricamente tanto del interior como del exterior, el blindaje global para un cable multiconductor deberá tener las mismas especificaciones y también estar aislado en ambos lados.

- NUMERO DE CRUCES

En el alambre trenzado el número mínimo de cruces por pie deberá ser de seis (ocho cruces por pie es una especificación típica).

En la tabla 5.4 Únicamente seis tipo diferentes de alambres y cables son sugeridos, la aplicación típica de estos tipos de conductores son indicados en la tabla 5.5. La mayoría de los problemas de diseño caen en una de las clases de aplicación señaladas, por eso esta tabla es una guía rápida para seleccionar el tipo mínimo de alambre a ser utilizado en cierta aplicación.

La instalación de diferentes tipos de alambre en un proyecto es frecuentemente más costoso que la instalación de un solo tipo, esto es especialmente cierto cuando tramos relativamente cortos de diferentes tipos son necesarios.

Algunos diseñadores siguen el criterio de utilizar alambre trenzado con blindaje casi exclusivamente aún cuando un conductor de menor calidad sea adecuado.

PROCEDIMIENTOS PARA ELABORAR LA CEDULA DE CONDUCTORES.

La elaboración de la cédula de conductores se basa fundamentalmente en los planos de localización de instrumentos electrónicos y conducción de señales, el procedimiento seguido para llenar la información correspondiente a cada columna del formato anteriormente indicado (Fig .5.23) es indicado a continuación.

TABLA 3.3 TIPOS DE CONDUCTORES SUGERIDOS PARA DIFERENTES SISTEMAS DE CONTROL Y MEDIDA

APLICACION	SERVICIO NORMAL	FUERTES CAMPOS MAGNETICOS	FUERTEMENTE ELECTROSTATICO	REDUCIR RUIO O ARRIBA DE 10 HZ.	OBSERVACIONES
CIP [®] SEÑAL DE CORRIENTE DIRECTA	I	II	III	NO NECESARIO	UNA FUENTE DE CORRIENTE CONSTANTE
CIP [®] SEÑAL DE VOLTAJE	I	II	III	NO NECESARIO	UNA FUENTE DE VOLTAJE CTE. LA IMPEDANZA DE LOS RECEPTORES DEBERA SER COMO MENOS 100 VECES LA CAPACITANCIA DE LA FUENTE.
CIP [®] CON SISTEMA DIGITAL	II	II	III	SI	SEGUIR LAS INSTRUCCIONES DEL FAB. SOBRE SHIELDING POWER TRANSFORMERS AND LIGHTNING PROTECTION.
TEMPORAR A CIP [®]	I MODIF. CON ISA MP1.1-7	I MODIF. CON ISA MP1.1-7	I MODIF. CON ISA MP1.1-7		NO COLOCAR UNA SEGUNDA TIERRA EN UN CIRCUITO DE TEMPORAR CON UNA JUNTA SENSORA ATERRIZADA. EL ALAMBRE NO DEBERA DE ESTAR EN EL MISMO CONDUIT CON ALAMBRES DE VOLTAJE MAS ALTO.
BUNDOS DE RESISTENCIA A CIP [®]	I	I	I	NO NECESARIO	EL ALAMBRAO A "SHIELDING GAGE" NO DEBERA ESTAR EN EL MISMO CONDUIT CON ALAMBRES DE VOLTAJE MAS ALTO.
TEMPORAR A SISTEMA DIGITAL	III MODIF. CON (ANSI C94.1)	III MODIF. CON (ANSI C94.1)	III MODIF. CON (ANSI C94.1)	SI	NO COLOCAR UNA SEGUNDA TIERRA EN UN CIRCUITO DE TEMPORAR CON JUNTA SENSORA ATERRIZADA. EL ALAMBRE NO DEBERA DE ESTAR EN EL MISMO CONDUIT CON ALAMBRES DE VOLTAJE MAS ALTO.
BUNDOS DE RESISTENCIA A SISTEMA DIGITAL	III	III	III	SI	EL ALAMBRAO A "SHIELDING GAGE" NO DEBERA DE ESTAR EN EL MISMO CONDUIT CON ALAMBRES DE VOLTAJE MAS ALTO.
REVIJORES DE TURBINA	III	III	III	SI	USAR CONDUIT SEPARADO. EL SHIELDING DEL ALAMBRE DEBERA SER COMO FT.
REVIJORES DE FLUJO MAGNETICO	ESPECIAL	ESPECIAL	ESPECIAL	SI	TIPO III ESPECIAL ACEPTADO POR EL TRANSMISION.

a) No. de tubo.

Este número es asignado de manera arbitraria a cada tramo de tubo conduit indicado en el plano de localización de instrumentos electrónicos, en el que el número de conductores contenido en éste permanece constante y que se modifica a partir de cada punto en que son incorporados los conductores correspondientes a otros instrumentos. El número asignado debe preferentemente seguir un orden lógico de acuerdo a la ruta de conducción de señales indicada en el plano correspondiente, procurando iniciar la numeración desde el punto más lejano a la caja de interconexión a la que son conducidas las señales.

b) No. de Circuito

Con este número se designa a cada par de conductores que corresponden a un instrumento, desde el punto en que se ubica éste hasta su llegada a la caja de interconexión.

c) Longitud y Diámetro del tubo conduit.

El diámetro del conduit es seleccionado de tal manera que el espacio requerido por los conductores que deberán estar contenidos en éste, sea menor que el área transversal del tubo conduit del diámetro seleccionado. El área transversal de los conductores puede obtenerse del catálogo de

conductores de la marca elegida.

La tabla No 5.6 indica el número máximo de conductores recomendado por el NEC para diferentes tamaños de conduit.

Como es lógico suponer, el diámetro del tubo conduit se incrementará conforme aumente el número de conductores que deba contener.

La longitud de conduit requerida, se define en base al plano de localización de instrumentos electrónicos y conducción de señales, midiendo sobre este (ya que se encuentra elaborado a escala) la longitud requerida para cada tramo, definido con un número de tubo.

d) Puntos de conexión

En esta columna se especifican los puntos entre los que se realizará la interconexión con el tramo de conductor que se ampara. Como punto de partida generalmente se indica la identificación del instrumento desde el que se envía la señal, y como punto final se indica la caja de interconexión a la que llega (que puede ser también otro instrumento).

e) Características de Conductores.

Como características del conductor seleccionado se incluyen:

- El tipo de conductor.
- Calibre.

- Requerimientos de blindaje.
- Rango de la señal que se maneja indicándose si es analógica o digital.
- Longitud requerida en metros.

La longitud requerida al igual que para el tubo conduit se define midiéndose sobre el plano de localización general de instrumentos electrónicos y conducción de señales correspondientes, la distancia entre los puntos en que se realizará la interconexión.

f) Planos de referencia.

Con el objeto de facilitar la revisión de la información contenida en la cédula de conductores, comunmente se cita en esta columna el número de plano de localización, en el que se baso su elaboración.

g) Observaciones.

Esta columna es empleada para indicar cualquier dato adicional que pudiera ayudar a la mejor comprensión del documento, o para hacer referencia a las notas aclaratorias que generalmente son adicionadas.

TABLA 5.6
NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES QUE PUEDEN ALOJARSE EN UN TUBO CONDUIT

TIPO DE CONDUCTOR	CALIBRE DE CONDUCTOR AWG / MCM	DIÁMETRO NOMINAL DE TUBO (mm)									
		13	15	25	32	38	51	63	76	89	102
THWN Y THHN	14 [#]	13	24	37	66						
	14	11	20	32	57						
	12 [#]	10	18	28	49	67					
	12	8	15	23	42	57					
	10 [#]	6	11	18	32	43	71				
	10	5	9	15	26	36	59				
	8	3	5	9	15	21	35	49			
	6	2	4	6	11	15	25	36	56		
	4	1	2	4	7	9	16	22	34	46	
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	42
	1/0	--	1	1	3	4	7	10	15	20	26
	2/0	--	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	3/0	--	1	1	1	3	5	7	11	14	18
	4/0	--	--	1	1	2	4	6	9	12	15
	250	--	--	1	1	1	3	4	7	10	12
	300	--	--	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	--	--	--	1	1	2	3	5	7	9
	400	--	--	--	1	1	1	3	5	6	8
	500	--	--	--	1	1	1	2	4	5	7

* ALAMBRES

NOTAS:

- ESTA TABLA ESTA BASADA EN FACTORES DE RELLENO DE 40 % PARA TRES CONDUCTORES O MAS, 30 % PARA DOS CONDUCTORES Y 55 % PARA EL CASO DE UN SOLO CONDUCTOR.
- DEBE TENERSE EN CUENTA QUE PARA MAS DE TRES CONDUCTORES EN UN TUBO, LA CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE EN LOS MISMOS SE VE REDUCIDA .

V.6. DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACION.

El diagrama de instrumentación también conocido como diagrama de lazo, es el documento de ingeniería que tiene como finalidad desglosar y definir la secuencia en que están interconectados los instrumentos que forman un circuito de control, de tal forma que refleja la lógica de la función que desarrollan. Todos los componentes que integran cada lazo de control, son representados indicando su localización, número de identificación y todas las conexiones eléctricas y de tubería asociadas.

El diagrama se elabora en una hoja dividida en secciones, de tal manera que cada sección indica una localización dentro de la planta, representándose cada uno de los componentes que constituyen el lazo de control, en la sección que le corresponde de acuerdo al lugar en que serán instalados físicamente, ya sea que se ubiquen en campo (área de proceso), cajas de interconexión o en el cuarto de control.

La complejidad de los diagramas de instrumentación varía ampliamente, ya que pueden existir desde lazos de control muy simples que consistan únicamente de un transmisor y un receptor, hasta lazos que pueden contener muchos otros elementos, tal como registradores, controladores, unidades de alarma, válvulas de control, transductores, integradores, etc.

Este tipo de documento puede ser aplicable a cualquier tamaño de proyecto, desde aquel que consista de tan solo uno o dos lazos

de control, hasta instalaciones más grandes y complejas, ya que en una sola hoja se representa toda la información necesaria para la instalación, verificación, arranque y mantenimiento; que sin el uso de estos diagramas se encuentra dispersa entre muchos otros documentos y no es fácilmente accesible.

La actualización de estos diagramas como "as built", es también lograda con mayor facilidad, que la actualización de toda la diversidad de otros documentos.

Entre los beneficios que aportan puede considerarse la reducción de costos de ingeniería, el mejoramiento de la integración de lazos de control, exactitud de compra y agilización de los trabajos de mantenimiento correctivo.

APLICACIONES.

Los diagramas de instrumentación sirven para muchos propósitos, varios de éstos son enlistados a continuación en orden cronológico como se llevarían acabo en el desarrollo de un proyecto:

a) Diseño.

-Ilustran la filosofía de control y confirman la integridad de los datos indicados.

-Sirven como una extensión de los DTI's, la cual muestra los componentes y accesorios de los lazos de control, conexiones entre dispositivos e identificación de la acción de los componentes.

b) Construcción.

- Muestra la interconexión de los diferentes instrumentos y su localización, facilitando los trabajos de instalación.
- Verificación de los lazos de instrumentos.
- Inspección y documentación.

c) Arranque.

- Puesta en marcha y calibración.
- Herramienta de adiestramiento y auxilio.

d) Operación.

- Medio de comunicación entre personal de operación, mantenimiento e ingeniería.
- Adiestramiento

e) Mantenimiento.

- Detección de averías.
- Rutina de calibración.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.

f) Modificación.

- Rearreglo.

-Reconstrucción.

-Mejoramiento.

Un tema que resulta de fundamental importancia para la comprensión y elaboración de los diagramas de instrumentación, correspondientes a circuitos de control formados por instrumentación electrónica analógica, es el referente a los tipos de arreglos para la conexión de receptores remotos de señales de proceso, por lo que a continuación se exponen los conceptos básicos referentes a este tema.

CIRCUITOS DE INSTRUMENTACION ELECTRONICA.

Los transmisores son dispositivos que se usan generalmente para amplificar y condicionar señales muy débiles generadas por sensores de variables de proceso, de forma que ya condicionadas puedan ser manejadas por otros instrumentos, como graficadores, data loggers, medidores y controladores. Los sensores de proceso más comunes, son los de temperatura (termopares y RTD's), de fuerza o esfuerzo (LVDT's, VRT's y strain gauges), y los de frecuencia (Pick Up magnéticos y fotoceldas).

La señal de salida transmitida es generalmente 4 a 20 mA.C. D., el receptor acepta la señal eléctrica representando la variable de proceso, utilizándola para realizar un determinado número de funciones de control, indicación y/o registro. El receptor puede

también realizar operaciones algebraicas con la señal principal (tal como: multiplicar, dividir, extraer raíz cuadrada, etc.) para la utilización en los controladores, indicadores o registradores.

Básicamente los transmisores son de dos tipos:

- Transmisores de dos conductores, y
- Transmisores de cuatro conductores.

En los transmisores de dos conductores, la señal de corriente proporciona la excitación para el transductor, y ya que los dos conductores se usan para proporcionarle potencia al transductor, también debe contarse con una fuente de potencia externa asociada para operar el transductor en particular, y por lo tanto se requieren sólo dos conductores.

En los transmisores de cuatro conductores se utilizan dos para suministrarle potencia al dispositivo y dos para la señal, un modelo con dispositivo típico de cuatro conductores lo constituye el convertidor medidor de flujo magnético.

CIRCUITO DE DOS CONDUCTORES.

Normalmente se utilizan fuentes de potencia de voltaje variable para los transmisores de dos conductores, pero está tendiéndose a normalizar en 24 Volts (referirse a las especificaciones del instrumento en particular, para determinar la disponibilidad de una fuente de potencia integrada al receptor).

La Fig. No 5.25 ilustra un circuito de dos conductores, en este

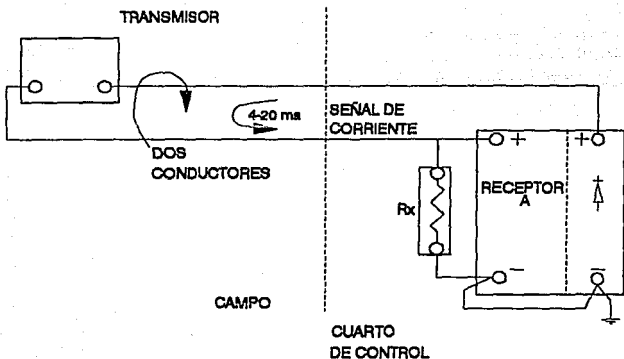


FIG. 5.25 CIRCUITO DE DOS CONDUCTORES

caso la fuente de potencia para un circuito en particular es obtenida del receptor, el cual tiene una fuente de potencia construida internamente, capaz de operar el transductor.

La terminal positiva de la fuente es conectada a la terminal positiva del transmisor, con el fin de alimentar el receptor (A), la salida del transmisor es conectada a una resistencia (RX), para convertir la señal de corriente a voltaje, la cual es conectada a las terminales de entrada del receptor.

CIRCUITO DE CUATRO CONDUCTORES.

En el transmisor de cuatro conductores ilustrado en la Fig. No 5.26, la potencia es proporcionada a este desde una línea independiente de fuente de voltaje que se indica por ϕ y N.

La corriente de salida indicativa de la variable del proceso variará sobre el rango de 4-20 mA. C.D. de acuerdo a la entrada. La salida del transmisor es conectada a una resistencia Rx para convertir la señal de corriente a un voltaje, el cual es conectado a un receptor A que responde a variaciones de voltaje.

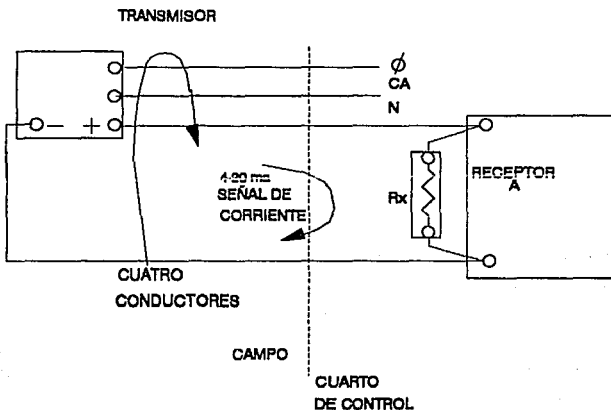


FIG. 5.26 CIRCUITO DE CUATRO CONDUCTORES

RECEPTORES.

Cuando existen varios receptores, pueden ser conectado en serie o en paralelo, el receptor conectado en paralelo es un instrumento sensitivo a voltaje con muy alta resistencia de entrada, por lo que si existen varios, pueden ser conectados o desconectados del circuito sin afectar la exactitud de los otros, La señal en corriente del transmisor es convertida a voltaje por medio de una resistencia.

El receptor conectado en serie es un instrumento sensitivo a corriente generalmente, con muy baja resistencia de entrada, los instrumentos deben ser conectados de tal manera que la misma corriente alimenta cada receptor. La desconexión de uno de éstos generalmente interrumpirá la salida del transmisor a menos que se haga una disposición especial.

Muchos de los receptores son capaces de conectarse ya sea en serie o en paralelo, con una resistencia de entrada mayor a 1 Mega Ohm.

Los instrumentos que son alimentados con C.A. generalmente son energizados a 117 volts \pm 10 %, 50-60 Hz (una fase), por una fuente de poder integral, de dos conductores que puede ser opcional y con limitación de corriente. Además, los instrumentos que son alimentados con C.D. también son adecuados para operar con un sistema de respaldo por baterías.

ALAMBRADO DE UN CIRCUITO EN PARALELO.

La técnica básica empleada para interconectar los receptores electrónicos, es el alambrado en paralelo donde el mismo voltaje alimenta varios receptores. (ver Fig.5.27 y 5.28). Con referencia a la figura 5.27, si cualquiera de los receptores es desconectado del circuito, no habrá efectos adversos y el resto de los instrumentos continuará su función.

Además de que la adición o sustracción de ciertos dispositivos del circuito en paralelo no afecta la exactitud, es necesario que el dispositivo sensible a voltaje tenga una alta impedancia de entrada. Se recomienda un sólo sistema de tierra común.

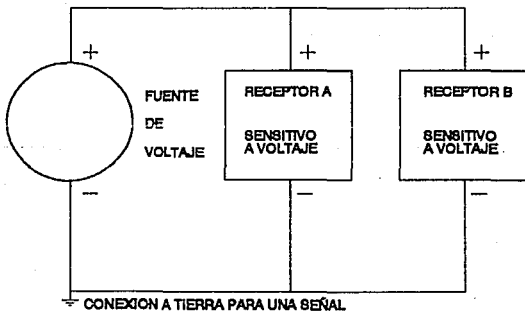
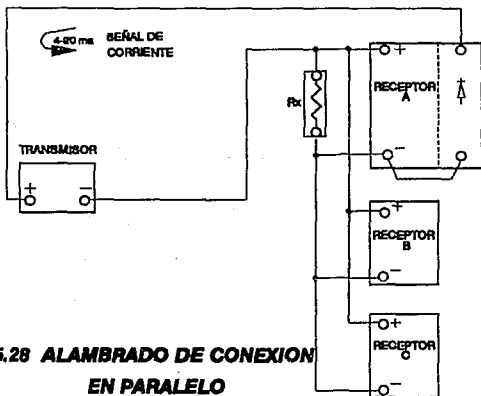


FIG. 5.27 ALAMBRADO BASICO DE CONEXION EN PARALELO

Refiriendonos a la figura 5.28 la resistencia (R_x) convierte la corriente de salida de 4 a 20 mA C.D. del transmisor a una señal de voltaje de salida de 1 a 5 volts C.D. para activar los receptores A, B y C. Los receptores B y C pueden ser conectados y desconectados sin interrumpir la salida del transmisor o afectar significativamente la exactitud de la señal de voltaje.

El circuito es alimentado por la fuente de potencia del receptor (A) al transmisor y los otros instrumentos conectados en paralelo no usan las terminales de sus fuentes de potencia. En esta configuración en particular la desconexión del receptor (A) desconecta la potencia al transmisor y la señal se interrumpirá a todos los receptores. Si se desea los transmisores pueden ser alimentados desde una fuente de potencia externa conectada al receptor.



**FIG. 5.28 ALAMBRADO DE CONEXION
EN PARALELO**

ALAMBRADO DE UN CIRCUITO EN SERIE.

Otra técnica que puede ser empleada en la interconexión, puede ser considerada como una cadena de instrumentos en serie y aquí la misma corriente alimenta varios componentes (Ver Fig. 5.29). A fin de que la suma o sustracción de ciertos dispositivos de este circuito en serie no afecte la calibración, la fuente de esta señal debe ser una fuente de corriente, por ejemplo: un trasmisor de dos conductores.

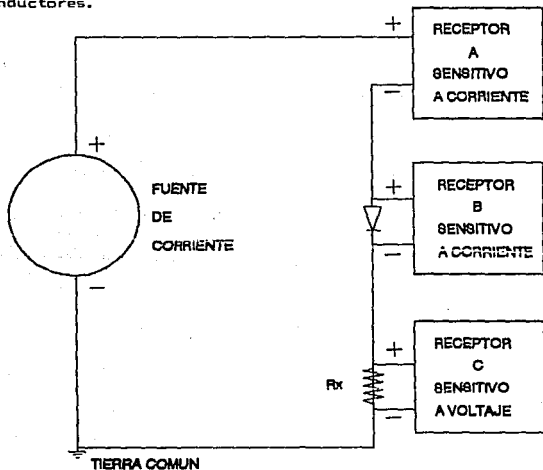


FIG. 5.29 ALAMBRADO BASICO DE UNA CONEXION EN SERIE

Este circuito de corriente con varios dispositivos en serie debe ser aterrizado a uno y sólo un punto común, pues si existe más de una tierra algunos de los dispositivos de control tendrán sus entradas cortadas.

Si cualquiera de los receptores sensitivo a corriente (A ó B) es desconectado del circuito, la trayectoria de corriente es interrumpida y los otros receptores no tendrán señal de entrada. Es importante hacer notar que la adición de cada receptor aumenta la resistencia en serie con la fuente de corriente. Algunas veces el número de receptores que pueden ser conectados en serie está limitado por la capacidad de carga del trasmisor.

Con respecto a la figura No.5.30 los receptores (A,B y C), están conectados en serie a la salida de 4 a 20 mA del trasmisor de dos conductores. Si el receptor (A) es desconectado del circuito, la alimentación es interrumpida debido a que la potencia que alimenta al trasmisor está en este receptor. Si el receptor (B) ó (C) es desconectado la señal del trasmisor no está disponible debido a que la continuidad de la señal es interrumpida.

Igual que para el alumbrado en paralelo descrito anteriormente la terminal positiva de la central de potencia es conectada a la terminal positiva del trasmisor.

La completa flexibilidad de los sistemas para conectar combinaciones de instrumentos en serie-paralelo se muestra en la Fig.5.31.

En los instrumentos con conexión en serie y con baja impedancia de entrada se puede conectar un diodo de silicio a través de la entrada, el ánodo a la terminal positiva (+), y el cátodo a la

terminal negativa (-), para que el instrumento pueda ser desconectado sin afectar a los otros instrumentos.

La conexión adicional de los receptores sensitivos a voltaje (en paralelo) con el receptor (B), puede hacerse sin afectar la exactitud de cualquiera de los otros receptores o afectar la capacidad de carga del transmisor de los conductores.

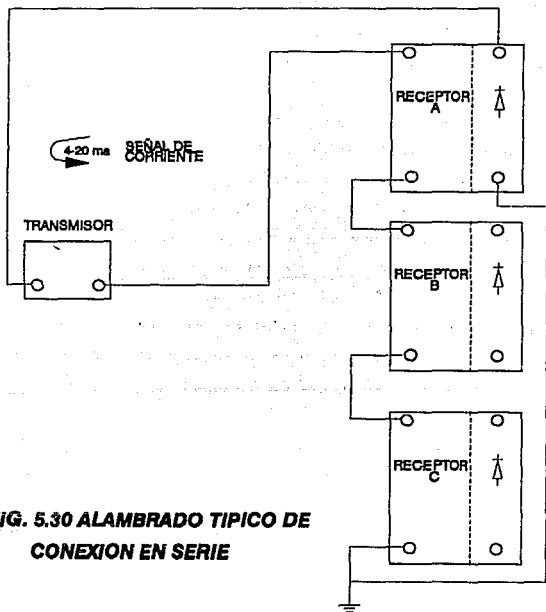
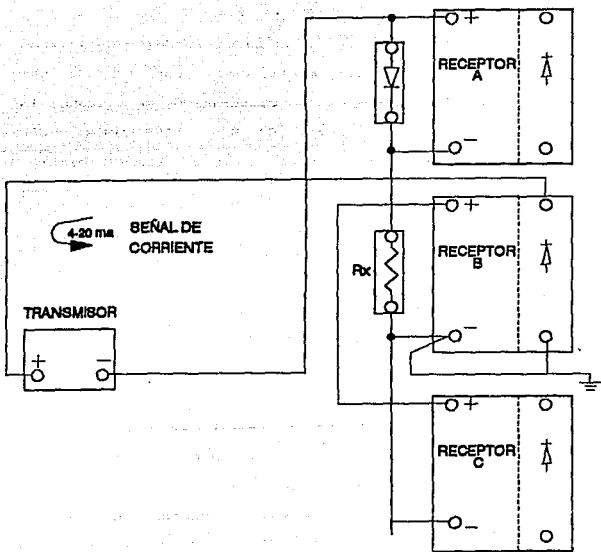


FIG. 5.30 ALAMBRADO TIPICO DE CONEXION EN SERIE



**FIG. 5.31 ALAMBRADO DE CONEXION
TIPICA SERIE-PARALELO**

Información que deberá ser incluida:

La cantidad de información que debe ser incluida en un diagrama de instrumentación puede variar ampliamente, por lo que para uniformizar el criterio aplicado en su elaboración, se siguen los lineamientos indicados en la norma ISA S5.4 "INSTRUMENT LOOP DIAGRAMS", la cual establece que deberá contener como mínimo la siguiente información:

- 1) Identificación del lazo de control y de todos los componentes que lo integran, los cuales deberán ser representados e identificados de acuerdo a la norma ISA S5.1.
- 2) Título del diagrama indicando claramente la función del lazo de control, de no ser esto posible deberá utilizarse una nota suplementaria. Las características y funciones especiales de los sistemas de paro y seguridad deberán ser identificadas.
- 3) Interrelación con otros lazos de control, incluyendo control de predominio (override), circuitos de enclavamiento (interlock), puntos de ajuste en cascada, sistemas de paro y seguridad.
- 4) Todas las interconexiones punto a punto con números de

- identificación o colores de cables eléctricos, multitubos neumáticos y tubing individual neumático e hidráulico. Esta identificación de interconexiones incluye cajas de conexión, terminales, conectores "bulkhead", puertos y conexiones de aterrizaje.
- 5) Localización general de dispositivos de campo, tablero, equipo auxiliar, racks, gabinetes terminales, gabinetes de entradas y salidas, etc.
 - 6) Fuentes de energía de dispositivos, tal como energía eléctrica, suministro de aire y suministro de fluido hidráulico, identificando voltaje, presión y otros parámetros aplicables. Para fuentes de energía eléctrica, identificar el número de circuito.
 - 7) Líneas de proceso y equipos suficientes para describir el aspecto de proceso del lazo de control y dar claridad a la acción del control, indicando la variable medida y la variable controlada.
 - 8) Acción o posición a falla (eléctrica, neumática o ambas) de dispositivos de control tales como controladores, interruptores, válvulas de control, válvulas solenoides y transmisores (si son de acción inversa). Estos deberán ser identificados de acuerdo con la norma ISA S5.1.

Como información adicional opcional a ser incluida, según el criterio del diseñador se considera la siguiente:

- 1) Equipo de proceso, líneas y sus números de identificación, origen o dirección de flujo.
- 2) Referencia a registros suplementarios y planos, tales como detalles de instalación, DTI's, planos de localización planos de alambrados e identificaciones de instrumentos.
- 3) Especificación de la localización de cada dispositivo, tal como elevación, área, subdivisión del tablero, número de rack o gabinete y ubicación, localización de entradas y salidas, etc.
- 4) Referencia cruzada entre lazos de control que compartan un componente discreto en común, tal como registradores multipunto, indicadores duales, etc.
- 5) Referencias a descripción de equipo, fabricantes, números de modelo, tipo de hardware, hojas de datos o de especificación, números de ordenes de compra, etc.
- 6) Rango de las señales e información para calibración, incluyendo valores de puntos de ajuste para interruptores, alarmas y dispositivos de paro.

- 7) Números de referencia de software, tal como direcciones de entradas y salidas, tipos de bloques de control y nombres, interfases de red, nombres de punto, etc.
- 8) Información que auxilie a identificar los instrumentos o accesorios.
- 9) Identificación de accesorios tales como reguladores, filtros, medidores de purga, válvulas, etc.
- 10) Referencias a documentación de fabricantes tales como diagramas de control eléctrico, detalles de conexión, instrucciones de operación, etc.
- 11) Identificación de código de colores para conductores o tubos que usen números para diferenciación.

SÍMBOLOS UTILIZADOS.

Como ya se menciona anteriormente, la simbología indicada en la norma ISA S5.1 "INSTRUMENTATION SYMBOLS AND IDENTIFICATION" es aplicable para la elaboración de los diagramas de instrumentación. Sin embargo como ampliación deberán incluirse la indicada a continuación, para representar puntos de conexión, fuentes de energía (eléctrica, neumática o hidráulica).

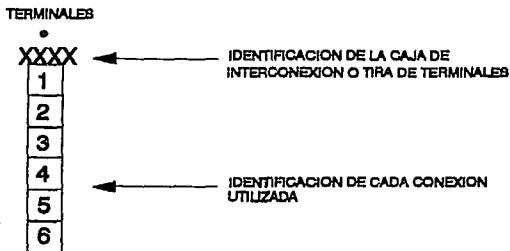


FIG. 5.32 TERMINALES GENERALES

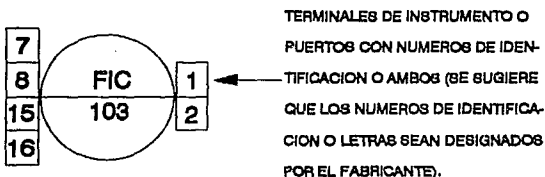


FIG. 5.33 TERMINAL O PUERTO DE INSTRUMENTO

Sistema de suministro de energía a instrumentos.

El suministro de energía eléctrica deberá ser identificado seguido por el nivel de suministro apropiado, identificación y número de circuito.

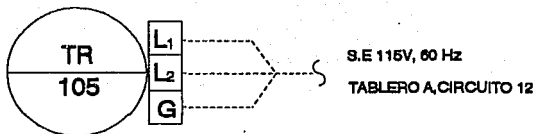


FIG. 5.34 SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

Identificar el suministro de aire seguido por la presión de suministro.

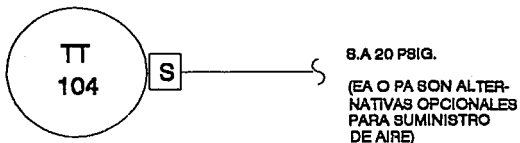


FIG. 5.35 SUMINISTRO DE AIRE DE INSTRUMENTOS

El suministro del fluido hidráulico, se deberá identificar seguido por la presión del fluido.

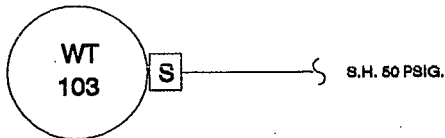


FIG. 5.36 SUMINISTRO DE FLUIDO HIDRAULICO

La acción de los instrumentos se indica con las letras apropiadas cerca de su identificación. Un instrumento cuya señal de salida se incrementa o cambia a su valor máximo cuando su señal de entrada se incrementa (variable medida) indicándose por las letras "DIR". Un instrumento cuyo valor de la señal de la salida disminuye o cambia a su valor mínimo cuando el valor de su señal de entrada (variable medida) disminuye es indicado mediante las letras INV. Sin embargo puesto que la mayoría de los transmisores son de acción directa, la indicación DIR es opcional para estos.

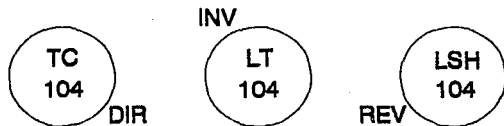


FIG. 5.37 ACCION DE LOS INSTRUMENTOS

**PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE LOS DIAGRAMAS
DE INSTRUMENTACION.**

Como información necesaria para la elaboración de los diagramas de instrumentación se tienen los siguientes documentos:

- Diagramas de tuberías e instrumentación.
- Diagramas de control eléctrico.

- Planos de localización de instrumentos electrónicos y conducción de señales.

Asimismo, deberá conocerse perfectamente la filosofía de operación para cada lazo de control.

El formato a utilizar consiste de una hoja generalmente de 11 x 15 pulg. dividida en secciones verticales que indican de izquierda a derecha la localización de los instrumentos desde campo hasta el cuarto de control. Los subtítulos de las localizaciones correspondientes al cuarto de control, dependerán del sistema que vaya a implementarse en el proyecto, ya sea un tablero de control con instrumentación analógica o un sistema electrónico digital de control (lo cual estará definido en las bases de diseño del proyecto).

Las figuras 5.38 y 5.39 indican el formato típico a utilizar en cada caso.

La simbología a utilizar para los instrumentos localizados en el cuarto de control, cuando se emplea un tablero convencional, deberá estar de acuerdo a la norma ISA S5.1.

En el caso en que se desea utilizar un sistema electrónico digital de control, para la representación de los instrumentos localizados en el cuarto de control se deberá emplear la simbología indicada en la norma ISA S5.3.

El plano de localización de instrumentos electrónicos y conducción de señales nos permitirá saber si existen cajas de interconexión en campo, o si los instrumentos serán alambrados

directamente al cuarto de control, para de esta manera proveer la sección correspondiente a las tabillitas terminales de esta caja en el formato de los diagramas de instrumentación. Por esta razón será también necesario conocer si en el cuarto de control se utilizarán cajas de interconexión.

De los D.T.I.'s deberá obtenerse una relación de los diagramas de instrumentación que se pretenden elaborar, se recomienda organizarlos de acuerdo a la variable de proceso (flujo, presión, nivel o temperatura). Se elaborará un diagrama de instrumentación para cada lazo de control o instrumento que transmite la señal de una variable de proceso al cuarto de control, y en general para todos los instrumentos que reciben o envían una señal eléctrica.

En la sección correspondiente a los componentes de campo, se deberán representar todos los instrumentos del lazo de control localizados en las áreas de proceso, (incluyendo aquellos que generalmente no son representados en un DTI) acompañados de las líneas de proceso y equipos suficientes para describir con claridad la operación del lazo de control.

Posteriormente, se representarán en la columna correspondiente, los instrumentos ubicados en el cuarto de control, utilizando la simbología apropiada para el caso en cuestión. Una vez que se tienen representados en el diagrama todos los componentes que integran el lazo de control, se realizará la interconexión de los instrumentos punto a punto, utilizando las tabillitas de las cajas de interconexión que fueran necesarias (en caso de que estas existan), los cuales inicialmente serán indicadas sin numeración ya que el número con que se designará a cada una, se definirá cuando se

elabore el diagrama de alambrado correspondiente, el cual a su vez se utilizará como base para concluir la elaboración de los diagramas de instrumentación.

Todos los componentes, elementos e interconexiones mostradas deberán ser identificadas; tales como cajas de interconexión, tablillas terminales, puertos, entradas y salidas del sistema de control, sistema de tierras, registradores, indicadores, alarmas, etc.

Resulta importante aclarar que cuando se utilice instrumentación analógica y un tablero convencional, se requerirá conocer el sistema de alambrado que debe emplearse (2 hilos ó 4 hilos), de acuerdo al fabricante seleccionado, y de igual manera será necesario definir, si los instrumentos que van a ser adquiridos para el proyecto cuentan con fuente integrada, con el objeto de considerarlo al realizar la interconexión punto a punto.

Cuando la interconexión de los instrumentos y dispositivos localizados en la parte posterior del tablero con la instrumentación de campo es demasiado complicada para ser representada en el diagrama de instrumentación, se recomienda señalar como dibujo de referencia el diagrama de control eléctrico correspondiente para indicar la forma en que deberá efectuarse dicha interconexión.

Cada diagrama de instrumentación deberá contener típicamente sólo un lazo de control, evitando mostrarlo en múltiples páginas cuando esto sea posible. Se sugiere seguir un criterio apropiado para que los lazos de control que contengan componentes comunes, puedan ser completa y adecuadamente representados en un sólo

diagrama.

La distribución se deberá mantener consistente (horizontal o vertical) en todos los diagramas correspondientes a un proyecto, previniendo el amontonamiento de información y previendo espacio para futuras adiciones y datos del lazo de control.

V.7. DIAGRAMAS DE ALAMBRADO.

Para efectuar el envío de las señales de variables de proceso, desde los instrumentos localizados en campo hasta el cuarto de control, así como para realizar la transmisión desde éste hacia los elementos finales de control, se requiere instalar generalmente dos conductores por cada instrumento, que tienen la función de servir como medio para la transmisión de dichas señales, los trabajos de instalación de estos conductores reciben el nombre de "Alambrado", existiendo dos criterios diferentes para realizarlo.

El primero de estos criterios, considera que el alambrado preferiblemente debe realizarse de manera directa, desde los instrumentos de campo hasta el cuarto de control utilizando pares de conductores individuales, eliminando todas las conexiones intermedias cuando esto sea posible. Los partidarios de este método establecen que, aunque el costo inicial de los cables individuales puede ser más alto que el del cable multiconductor, el costo final que incluye cajas de interconexión, mano de obra y verificación de conexiones, es mayor que el correspondiente a los pares de conductores individuales. Además, eliminando las uniones se evitan fallas potenciales, redundando en un menor mantenimiento.

El segundo criterio considera preferible alambrear los instrumentos desde el Área de proceso utilizando cables individuales, hasta una caja de interconexión (localizada en el área de proceso) y alambrear desde este punto hasta el cuarto de

control mediante el uso de cable multiconductor. Este segundo método se justifica por el más bajo costo del cable multiconductor comparativamente con el número equivalente de cables individuales, por proporcionar terminales que facilitan acceso para prueba e inspección y por ofrecer alambres de repuesto que permiten alambrear algún nuevo instrumento más fácilmente.

Las cajas de interconexión proveen una localización conveniente para conectar los alambres de los instrumentos, identificarlos, realizar pruebas y reparaciones asociadas con los circuitos de control, y algunas veces son usadas para simplificar la instalación del alambre en sistemas muy complejos, como aquellos en que la longitud global de "tiraje" no es excesiva, pero el número de alambres que entran y salen del conduit hacen difícil la instalación.

El plano de ingeniería en el que se detalla la interconexión de los conductores asociados a los instrumentos hacia el cuarto de control, recibe el nombre de "Diagrama de Alambreado" y generalmente consiste en la representación de uno o varios bloques de tablillas terminales con sus puntos de interconexión numerados, indicándose en un arreglo similar al que deberán ser instalados. Ver Fig 5.40.

CRITERIOS PARA LA SELECCION DE CAJAS.

Las cajas de interconexión para el alambreado de instrumentos deben de ser adecuadas para el servicio requerido, aunque esta recomendación es simple, con frecuencia es pasada por alto.

Los factores que deberán ser considerados en la selección de una

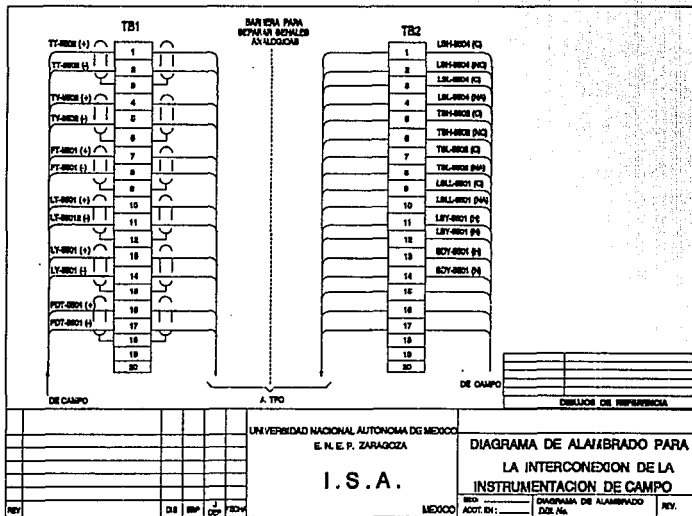


FIG. 6.40 DIAGRAMA DE ALAMBRADO

caja son:

- 1.- Localización en la que va a ser instalada (interior o exterior).
- 2.- Clasificación eléctrica del área en que se va instalar.
- 3.- Si la instalación es intrínsecamente segura o no.
- 4.- Atmósfera corrosiva.
- 5.- Necesidad de expulsión de insectos o roedores.
- 6.- Material de construcción de la caja:
 - Acero al carbón, pintado, galvanizado o aluminizado.
 - Hierro colado, pintado, galvanizado o aluminizado.
 - Aluminio.
 - Acero inoxidable.
 - Fibra de vidrio o resina plástica.
- 7.- Materiales de construcción de accesorios (bisagras, cerraduras, etc).
 - Mismo material que el de la caja.
 - Material superior al de la caja.
- 8.- Requerimientos de seguridad (llaves, candados , etc).

9.- Tamaño de caja requerido.

- Tablillas de terminales incluidas.
- Espacio entre alambres, posterior superior y bajo las tablillas terminales.
- Area lateral e inferior requerida para la entrada o salida de cables, ductos o conduit.

10.- Necesidad de acceso a la caja, número y tipo de puertas o placas de cubierta.

11.- Necesidad de protección contra fuego y/o corrientes de aire, gas, vapor, etc.

12.- Costo mínimo consistente con los requerimientos de servicio.

Una descripción simplificada de los diferentes tipos de cajas existentes, de acuerdo al código N.E.M.A es presentada a continuación:

TIPO 1.- USDS GENERALES.- Diseñada para el uso en interiores, en áreas donde no existen condiciones especiales de servicio, y proteger el contacto accidental de personas con el el equipo protegido.

TIPO 2.- A PRUEBA DE GOTEO.- Diseñada para uso en interiores,

proteger el equipo contra goteo de líquidos no corrosivos y contra la salpicadura de lodos.

TIPO 3.- PARA SERVICIO INTEMPERIE.- Diseñada para uso en exteriores, proteger el equipo que encierran contra tolvaneras y aire húmedo. Gabinete metálico resistente a la corrosión.

TIPO 3R.- A PRUEBA DE LLUVIA.- Diseñada para uso en exteriores y proteger el equipo que encierran contra la lluvia. Gabinete metálico resistente a la corrosión.

TIPO 4 HERMETICO AL AGUA Y AL POLVO.- Diseñada para equipo expuesto directamente a severas condensaciones externas, salpicaduras de agua o chorro de manguera.

TIPO 4x.- HERMETICO AL AGUA, POLVO Y RESISTENTE A LA CORROSION Debe cumplir con los mismos requisitos que se indican para gabinetes Tipo 4, y además ser resistente a la corrosión (con acabado especial para resistir la corrosión o gabinete hecho de poliéster).

TIPO 5.- HERMETICO AL POLVO.- Diseñada para uso en interiores y proteger el equipo que encierran contra el polvo.

TIPO 6 .- SUMERGIBLE, HERMETICO AL AGUA Y AL POLVO.- Diseñada para uso en interiores y exteriores, en caso de

inmersión ocasional, caída de chorros directos de agua, polvos o pelusas.

TIPO 7.- A PRUEBA DE GASES EXPLOSIVOS.- (Equipo encerrado en aire). Diseñada para uso en atmósferas peligrosas Clase I, Grupos B, C o D (Ver Código Nac. Eléct.) y soportar una explosión interna sin causar peligros externos.

TIPO 8.- A PRUEBA DE GASES EXPLOSIVOS.- (Equipo encerrado en aceite). Diseñada para el mismo fin que el Tipo 7, pero su equipo trabaja sumergido en aceite y evita cualquier posibilidad de chispas que se produzcan arriba del aceite.

TIPO 9.- A PRUEBA DE POLVOS EXPLOSIVOS.- (Equipo encerrado en aire). Diseñada para uso en atmósferas peligrosas Clase II, Grupos E, F y G. (Ver Código Nac. Eléct.) y evitar el ingreso de cantidades peligrosas de polvos explosivos.

TIPO 10.- PARA USO EN MINAS.- Diseñada para uso en minas, cumpliendo los requisitos para atmósferas que contienen mezclas de metano y aire. Gabinete a prueba de explosión con juntas y seguros adecuados.

TIPO 11.- RESISTENTE A LA CORROSION.- (Equipo encerrado en

aceite). Diseñada para proteger el equipo contra condensaciones externas de líquidos corrosivos, humos y gases corrosivos. Gabinete resistente a la corrosión.

TIPO 12.- USO INDUSTRIAL, HERMETICO AL POLVO Y AL GOTEO.-
Diseñada para uso en interiores y proteger el equipo contra fibras, insectos, pelusas, polvos, goteos salpicaduras ligeras, y condensaciones externas de líquidos.

TIPO 13.- USO INDUSTRIAL, HERMETICO AL ACEITE Y AL POLVO.-
Diseñada para uso en interiores y proteger el equipo contra aceites, líquidos refrigerantes, y polvos. Principalmente en gabinetes de dispositivos piloto para máquinas herramientas.

MONTAJE DE LA CAJA DE CONEXIONES.

Las prácticas de montaje de las cajas de interconexión varían ampliamente, pero cuando existe disponibilidad de espacio la tendencia usual es montar las cajas en un lugar accesible y en una localización conveniente al servicio. Donde se tienen disponibles soportes de tuberías, columnas u otros soportes verticales, las cajas pueden ser montadas sobre ellos y en caso de no tenerse esta posibilidad, se deberá elaborar un soporte especial para efectuar

el montaje.

El tubo conduit y cables deberán (preferentemente) entrar a la caja por la parte inferior, de tal manera que todas las tablillas de terminales se encuentren arriba de los puntos de entrada, esta práctica junto con el uso de drenajes en la caja y el conduit, evitará el corto circuito de las terminales debido a la humedad.

Cuando el alambrado entre a la caja por la parte superior deberá ser llevado hasta un punto próximo a la base de la caja y de este punto deberá ser regresado a las terminales, formando un "lazo de goteo". Algunos usuarios conectan calentadores eléctricos dentro de las cajas para disminuir la humedad relativa, cuando este sistema sea utilizado, el diseño deberá evitar que el calentador de C.A. introduzca ruido en la señal de los circuitos de la caja.

MONTAJE DE LAS TABLILLAS TERMINALES.

Las tablillas de terminales pueden ser montadas directamente en el fondo de la caja de interconexión, pero este método no es el más recomendable. El método preferido consiste en montar las tablillas en soportes separadores metálicos, plásticos o de madera para proporcionar aislamiento térmico entre el metal de la caja y las tablillas de terminales, ya que cuando se presenta el goteo a temperatura ambiente, se asegura que la mayor parte de la condensación dentro de la caja ocurre en las paredes metálicas de está (por estar más frías).

La figura No 5.41 muestra una caja de interconexión típica.

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE LOS DIAGRAMAS DE ALAMBRADO.

El alambrado para instrumentos montados en campo puede variar del correspondiente a otros dispositivos eléctricos instalados en plantas de proceso, debido a que pueden contener fluidos de proceso o involucrar conceptos especiales de diseño tal como la seguridad intrínseca. Por este motivo resulta conveniente que el instrumentista se encuentre familiarizado con los requerimientos que en este aspecto establecen el National Electrical Code (NEC) y las normas ISA correspondientes.

La elaboración de los diagramas de alambrado, se basa fundamentalmente en los diagramas de instrumentación, de los cuales se deberá obtener inicialmente una relación en la que de acuerdo al orden de las variables del proceso (flujo, nivel, presión temperatura, etc.) sean incluidos todos aquellos instrumentos que envían o reciben una señal de tipo analógico, agrupando dentro de esta relación los elementos de acuerdo al tipo de instrumento; es decir se deberá contabilizar para cada variable, cuantos transmisores, posicionadores, convertidores, etc., será necesario alambrear desde el campo hacia el cuarto de control.

De esta misma forma se procederá a efectuar una contabilización por tipo de instrumento para aquellos que funcionan como dispositivos digitales (válvulas solenoide, interruptores, etc.).

Lo anterior es debido a que los alambrados al igual que la

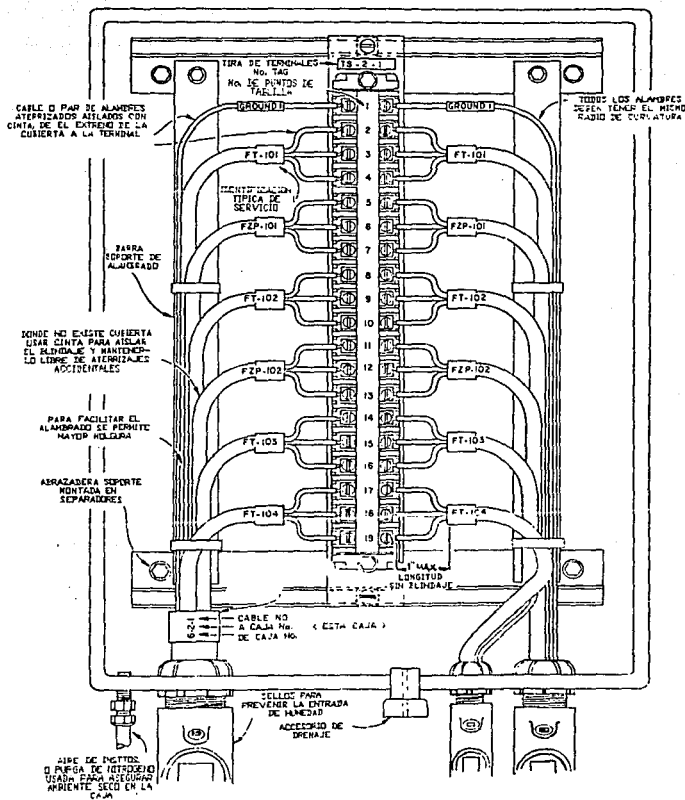


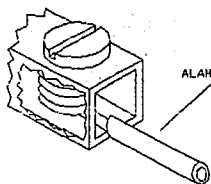
FIG. 5.41 CAJA DE INTERCONEXION TIPICA

conducción de señales, se deben realizar en forma separada para cada tipo de señal (analógica y digital), por lo que generalmente se requiere utilizar cajas de interconexión diferentes. En algunas ocasiones, cuando el número de señales es bajo comparativamente con el número de puntos de interconexión, que pueden ser instalados en la caja más pequeña disponible en el mercado, puede utilizarse una caja de interconexión común para ambos tipos de señal, siempre y cuando se instale una barrera metálica dentro de la caja, que divida los alambrados e impida la interferencia de señales.

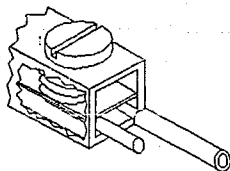
En segundo término se requiere seleccionar una marca y tipo de tablillas de interconexión apropiadas para la aplicación específica (generalmente se seleccionan para una tensión de operación no mayor a 130 volts y capacidad de corriente de 15 Amp. máx.) con el objeto de considerar sus dimensiones para la elección de la caja que será requisitada.

Las conexiones típicas de los alambres utilizadas en bloques de terminales atornillables son de tipo horquilla y de tipo anillo, otro tipo de bloque de terminales utiliza accesorios de compresión adecuados para aceptar alambres desnudos, siendo recomendable el uso de este último y el de tipo arillo para aplicaciones en que se esta sujeto a vibración (ver Fig. 5.42).

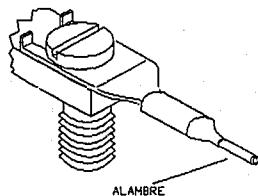
Posteriormente se tomará cada grupo de instrumentos del mismo tipo, y se representará sobre el plano las tablillas que sean necesarias de acuerdo a lo indicado en los respectivos diagramas de instrumentación, de tal forma que se tenga el alambrado de un mismo tipo de instrumento concentrado en tablillas adyacentes. Este procedimiento se deberá continuar para los demás grupos de



TERMINAL TUBULAR
ROSCADA



TERMINAL TUBULAR
ROSCADA CON
PLACA DE PRESION



TERMINAL ROSCADA
CON TERMINAL DE HORQUILLA
PREAISLADA

FIG. 5.42 TIPOS DE TERMINALES TIPICAS

instrumentos, procurando mantener una distribución equilibrada del número de puntos de tablilla cuando sea necesario utilizar más de un bloque de terminales.

Una vez concluida la asignación de puntos de interconexión para todos los instrumentos, se recomienda dejar disponibles un 20 % de estos sobre el total requerido como previsión de requerimientos futuros.

Los conductores provenientes de una misma localización de acuerdo a lo indicado en los diagramas de instrumentación, deben ser agrupadas y llevadas preferentemente hacia un extremo del plano indicando el lugar del cual provienen con un enunciado breve y claro, de ser posible se debe preferir la representación de la llegada de las señales de campo hacia la caja de interconexión en la parte inferior izquierda, y del lado inferior derecho indicar las que salen en dirección al cuarto de control.

No más de dos conductores deberán ser conectados a cada terminal y en caso de que dos calibres diferentes de conductor tengan que ser conectadas a un mismo accesorio tipo compresión individual, deberá consultarse el catálogo de fabricante correspondiente para verificar si es aceptable la diferencia de calibre entre conductores.

Los bloques o tiras de terminales y cada punto de interconexión deben ser identificados de acuerdo a las recomendaciones indicadas en el estándar ISA-RP60.6 "NAMEPLATES, LABELS, TAGS AND TERMINAL IDENTIFICATION".

Para la selección de la caja de interconexión, además de considerar los criterios ya anteriormente señalados, deberá cumplir

con el espaciamiento mínimo a continuación indicado (Ver figura 5.43).

Profundidad de la caja 4 pulg., para alambrado hacia el cuarto de control 65mm (2.5 pulg.) entre bloque de terminales y pared de la caja, 90mm (3.5 pulg.) entre bloques terminales paralelos. Para alambrado hacia campo, 100mm (4 pulg.) entre bloques terminales y pared de la caja. 130mm (5 pulg.) entre bloques de terminales paralelos.

Finalmente como complemento se recomienda incluir los documentos en los que se basa la elaboración del diagrama de alambrado (dibujos de referencia) y las notas aclaratorias que se consideren necesarias para su mejor comprensión.

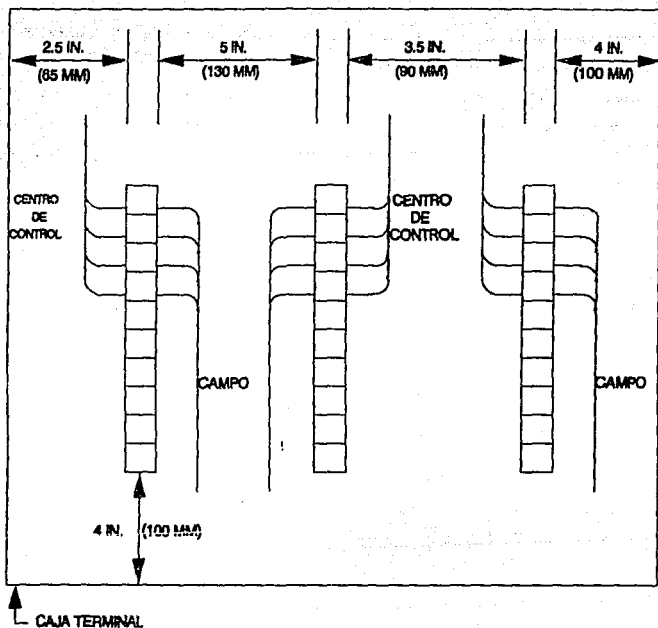


FIG.5.43

DIMENSIONES MINIMAS RECOMENDADAS

V.8. HOJAS DE ESPECIFICACION DE INSTRUMENTOS.

Las hojas de especificación de instrumentos, constituyen el medio a través del cual se comunica a los diversos proveedores, las características que deben cumplir los instrumentos que han de ser utilizados en la planta de proceso. De ahí su importancia para lograr exactitud en la compra de acuerdo a las necesidades particulares del proyecto.

Dada la existencia de una amplia variedad de instrumentos, y la gran diversidad de características de cada uno de estos, ha sido necesaria la normalización de los formatos utilizados para su especificación. La Instrument Society of America (ISA), ha desarrollado 27 tipos de formatos para la especificación de instrumentos, en los que se resúmen sus principales características de operación bajo las que prestarán servicio.

El objetivo principal de estas hojas, es el de promover la uniformidad de las especificaciones de instrumentos tanto en contenido como en forma, para de esta manera ofrecer a los fabricantes, proveedores e ingenieros ventajas como las que se indican a continuación:

1. Ayudar a presentar la información básica requerida para la buena selección del instrumento.
2. Ayudar a promover una terminología uniforme.

3. Constituir un canal eficiente de comunicación, que facilite la elaboración de cotizaciones, compras y la recepción de los instrumentos en campo.
4. Proporcionar un registro útil, para los grupos de instalación, producción y mantenimiento.

En la parte final de este tema, son presentados los formatos de especificaciones de instrumentos de uso más frecuente para la aplicación del presente trabajo.

Los formatos de especificación propuestos por la ISA, pueden ser modificados de acuerdo a necesidades particulares, como por ejemplo: encabezados de compañías o columnas que incluyan nueva información tal como clasificación de áreas, diagramas de referencia, etc. Algunas hojas consisten de una hoja primaria y una secundaria u hoja de tabulación, la primera puede servir para especificar un sólo instrumento o para especificar requerimientos generales para una serie de instrumentos similares, los cuales se tabulan en la hoja secundaria.

El encabezado de todas las formas está diseñado de tal manera que permita al usuario añadir datos generales tales como: nombre del proyecto, número de contrato, nombre de la planta, localización, fecha, etc.

Dentro del total de formas, se tiene una en blanco en la que puede ser escrita a mano las especificaciones de instrumentos que no estén incluidas entre las existentes.

Las hojas de especificación pueden opcionalmente ser

acompañadas de las características comunmente requeridas para un tipo particular de instrumento.

En forma general estas hojas de especificación contienen la siguiente información:

- Identificación del instrumento o instrumentos.
- Servicio (fluido manejado).
- Condiciones de operación (presión, temperatura, etc.).
- Material del cuerpo del instrumento.
- Material de elementos en contacto con el fluido de proceso.
- Tipo de elemento sensor.
- Tipo de señal de entrada.
- Rango.
- Tipo de señal de salida.
- Tipo de gabinete o cubierta del instrumento.
- Accesorios requeridos.
- Modulo y marca del instrumento seleccionado.

La especificación de las características de los instrumentos, es una etapa especialmente importante dentro de la ingeniería de instrumentación, ya que de la correcta selección de estos dependerá la confiabilidad de las lecturas, control y monitoreo de las diversas variables del proceso. Para poder llevar a cabo esta correcta selección es necesario tener un completo conocimiento de las condiciones de operación del proceso, así como la consideración de todas las variantes que pueda tener la planta durante su funcionamiento.

Ya que generalmente una planta se encuentra en etapa de diseño cuando se tiene que especificar la instrumentación, no es posible obtener las condiciones de operación del proceso a partir de mediciones reales. Por lo tanto, la mayoría de los datos son obtenidos indirectamente a partir de la información disponible; como son las curvas de bombas, balance de materia y energía, cálculos de caídas de presión en líneas, etc.

Para efectuar el llenado de las hojas de especificación de manera adecuada, es necesario tener claramente comprendidos los siguientes conceptos que son frecuentemente requeridos durante la realización de este trabajo.

1.- FLUIDO.

Debe especificarse al fluido tan preciso como sea posible: por ejemplo el tipo de hidrocarburo (crudo 29^oAPI), tipo de líquido (gasolina ligera), gas (gas amargo), gas combustible, etc.

Esto en muchos casos además de eliminar dudas, indicará si debe tenerse algún cuidado especial con respecto al tipo de sello, material especial o cualquier otra protección (contra corrosión, principalmente).

2.- GASTO.

El gasto mínimo: es la cantidad mínima de flujo que deberá medirse y/o controlarse durante la operación normal de la planta. (Las condiciones de arranque no son consideradas como operación normal de la planta).

El gasto normal: es la cantidad de flujo que se espera en condiciones normales de la planta.

El gasto máximo: es la cantidad más alta de flujo que se tiene que medir y/o controlar durante la operación normal de la planta.

3.- PRESION.

La presión máxima: es la presión más alta que puede presentarse en condiciones normales ó anormales. Esta presión se utiliza para determinar la escala y rango del instrumento.

Presión normal: es la presión en condiciones de operación y flujo normales.

Por ejemplo: la presión normal de salida para una hoja de datos de la válvula de control, se obtiene restando la presión de entrada normal menos la caída de presión normal calculada para una cantidad de flujo normal.

El término de presión base es la presión absoluta sobre la cual se basan los cálculos. Esto se establece en el contrato y generalmente se toma como 14.7 psia ó 1 Kg/cm².

4.- CAIDA DE PRESION.

Caída de presión máxima: es la más grande caída de presión que puede presentarse.

Caída de presión normal: es la caída de presión a través del instrumento en flujo normal y en condiciones normales de operación.

5.- TEMPERATURA.

La temperatura máxima: es la más alta temperatura que se presenta en condiciones normales ó anormales.

La temperatura normal: es la temperatura en condiciones normales de operación de la planta.

La temperatura base: es sobre la que se basan los cálculos de los elementos primarios de medición y estará especificada en el contrato, generalmente se toman 60 ° F.

6.- GRAVEDAD ESPECIFICA.

Es la gravedad específica de un fluido cualquiera a condiciones normales de operación o a 60 ° F.

Para líquidos se recomienda agua a 60 ° F.

Para gases o vapores es pertinente aire seco en la misma condición o sea :

$$\frac{\text{Peso Molecular}}{28.9}$$

7.- VISCOSIDAD.

Es la viscosidad de un fluido en condiciones normales de operación, debiera de especificarse en centi-stokes ó en centi-poises.

8.- POR CIENTO DE VAPORIZACION.

Es el porcentaje en peso que se vaporiza de un fluido, debido a una alta caída de presión.

9.- EXACTITUD.

Cuando se hable de la exactitud del instrumento hay que

tomar en cuenta 3 factores.

a) Exactitud Absoluta.

Límites dentro de los cuales puede variar el valor establecido de una propiedad del proceso con respecto a su valor real. Se expresa generalmente en porcentaje de la escala total.

b) Repetibilidad.

La capacidad de un instrumento de generar una señal de medición cuya magnitud permanece dentro de los límites establecidos bajo idénticas condiciones de proceso sucediendo en tiempos diferentes.

c) Estabilidad.

Es similar al concepto de repetibilidad, sin embargo, son pruebas realizadas en diferentes ocasiones durante largos intervalos.

10.-SENSITIVIDAD.

Es la razón de cambio en la salida causado por un cambio en la entrada, después de que se ha alcanzado el estado estacionario. Se expresa como la relación numérica, en unidades de medición, de las dos cantidades establecidas.

11.-LIMITES DE RANGO.

Este término es usado para indicar los límites entre los cuales un valor puede ser medido.

Por ejemplo: Presión 0 a 600 psig.
 Temperatura 100 a 450 °F

12.-SPAN.

Es la diferencia algebraica entre los valores de mas alto y bajo rango.

13.-RANGO DE MEDICION.

Región entre cuyos límites una cantidad se mide, recibe ó transmite.

14.-RANGO DE LA ESCALA.

Este indicará los límites superior e inferior de la escala del instrumento.

15.-FACTOR DE LECTURA.

Es el factor por el cual hay que multiplicar la lectura de la escala para obtener el valor nominal de la cantidad medida. Se utiliza frecuentemente en instrumentos de flujo.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION.

Los documentos que son necesarios para realizar la especificación de instrumentos son:

- Balance de Materia y Energía.
- Hojas de Datos para Diseño de Tuberías y Especificación.
- Dibujos de Recipientes.
- Diagramas de Tubería e Instrumentación.

Asimismo, se requerirán las hojas de especificación necesarias para cada tipo de instrumento.

En la realización de la especificación de instrumentos, no existe una secuencia a la cual apegarse de manera estricta, pero si resulta conveniente llevar un control adecuado para agrupar los instrumentos del mismo tipo en aquellos casos en que las hojas de especificación lo permitan, o para evitar que algunos de estos pasen inadvertidos.

Aunque el llenado de la información requerida en las hojas de especificación es sencilla, resultará conveniente consultar la norma ISA correspondiente para aclarar cualquier duda sobre la información solicitada en estas hojas. Adicionalmente, son indicados a continuación algunos de los principales aspectos que deberán tenerse en consideración al realizar este trabajo.

- Al indicarse el servicio se hará de manera clara y

concisa, de tal manera que sea entendido fácilmente y ubicado dentro del proceso.

- En el caso de las válvulas de control antes de la especificación será necesario realizar el cálculo de dimensionamiento correspondiente para la selección del tamaño para lo cual se recomienda seguir el procedimiento indicado en la norma ISA.

Los materiales de las válvulas de control deberán ser cuidadosamente seleccionados para el servicio que van a prestar, principalmente en los casos en que exista cavitación, flasheo o la caída de presión a través de la válvula sea considerable.

El cálculo del actuador de la válvula deberá realizarse en base al procedimiento particular del fabricante seleccionado.

Las hojas de especificación de las válvulas de control deberán incluir la información suficiente para que el proveedor pueda efectuar también el cálculo del dimensionamiento de válvula y actuador.

- El cálculo de los elementos primarios de medición de flujo, rotámetros, placas de orificio, turbinas, tubo pitot, etc.), debe también ser realizado previamente antes de efectuar la especificación, para lo cual se recomienda utilizar las secuencias de cálculo que para este propósito se indican en L.K. SPIN.
- La selección de los materiales de componentes de los instrumentos que estén en contacto con el fluido de

proceso, deberán realizarse con especial atención, principalmente cuando éste sea inflamable, corrosivo, erosivo o tóxico; para efectuar esta selección deberá consultarse la información de los diversos fabricantes, o tablas de propiedades de materiales que sirvan como guía para este propósito. Se deberá contemplar la posibilidad de uso de sellos para minimizar el costo, cuando el instrumento permita su uso.

- Las cajas o cubiertas de los instrumentos, deberán seleccionarse para que sean adecuados al tipo de área en que serán instalados, de acuerdo a la clasificación del National Electrical Code (NEC); así como para las condiciones ambientales prevalecientes en la localidad en que será construída la planta.
- Para todos los instrumentos será necesario verificar que su especificación sea congruente con los dibujos típicos de instalación en cuanto a sus conexiones (tamaño, tipo y libraje), principalmente para los instrumentos de nivel, los cuales adicionalmente deberán considerar los niveles de operación del recipiente en el que presten servicio.
- La selección de rangos se deberá realizar de tal manera, que en la medida de lo posible cubran las condiciones máximas y mínimas presentadas en las hojas de datos para diseño de tuberías y especificación de instrumentos. En el caso de instrumentos indicadores, tales como manómetros y termómetros, los rangos de la escala se solicitarán para que la lectura normal quede en el tercio central de la

escala.

- Deberá observarse que el tipo de señal de entrada y salida de los diversos instrumentos sea compatible con los demás elementos del sistema de control. En el caso de las válvulas solenoide el suministro se elegirá de acuerdo con el tipo de control que vaya a ser utilizado. (24 VCD ó 120 VCD).
- Los instrumentos que requieran accesorios para su correcta instalación o funcionamiento, como es el caso de los transmisores de presión diferencial, que necesitan de un múltiple de válvulas o "manifold" para su ajuste a cero, y un yugo y abrazadera para montaje, o para el caso de válvulas de control la necesidad de filtro regulador, posicionador o convertidor, deberán incluir este requerimiento en las hojas de especificación correspondientes.
- Con el objeto de dejar claramente indicado cualquier requerimiento especial, tal como el cumplimiento de normas o características del instrumento podrán ser adicionadas notas complementarias.



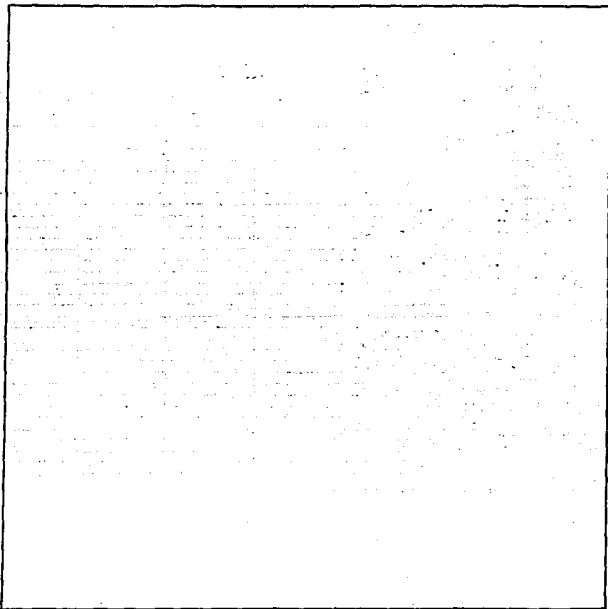
**SOCIEDAD INSTRUMENTISTA
DE AMERICA**

HOM. 011

PLANTA	REV.							
LOCALIZACION	FECHA							
CONTRATO N.º	POB.							
REG.	AP.							

INSTRUMENTOS MISCELANEOS
HOJA DE ESPECIFICACIONES

MISCELLANEOUS INSTRUMENTS
SPECIFICATION SHEET





SOCIEDAD INSTRUMENTISTA DE AMERICA

PLANTA	NOM	DE	SEX		
LUGAR/UBICACION	FECHA		FECHA		
CONTRATO NO.	PRO		PRO		
NO. DE	AFE		AFE		

PLACAS DE ORIFICIO Y BRIDAS FORMA DE ESPECIFICACIONES

ESPECIFICACIONES GENERALES	
PLACAS DE ORIFICIO	BRIDAS DE ORIFICIO
1 PNL. TUBO ESTERMINO AMARRAR <input type="checkbox"/> OTRO _____	6 RANGO Y TIPO DE CARA _____
2 MATERIAL: SS 316 <input type="checkbox"/> OTRO _____	7 TIPO: OUELLO SOLDABLE <input type="checkbox"/> OTRO _____
3 TIPO Y NAT. DEL AGUJERO RTJ _____	8 MATERIAL: ACERO <input type="checkbox"/> OTRO _____
4 TOLERANCIA EN EL CALIBRE ± 0.001 <input type="checkbox"/> OTRO _____	9 CONEX. DE TORNOS $1/2$ " NPT <input type="checkbox"/> OTRO _____
5 ESTERMINO ESTERMINO ISA <input type="checkbox"/> OTRO _____	10 BRIDAS POR _____
11 NO. DE IDENTIFICACION _____	
12 LINEA NO. _____	
CONDICIONES DE SERVICIO	
13 FLUIDO _____	
14 Viscosidad de FLUIDO _____	
15 FLUIDO PASIVO _____	
16 FLUIDO CORROSIVO _____	
17 PRESION PSI _____	
18 TEMPERATURA DE FLUIDO °F _____	
19 DENSIDAD RELATIVA A 60°F y PSIA _____	
20 DENSIDAD RELATIVA A TEMPER. DE FLUIDO _____ PSIA _____	
21 FACTOR DE COMPRESIBILIDAD A CONDICIONES DE FLUIDO _____	
22 P. M. GAS/VAPOR _____	
23 Viscosidad a TEMPERATURA DE FLUIDO CENTIGRADES _____	
24 % CALIBRE DE VAPOR _____	
25 GRADO DE SOBRECALENTAMIENTO _____	
26 _____	
27 _____	
28 _____	
29 _____	
DATOS DEL SISTEMA DE MEDICION	
30 DIAMETRO DE OROSCOPIO IN _____	
31 DIAMETRO INTERNO DE LINEA IS _____	
32 DENSIDAD RELATIVA DEL FLUIDO DE BELLLO @ 60°F _____	
33 ELEMENTO DE MEDICION _____	
34 RANGO DIFERENCIAL DEL ELEMENTO IN INQ _____	
35 RANGO DE PRESION ESTÁTICA PSIA _____	
36 RANGO DE LA ESCALA _____	
37 FACTOR DE LECTURA DE LA ESCALA _____	
38 RELACION G&B (E/F) _____	
39 DIAS, HOR. Y ESPECIFICACION DE LINEA _____	
40 _____	
41 _____	
NOTAS: 1 - CALCULO BASADO EN FORMULAS DEL L. S. 3166 PA EDICION	

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA



SOCIEDAD INSTRUMENTISTA DE AMERICA

HOJA DE

PLANTA	REV.				
LOCALIZACION	FECHA				
CONTRATO No.	POR				
RES	AP.				

ROTAMETROS
HOJA DE ESPECIFICACIONES

(ROTAMETERS)
SPECIFICATION SHEET

GENERAL	CONTROL
1. NO DE IDENTIFICACION (TAG NO.): _____	17. TIPO (TYPE) PNEUM. <input type="checkbox"/> ELECTRICO (ELECTRIC) <input type="checkbox"/>
2. DESCRIPCION (DESCRIPTION) CONTROLADOR (CONTROLLER) <input type="checkbox"/> INDICADOR (INDICATOR) <input type="checkbox"/> INTERRUPTOR (INTERRUPTOR) <input type="checkbox"/> TRANSMISOR (TRANSMITTER) <input type="checkbox"/>	18. PROP. REAL-AUTO (AUTO-RESET): _____ DERIVADA (RATE-ACT): _____
3. CAJA (CASE) RECTANGULAR <input type="checkbox"/> OTRA (OTHER): _____	19. SALIDA (OUTPUT) 3-15 PSI <input type="checkbox"/> OTRA (OTHER): _____
4. COLOR DE LA CARA: NEGRO (BLACK) <input type="checkbox"/> OTRA (OTHER): _____	20. AUMENTANDO LA MEDICION (ON MEASUREMENT INCREASE) SALIDA AUMENTA (OUTPUT INCREASES) <input type="checkbox"/> DISMINUYE (DECREASES) <input type="checkbox"/>
5. MONTAJE (MOUNTING) AL RAS (FLANG) <input type="checkbox"/> SUPERFICIE (SURFACE) <input type="checkbox"/> EN LINEA (IN LINE) <input type="checkbox"/> OTRA (OTHER): _____	21. INTERRUPTOR AUTO-MANUAL (AUTO-MANUAL SWITCH)
6. TIPO DE LA GRAFICA (CHART TYPE) 1" DIAM <input type="checkbox"/> OTRA (OTHER): _____	22. No. DE POSICIONES (No. POSITIONS) EXTERNO (EXTERNAL) <input type="checkbox"/> INTERNO (INTERNAL) <input type="checkbox"/>
7. NOMBRE DE LA GRAFICA (CHART NAME): _____	23. AJUSTE DE "SET-POINT" (SET-POINT ADJUSTMENTS)
8. NOMBRE DE LA ESCALA (SCALE NAME): _____	24. MANUAL INTERNO (INTERNAL) <input type="checkbox"/> EXTERNO (EXTERNAL) <input type="checkbox"/>
9. MOTOR DE LA GRAFICA: CORDON (CHART DRIVE) (SPRING) <input type="checkbox"/> ELECTRICO (ELECTRIC) <input type="checkbox"/> PNEUM <input type="checkbox"/>	25. AUTO - AJUSTE (AUTO - SET) PNEUM. <input type="checkbox"/> ELECTRICO (ELECTRIC) <input type="checkbox"/>
10. VEL. DE LA GRAFICA (CHART SPEED) _____	26. BANDA (BAND) FIJA (FIXED) <input type="checkbox"/> AJUSTABLE (ADJUSTABLE) <input type="checkbox"/>
11. C _____ S <input type="checkbox"/> PUNTERIA DE AIRE (AIR PRESS) _____	28. OTRA (OTHER): _____
12. CODIGO ELECTRICO (ELECTRIC CODE): _____	
13. OTRA (OTHER): _____	
14. TRANSMISOR (TRANSMITTER) TIPO (TYPE) PNEUM. <input type="checkbox"/> ELECTRICO (ELECTRIC) <input type="checkbox"/>	NOTAS (NOTES):
15. SALIDA (OUTPUT) 3-15 PSI <input type="checkbox"/> OTRA (OTHER): _____	
16. EXTENSION: ARRIBA DEL MEDIDOR (ABOVE METER) <input type="checkbox"/> ABAJO DEL MEDIDOR (BELOW METER) <input type="checkbox"/>	
17. RECEPTORES EN LA HOJA No (RECEIVERS ON SHEET No. _____)	

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA



SOCIEDAD INSTRUMENTISTA DE AMERICA

HOJA DE

PLANTA	REV.				
LEGALIZACION	FECHA				
CONTRATO No.	FOR				
REG.	AP.				

ROTAMETROS
HOJA DE ESPECIFICACIONES(ROTAMETERS)
SPECIFICATION SHEET

UNIDAD DE MEDICION (METERING UNIT)		PLACA DE OFICIO (OFFICE PLATE) :	
55	TAMANO DEL TUBO (TUBE SIZE) No.:	43	SERVICIO (SERVICE) :
56	TIPO DEL FLUJADOR (FLOAT TYPE) No.:	44	OTRO (OTHER) :
EXTENSION :		CONDICIONES DE SERVICIO (SERVICE CONDITIONS)	
59	CAJA DEL TUBO (TUBE ENCLOSURE) ABIERTA <input type="checkbox"/> CERRADA (ENCLOSED) <input type="checkbox"/> ALMIDAJE DE SEGURIDAD (SAFETY SHIELD) <input type="checkbox"/>	45	FLUIDO (FLUID) : CLARO (CLEAR) <input type="checkbox"/> TRANSLUCIDO (TRANSLUCENT) <input type="checkbox"/> OPACO (OPAQUE) <input type="checkbox"/>
60	MATERIAL : CIERRO (BODY) TUBO MEDIDOR (METER TUBE) : TUBO EXT. (EXT. TUBE) : COMA DEL FLUJADOR (FLOAT ASSET) : EMPACQUE (PACKING) : JUNTAS (GASKETS) :	46	FLUJO UNIDADES (FLOW) (UNITS) : <input type="checkbox"/> PP & <input type="checkbox"/> PSI
61	LIBRAJE DEL TUBO (TUBE RATINGS) :	47	ESCALA TOTAL (FULL SCALE) : NOM. MM.
62	CONEXIONES (CONNECTIONS) :	48	ESTACIONARIO (STEADY) <input type="checkbox"/> PULSANTE (PULSATING) <input type="checkbox"/>
63	ORIENTACION (ORIENTATION) : ENTRADA (INLET) : SALIDA (OUTLET) :	49	PRES. OPER. (OPER. PRESS.) : PSIG TEMP. °F
64	AP MAX (MAX. AP) CAPACIDAD DE FLUJO (CAPACITY FLOW) :	50	PRES. MAX. (MAX. PRESS.) : PSIG TEMP. °F
65	SE REQUIERE CALIBRACION DE FAB. (FACTORY CALIBRATION REQ'D) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	51	DESB. REL. (SPEC. DRIFT) : <input type="checkbox"/> 50PP & <input type="checkbox"/> PSIA
66	OTRO (OTHER) :	52	DESB. REL. (SPEC. DRIFT) : <input type="checkbox"/> P.T. & <input type="checkbox"/> PSIA
ACCESORIOS (ACCESSORIES)		53	PESO MOL. VAPOR GAS (VAPOR GAS MOL. WT.) :
67	REGULADOR Y FILTRO (FILTER & REGULATOR) :	54	VISCOSIDAD (VISCOSITY) : <input type="checkbox"/> PP & <input type="checkbox"/> PF
68	MAX. DE AIRE DE ALIMENTACION (AIR SUPPLY GAUGE) :	55	PON. BAROMETRICO (AV. BAROMETER) :
69	GRAFICAS Y TINTA (CHARTS & INKSET) :	56	MULT. GRAB. O ESC. (CHART OR SCALE MULTIPLIER) :
70	ACCESORIOS DE MONTAJE (MOUNTING FITTINGS) :	57	D. I. TUBERIA (PIPE I.D.) :
71	AMORTISADOR (DAMPERS) :	NOTES / NOTAS :	
72	INTERRUPTOR ELECTRICO (ELECTRIC SWITCH) :		
S.N. <input type="checkbox"/> P.P. <input type="checkbox"/> N.A. <input type="checkbox"/> H.C. <input type="checkbox"/> (N.B.) (E.B.) (E.P.) (N.O.) (N.G.)			
CAPACIDAD (RATINGS) :			



SOCIEDAD INSTRUMENTISTA DE AMERICA

HOJA DE

PLANTA	REV.				
LOCALIZACION	FICHA				
CONTINENTE SP	FOR				
REG.	AP.				

NIVELES DE CRISTAL Y ACCESORIOS
HOJA DE ESPECIFICACIONES

(GAUGE CLASSES & COCKS)
SPECIFICATION SHEET

NIVELES DE CRISTAL (GAUGE CLASSES)		CUERPO (BODY)	INTERIOR (TRAC)
1. NIVELES Y VALVULAS <input type="checkbox"/> SOLO NIVELES <input type="checkbox"/> NO SE REQUIEREN NIVELES (NO GAUGES REQUIRED)		MATERIAL	
2. TIPO TRANSPARENTES (TYPE TRANSPARENT) <input type="checkbox"/> TUVOLAN <input type="checkbox"/> REFLEX <input type="checkbox"/>		19. LIBRAGE ZERO (ZEROING RATE): PSE (D) *P	
3. CONEXIONES (CONNECTIONS) 1/2" <input type="checkbox"/> 3/4" <input type="checkbox"/>		20. CONSTRUCCION (CONSTRUCTION)	
4. MATERIAL ACERO (STEEL) <input type="checkbox"/> OTRO (OTHER):		21. COL. MONTAJE (VESEL CONN.) UNION BOCILLA (PLAIN UNION) <input type="checkbox"/> UNION ESFERICA (SPHERICAL UNION) <input type="checkbox"/> OTRO (OTHER):	
5. LIBRAGE ZERO (ZEROING RATE): PSE (D) *P		22. CON. DEL MEDIDOR (GAUGE CONN.) UNION BOCILLA (PLAIN UNION) <input type="checkbox"/> UNION ESFERICA (SPHERICAL UNION) <input type="checkbox"/> OTRO (OTHER):	
ACCESORIOS (ACCESSORIES)		23. BOMBE (BOMBS) <input type="checkbox"/> BOCADO (SCREW) <input type="checkbox"/> UNION <input type="checkbox"/> ATORNILLAS (BOLTS)	
6. ILLUMINADORES (ILLUMINATORS):		24. TORNILLO (SCREW) POR DENTRO (INSIDE) <input type="checkbox"/> POR FUERA (OUTSIDE)	
7. BRIDAS DE BICA (BICA SHIELDS)		25. AMENYS RENOVABLE (RENEWABLE BEAT) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
8. REFRIGERACION - ESPALMADO (COOLING - COOLING) INTERNAS (INTERNAL):		26. CUCES DE BOLA (BALL CHECKS) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
9. CARAS (CARDS) EXTERNAS (EXTERNAL):		27. DIPAGUE (PACKING) STS. PAS. (NPR STD) <input type="checkbox"/> OTRO (OTHER):	
10. TIPO NO-ESCARACHABLE (NON-FROSTING TYPE):		28. MODELO PAS. NR (NPR. MODEL NR):	
11. ESCALA CALIBRADA (CALIBRATED SCALE)		NOTAS (NOTES):	
12. PLACAS DE SOPORTE (SUPPORT PLATES)			
13. VALLAS DE PROTECCION (SHIELD ROSS)			
14. OTRO (OTHER):			
VALVULAS DE NIVEL (GAUGE COCKS)			
15. SUBSISTEMAS (SUPPLY) SOLO VALVULAS (COCKS ONLY) <input type="checkbox"/>			
16. TIPO (TYPE) COMPLETADAS (OFF SET) <input type="checkbox"/> ANILLO (ANULE) <input type="checkbox"/>			
17. CONEXIONES-NPT. (CONNECTIONS-NPT.)			
RECAPITE (RESEAL) NIVEL (GAUGE) DRENAR (DRAIN)			
(CONNECTIONS-NPT.)		REARNO (RESEAL) NIVEL (GAUGE) DRENAR (DRAIN)	
1/2" <input type="checkbox"/> 3/4" <input type="checkbox"/>		1/2" <input type="checkbox"/> 3/4" <input type="checkbox"/>	
3/4" <input type="checkbox"/> 1" <input type="checkbox"/>		3/4" <input type="checkbox"/> 1" <input type="checkbox"/>	
OTRO (OTHER) <input type="checkbox"/>		OTRO (OTHER) <input type="checkbox"/>	

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA



SOCIEDAD INSTRUMENTISTA DE AMERICA

HOJA DE

PLANTA	REV.				
LOCALIZACION	FECHA				
CONTRATO No.	POR				
REV.	AP.				

INTERRUPTOR DE NIVEL (FLOTADOR Y DESPLAZAMIENTO) HOJA DE ESPECIFICACIONES

LEVEL SWITCHER (FLOAT AND DISPLACEMENT TYPE) SPECIFICATION SHEET

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA	GENERALIDADES (GENERAL)					
	1	TIPO (TYPE)				
	2					
	3	No DE IDENTIFICACION (TAG No.)				
	4	SERVICIO (SERVICE)				
	CUERPO (BODY)					
	5	MATERIAL				
	6	COLOCACION CON SUP. (TOP CONN. LOCATION)				
	7	COLOCACION CON INF. (BOTTOM CONN. LOCATION)				
	8	LIBRAJE Y TAMAÑO (CONG. SIZE & RATING)				
	9	CON NIVEL DE CRISTAL (GRADE GLASS CORR.)				
	10	TIPO DE CRISTAL (TYPE GLASS)				
	11	VALVULA DE PURGA (TYPE OF BLOW COCK)				
	12	VALVULA DE PRUEBA (TRY COCK)				
	13	SILBATO (WHISTLE)				
	FLOTADOR O DESPLAZADOR (FLOAT OR DISPLACER)					
	14	DIMENSIONES (DIMENSIONS)				
	15	LONG. DE VARILLA (LEAD ROD) BRAZO (ARM)				
	16	MATERIAL				
	INTERRUPTOR (SWITCH)					
	17	TIPO (TYPE)				
	18	CANTIDAD (QUANTITY) FORMA (FORM)				
	19	TIPO DE CAJA (ENCLOSURE)				
	20	CON. CONDUIT TAMAÑO Y TIPO (CONDUIT CONN. SIZE & TYPE)				
	21	VOLTS (RATING: VOLTS) C/R # C.D. (C/D OR D.C.)				
	22	AMPERES (AMPS) WATTS HP				
	23	TIPO DE CARGA (LOAD TYPE)				
	24	DIFERENCIAL: FIJA (DIFF. FIXED) AJUSTABLE (ADJUST)				
25	AJUSTES: INTERNO (ADJUSTMENT, INT.) EXTERNO (EXT.)					
26	CONTACTOS (CONTACTS) ABERTOS (OPEN) CERRADOS (CLOSE) EN NIVEL (ON LEVEL) INCREMENTO (INCR.) DECREMENTO (DECR.)					
27						
CONDICIONES DE SERVICIO (SERVICE CONDITIONS)						
28	FLUIDO SUPERIOR (UPPER FLUID)					
29	FLUIDO INFERIOR (LOWER FLUID)					
30	DENSIDAD RELATIVA SUPERIOR (SP. GR. UPPER) INF. (LOWER)					
31	DIFERENCIA MINIMA DE LA DENSIDAD REL. (MINIMUM SP. GR. DIFF.)					
32	PRESION OPERACION (PRESS. OPER.) MAXIMA (MAX.)					
33	TEMPERATURA OPERACION (TEMP. OPER.) MAXIMA (MAX.)					
34	NR. MOD. FABRICANTE (MANUFACTURER'S MODEL NO.)					
NOTAS (NOTES):						



SOCIEDAD INSTRUMENTISTA DE AMERICA

HOJA DE

PLANTA	REV.				
LOCALIZACION	FECHA				
CONTRATO N°	POR				
RES.	AR				

INSTRUMENTOS DE NIVEL
HOJA DE ESPECIFICACIONES

(LEVEL INSTRUMENTS)
SPECIFICATION SHEET

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA

GENERAL					
1	TIPO (TYPE)				
2					
3	N° DE IDENTIFICACION (TAG N°)				
4	N° DE RECIBENTE O EQUIPO/VEHICULO, OR EQUIPMENT N°				
CUERPO (BODY)					
5	MATERIAL				
6	COLOCACION CON. LENTE (TOP CONN. LOCATION)				
7	COLOCACION CON. INF. (Btm CONN. LOCATION)				
8	TAMANO CON. (CONN. SIZE)				
9	CON. ROSCADA O BRIDA (CONN. SCREWED OR FLANGE)				
10	CAJA DE MONTAJE (CASE MOUNTING)				
11	ORIENTACION DE LA BRIDA (FLANGE ORIENTATION)				
12	CARREZAL GIRATORIO (ROTATABLE HEAD)				
13					
FLOTADOR O DESPLAZADOR (FLOAT OR DISPLACER)					
14	DIAMETRO O LONGITUD (DIAMETER OR LENGTH)				
15	EXTENSION				
16	MATERIAL				
17	MAT. TUBO DE TORSIÓN (TORQUE TUBE MATERIAL)				
18	ALETAS DE AIRE (AIR FIN)				
19					
TRANSMISOR (TRANSMITTER)					
20	TIPO (TYPE)				
21	SALIDA (OUTPUT)				
22	RECEPTORES, HOJA N° DE RECEPCION O SHEET N°				
CONTROL					
23	TIPO (TYPE)				
24	PROPORCIONAL-% (PROPORTIONAL %)				
25	REAJUSTE (RESET)				
26	SALIDA (OUTPUT)				
27	INCREMENTO DE NIVEL SALIDA (IN LEVEL INCREASE OUTPUT)				
28					
ACCESORIOS (ACCESSORIES)					
29	FILTRO Y REGULADOR (FILTER & REGULATOR)				
30	NIVEL DE CRISTAL (GLASS BLADE)				
31	CONEXION DE PURGA (PURGE CONNECTION)				
32	INTERRUPTOR ELECTRICO (ELECTRIC SWITCH)				
33					
34					
CONDICIONES DE SERVICIO (SERVICE CONDITIONS)					
35	LÍQUIDO SUPERIOR (UPPER LIQUID)				
36	LÍQUIDO INFERIOR (LOWER LIQUID)				
37	DEMANDA RELATIVA: SUPERIOR (OR UPPER) INFERIOR (OR LOWER)				
38	PRESION: MÁXIMA (PRESS. MAX.) NORMAL (NORM.)				
39	TEMPERATURA MÁXIMA (TEMP. MAX.) NORMAL (NORM.)				
40					
41					
NOTAS (REMARKS)					



SOCIEDAD INSTRUMENTISTA DE AMERICA

HOJA DE

PLANTA	P & V				
LOCALIZACION	FECHA				
CONTRATO N.º	P.O.R				
REG. N.º	A.P.R				

~~VALVULAS DE CONTROL~~
HOJA DE ESPECIFICACIONES

~~CONTROL VALVES~~
SPECIFICATION SHEET

	ESPECIFICACIONES GENERALES (BODY)		(GENERAL SPECIFICATION) ACTUADOR (OPERATORS)
1	TIPO BOMA TAPON (TYPE OF PLUG SUBMERG) <input type="checkbox"/> DOBLE (DOUBLE) <input type="checkbox"/> BOLLAS (BALLS)	3	SEÑAL: RESISTE Y DIFERENCIAL (OPERATE & DIFFERENTIAL) <input type="checkbox"/> P.O. CARRERA (PLUG)
2	CONEXIONES (VWR LINEA 2) (END CONNECTIONS (VWR LINE 2))	4	OTRO (OTHER) <input type="checkbox"/> SUBSTRATO DE SUMINISTRO OPERATIVO (OPERATIVE SUPPLY BR)
3	OTRA FORMA DE CUERPO (OTHER BODY FORM)	5	OTRO (OTHER) <input type="checkbox"/> SUBSTRATO DE SUMINISTRO OPERATIVO (OPERATIVE SUPPLY BR)
4	UNIDADES DE FLUJO: LÍQUIDOS (L) (FLUID UNITS) : GASEOSOS (G) (GAS) (G)	6	SEÑAL: RESISTE Y DIFERENCIAL (OPERATE & DIFFERENTIAL) <input type="checkbox"/> P.O. CARRERA (PLUG)
7	IDENTIFICACION (TAG NR)		
8	LINEA (LINE NR)		
CUERPO (BODY)			
9	TAMANO CUERPO (BODY SIZE) TAMANO CONECTOR (PORT SIZE)		
10	TIPO (TYPE)		
11	MATERIAL		
12	CONEX. EXT. (EXT. CONNECTIONS)		
13	BOMETA (BONNET)		
14	GRADERA (LUBRICATOR) (VALVULA (VALVULINE VALVE))		
15	EMPAQUE O SELLO (PACKING OR SEAL)		
16	BOMAS ESPECIALES (SPECIAL BONNETS)		
17			
INTERIORES (TRIM)			
18	MATERIAL		
19	N.º DE PARTES (NL. OF PARTS)		
20	TIPO DE TAPON (PLUG FORM)		
21	ASIENTO Y TAPON (PLUG & SEAT)		
22			
ACCION (ACTION)			
23	CIERRA (CLOSURE) <input type="checkbox"/> ABRE (OPEN) <input type="checkbox"/>		
24	POSICION A FALLA (FAILURE POSITION)		
25			
POSICIONADOR (POSITIONER)			
26	REGULADO (REGULATED)		
27	DEBIDO (BY PASS) <input type="checkbox"/> MANOMETRO (MANUOMETER)		
28	SEÑAL DE ENTRADA (INPUT SIGNAL)		
29	SEÑAL DE SALIDA (OUTPUT SIGNAL)		
ACCESORIOS (ACCESSORIES)			
30	FILTRO Y REGULADOR (FILTER & REGULATOR)		
31	VOLANTE (WHEEL)		
32			
COND. DE OPERACION (SERVICE CONDITIONS)			
33	FLUIDO (FLUID)		
34	GASTO MAX. (GPM MAX) GASTO MAX. (ST. MAX.)		
35	GASTO NORMAL (G.P. (ST. NORM.)) (F.T.)		
36	PRES. MAX. ENTORNO (INLET) (INLET NORM. (NORM. INLET))		
37	S.P. MAX. (A.P. MAX.) A.R. (DISC. (L.R. (DISC.))		
38	TEMP. MAX. (TEMP. MAX.) NORMAL (NORM.)		
39	GEN. REL. a SOP (OP. & SUPP.) @ T.F. (P.T.)		
40	VISCOSIDAD @ T.F. (VISCOSITY @ P.T.)		
NOTAS (NOTES):			

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA

V.9. DIBUJOS TÍPICOS DE INSTALACION DE INSTRUMENTOS.

El dibujo típico de instalación, es el documento de ingeniería en el que haciendo uso de una simbología convencional, se muestra en detalle el montaje de cada uno de los instrumentos de una planta, conteniendo fundamentalmente el arreglo de la conexión a proceso, y la soportería para la instalación apropiada de los instrumentos, conexiones a línea de proceso, conexión de la señal de salida (neumática o eléctrica), así como la cantidad, tamaño y características del material mecánico y eléctrico requerido para la instalación.

El formato empleado para este documento, generalmente consiste de una hoja tamaño doble carta en la que se indican, de izquierda a derecha el arreglo de instalación del instrumento, la soportería de montaje (en caso de que sea requerida) y el detalle de conexión eléctrica (cuando es aplicable). En la parte inferior de la hoja se desglosa el material mecánico (niples, válvulas, tubing, conectores, etc.) y eléctrico (sellos, tuercas unión, cajas de paso, coples flexibles, etc.) necesario para realizar la instalación, indicándose sobre cada uno de los dibujos, los puntos en que deberán colocarse cada uno de los materiales especificados en la lista.

Aunque dentro de los documentos que genera la especialidad de instrumentación este es uno de los más simples, su realización resulta ser muy laboriosa, sobre todo cuando existe gran diversidad

de instrumentos y/o estos son de tipo especial; por lo que es recomendable que su elaboración sea normalizada tanto como sea posible para minimizar el costo y facilitar el trabajo de instalación, utilizando cada dibujo como guía para más de un instrumento cuando sea posible.

Varios aspectos deben ser tomados en cuenta en el diseño de los detalles de instalación de instrumentos de una planta, entre los principales a tener en cuenta se tienen los siguientes:

- 1.- Todos los materiales deben ser adecuados para soportar las condiciones de operación del proceso (presión, temperatura y/o atmósferas corrosivas), normales y extremas. Las especificaciones de tubería usualmente designan los materiales para varios servicios incluyendo una lista de desviaciones que son necesarias para instrumentos específicos. Entre los ejemplos de tales desviaciones se incluyen el uso de acero inoxidable en lugar de tubería estándar, o uso de válvulas de barra de 3000 psig. en lugar de válvulas de compuerta de acero forjado de 600 psig., otras desviaciones frecuentes de las especificaciones de tuberías son el uso de tubing y sus accesorios, accesorios roscados en lugar de bridados o soldables, que son requeridos para líneas de tuberías principales.
- 2.- En donde la línea de proceso contiene vapores que puedan condensar, las líneas de conexión de instrumentos deberán ser arregladas para ser auto drenadas, o ser

instalados recipientes de sello para asegurar condiciones de cabeza de presión constante a los elementos sensores del instrumento.

3.- Las líneas de conducción al instrumento conteniendo fluidos peligrosos (compuestos tóxicos, a altas presiones, altas temperaturas o corrosivos), deben ser apropiadamente venteadas o drenadas de modo que la operación no resulte en daño al personal o instalaciones.

4.- Las líneas de conducción a instrumentos conteniendo fluidos que puedan congelarse a condiciones ambientales, deben de ser protegidos por calentamiento o aislamiento.

Existen otros requerimientos que es necesario observar para la correcta instalación de instrumentos, de éstos los principales criterios agrupados de acuerdo a las principales variables de proceso son indicadas a continuación. Sin embargo, para un análisis más detallado se sugiere la consulta de las recomendaciones prácticas presentadas por el American Petroleum Institute (API) en la norma API RP 550) "Installation of Refinery Instruments and Control Systems" y adicionalmente hacer referencia a las instrucciones del vendedor para asegurar la instalación apropiada de los dispositivos, particularmente si estos desempeñan funciones no usuales o son de construcción especial.

FLUJO.

Dentro de los instrumentos que más comunmente son utilizados

para la medición de flujo se tienen las placas de orificio, los rotámetros y los medidores tipo turbina.

- Placas de orificio.

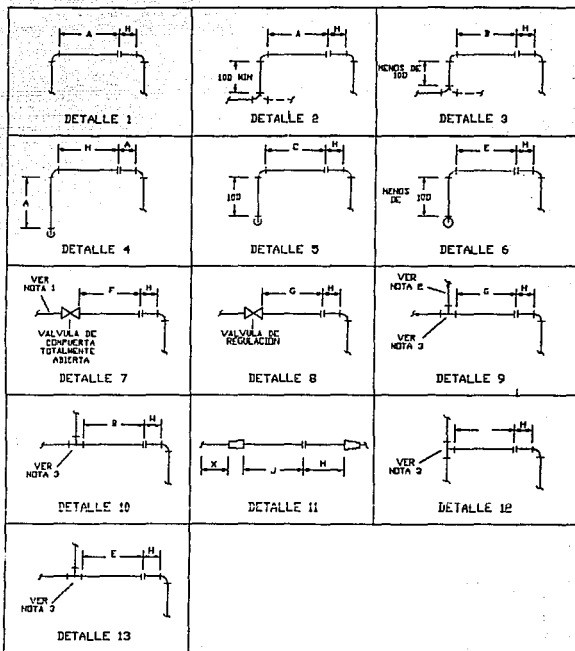
La placa de orificio debe ser instalada en una línea que cumpla con una longitud recta mínima antes de la placa (generalmente dada en diámetros de tubería nominal) de acuerdo a lo indicado en la tabla 5.7. Si venas rectificadoras son utilizadas, esta longitud se verá modificada, para lo cual es necesario consultar el Reporte No. 3 de "American Gas Association". Es recomendable que las placas para servicio líquido se instalen en tubería horizontal para evitar el error causado por las tomas que son localizadas a diferentes alturas; las placas verticales se prefieren para servicio de gas o vapor que contengan cantidades considerables de condensados. Para líneas menores de 2" de diámetro no se recomienda utilizar placas de orificio, ya que pueden existir errores causados por la rugosidad de la tubería, en su lugar se recomienda el uso de rotámetros o expansiones de tubería a 2" en la línea de medición.

La instalación de las placas debe realizarse hasta después que las líneas han sido limpiadas; la razón de esto es prevenir que los residuos se acumulen en la placa o que puedan dañar sus bordes durante la circulación inicial

Varios tipos de dispositivos de medición son usados para determinar la diferencial producida por el elemento primario,

TABLA 5.7 LONGITUD RECTA MINIMA REQUERIDA PARA LA INSTALACION DE PLACAS DE ORIFICIO

d / D	LONGITUD RECTA REQUERIDA (DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA)							
	A	B	C	E	F	G	H	J
VER TABLA No 6								
.8	29	25	33	48	14	50	5	15
.75	17	21	27	35	11	44	5	14
.7	14	19	23	31	9	39	5	13
.65	12	15	21	28	8	34	5	11
.6	10	14	19	25	8	31	5	10
.55	9	12	18	22	7	28	5	9
.5	8	10	17	21	7	25	5	8
.45	7	9	16	20	5	24	5	7
.4	7	9	15	18	5	22	5	7
.35	6	9	14	17	5	21	5	6
.3	6	9	14	16	5	20	5	6
.25	6	9	14	16	5	19	5	6



de estos los de uso más común son los transmisores tipo diafragma y los medidores de tipo fuelles.

Los transmisores de presión diferencial tipo diafragma pueden ser neumáticos o electrónicos, estos son generalmente utilizados sin sello o cámaras de condensación debido a su bajo desplazamiento y construcción resistente a la corrosión. El montaje en la línea de proceso es preferido si la localización es accesible y el nivel de vibración no es excesivo.

Para servicio de gas, el instrumento debe ser instalado ligeramente arriba de la línea para permitir el drenado de líquidos, en tanto que para servicios de líquidos los transmisores deben ser montados abajo de la línea para permitir que las burbujas de gas regresen a la línea de proceso.

Los registradores de flujo, indicadores, controladores o transmisores instalados en pedestal, deben ser montados a una altura conveniente (generalmente 1.5 mts.). El transmisor debe ser visible desde la válvula de control y de desvío para facilitar el control de emergencia local y manual.

Las múltiples de válvulas o "manifolds" son necesarios en todos los dispositivos de medición tipo diferencial para verificar el ajuste a cero y para poner el instrumento dentro o fuera de servicio.

- Rotámetros.

Los rotámetros son utilizados cuando es requerido medir en un amplio rango, el flujo a medir es muy pequeño o se necesita

una señal de salida lineal. Este tipo de instrumento está disponible como indicador, transmisor, registrador o controlador neumático local, con o sin interruptores.

Este medidor debe ser instalado en una localización, la cual esté libre de vibración y exista suficiente espacio disponible para remover el flotador para servicio o inspección, así mismo deberá ser visible y fácilmente accesible para operación y mantenimiento. En general, cuando un medidor es usado en servicio modulante, deberá colocarse tan cerca como sea posible al punto de control, preferiblemente con la válvula de regulación colocada a la salida del instrumento.

Los rotámetros deben ser siempre montados verticalmente con la conexión de salida en la parte superior y la entrada en la parte inferior (ver Fig. 5.44).

La mayoría de los medidores de flujo de área variable, son prácticamente independientes de los arreglos de tubería corriente arriba; codos, válvulas de globo y otros accesorios no tienen efecto en la exactitud si estos no se encuentran más cerca de 5 diámetros corriente arriba del medidor.

Toda la tubería debe ser apropiadamente soportada para prevenir su "pandeo" por el peso del medidor, debiendo tener cuidado para que el arreglo no imponga algún esfuerzo en el cuerpo del instrumento.

Las válvulas de bloqueo y desvío deben ser colocadas donde el proceso no se vea afectado mientras se le da mantenimiento al medidor.

DETALLE TÍPICO DE INSTALACION				DETALLE SOPORTERIA DE MONTAJE				DETALLE CONEXION ELECTRICA				DATA	ESPEC.	IDENTIF.			
<p>1 POR DEPTO. DE TUBERIAS</p> <p>2 POR FABRICANTE</p>																	
				PART. TAMAYO		DESCRIPCION		PART. TAMAYO		DESCRIPCION							
MATERIAL REQUERIDO PARA INSTALACION EN CAMPO																	
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO																	
E. N. E. P.						TÍPICO DE INSTALACION Y MONTAJE DE INSTRUMENTOS											
ZARAGOZA																	
D APROBADO PARA DISEÑO				LUNA LUNA PARA				REV. _____				DIBUJO TÍPICO DE INSTALACION		REV.			
REV. _____				DE IMP. DE P. C. M.				MEXICO				ACOT. EN 1 _____		AL VISO 1			

FIG. 8.44 TÍPICO DE INSTALACION PARA UN ROTAMETRO

Turbina.

La turbina es un medidor de flujo tipo volumétrico con una señal de salida de pulsos eléctricos, cuya frecuencia es linealmente proporcional al flujo. Una turbina (rotor) localizada directamente a la corriente gira a una velocidad proporcional al promedio de la velocidad del fluido y por tanto proporcional al volumen del fluido a ser medido, la rotación de la turbina es sensada ya sea magnética o inductivamente por una bobina sensora localizada externamente.

El medidor de turbina es instalado directamente en la línea de proceso (generalmente en forma horizontal), la línea debe estar relativamente libre de vibración, y si el medidor incluye un registrador integralmente montado deberá ser colocado de modo que facilite la lectura y el mantenimiento.

La exactitud y repetibilidad de los medidores de turbina es especialmente dependiente de los arreglos de tubería corriente arriba y corriente abajo, por los que si se requiere lograr gran exactitud, se sugiere consultar la norma API 2534 "Measurement of liquid Hydrocarbons by Turbine Meter Systems."

Los medidores de turbina deben ser instalados de modo que tengan una cabeza positiva de líquido corriente arriba, equivalente a 2 veces la caída de presión prevista en el medidor. Para minimizar los problemas de cavitación en servicios a vacío o cuando se opera con gases licuados, un regulador de contrapresión deberá instalarse para mantener una presión adecuada para la medición.

Los medidores con conexiones bridadas deberán ser cuidadosamente instalados para que las juntas no interfieran con el patrón de flujo dentro de la tubería.

La necesidad de válvula de desvío (by-pass) es determinada por la aplicación, ya que si es necesario aislar o desmontar el medidor para propósito de mantenimiento cuando la operación se requiere continua, deberán ser provistas válvulas de bloqueo y desvío.

Generalmente la instalación de todos los medidores de turbina requiere de filtros para prevenir que materia extraña bloquee parcial o totalmente el paso del fluido entre el rotor y el cuerpo del medidor .

NIVEL.

Todos los instrumentos de nivel montados localmente deben ser fácilmente accesibles, considerando que en todas las aplicaciones donde un nivel de líquido es regulado por una válvula de control, una indicación de nivel tal como un vidrio u otro tipo de indicador debe ser claramente visible desde la válvula para permitir el control manual cuando sea necesario. Tal indicación de nivel no es necesaria si el sistema no puede ser operado manualmente.

Los instrumentos de indicación de nivel preferiblemente deben ser localizados en los recipientes de modo que sean visibles desde los pasillos de operación.

Las conexiones de los instrumentos deben ser hechas

directamente a los recipientes y no a las líneas de proceso a menos que la velocidad de flujo en la línea sea menor a 2 ft/seg. El arreglo de tubería debe ser concebido de tal manera que no existan trampas o depósitos, cuando esto no sea posible de evitar deberán colocarse válvulas de drenaje en los puntos bajos.

Cuando 2 o más instrumentos, son requeridos para alguna aplicación (tal como vidrio de nivel, interruptor y controlador) pueden ser montados de tal manera que el número de boquillas en el recipiente sea mantenido al mínimo, sugiriéndose el uso de accesorios de tubería tales como "Tes", "Cruces", o utilizando una tubería vertical común a manera de "Árbol" (Fig. 5.45).

Las válvulas de bloqueo pueden ser colocadas en la conexión al recipiente o al árbol de nivel, en este último caso las conexiones serán de cuando menos 3/4". Donde la conexión al recipiente es bridada y la válvula de bloqueo es montada directamente a la boquilla de éste deberá ser de 1" como mínimo.

Cuando la conexión al recipiente es un cople y la válvula de bloqueo es montada o conectada a un niple, el tamaño mínimo de la conexión será de 3/4", los accesorios entre el recipiente y las válvulas de bloqueo deben ser minimizados.

Algunos instrumentos de nivel son susceptibles a daño o mal funcionamiento si son instalados en localizaciones donde están sujetos a vibración, para minimizar estos efectos, tales instrumentos deben ser montados en un soporte rígido adyacente

DETALLE TÍPICO DE INSTALACION		DETALLE SOPORTERIA DE MONTAJE		DETALLE CONEXION ELCTRICA		D.T.J.	ESPEC.	IDENTIF.																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">REQUISITOS</th> </tr> <tr> <th>INDICADOR</th> <th>UNIDAD</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>QUANTIDAD</th> <th>NOTAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>						REQUISITOS					INDICADOR	UNIDAD	DESCRIPCION	QUANTIDAD	NOTAS																																									
REQUISITOS																																																								
INDICADOR	UNIDAD	DESCRIPCION	QUANTIDAD	NOTAS																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PART.</th> <th>TOMAS</th> <th>QNTD.</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>PART.</th> <th>TOMAS</th> <th>QNTD.</th> <th>DESCRIPCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">MATERIAL REQUERIDO PARA INSTALACION EN CAMPO</td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">E. N. E. P.</td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">ZARAGOZA</td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">TÍPICO DE INSTALACION Y MONTAJE DE INSTRUMENTOS</td> </tr> </tbody> </table>						PART.	TOMAS	QNTD.	DESCRIPCION	PART.	TOMAS	QNTD.	DESCRIPCION	MATERIAL REQUERIDO PARA INSTALACION EN CAMPO								UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO								E. N. E. P.								ZARAGOZA								TÍPICO DE INSTALACION Y MONTAJE DE INSTRUMENTOS										
PART.	TOMAS	QNTD.	DESCRIPCION	PART.	TOMAS	QNTD.	DESCRIPCION																																																	
MATERIAL REQUERIDO PARA INSTALACION EN CAMPO																																																								
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO																																																								
E. N. E. P.																																																								
ZARAGOZA																																																								
TÍPICO DE INSTALACION Y MONTAJE DE INSTRUMENTOS																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">APROBADO PARA DISEÑO</th> <th>LEV. N</th> <th>LEV. N</th> <th>PAI. N</th> </tr> <tr> <th>REV.</th> <th>DES.</th> <th>IMP.</th> <th>OP.</th> <th>PROY.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>						APROBADO PARA DISEÑO		LEV. N	LEV. N	PAI. N	REV.	DES.	IMP.	OP.	PROY.											<table border="1"> <tr> <td>ING. ACOT. EN 1</td> <td></td> </tr> </table>	ING. ACOT. EN 1		<table border="1"> <tr> <td>DELADO TÍPICO DE INSTALACION ALF. EPIC. 1</td> <td></td> </tr> </table>	DELADO TÍPICO DE INSTALACION ALF. EPIC. 1		<table border="1"> <tr> <td>REV.</td> <td></td> </tr> </table>	REV.																							
APROBADO PARA DISEÑO		LEV. N	LEV. N	PAI. N																																																				
REV.	DES.	IMP.	OP.	PROY.																																																				
ING. ACOT. EN 1																																																								
DELADO TÍPICO DE INSTALACION ALF. EPIC. 1																																																								
REV.																																																								

FIG. 5.48 TÍPICO DE INSTALACION PARA
INSTRUMENTOS DE NIVEL

al recipiente pero no conectado a la fuente de vibración, tal arreglo requiere que las conexiones de tubing o conduit sean de tipo flexible.

Válvulas de drenaje de 1/2" ó 3/4" deben ser instaladas en la base de los instrumentos de nivel.

Para mayor exactitud y seguridad los vidrios de nivel deben ser limitados en longitud a 4 secciones ó 1.5 m entre conexiones, en servicios a temperaturas de 400 °F o mayores, algunas compañías limitan la longitud a 3 secciones.

Para transmisores de desplazador tipo cámara externa, las conexiones al recipiente deben realizarse por medio de boquillas, válvulas de bloqueo y accesorios de tubería para este servicio, y serán provistos con vidrios de nivel en paralelo, sin embargo puede ser ventajoso tener tomas especiales en el recipiente para indicación de nivel independiente.

En la mayoría de las aplicaciones de proceso, los transmisores de nivel y controladores deberán tener conexiones de 1 1/2" ó 2" bridadas, y siempre deberán instalarse válvulas de drenaje de 1/2" ó 3/4".

TEMPERATURA.

Los instrumentos de temperatura utilizan generalmente termopares como dispositivos sensores, y son aplicables para un amplio rango de temperaturas con una exactitud razonable. Sin embargo cuando es requerida mayor exactitud, los sensores de

tipo resistivo son preferentemente utilizados. Debido a que no es posible exponer el dispositivo sensor al fluido de proceso, son empleados termopozos para proteger los elementos térmicos y permitir la remoción de estos elementos durante la operación de la planta.

Los termopozos pueden ser de conexión roscada o bridada, este último tipo de conexión se recomienda cuando la inspección es frecuente, el material de construcción es especial o las condiciones de presión y temperatura son severas (ver Fig. 5.46 y 5.47).

La longitud de inmersión requerida para obtener exactitud y tiempo de respuesta óptimos es una función de factores mecánicos tal como el tipo de elemento sensor, espacio disponible del pozo al fluido contenedor, diseño de la conexión mecánica y requerimientos de dureza del material de construcción. La longitud de inmersión óptima también depende de aspectos de transferencia de calor determinados por las propiedades físicas del fluido, velocidad de flujo y la diferencia de temperatura entre el fluido y la punta del termopozo. Una revisión detallada de la mayoría de estos factores no es generalmente justificada para aplicaciones dentro de la industria de producción del petróleo. Por lo que únicamente deberá verificarse, que el termopozo se introduzca lo suficiente en el medio cuya temperatura se requiera medir, para evitar errores en la conducción de calor lejos del extremo sensitivo del termopozo.

Cuando el termopozo es instalado en forma perpendicular o a

DETALLE TÍPICO DE INSTALACIÓN				DETALLE SOPORTERÍA DE MONTAJE				DETALLE CONEXIÓN ELÉCTRICA				DATA	ESPEC.	IDENTIF.																																																																	
<p style="text-align: center;">D No debe ser menor</p>																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CANT.</th> <th>UNIDAD</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANT.</th> <th>UNIDAD</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>														CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN																																																												
CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN																																																																										
MATERIAL REQUERIDO PARA INSTALACIÓN EN CAMPO																																																																															
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO						TÍPICO DE INSTALACIÓN Y MONTAJE DE INSTRUMENTOS																																																																									
E. N. E. P.						ZARAGOZA MEXICO																																																																									
APROBADO PARA DISEÑO						SER. _____ ADCT. EN 1 _____		ORIGIN TÍPICO DE INSTALACIÓN NÚMERO 4		HPL																																																																					

**FIG. 8.46 TÍPICO DE INSTALACIÓN PARA
TERMOPOZOS ROSCADOS**

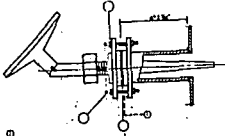
DETALLE TÍPICO DE INSTALACION				DETALLE SOPORTERIA DE MONTAJE				DETALLE CONEXION ELECTRICA				DTA	REPEC	IDENTIF.												
																										
				MATERIAL REQUERIDO PARA INSTALACION EN CAMPO																						
				UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO				TÍPICO DE INSTALACION Y MONTAJE DE INSTRUMENTOS																		
				E. N. E. P.																						
				ZARAGOZA																						
				MEXICO																						
				BRO. _____				DIBUJO TÍPICO DE INSTALACION																		
				ACOT. SIN I. _____				SU REPEC. 6																		
0 APROBADO PARA DISEÑO				LINA LINA RAM																						
REV. _____				DE SEP. 7 DE 1964																						

FIG. 6.47 TÍPICO DE INSTALACION PARA TERMOPOZOS BRIDADOS

un ángulo de 45° con respecto a la tubería, el extremo del termopozo debe ser localizado en el tercio central de ésta (Fig. 3.48).

Si el termopozo es instalado a un ángulo o a un codo, la punta deberá de estar dirigida hacia la dirección de flujo en la línea.

PRESION.

Todos los instrumentos de presión deben ser fácilmente accesibles y donde una presión vaya a ser manualmente controlada, la indicación debe ser claramente visible desde la localización de la válvula controladora de presión.

La mayoría de los instrumentos de presión son susceptibles a daño, uso anormal o mal funcionamiento si son instalados en localizaciones donde estén sujetos a vibración, por lo que los instrumentos deben ser montados en un soporte libre de vibración.

Los instrumentos de presión que midan presiones pulsantes de bombas y compresores recíprocos deben ser provistos con amortiguadores de pulsaciones para prevenir la falla prematura de los movimientos y los elementos de presión. Para estos servicios, deberán ser utilizados medidores de presión tipo llenos de líquido.

Cuando es necesario medir la presión de fluidos viscosos, corrosivos o con sólidos en suspensión, el instrumento debe protegerse con un sello de diafragma cuyo material sean de una

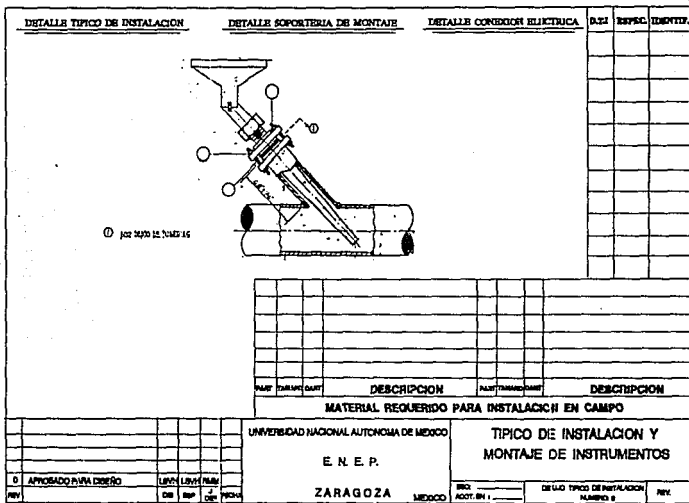


FIG. 5.48 TÍPICO DE INSTALACIÓN PARA TERMOPILOS CON CONEXIÓN A 45°

aleación adecuada, resistente a la corrosión.

Para la línea de toma de presión puede ser utilizada tubería de acuerdo a las especificaciones de servicio, tubing de 1/2" ó de 3/8" de acero inoxidable u otra aleación adecuada con 0.035" de espesor. El uso de acero inoxidable elimina el costo de limpieza y recubrimiento de la tubería de acero eliminando la corrosión por lo que su utilización es preferible.

Para instrumentos que presentan conexiones menores a 1/2", la línea debe ser reducida en el instrumento. La primer válvula de bloqueo en la conexión a proceso deberá de estar de acuerdo a las especificaciones de tubería de éste , siendo normalmente de 3/4" y de 1/2" como mínimo.

Usualmente la instalación más satisfactoria y económica de un dispositivo de presión es lograda conectando éste lo más próximo a la toma de proceso, consistentemente con los requerimientos de fácil acceso y visibilidad. Esta práctica disminuye la cantidad de material, elimina trampas de vapor , problemas de cabeza de presión de líquidos y reduce la posibilidad de fugas y taponamiento.

Cuando una válvula de bloqueo en la toma no es fácilmente accesible a la localización del instrumento, una válvula de bloqueo adicional debe ser instalada próxima a éste.

Las conexiones de transmisores e interruptores de presión, se recomienda sean de 1/2" y como tamaño alternativo de 1/4", los soportes de los instrumentos deben ser independientemente de la conexión de proceso. Para el montaje de instrumentos los pedestales son comunmente utilizados pero cuando esto no es

posible pueden ser soportados del acero estructural de la plataforma, teniendo precaución de evitar esfuerzos en la tubería o conduit del instrumento.

Los transmisores ciegos y controladores montados localmente deben de ser instalados con indicación de presión de proceso.

Los métodos de alambrado de los instrumentos montados en campo, pueden variar con respecto al de otros instrumentos de la planta, debido a que pueden contener fluidos de proceso o incluir en su diseño conceptos especiales tal como la seguridad intrínseca.

La posibilidad de falla de una parte de un instrumento conteniendo fluido de proceso aunque remota no debe ser ignorada; ya que la ruptura de un diafragma, tubo bourdon, fuelles, tubo sellante, tubo de torsión, termopozo, etc. puede dañar los componentes eléctricos si estos se encuentran en la misma cubierta que el elemento de medición o aún producir una explosión. Adicionalmente, la ruptura de los componentes de otros instrumentos, puede causar el paso del fluido de proceso a través de las interconexiones de la tubería conduit.

Fallas como las anteriormente mencionadas pueden ser minimizadas con el uso de sellos y drenajes, estos pueden ser una parte integral de los instrumentos o una parte de las conexiones eléctricas instaladas en campo. El uso apropiado de sellos y drenajes minimizará la posibilidad de flujo del líquido o de gas de proceso hacia áreas no peligrosas como el cuarto de control, asimismo los sellos y drenajes pueden ser recomendables también por motivo de buenas prácticas de

mantenimiento.

Los sellos de acuerdo a lo establecido por el National Electrical Code (NEC), deberán instalarse a una distancia no mayor a 18" de la cubierta del instrumento.

Otro aspecto que puede afectar también el funcionamiento de un instrumento y causar corrosión de los componentes eléctricos es la humedad. En este caso es recomendable implementar medidas preventivas que incluyen el uso de recubrimientos protectores, bolsas de desecante, calentamiento o purgas de aire seco o nitrógeno. El uso de sellos y drenajes también deberán ser considerados en este caso, para prevenir la entrada de humedad y su posterior condensación en los instrumentos y cajas de interconexión.

La selección apropiada del material eléctrico necesario para la instalación de instrumentos, depende del tipo de Área en que estos serán ubicados. Por razones de seguridad y costo, los instrumentos preferentemente deben ser instalados en áreas no peligrosas o en aquellos cuyo grado de peligrosidad sea menor. Sin embargo, de no ser esto posible se tomarán en cuenta las siguientes indicaciones:

- a) En localizaciones Clase 1, División 1, todo el material eléctrico, tal como cajas de paso, tuercas unión, conexiones flexibles, etc., deberán ser de conexiones roscadas y a prueba de explosión.
- b) En localizaciones Clase 1, División 2, sólo el material eléctrico de instrumentos que puedan producir chispas

durante su operación normal deberá ser a prueba de explosión, excepto en los casos en que estos se encuentren en una caja herméticamente cerrada al paso de gases y vapores, los contactos que produzcan la chispa estén inmersos en aceite o se encuentren en una caja a prueba de explosión.

Las cubiertas de instrumentos las cuales estén conectadas a fuentes de materiales peligrosos y no se encuentren purgadas, serán clasificadas en su interior como División 1, si el área exterior es División 1 y como División 2 si el área exterior no es División 2.

Los sistemas intrínsecamente seguros quedan exentos de cumplir las disposiciones anteriormente mencionadas.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION.

Para la elaboración de los dibujos típicos de instalación de instrumentos, es necesario contar con los siguientes documentos:

- 1) Diagramas de Tubería e Instrumentación.
- 2) Especificaciones de Tuberías.
- 3) Planos de Clasificación de Areas.
- 4) Hojas de Especificación de instrumentos.
- 5) Planos de Localización de Instrumentos.

Inicialmente se recomienda obtener de los D.T.I's una

relación de los instrumentos para los cuales es necesario elaborar el dibujo de instalación correspondiente, agrupándolos de acuerdo a la variable de proceso (flujo, presión, nivel, temperatura, etc...). Dentro de estos grupos se deberá clasificar los instrumentos del mismo tipo (indicadores, interruptores, transmisores, etc...) que deberán ser instalados en tuberías con la misma especificación, esta clasificación tiene la finalidad de utilizar un mismo dibujo para indicar el correcto montaje de un conjunto de instrumentos que sean compatibles en este aspecto, para de ésta manera reducir la cantidad de dibujos a elaborar.

En los casos en los que se utilicen pedestales para el montaje de los instrumentos, deberá verificarse por medio de los planos de localización, la posibilidad de utilizar un pedestal común para aquellos que aunque tengan tomas de presión independientes, estén localizadas en posiciones relativamente cercanas.

En la selección del material mecánico necesario para la instalación, deberá tenerse especial cuidado para que éste cumpla con las características requeridas en las especificaciones de tubería correspondientes, sobre todo a los servicios de fluidos corrosivos, erosivos o en donde las condiciones de presión y temperatura son severas.

Los arreglos de montaje propuestos deberán de contemplar los criterios generales ya anteriormente señalados para el mejor funcionamiento de los diversos sistemas de indicación y/o control.

Utilizando en su representación la simbología anteriormente indicada, los tamaños de las conexiones de los instrumentos deberán ser obtenidos de las hojas de especificación correspondientes, con el objeto de seleccionar apropiadamente los tamaños de los materiales necesarios para efectuar la interconexión.

Para realizar el diseño de la acometida eléctrica a instrumentos, es necesario definir mediante el uso del Plano de Clasificación de Areas, el tipo correspondiente a la localización en donde será instalado cada instrumento, con el objeto de satisfacer los requerimientos que en este aspecto establecen el NEC (National Electrical Code), la norma ISA-S12.1 "Electrical Instruments in Hazardous Atmospheres" y para la aplicación particular de este trabajo la norma API RP14F.

CAPITULO VI

EJEMPLO

DE

APLICACION

EJEMPLO DE APLICACION

En este capítulo se presentan los documentos de ingeniería de instrumentación, cuya descripción y criterios de elaboración se indicaron en el capítulo anterior. La elaboración de estos documentos se realizó en base a la información generada por la ingeniería básica y que se presentó en el capítulo de generalidades, correspondientes al sistema de separación de gas - aceite del Tetrapodo de Producción Periférica de Akai "N".

Es conveniente aclarar, que los documentos aquí incluidos no corresponden al total de los requeridos para efectuar la construcción de dicho sistema, sino a la parte requerida para ilustrar la ingeniería de instrumentación aplicada a una porción de una plataforma marina de producción de hidrocarburos.

I N D I C E D E I N D I C E S
 I N T E R N A C I O N A L I Z A D O S
 *** INDICE DE INSTRUMENTOS ***

PROYECTO: F I B I G	REVIZO: O	FECHA: DE
DESCRIPCION: A	ELABORADO: LEON	
LOCALIZACION: H I A M	ASOCIACION: INT. IOM	
CONTRATO: LZ 001		

***** CODIGO DE LOCALIZACION *****

INDICE DE VARIABLES

CLAVE PARA LA LOCALIZACION DE COMPONENTES

#VARIABLE#	#SIMBOLO	#DESCRIPCION	#SIMBOLO
FLUJO	F	INSTALACION LOCAL	L0
NIVEL	N	LINEA DE SENSADO	N0
PRESION	P	FRONTE DEL TABLERO PRINCIPAL DE CONTROL	FR0
TEMPERATURA	T	FRONTE INTERIOR DEL TABLERO	FR0I
MANEJO	M	FRONTE DE INSTRUMENTOS DE CONTROL	FR0C
VIA TALE	V	FRONTE INTERIOR DE TABLERO LOCAL DE CONTROL	FR0LI
IMPULSO	I	EN TORALLA (SISTEMA DE OPERACION)	FR0T

***INDIC. CUIDO SIMBOLO SE UTILIZA COMO SERIE DE UNO VARIABLE ***

OTROS SIMBOLOS

#DESCRIPCION	#SIMBOLO	#DESCRIPCION	#SIMBOLO
ALARMA DE ALTA	AI	INTERNO DE MANEJO	IG
ALARMA DE MUY ALTA	AMI	INTON ADVANZADA Y/O FANAL	IF
ALARMA DE BAJA	AL	REGULADOR DE PRESION	IR
ALARMA DE MUY BAJA	ALB	VALVULA DE EMER.	IV
CONTRASEÑAL	C	VALVULA DE SELECCION	IV
INSTRUMENTO DIFERENCIAL	D	TEMPORIZO	IV
ELEMENTO PRIMARIO DE MEDICION	E	LUZ INDICADORA	IL
INDICADOR	I	SEÑALITE PARA VALVULA DE CORTE	IS
DEFICITO DE RESTRICCION	FD	VIDEIO DE NIVEL	LD
REINTERRUPTOR	R	SISTEMA DIGITAL DE CONTROL	SDC
INTERRUPTOR DE ALTA	SH	MONITOR DE VIDEO A COLOR	MC
INTERRUPTOR DE MUY ALTA	SHH	PANAL DE EMERGENCIA	SD
INTERRUPTOR DE BAJA	SL	VIA TALE COMPLETOS	VF
INTERRUPTOR DE MUY BAJA	SLB	CONJUNTO/ASISION	VF
INTERRUPTOR POR ALTO Y BAJO	SLH	SIST. ADQUISICION DE DATOS	SDA
TRANSMISOR	T	TECLADO MONITOR DE VIDEO	TV

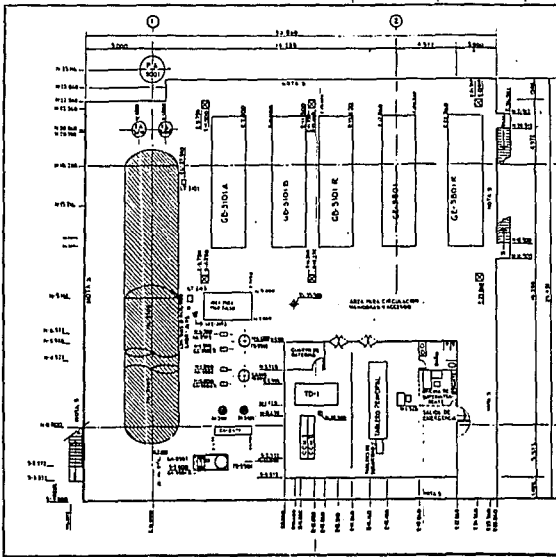
U N A M
INGENIERIA QUIMICA
UNEP ZARAGOZA
---www INDICE DE INSTRUMENTOS ---

PROYECTO: U N A M
EDICION: A
FORMAZACION: U N A M
CANTIDAD: 1/0001

REV: 0
ITEM: 1501
PRE: 1501
AUTOR: ING. AM

---www ELIJO ---

CONTINENTE	LOCALIDAD	DIM. DIAM. DIAM.	N.º LINEA O	DIAGRAMA DE	MAT. DE	DIB. TIPICO DE	OBSERVACIONES
PRETE	ZONA	E. INCH.	FUNDO	INSTALACION	INSTALACION	INSTALACION	
***** SERVICIO GALERIA DEL 10º Y 11º CLASES DE GAS EA-310 *****							
11-3101	11'	00021	20"X310 5050A	04517E	0974		
11-3101	11'	00021		04517E	0996		
11-3101	58'	00021		04517E	1075		
***** SERVICIO RECUPERACION DE ENIDO POR FLUJO MINIMO A EA-310 *****							
11-3101	11'	00021		04517E	0900	02550	
11-3101	11'	00021	12"X311 1654A	04517E	0900	02550	
***** SERVICIO GAS DE CORRECCION A AREA "J" *****							
11-3102	11'	00021	20"X315 5050A	04517E	0974		
11-3102	11'	00021		04517E	0996		
11-3102	58'	00021		04517E	1075		
***** SERVICIO ENIDO DE ENIDO A AREA "J" *****							
11-3105	11'	00021	20"X310 5050A	04517E	0974		
11-3105	11'	00021		04517E	0996		
11-3105	58'	00021		04517E	1075		
11-3105	58'	00021		04517E	1075		
***** SERVICIO GAS A CORRECCION *****							
11-3106	11'	00021	20"X310 5050A	04517E	0974		
11-3106	11'	00021		04517E	0996		
11-3106	58'	00021		04517E	1075		



LISTA DE EQUIPO

DESCRIPCION

1. 3000 MTS CUADRO DE ALTA TENSION

2. 3000 MTS CUADRO DE BAJA TENSION

3. 3000 MTS CUADRO DE ALTA TENSION DE LAS

4. 3000 MTS CUADRO DE BAJA TENSION DE LAS

5. 3000 MTS CUADRO DE ALTA TENSION DE LAS

6. 3000 MTS CUADRO DE BAJA TENSION DE LAS

7. 3000 MTS CUADRO DE ALTA TENSION DE LAS

8. 3000 MTS CUADRO DE BAJA TENSION DE LAS

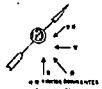


TABLA DE LOCALIDADES

IDENTIFICACION	SIMBOLO	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	ELEVACION
LT-0133	□	8.800	2.000	21.000
LSM-01108	●	8.800	2.000	21.700
LSM-3102	●	8.800	2.300	21.400
LSM-4102	●	7.800	2.800	20.800
LSM-5102	●	7.800	2.800	20.524

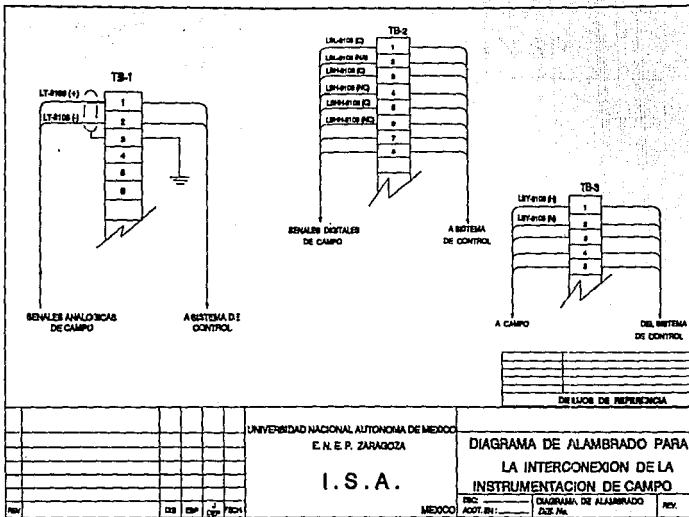
NOTAS:

1. LAS LOCALIDADES SE ENCUENTRAN EN LAS COORDENADAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTE PLAN.

2. LAS LOCALIDADES SE ENCUENTRAN EN LAS COORDENADAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTE PLAN.

3. LAS LOCALIDADES SE ENCUENTRAN EN LAS COORDENADAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTE PLAN.

NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	QUANTIDAD	UNIDAD	QUANTIDAD
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

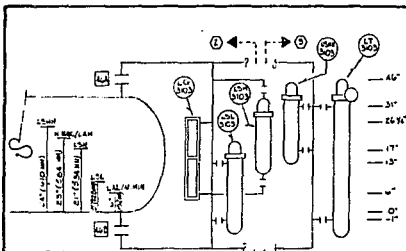


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
E. N. E. P. ZARAGOZA

I. S. A.

DIAGRAMA DE ALAMBRADO PARA
LA INTERCONEXION DE LA
INSTRUMENTACION DE CAMPO

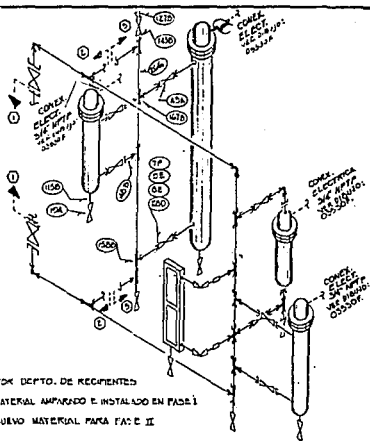
REV. _____ DIB. _____ EDP. _____ J. CEP. _____ MEDCO. _____ ACOF. IN. _____ DIAGRAMA DE ALAMBRADO DISE. No. _____ REV. _____



NOTAS:
1.- DEBERAN CUMPLIR CON EL STANDARD
NACE MR-01-75 ULTIMA EDICION.

RECIPIENTE

IDENTIFICACION FA-3102 SERVICIO: TQ RECTIFICACION DE GAS		147 TON ASEA				
CONDICIONES 24A 57, 420 57, 1508 R.P.		DT: 100001				
CONDICIONES DE OPERACION		TEMP REL: GAS: 0.00404 G/GM LIQUIDO: 0.00329 G/GM PRESION: 2100 G/CM ²				
TEMP: 50.75						
IDENTIF	TIPO	LONG VIS	LONG TOTAL	ANCHO x ALTO x PESO	BARCA	MODELO
INTERPT	LSVH-3103 DESPLAZ		16"	27.150x11.5	DE SELLAR 2-SELAR	12002-AD
TRANSPOS	LT-3103 DESPLAZ	32"	17.150x11.5	DE SELLAR 2-SELAR	12112E	



- 1 FOR DEPTO. DE RECIENTES
- 2 MATERIAL AMPARADO E INSTALADO EN PASO
- 3 NUEVO MATERIAL PARA FA: E II

0	APROBADO PARA DISEÑO	LSVH	LSVH	RAMM
REV		DIB	ESP	DEP

TETRAPODO DE PRODUCCION PERIFERICA
ANAL "N"

SONDA DE CAMPECHE

UNAM
E.N.E.F. ZARAGOZA

TIPICO DE INSTALACION Y MONTAJE DE
INSTRUMENTOS DE NIVEL TANQUE FA-3102

1/2

REC 100001
DIB. No. - B

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

CONCLUSIONES

En la actualidad los procesos industriales exigen que cada una de sus operaciones se lleven en condiciones rigurosamente controladas, sin los aparatos necesarios para medir y controlar muchos de estos procesos no podrían llevarse a cabo. La ingeniería de instrumentación aparte de solucionar este problema nos reditúa beneficios económicos no solamente porque ahorra trabajo sino también, porque através de un control más preciso y rápido se mejora la calidad de los productos.

Entre los aspectos más importantes que la especialidad en instrumentación debe considerar para llevar a cabo la ingeniería de un proyecto se tienen los siguientes:

- 1.- Antes de pretender controlar un proceso, es necesario comprender en detalle cada una de las operaciones unitarias y procesos químicos de que consiste, ya que de nada serviría la utilización del más sofisticado sistema de control, si no ha sido definida correctamente la forma de controlarlo.
- 2.- Conocer perfectamente la filosofía de operación de la planta y de los sistemas de paro y arranque de la misma.
- 3.- Conocer la forma de operación y las características

principales de los diferentes sistemas de control existentes, para de esta manera saber elegir el que resulte más conveniente para el proceso a ser controlado.

- 4.- Tener en cuenta que el diseño del sistema de control debe ser adecuado para adaptarse a los cambios de condiciones, con el objeto de maximizar la eficiencia y la productividad.
- 5.- Conocer el principio de funcionamiento de los diferentes instrumentos utilizados para sensar y transmitir las variables de proceso, con la finalidad de seleccionar el tipo más apropiado para cada aplicación específica.
- 6.- Conocer las propiedades físicas y químicas de los fluidos de proceso, para de esta manera, seleccionar adecuadamente los materiales que tendrán contacto con éstos.
- 7.- Contar con experiencia en campo.

El concepto de automatización de los procesos (el cual está estrechamente relacionado con la instrumentación), es muchas veces considerado como sinónimo de desempleo, ya que su aplicación trae como consecuencia el requerimiento de menor cantidad de mano de obra para la industria. Sin embargo a este respecto es conveniente aclarar, que los beneficios que esta tecnología proporciona puede liberar al ser humano de un considerable número de tareas arduas y rutinarias; y en consecuencia proporciona la oportunidad de

concentrar esfuerzos en otras áreas de mayor trascendencia. Por lo que no debe verse como un competidor que desplaza al ser humano de la actividad laboral, sino como una valiosa herramienta que en realidad nos está enfrentando con la responsabilidad de administrar adecuadamente los recursos humanos de que disponemos.

Con el creciente aumento de los costos de las materias y la energía requerida para procesarlas, así como el trabajo involucrado en el arranque, operación y mantenimiento de las plantas de proceso, la automatización de las industrias ira cobrando cada vez mayor importancia. La apertura del mercado mexicano al libre comercio internacional requiere de un mejor aprovechamiento de los conocimientos de la instrumentación y control, ya que el beneficio económico que mediante estos se logra reduce tanto el trabajo como los desperdicios; y al permitir que los procesos sean operados con mayor eficiencia la productividad y la seguridad de las industrias sera cada día mejor.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Rase H.F., Barrow M.H.
Ingeniería de Proyectos Para Plantas de Proceso
CECSA

- 2.- Moore J.A., Herb S.M.
Understanding Distributed Process Control
Instrument Society of America

- 3.- Andrew W.G., Williams H.B.
Applied Instrumentation in the Process Industries
Volume I, II, III
Gulf Publishing Company

- 4.- Zoss M. Leslie
Applied Instrumentation in the Process Industries
Volume IV
Gulf Publishing Company

- 5.- Harrison L. Howard, Bollinger G. John
Controles Automáticos
Trillas

6.- Alerich N. Walter

Control de Motores Eléctricos

Diana

7.- Lipták G. Béla, Kriszta Venczel

Instruments Engineers Handbook, Volume I

Process Measurement

Chilton Book Company

8.- Lipták G. Béla, Kriszta Venczel

Instruments Engineers Handbook, Volume II

Process Control

Chilton Book Company

9.- Gilbert R.A., Llewellyn J.A.

Programmable Controllers Practices and Concepts

Industrial Training Corporation

10.- General Electric

Technical Overview of General Electric Series Six

Programmable Controllers

11.- National Fire Protection Association (NFPA)

NFPA No. 70 National Electrical Code

12.- PEMEX

Memoria de Labores 1991

13.- ISA, México

Primer Simposium y Exposición de Automatización de Procesos
Introducción a los Sistemas de Control Distribuido

14.- Catálogo de Conductores Condumex

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API)

15.- API-RP 14F

Recommended Practice for Design and Installation of Electrical
Systems for Offshore Production Platforms

16.- API RP 550

Manual on Installation of Refinery Instruments and Control
Systems

Part I Process Instrumentation and Control

Section 1 Flow

Section 2 Level

Section 3 Temperature

Section 4 Pressure

Section 7 Transmission Systems

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA

17.- Standard ISA-S5.1

Instrumentation Symbols and Identification

18.- Standard ISA-S5.2

Binary Logic Diagrams for Process Operations

19.- Standard ISA-S5.3

Graphic Symbols for Distributed Control Shared Display
Instrumentation, Logic and Computer Systems

20.- Standard ISA-S5.4

Instrument Loop Diagrams

21.- Recommended Practice ISA-RP12.1

Electrical Instruments in Hazardous Atmospheres

22.- Standard ISA-S20

Specification Forms for Process Measurement and Control
Instruments, Primary Elements and Control Valves

23.- Recommended Practice ISA-RP60.8

Electrical Guide for Control Central

24.- Seminario Sobre el Aprovechamiento Integral del Gas Marino

IMP 1983