

50  
24.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON.**

**"INSTALACION ELECTRICA DE UN SISTEMA  
DIGITAL DE CONTROL DISTRIBUIDO PARA  
UNA PLANTA DE PROCESO".**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P r e s e n t a:**

**ABEL A. GORDILLO BETANCOURT.**

Asesor: Ing. Raúl Barrón Vera

México, 1997.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
CAMPUS "ARAGON"  
JEFATURA DE CARRERA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA  
OF. N° JCIME/488/97

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS  
JEFE DE LA UNIDAD ACADEMICA  
P R E S E N T E

Por este medio me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sinodo del Examen Profesional del alumno: ABEL ANTOLIN GORDILLO BETANCOURT, con el tema de tesis "INSTALACION ELECTRICA DE UN SISTEMA DIGITAL DE CONTROL DISTRIBUIDO PARA UNA PLANTA DE PROCESO"

PRESIDENTE	ING. RAUL BARRON VERA	OCTUBRE, 78
VOCAL	ING. PASCUAL RIVERA MUÑOZ	ENERO, 79
SECRETARIO	ING. JUAN GASTALDI PEREZ	OCTUBRE, 79
SUPLENTE	ING. J.J. RAMON MEJIA ROLDAN	MARZO, 85
SUPLENTE	ING. SILVIA VEGA MUYTOY	OCTUBRE, 86

Quiero subrayar que el Director de la Tesis es el ING. RAUL BARRON - VERA, el cual es incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

A T E N T A M E N T E  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón Edo. de México, 4 Septiembre 1997.

EL JEFE DE CARRERA

ING. RAUL BARRON VERA



c.c.p. ING. MANUEL MARTINEZ ORTIZ, -JEFE DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
ING. MIGUEL ANGEL MALDONADO MUÑOZ, -SECRETARIO TECNICO DE IME,  
ING. RAUL BARRON VERA, -ASESOR DE TESIS  
ALUMNO  
EXPEDIENTE

RDV/tih.

*Con eterna gratitud y respeto*

*a la*

*Universidad Nacional Autónoma de México*

*Especialmente a la*

*Escuela Nacional de Estudios Profesionales*

*Campus Aragón*

*A todos los profesores que de una u otra  
forma nos enriquecen con sus experiencias  
y conocimientos*

## *Agradecimientos*

*A todo poderoso*

*A mis queridos padres...*

*Hermínio y Amparo por su gran apoyo y comprensión que siempre me han brindado.*

*A mi esposa Sandra. por su amor y comprensión.*

*En especial a mis queridos hijos Edgar Abel y Gerardo... Mi razón de ser.*

*A mis hermanos...*

*Aurelio, María Elena, Ricardo, Baltazar y Juana Rosa.*

*Por su apoyo incondicional.*

*A:*

*José Luis Espinoza, María Ramírez, Georgina y*

*Gisela Hernández, María Rizo, Bertha Lira.*

*Catalina Álvarez y Roberto Sánchez.*

*A todos ellos ... Gracias por su apoyo.*

### *Reconocimientos*

*Al Instituto Mexicano del Petróleo por su invaluable contribución en mi formación profesional y en la realización y terminación de esta Tesis.*

*Al Ing. Raúl Barrón Vera, por el apoyo incondicional que me brindó a través de su invaluable experiencia para la realización y culminación de esta Tesis.*

*Al H. Jurado, Ingenieros: Raúl Barrón Vera, Pascual Rivera Muñoz, Juan Gastaldi Pérez, Silvia Vega Muytoy, J. J. Ramón Mejía Roldán. Gracias por su valiosa ayuda y colaboración.*

*A los Ingenieros, Salvador León Gutiérrez y Rodolfo Cigala por el apoyo que me brindaron para la realización de esta Tesis.*

*A los Ingenieros que intervinieron directamente, aportando sus conocimientos y experiencias para el desarrollo de esta Tesis... José A. Cuevas, Daniel Medrano, Miguel A. Pacheco, José Luis Pérez y Concepción Ojeda.*

*A Ricardo Avelar y Ma. Eugenia Ramírez, siempre gracias por su gran disposición y apoyo.*

*A mis compañeros y amigos del Instituto Mexicano del Petróleo... Ing's. Pedro A. Cortés, Rafael Jiménez, Francisco Dueñas, Elvira Cruz, Alejandro Ramírez, Víctor Lara, Mario Chew, Gerardo Villegas y Judith Ocampo.*

# INDICE

	PÁGINA
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
<b>CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL.</b>	
I-1.- Evolución de los sistemas de control .....	4
I-2.- Características de los sistemas de control .....	6
I-3.- Bases del control e instrumentación industrial.....	7
I-4.- Terminología del control e instrumentación industrial .....	11
I-5.- Simbología utilizada para instrumentación y control en las plantas de proceso .....	13
I-6.- Documentación principal para la instrumentación y control .....	23

## CAPÍTULO II. SISTEMA DE TIERRAS EN CUARTO DE CONTROL

	PÁGINA
II-1.- Objetivo y generalidades del sistema de tierras .....	62
II-2.- Clasificación de los sistemas de tierras .....	63
II-3.- Métodos de conexión a tierra .....	63
II-4.- Cálculo de conductores para la red de tierras en cuarto de control .....	67
II-5.- Límites de corriente tolerables por el cuerpo humano .....	69
II-6.- Dimensionamiento de la red de tierras en cuarto de control .....	73
II-7.- Disposiciones básicas de la red de tierras .....	74
II-8.- Principales elementos que constituyen un sistema de tierras .....	78
II-9.- Sistema de tierras instalado en cuarto de control .....	87

### **CAPÍTULO III. DISTRIBUCIÓN DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL**

	PÁGINA
III-1.- Generalidades .....	94
III-2.- Cálculo y selección de alimentadores .....	103
III-3.- Sistema de energía ininterrumpible .....	108
III-4.- Suministro de fuerza e interconexión de los sistemas de control distribuido (SCD) .....	111

### **CAPÍTULO IV. INGENIERÍA DE ALAMBRADO DE GABINETES DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO A INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA LOCAL.**

IV-1.- Señalización e interconexión de campo al sistema de control distribuido .....	119
IV-2.- Detalles típicos de instalación eléctrica para instrumentación de control .....	139
IV-3.- Distribución de las señales de campo a los gabinetes del sistema de control.....	147
CONCLUSIONES .....	166
BIBLIOGRAFÍA .....	167

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad abordar los aspectos de la ingeniería eléctrica y de alambrado correspondientes a las instalaciones, conexión y alimentación eléctrica a los Sistemas de Control e instrumentación de campo, los cuales constituyen la parte medular para la operación automática de las plantas de proceso.

El acelerado avance tecnológico en el área del control de procesos ha traído como consecuencia que se contemplen dentro del desarrollo de la ingeniería los servicios auxiliares que requieren los modernos sistemas de control para su interconexión e instalación.

Servicios tales como el Sistema de Tierras, el Sistema de Alimentación Eléctrica (Fuerza) y el alambrado para la señalización entre la instrumentación de campo y el Sistema de Control Distribuido deben cumplir con las características requeridas por los fabricantes de los Sistemas de Control; el incumplimiento de estas normas puede acarrear consecuencias que pueden ir desde errores en la señalización de entrada/salida del Sistema, hasta el daño total al equipo electrónico y como consecuencia la pérdida de la garantía del fabricante del equipo.

El tema se desarrolla en cuatro capítulos describiéndose cada uno de ellos a continuación:

El primer capítulo describe la evolución que han tenido los Sistemas de Control a través del tiempo y muestra la documentación de ingeniería mínima que se requiere para definir el alcance de diseño de la instrumentación y control.

El capítulo dos presenta la descripción de los Sistemas de Tierras que se requieren en los cuartos de control para la protección de los Sistemas de Control Distribuido, en base a los requerimientos propios del fabricante para garantizar sus sistemas de control, también llevan la finalidad de proteger al personal humano dentro de los cuartos de control.

El tercer capítulo se desarrolla en base a las necesidades de alimentación eléctrica que requieren los Sistemas de Control para su funcionamiento. Se mencionan también los Sistemas de protección y seguridad para los equipos electrónicos con el fin de mantener una operación confiable de la planta.

En el último capítulo se desarrolla la ingeniería de alambrado para una planta de proceso frecuentemente encontrada en las Refinerías, (Tratamiento con DEA), correspondiente a la instrumentación electrónica local, incluyendo todos los documentos mencionados con anterioridad, para establecer a través del conexión eléctrico la comunicación entre los instrumentos de campo y el sistema de Control Distribuido.

## INTRODUCCIÓN

Ningún campo de la industria es ajeno al acelerado desarrollo tecnológico derivado de la revolución informática en la aplicación de sistemas computarizados a los procesos productivos que constituye la enorme diferencia entre las empresas competitivas en calidad y eficiencia productiva con aquellas que utilizan métodos tradicionales.

Ante esta situación, las plantas productivas de nuestro país han incorporado desde la década pasada, sistemas automatizados por otros sistemas productivos de evidente desarrollo y como una reacción de supervivencia, es necesario establecer estrategias que permitan a la industria nacional seguir siendo competitiva, no solo en los mercados exteriores sino en el mismo mercado interno, para poder competir con la gran cantidad de productos de importación de bajo costo y excelente calidad.

Es indudable que la búsqueda de bienestar, confianza, estabilidad y seguridad han sido, son y seguirán siendo las mayores preocupaciones del ser humano y gracias a los estudios, creatividad e investigación de diferentes hombres, han nacido diversas disciplinas en distintas épocas, cumpliendo la misión de simplificar las actividades cotidianas. En la actualidad la aplicación de la instrumentación a procesos industriales continúa desarrollándose a un ritmo muy acelerado, por lo que se ha hecho necesario la implementación de nuevas tecnologías auxiliares para los requerimientos de los Sistemas de Control, en el desarrollo de nuevas técnicas de aplicación de instrumentación para el mejoramiento de los Sistemas de Control de las plantas industriales, en donde el ingeniero es el responsable de la selección y operación apropiada de los Sistemas de Instrumentación, así como del mantenimiento de los mismos en la planta de proceso, apoyándose para este fin en dispositivos eléctricos más modernos y actualizados, que cubran con los requerimientos de los Sistemas de Control.

Especialmente en México, donde se vive una economía sensible a los costos de la energía y al retraso tecnológico, los cuales se reflejan directamente en la operación de las plantas, es conveniente maximizar la eficiencia productiva de una planta a través de la modernización de sus sistemas de instrumentación y control y el uso de dispositivos inteligentes y sistemas de señalización que proporcionen facilidad en el control y la supervisión de la operación de la planta con la reducción de costos operativos.

Llevando a cabo este proyectos de Instrumentación, Control e instalación eléctrica para la planta de DIETANOLAMINA (DEA), ubicada en Cadereyta, N.L., esta planta fue comenzada a construir en 1993 y actualmente se están iniciando las pruebas de arranque, la etapa de proceso que lleva a cabo esta planta consiste en lo siguiente: El proceso de la sección de tratamiento con Dietanolamina recibe el gas amargo y la gasolina ligera separados en el acumulador de interetapa de la sección de vapores con

el fin de eliminarles el ÁCIDO SULFHÍDRICO básicamente y retornarlos nuevamente a esta sección para su fraccionamiento y llevarlos a producto terminado.

El presente trabajo tiene la finalidad de hacer del conocimiento general las nuevas técnicas desarrolladas de alimentación eléctrica, protección y conexionado para los Sistemas de Control, los cuales fueron desarrollados durante varios años en el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) con la finalidad de difundir estos conocimientos y ser aprovechados por los lectores.

## **CAPÍTULO 1**

### **GENERALIDADES DEL SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL**

## 1-1.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

En su historia el hombre siempre ha buscado técnicas de control e invenciones de dispositivos para facilitar las actividades de medición y control como lo indican algunas culturas, en particular la *Maya* y la *Egipcia*, que ya desde esos tiempos contaban con instrumentos para medir el tiempo, el peso, la longitud, etc.

Sin embargo, se puede considerar que la instrumentación y control automático nace en el año de 1789 con la invención del regulador automático para la admisión de vapor utilizado en la máquina de vapor, este invento fue llevado a cabo por James Watt. De ese año a nuestros días, la instrumentación y control automático de los procesos industriales ha pasado por las siguientes etapas de desarrollo:

- a) Antes de 1920 la instrumentación y el control de los procesos industriales se limitaba a una simple indicación local de las variables de proceso (Flujo, Nivel, Presión, Temperatura, Etc.), en donde la corrección se llevaba a cabo manualmente por medio del elemento final de control, además de que se contaba con instrumentos de muy poca exactitud en la medición y control.
- b) Del año de 1920 a 1950 se desarrolló la Instrumentación Mecánica y Neumática la cual aún en nuestro tiempo se sigue utilizando en la pequeña industria, además en estas tres décadas se construyeron Cuartos de Control con el fin de agrupar las diferentes Variables del Proceso, siendo posible la centralización de los Instrumentos de Control y Registros necesarios en el proceso. Aplicando algunas técnicas de Control Automático, por lo que el operador redujo sus tiempos de recorrido en la planta.
- c) Del año de 1950 a 1960 se logra desarrollar la instrumentación electrónica, pero aún con muchas limitaciones principalmente por el tipo de componentes utilizados, como el caso del BULBO siendo dispositivos que ocupaban demasiado espacio, manejaban altos voltajes, grandes consumidores de energía y a la vez muy frágiles.
- d) Del año de 1960 a 1970 se desarrolla aún más la Instrumentación Electrónica, pero de Estado Sólido como los TRANSISTORES, y por consecuencia la miniaturización de los equipos empleados, lográndose incrementar la información del proceso por áreas determinadas a los tableros de control, dando oportunidad a su vez para una aplicación mucho

más efectiva en las estrategias de Control Centralizado y técnicas mucho más sofisticadas.

e) Del año de 1970 a la fecha se sigue desarrollando instrumentación de Estado Sólido y del tipo Digital, pero con la siguiente filosofía de Control, que a continuación se enlistan :

1. Sistemas de Adquisición de Datos.
  2. Sistema de Control Supervisorio de Set-Point.
  3. Sistemas de Control Digital Directo.
  4. Sistemas de Control Distribuido.
- La Adquisición de Datos. Es una filosofía de control utilizando instrumentación electrónica de tipo analógica y/o digital para el control automático del proceso y en forma paralela, las señales de los transmisores de campo enviadas a los controladores ( indicadores y/o registros ); y a una computadora, la cual recibe en forma precisa, y ordenada la información del proceso. La computadora a su vez entrega esta información (datos) al operador a través de convenientes interfaces hombre-máquina eliminando así los problemas en el manejo de la información.
  - Más tarde, con el conocimiento profundo de los procesos se comenzaron a desarrollar los primeros Modelos Matemáticos con los cuales los Sistemas Digitales desarrollaron la filosofía de Control Supervisorio de Set-Point. (Punto de Ajuste)
  - Con el Control Digital Directo se incorpora en la memoria de la computadora las subrutinas desempeñadas por los Controladores, así como los modos y acciones de cada Controlador ( Modelo Matemático del Proceso ).
  - Por consiguiente con el desarrollo del Microprocesador se abre paso a una nueva estrategia llamada Control Distribuido, teniendo grandes ventajas con respecto a los anteriores, debido a la versatilidad con que cuenta para utilizar los avances tecnológicos actuales.

Por lo cual, las nuevas tecnologías tienden a seguir eficientando y reduciendo el tamaño de los Instrumentos de Cálculo ( Computadoras ) y a la vez la utilización de los Sensores de tipo Electrónico. Trayendo como consecuencia un menor consumo de Energía.

## 1-2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

La característica de los Sistemas de Control es de controlar las plantas de manera remota y de autodiagnóstico, entregando información del estado del Sistema. De donde se obtienen datos de todos los controladores que están en línea e indicando cuales son los que se tienen de respaldo así como del bus de comunicación, el grado de pureza de la comunicación, también puede tener información acerca de cada una de las tarjetas del sistema.

Otra característica del Sistema de Control viene siendo la capacidad de poder agrupar las alarmas en grupos por prioridades, 0,1,2, etc., asignando a cada uno de estos grupos colores distintos, los cuales se programan de acuerdo al grado de prioridad, respetando los colores establecidos en las Plantas de Proceso.

También todos los elementos de proceso pueden ser sensibilizados de tal manera que cuando el operador toque cualquier elemento del proceso en la pantalla aparezca un menú y, a través del cual se pueda manipular o controlar los dispositivos de control, como el de Arranque o Paro de un Motor, Abrir o Cerrar una Válvula, variar el Set-Point, transferir de Manual a Automático, etc.

Otra característica de los Sistemas de Control son los niveles de acceso a los diferentes tipos de información. Para poder acceder a cada uno de los niveles es necesario tener una clave especial que únicamente será utilizada por el personal autorizado. De esta manera se protege el Sistema de que personal extraño pueda modificar un programa existente o rearmar una Estrategia de Control.

Además, estos sistemas tienen compatibilidad de comunicación con otros equipos como Impresoras, Terminales de Programación, Generadores de Reportes, PC'S y Programadores Lógicos.

### 1.3.- BASES DEL CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Todos los procesos industriales tienen diferentes variables las cuales se deberán de controlar necesariamente por medio de un Circuito de Control, el cual será el encargado de controlar una o más variables del Proceso.

Una variable de Proceso es cualquier condición o estado del material del Proceso que está sujeto a cambiar las variables de los Procesos Químicos pudiéndolos clasificar como se indican en la tabla 1.1

El Circuito de Control es aquel que se encarga de mantener controladas las Variables de Proceso, pero bajo ciertos límites. Las partes que constituyen a un Circuito de Control se muestra en la figura 1.2

De donde se describe lo siguiente:

- **ELEMENTO PRIMARIO.-** Elemento que detecta o mide el valor de la Variable de Proceso y a la salida asume un estado predeterminado e inteligible que corresponde al valor de la detección. El elemento Primario puede estar integrado con otros elementos funcionales del Circuito de Control.
- **ELEMENTO TRANSMISOR.-** Es el dispositivo que recibe la señal de la Variable de Proceso por medio de un elemento Primario que tiene una salida, cuyo valor en estado estable cambia únicamente en función a la Variable de Proceso, en donde la señal de salida es enviada al Controlador en forma Neumática, con rangos de: ( 3-15, 6-30 PSIG. ) o bien en forma eléctrica con rangos de: ( 1-5, 4-20, 0-50 mA. ).
- **CONTROLADOR.-** Esta unidad recibe la señal que le envía el transmisor y la cual se encarga de realizar dos funciones:
  - a) Compara la señal recibida por el Transmisor con el Punto de Ajuste (valor deseado de la variable), y si llegara a existir alguna diferencia entre estas dos se genera una señal de error proporcional a la magnitud del disturbio existente en la Variable de Proceso.
  - b) Procesa la señal de error por medio de los Modos de Control, los cuales generan una señal correctiva que es enviada al Elemento Final de Control para minimizar al máximo la desviación existente entre el valor de la Variable de Proceso y el Punto de Ajuste. La señal

correctiva enviada al Elemento Final de Control donde puede ser Neumática o Eléctrica.

- **ELEMENTO FINAL DE CONTROL.-** Este elemento recibe la señal correctiva del Controlador y activa directamente sobre la Variable manipulada para mantenerse en los límites deseados. Generalmente el elemento final es una Válvula de Control, pero también en ocasiones pueden ser Mamparas o Persianas.
- **VARIABLE MANIPULADA.-** Es aquella que se mide por medio del Elemento Primario y se controla bajo ciertos límites.
- **PUNTO DE AJUSTE.-** Es conocido como Set-Point y se interpreta como el valor deseado de la Variable de Proceso.
- **MODOS DE CONTROL.-** Son métodos utilizados por los Controladores para contrarrestar la desviación de una señal de su Punto de Ajuste.
- **COMPARADOR.-** Es el elemento que compara el valor del punto de ajuste, respecto a la señal o valor de la variable controlada, haciendo la resta de estos dos valores para obtener el error, este error es procesado posteriormente por los modos de control.
- **ELEMENTO SECUNDARIO.-** El elemento secundario de medición o transmisión se encarga de detectar la variable controlada a través del elemento primario y tiene una salida cuyo valor varía como una función de la variable controlada.
- **PROCESO.-** El o los equipos los cuales la variable controlada va a ser mantenida dentro de ciertos valores predeterminados.
- **VARIABLE DE PROCESO CONTROLADA.-** Una variable de proceso que es medida y controlada por un sistema de control.

Se define que la Instrumentación y Control estudia a los diferentes dispositivos existentes en un Circuito de Control, así como la aplicación de los mismos para poder tener controlado automáticamente un Proceso Industrial.

TABLA 1.1 CLASIFICACION DE LAS VARIABLES DE PROCESO

CLASIFICACION DE LAS VARIABLES DE PROCESO	a) VARIABLES RELACIONADAS CON LA ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TEMPERATURA</li> <li>• PRESION Y VACIO</li> <li>• VOLTAJE</li> <li>• SONIDO</li> <li>• RADIACION</li> <li>• ETC.</li> </ul>
	b) VARIABLES RELACIONADAS CON LA CANTIDAD Y EL GASTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FLUJO DE FLUIDOS</li> <li>• NIVEL DE LIQUIDOS</li> <li>• PESO</li> <li>• VELOCIDAD</li> <li>• ETC.</li> </ul>
	c) VARIABLES RELACIONADAS CON LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DENSIDAD</li> <li>• HUMEDAD</li> <li>• VISCOSIDAD</li> <li>• COMPOSICION</li> <li>• P.H.</li> <li>• ETC.</li> </ul>

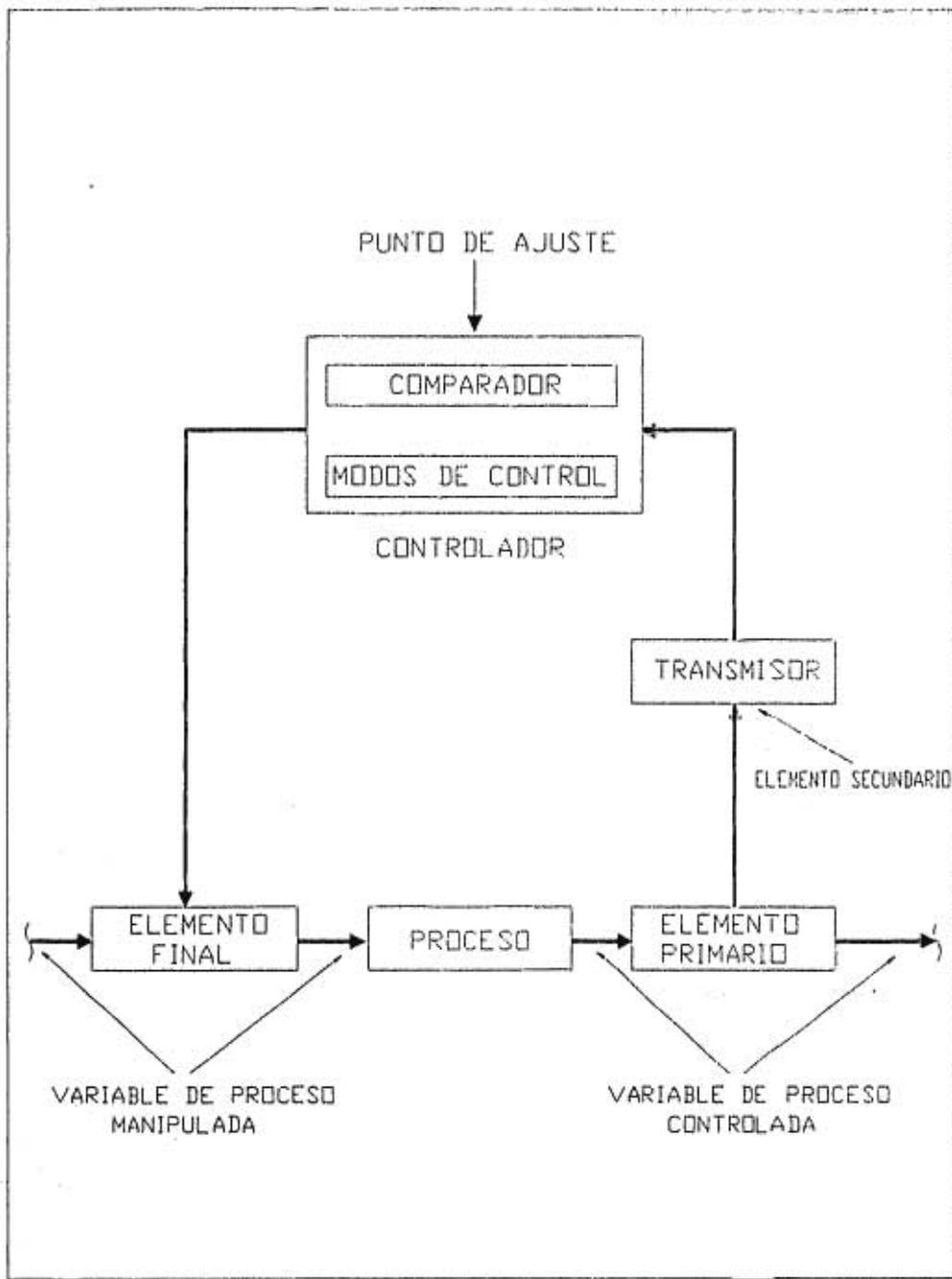


FIG. 1.2 PARTES QUE INTEGRAN UN CIRCUITO DE CONTROL

#### 1.4.- TERMINOLOGÍA DEL CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Para poder entender en forma fácil el lenguaje del Control Automático es necesario comprender los fundamentos de Control. Por lo cual, la estandarización de la Terminología del Control ha tenido dificultades debido a que se han usado distintos términos al referirse a una misma operación de control, por lo cual la Sociedad de Instrumentistas de Ingenieros Mecánicos (ASME ) en conjunto con la Sociedad de Instrumentistas de América ( ISA ) escandalizaron la Terminología de Control más usada, lo cual resulta ser más sencillo para el entendimiento general del Control.

A continuación se enlista la terminología de la Instrumentación y Control :

- **ALARMA.**- Dispositivo que indica la existencia de una condición anormal por medio de un cambio discreto de una señal ya sea audible y/o visible.
- **CÍRCULO.**- Símbolo utilizado para representar un instrumento o su identificación, usados en los diagramas de tubería e instrumentación.
- **CIRCUITO.**- Combinación de uno o más instrumentos interconectados para medir y/o controlar una Variable de Proceso.
- **CONTROLADOR AUTOMÁTICO.**- Este dispositivo cambia su salida automáticamente en respuesta a una entrada directa o indirecta de una Variable de Proceso.
- **CONTROLADOR MANUAL.**- Es una estación de carga manual y su salida no depende de la Variable de Proceso medida, ya que ésta se puede modificar a gusto del operador.
- **CONVERTIDOR.**- Dispositivo que recibe información en forma de señal del instrumento, alterando la forma y enviando una señal de salida resultante, también se le conoce como transductor.
- **ELEMENTO PRIMARIO.**- Es la parte de un circuito o de un instrumento que inicia detectando el valor de una Variable de Proceso y cuya salida asume un estado predeterminado e inteligible, correspondiendo al valor detectado.
- **ESTACIÓN DE CONTROL.**- Es una estación de carga manual que tiene un conmutador selector automático/ manual para un Circuito de Control.
- **ESCRUTAR.**- Muestrear una a una las series de entrada en forma intermitente, y a la vez tener funciones adicionales como registro o alarma.
- **FUNCIÓN.**- Es el propósito o la acción que realiza un dispositivo.

- **IDENTIFICACIÓN.-** Secuencia de letras y/o dígitos que son empleados para designar un instrumento en particular o un Circuito.
- **INSTRUMENTO.-** Dispositivo usado directa o indirectamente para medir y/o controlar una Variable.
- **INTERRUPTOR.-** Dispositivo que conecta, desconecta o realiza transferencia hacia uno o más circuitos.
- **MEDICIÓN.-** Es la determinación de la magnitud de una variable.
- **LUZ PILOTO.-** Indica la existencia de alguna de las condiciones normales o anormales de un sistema o dispositivo.
- **PROCESO.-** Cualquier operación o secuencia de operaciones que involucra un cambio de energía, composición, dimensiones o cualquier otra propiedad que se pueda definir con respecto a una referencia.
- **PUNTO DE PRUEBA.-** Conexión al proceso en la cual no existe un instrumento permanente, pero el propósito es de que sirva como una conexión temporal o futura.
- **RELEVADOR.-** Dispositivo que recibe información en forma de señal de uno o más instrumentos, modificando la información y/o su forma si se requiere, transmitiendo una o más señales resultantes de salida.
- **RELEVADOR COMPUTADOR.-** Es un dispositivo que realiza uno o más cálculos y/o funciones lógicas y emite una o más señales resultantes de salida.
- **TABLERO.-** Gabinete que contiene un grupo de instrumentos montados, alambrados internamente y previamente identificados.
- **TABLERO LOCAL.-** Estos gabinetes se encuentran localizados en áreas específicas dentro de la Planta, generalmente junto a equipos de proceso.
- **TELEMEDICIÓN.-** Es una forma de transmitir y recibir la medición de una variable para lecturas o usos diferentes desde lugares remotos.
- **TRANSMISOR.-** Dispositivo que recibe la señal del elemento primario que detecta la variable de proceso y tiene una salida cuyo valor en estado estable cambia únicamente en función de la Variable de Proceso. El elemento primario puede o no estar integrado al transmisor.
- **VÁLVULA DE CONTROL.-** Dispositivo diferente a las válvulas comunes de dos posiciones operadas manualmente, que manipula en forma directa el flujo de una o más corrientes del fluido del proceso.
- **VARIABLE DE PROCESO.-** Puede ser cualquier propiedad sujeta a cambiar y puede ser medida y controlada.

### 1.5.- SIMBOLOGÍA UTILIZADA PARA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EN LAS PLANTAS DE PROCESO.

En la instrumentación y control se emplea un sistema de símbolos que se usan para indicar la posición de los instrumentos en los diagramas de proceso y en los diagramas de instrumentación.

En la actualidad sigue existiendo un código en la identificación de los instrumentos que consta de dos partes: Una consiste en la Identificación Funcional ( formada por literales ), y la siguiente por la Identificación del Circuito ( formada por números ). Por ejemplo:

PIC - 501

Donde: PIC viene siendo la Identificación Funcional  
501 viene siendo la Identificación del Circuito

**IDENTIFICACIÓN FUNCIONAL.-** Es aquella que consiste en identificar a la primera letra la cual se selecciona de acuerdo a la variable medida o inicial, más no con la variable manipulada. La segunda y tercera letras designan a una o más funciones pasivas y/o las funciones de salida.

**IDENTIFICACIÓN DEL CIRCUITO.-** En donde el primer número indica el área de trabajo o la planta en donde se encuentra el circuito. el segundo y tercer número indican el correspondiente al circuito o simplemente del proyecto.

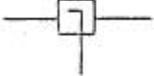
A continuación se describirá la simbología empleada en las plantas de proceso en base a la Norma ISA.

La simbología es usada para identificar la posición de cada instrumento en los diagramas de proceso.

I INSTRUMENTOS EN GENERAL.

SIMBOLO	DESCRIPCION
	INSTRUMENTO LOCALIZADO EN CAMPO.
	INSTRUMENTO MONTADO EN EL TABLERO PRINCIPAL.
	INSTRUMENTO MONTADO EN LA PARTE POSTERIOR DEL TABLERO PRINCIPAL.
	INSTRUMENTO MONTADO EN TABLERO LOCAL.
	INSTRUMENTO MONTADO EN LA PARTE POSTERIOR DEL TABLERO LOCAL.
	INSTRUMENTO PROPORCIONADO POR EL FABRICANTE DEL EQUIPO CORRESPONDIENTE.
	INSTRUMENTO PARA MEDIR DOS VARIABLES O QUE CUMPLE DOS FUNCIONES.

II ELEMENTOS PRIMARIOS PARA MEDICION DE FLUJO

	PLACA DE ORIFICIO.
	TUBO DALL.
	TUBO VENTURI O TOBERA.
	TUBO PITOT.

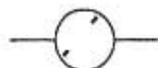
TESIS PROFESIONAL

ABEL A. GORDILLO BETANCOURT

ESTANDARES  
DE  
INGENIERIA



MEDIDOR TIPO TURBINA



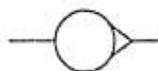
MEDIDOR TIPO MAGNETICO



MEDIDOR TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO

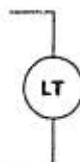


MEDIDOR TIPO TARGET O IMPACTO

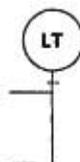


ROTAMETRO

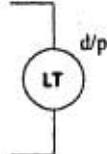
III ELEMENTOS PRIMARIOS PARA MEDICION DE NIVEL



TRANSMISOR DE NIVEL TIPO DESPLAZADOR.



TRANSMISOR DE NIVEL TIPO CAPACITANCIA.

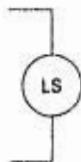


TRANSMISOR DE NIVEL TIPO CELDA.

TITULO:

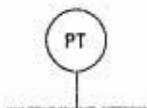
SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

HOJA 2 DE 9  
A-FBCAC-2.802 REV. 0

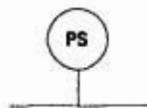


INTERRUPTOR DE NIVEL TIPO MAGNETICO.

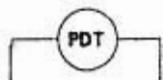
IV ELEMENTOS PRIMARIOS PARA MEDICION DE PRESION



TRANSMISOR DE PRESION.

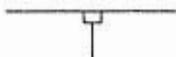


INTERRUPTOR DE PRESION.



TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL.

V ELEMENTOS PRIMARIOS PARA MEDICION DE TEMPERATURA.



TERMOPOZO ROSCADO CON TERMOPAR SENCILLO.



TERMOPOZO ROSCADO CON TERMOPAR DOBLE.



TERMOPOZO BRIDADO CON TERMOPAR SENCILLO.



TERMOPOZO BRIDADO CON TERMOPAR DOBLE.

VI LINEAS.



LINEA DE PROCESO.



SEÑAL ELECTRICA.

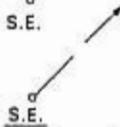


SEÑAL NEUMATICA.

VII SUMINISTRO DE ENERGIA.



SUMINISTRO ELECTRICO (CORRIENTE ALTERNA).



SUMINISTRO ELECTRICO (CORRIENTE DIRECTA).



SUMINISTRO DE AIRE.

VIII VALVULAS.



VALVULA DE DOS VIAS.



VALVULA DE TRES VIAS.

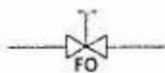
TESIS PROFESIONAL

ABEL A. GORDILLO BETANCOURT

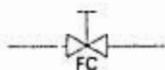
ESTANDARES  
DE  
INGENIERIA



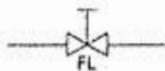
VALVULA DE ANGULO.



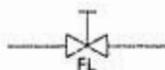
VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,  
ABRE A FALLA DE AIRE.



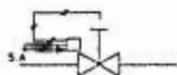
VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,  
CIERRA A FALLA DE AIRE.



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,  
Y CANDADO NEUMATICO.



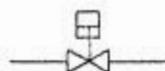
VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,  
Y CANDADO NEUMATICO.



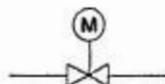
VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,  
Y POSICIONADOR.



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,  
Y VOLANTE DE OPERACION MANUAL.



VALVULA DE CONTROL OPERADA POR PISTON.



VALVULA DE CONTROL OPERADA POR MOTOR.



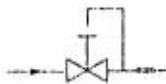
VALVULA REGULADORA DE PRESION AUTO-OPERADA,  
CON TOMA CORRIENTE ABAJO.



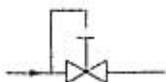
VALVULA REGULADORA DE PRESION AUTO-OPERADA,  
CON TOMA CORRIENTE ARRIBA.

TITULO : SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

HOJA 5 DE 9  
A-FBCAC-2.802 REV. 0



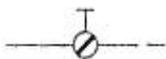
VALVULA REGULADORA DE PRESION CON TOMA DE PRESION EXTERNA, CORRIENTE ABAJO.



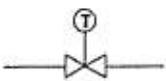
VALVULA REGULADORA DE PRESION CON TOMA DE PRESION EXTERNA, CORRIENTE ARRIBA.



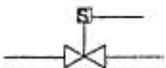
VALVULA REGULADORA DE PRESION DIFERENCIAL CON TOMAS INTERNA Y EXTERNA.



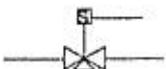
VALVULA DE CONTROL TIPO MARIPOSA CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA.



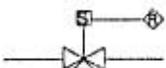
VALVULA TIPO TRUNNION.



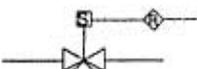
VALVULA DE DOS VIAS OPERADA POR SOLENOIDE, AUTOMATICA.



VALVULA DE TRES VIAS OPERADA POR SOLENOIDE, AUTOMATICA.



VALVULA DE TRES VIAS OPERADA POR SOLENOIDE, CON REAJUSTE MANUAL.



VALVULA DE TRES VIAS OPERADA POR SOLENOIDE, CON RESIJUSTE AUTOMATICO.

TITULO :

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

HOJA 6 DE 9  
A-FBCAC-2.802

IX CONVERTIDORES



CONVERTIDOR DE VOLTAJE A CORRIENTE.



CONVERTIDOR DE VOLTAJE A PRESION.



CONVERTIDOR DE CORRIENTE A VOLTAJE.



CONVERTIDOR DE PRESION A CORRIENTE.



CONVERTIDOR DE RESISTENCIA A CORRIENTE.



CONVERTIDOR DE PULSOS DE VOLTAJE A CORRIENTE.



CONVERTIDOR DE PULSOS DE VOLTAJE A PRESION.



CONVERTIDOR DE CORRIENTE A PRESION.



CONVERTIDOR DE SEÑAL ANALOGICA A SEÑAL DIGITAL.



CONVERTIDOR DE SEÑAL DIGITAL A SEÑAL ANALOGICA.

TITULO: SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

HOJA 7 DE 9  
A-FBCAC-2.602 REV. 0

TESIS PROFESIONAL

ABEL A. GORDILLO BETANCOURT

ESTANDARES  
DE  
INGENIERIA

IX CONVERTIDORES



SUMADOR



RESTADOR



MULTIPLICADOR



DIVISOR



SELECTOR DE SEÑAL ALTA.



SELECTOR DE SEÑAL BAJA



INVERSOR



EXTRACTOR DE RAIZ CUADRADA



INTEGRADOR (INTEGRAL RESPECTO AL TIEMPO)



RELEVADOR DE CALCULO

TITULO: SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

HOJA 8 DE 9  
A-FRCAC-2.802 REV. 0



POLARIZADOR (BIAS)

XI MISCELANEOS



LUZ PILOTO

XII SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO



DESPLIEGADO DE CONTROL, INDICACION, REGISTRO Y/O ALARMAS EN CONSOLA DEL OPERADOR (VIDEO)



INSTRUMENTO EN TABLERO AUXILIAR PARA EL OPERADOR



TARJETAS DE FUNCION Y/O CONTROL EN AREA DE GABINETES



INTERFASE DE ENTRADA/SALIDA CON OTROS SISTEMAS



FUNCION MATEMATICA QUE REALIZA EL SISTEMA PARA ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL



INTERCONEXION A UN CIRCUITO LOGICO O SECUENCIA DE CONTROL



ENLACE DE COMUNICACION EN SOFTWARE

TITULO:

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

HOJA 9 DE 9

A-FBCAC-2.802

REV. 0

## 1.6.- DOCUMENTACIÓN PRINCIPAL PARA LA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Existen documentos básicos que se realizan para las plantas de proceso con el fin de identificar rápidamente el procedimiento del proceso y la instrumentación indicada y requerida para el control de toda la planta, la cual se describe a continuación:

### 1.6.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.

Este diagrama es una parte básica en el desarrollo de un proyecto tanto en la fase de diseño como para la fase de operación de la planta.

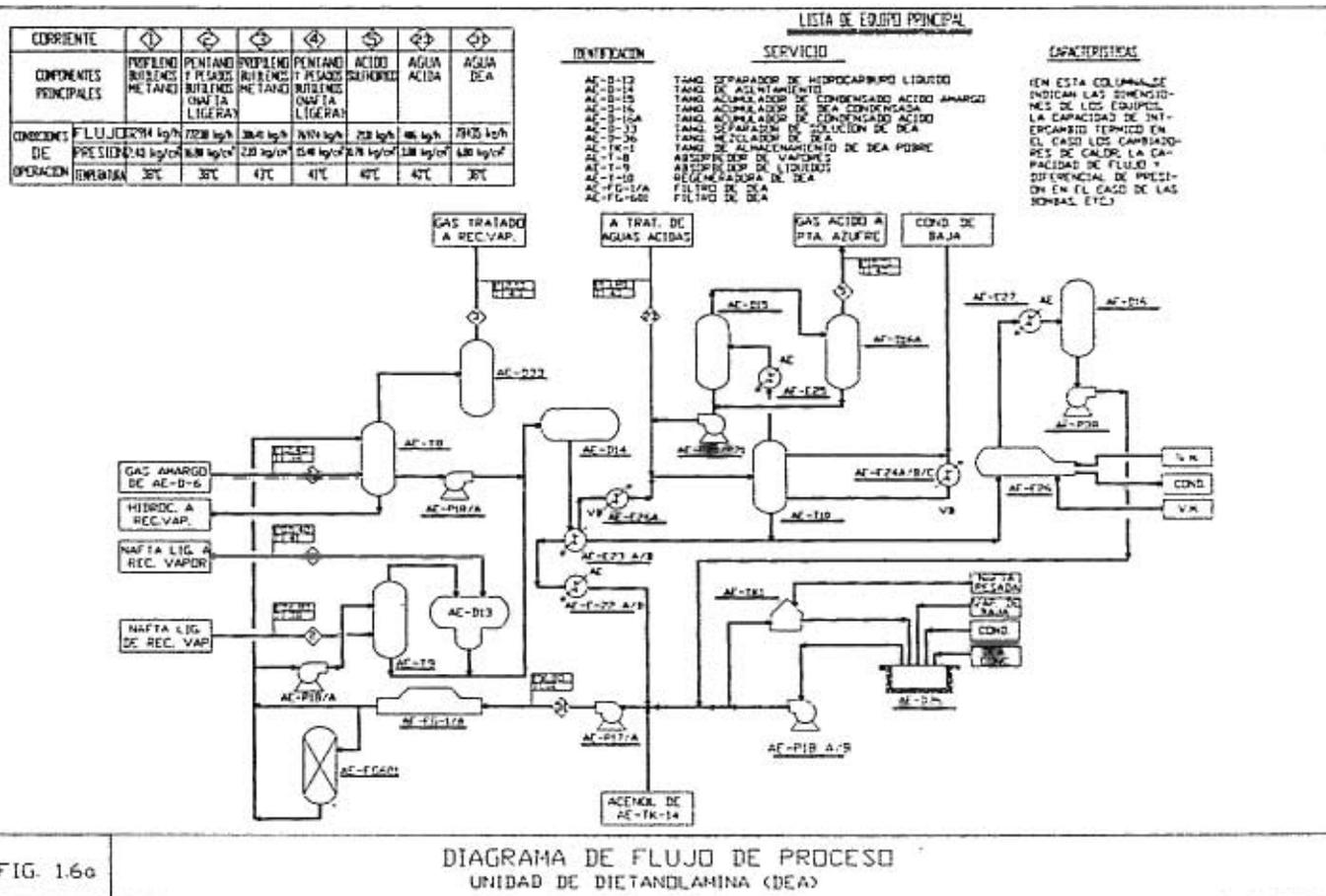
Este documento es importante ya que cualquier persona involucrada en el diseño del proyecto puede identificar rápidamente en forma gráfica la secuencia que lleva el proceso.

Contiene la siguiente información ( Ver Fig. 1.6a )

- a) Indica el equipo de proceso y la interconexión que existe entre ellos.
- b) Muestra las identificaciones y los servicios, así como las características de los equipos de proceso.
- c) Se indican líneas principales del proceso y se denotan con un número dentro de un rombo con el fin de ser identificadas rápidamente en las hojas de balance de materia y energía.
- d) Bandejas que indican los datos de presión y temperatura de algunos equipos y líneas de proceso.
- e) Se indica en un recuadro el balance de materia y energía de las líneas de proceso principales.

### 1.6.2. DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN.

Se conoce también como DTI, este documento para su elaboración toma como referencia el diagrama de flujo de proceso, la descripción del proceso y la filosofía de operación.



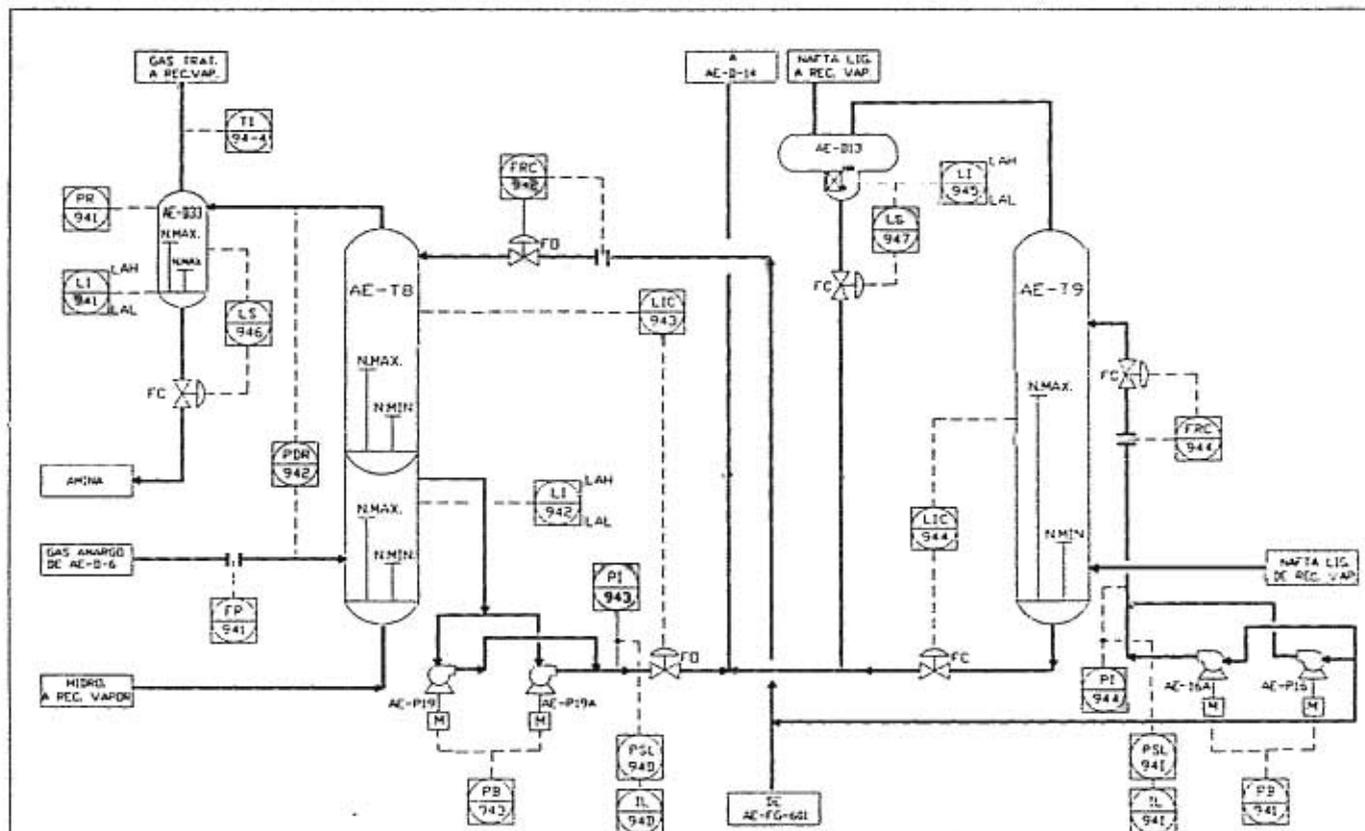


FIG. 1.6b1

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION  
PTA. DE TRATAMIENTO CON DEA

DT.No. 1

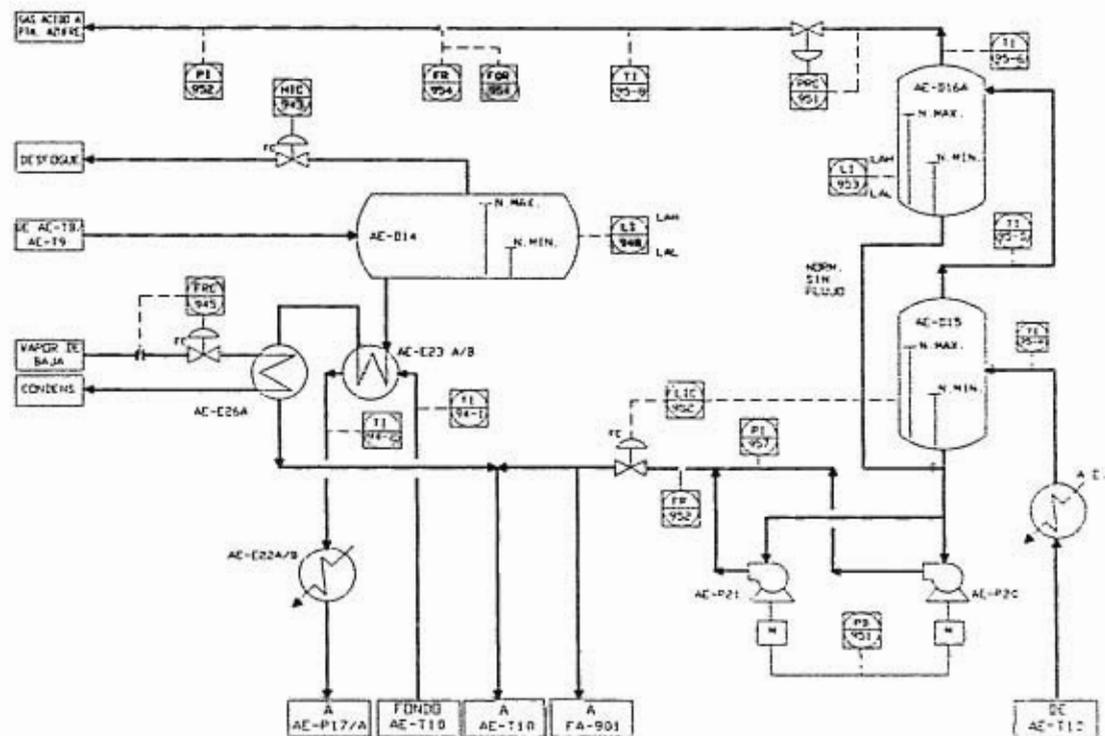
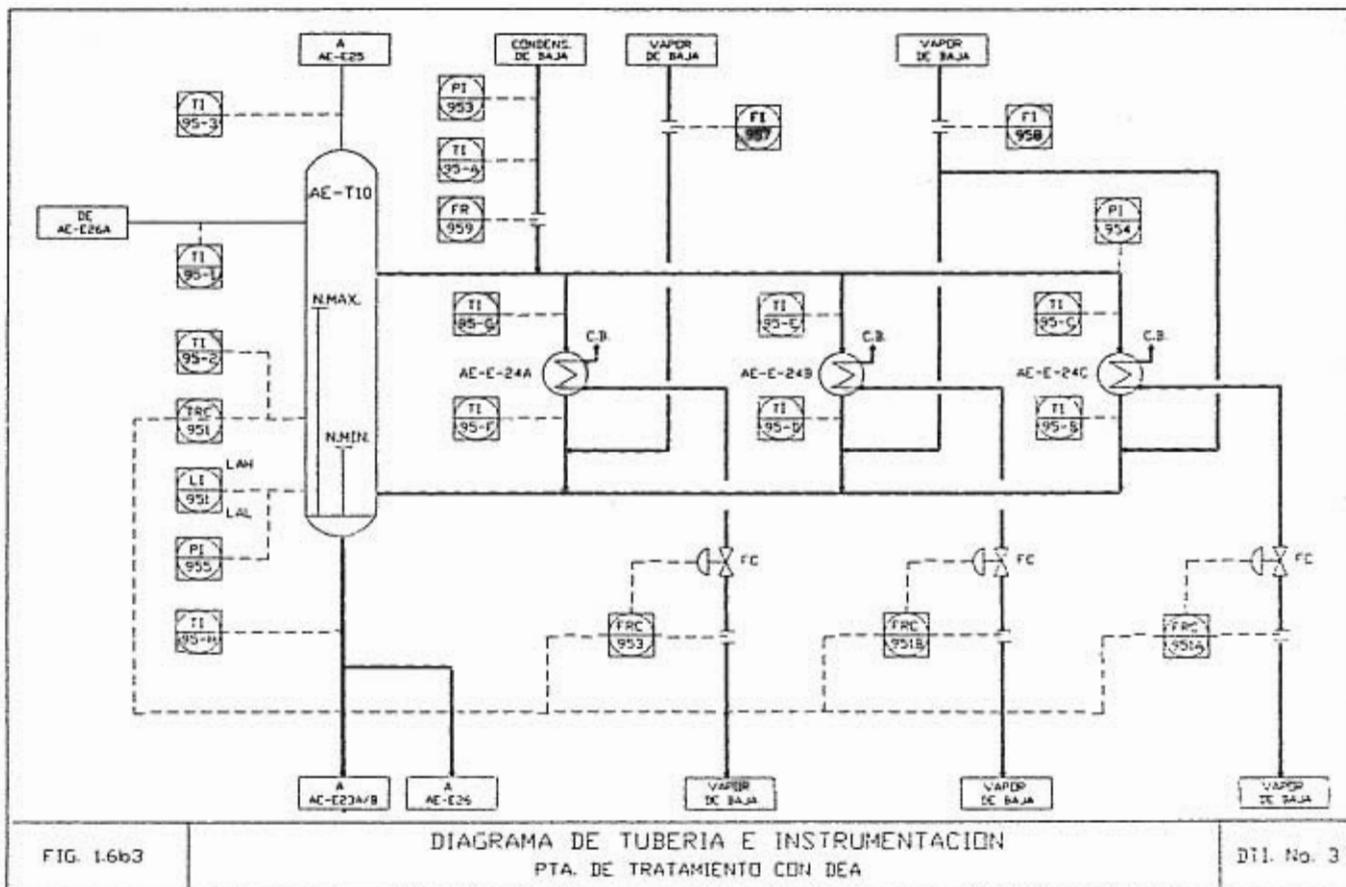


FIG. 1.662

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION  
PTA. DE TRATAMIENTO CON DEA

DTI No 2



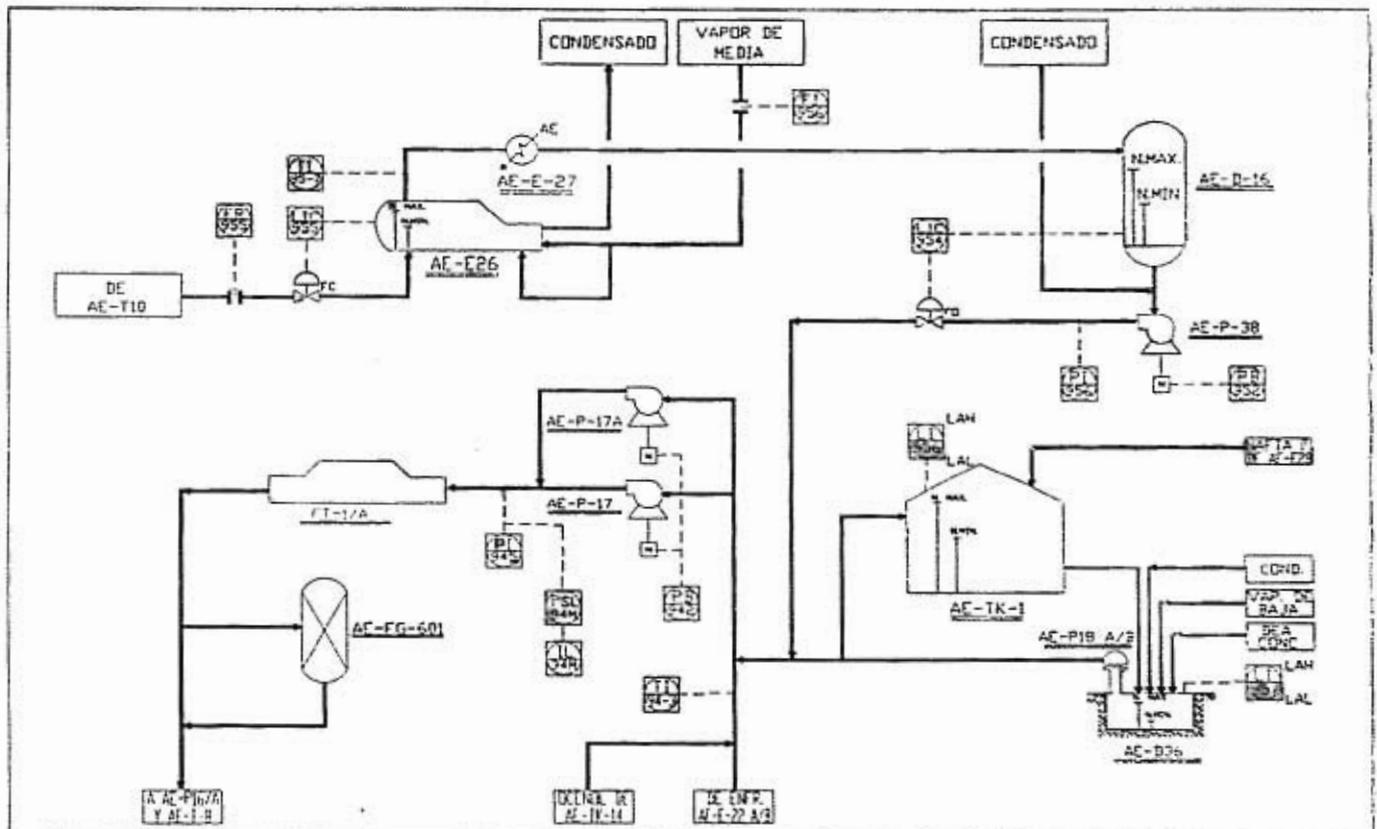


FIG. 1.6b4

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION  
PTA. DE TRATAMIENTO CON DEA

DTI. No. 4

Conteniendo la siguiente información ( Ver Fig's. 1.6b1, 1.6b2, 1.6b3, 1.6b4)

- a) Contiene todos los equipos y tuberías que intervienen en el proceso.
- b) Muestra la identificación y servicio de todos los equipos de proceso.
- c) Abarca todos los circuitos de control necesarios en el proceso.
- d) Contiene la instrumentación localizada en el tablero principal ( y/o consola del operador ), tablero local y sobre la línea del proceso.
- e) Nos muestra algunos accesorios, como válvulas de bloqueo, discos de ruptura, válvulas check , etc.

### 1.6.3 DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTACIÓN.

Estos diagramas tienen la finalidad de desglosar y definir la secuencia en que están interconectados los instrumentos que forman un circuito de control. y para su elaboración se toma como referencia los DTI'S, puesto que en ellos se establece la filosofía de control.

Los diagramas funcionales de instrumentación, se elaboran en una hoja que se divide en tres secciones, de tal forma que cada uno de los instrumentos queden localizados como deberán quedar físicamente en la planta, puede ser que el instrumento se encuentre en campo en la parte posterior del tablero (área de gabinetes) o por el frente del tablero de control (consola del operador); también se indica la señal que maneja, la forma en que se interconectan y el suministro que requiere para su funcionamiento, así como una sección especial en donde se identifican los instrumentos representativos del circuito de control (Ver Fig. 1.6C).

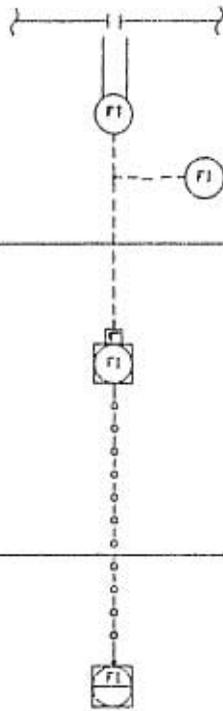
### 1.6.4 ÍNDICE DE INSTRUMENTOS.

Este documento tiene la finalidad de ordenar, controlar y resumir la información de toda la instrumentación que existe en un proceso industrial.

Para su elaboración se necesita tomar como referencia los Diagramas Funcionales de Instrumentación y los Diagramas de Tubería e instrumentación, el primero ayuda a elaborar el índice de los instrumentos de control y el segundo ayuda a la elaboración del índice de los instrumentos que no están

IDENTIFICACION  
APLICA A:

FI-956  
FI-957  
FI-958



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
UBICACION: CADEREYTA, NL.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SDI)

INDICADOR DE FLUJO

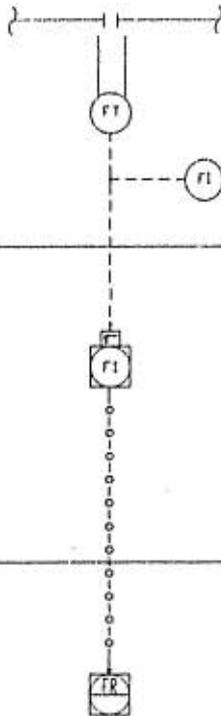
REV. No.	0						
DISEÑO	AGB						
APROBACION	RBV						
FECHA							

DIAGRAMA No. F01 | FIG.1.6C

IDENTIFICACION

APLICA A:

FR-941  
FR-952  
FR-955  
FR-959



COMPUENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALS

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
UBICACION: CADEREYTA, NL.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

REGISTRADOR DE FLUJO

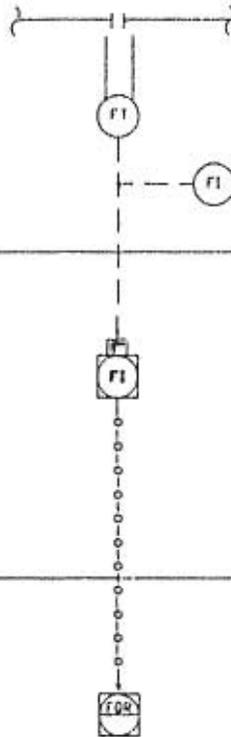
REV. No.	0					
DISEÑO	AGB					
APROBACION	RBV					
FECHA						

DIAGRAMA No. F02 | FIG.1.6C

IDENTIFICACION

APLICA A:

FR-954  
FDR-954



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFAS CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
UBICACION: CADEREYTA, N.L.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

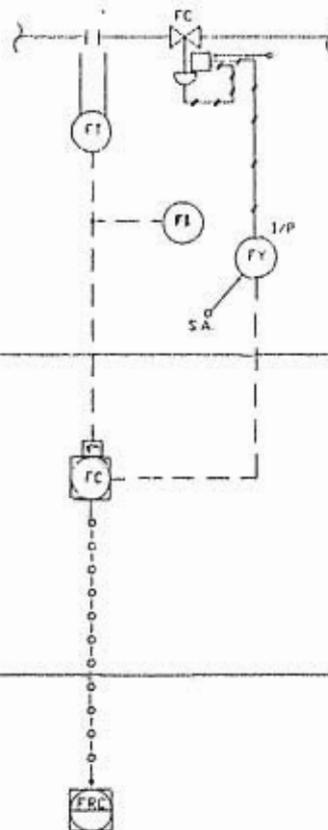
REGISTRADOR TOTALIZADOR DE FLUJO

REV. No.	0					
DISEÑO	AGB					
APROBACION	RBV					
FECHA						

DIAGRAMA No. F03 FIG.16C

IDENTIFICACION  
APLICA A:

FRC-951A  
FRC-951B  
FRC-953  
FRC-942  
FRC-944  
FRC-945



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
UBICACION: CADEREYTA, NL.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE  
INSTRUMENTACION (SCD)

INDICADOR CONTROLADOR CON  
REGISTRO DE FLUJO

REV. No.	0				
DISEÑO	AGB				
APROBACION	RBV				
FECHA					

DIAGRAMA No. F04 | FIG1.6C

**IDENTIFICACION**

APLICA A:

LI-941  
LAH-941  
LAL-941

LI-942  
LAH-942  
LAL-942

LI-945  
LAH-945  
LAL-945

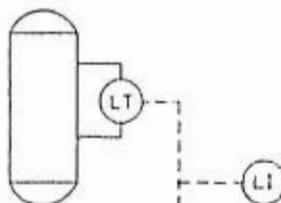
LI-948  
LAH-948  
LAL-948

LI-951  
LAH-951  
LAL-951

LI-953  
LAH-953  
LAL-953

LI-956  
LAH-956  
LAL-956

LI-957  
LAH-957  
LAL-957



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES



AREA DE GABINETES



INTERFASE CON EL OPERADOR

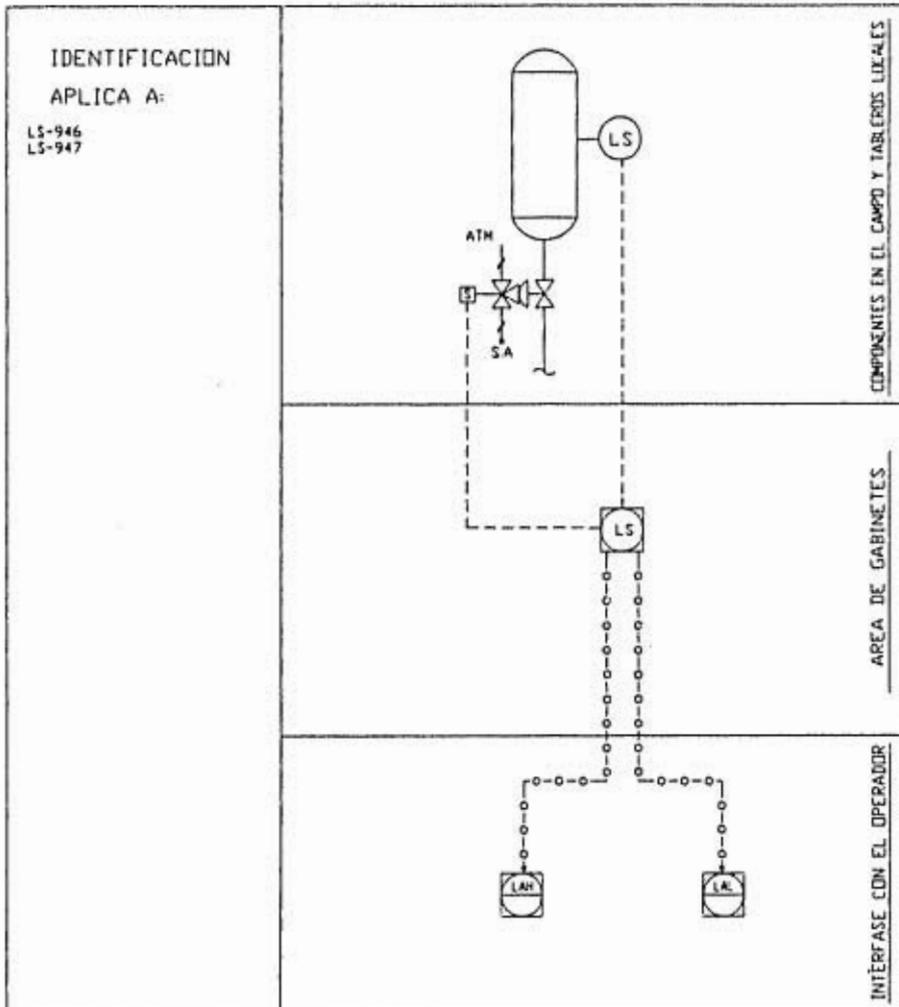
PROYECTO No. FB-1805  
PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
UBICACION: CADEREYTA, NL.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

INDICACION DE NIVEL CON O SIN ALARMAS POR ALTO Y BAJO NIVEL.

REV. No.	0				
DISEÑO	AGB				
APROBACION	RBV				
FECHA					

DIAGRAMA No. L01 FIG.16C



IDENTIFICACION

APLICA A:

LS-946  
LS-947

COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LIEALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
UBICACION: CADEREYTA, N.L.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

INDICADOR CONTROLADOR DE NIVEL

REV. No.	0				
DISEÑO	AGB				
APROBACION	RBV				
FECHA					

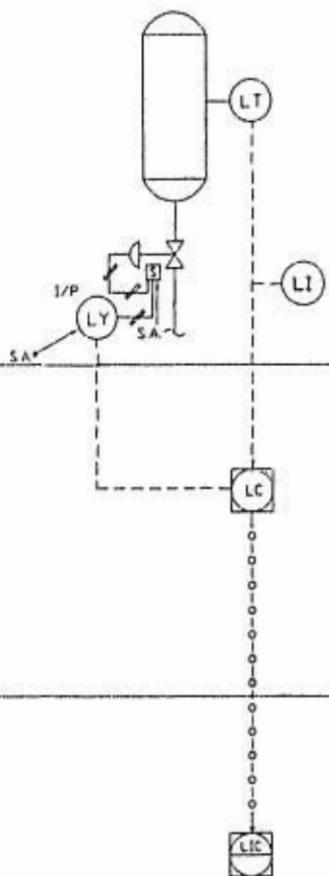
DIAGRAMA No. L02

FIG.1.6C

IDENTIFICACION

APLICA A:

- LIC-943
- LIC-944
- LIC-952
- LIC-954
- LIC-955



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
 PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
 UBICACION: CADEREYTA, NL.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

INDICADOR CONTROLADOR DE NIVEL

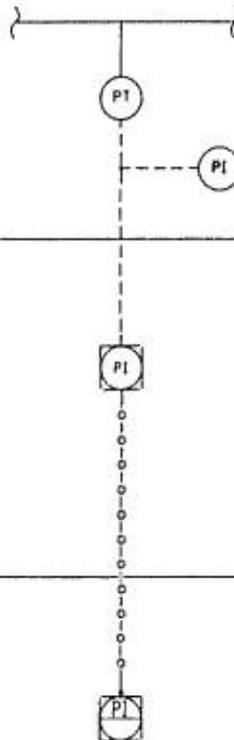
REV. No.	0				
DISEÑO	AGB				
APROBACION	RBV				
FECHA					

DIAGRAMA No. L03      FIG.16C

IDENTIFICACION

APLICA A:

- PI-943
- PI-944
- PI-945
- PI-952
- PI-953
- PI-954
- PI-955 (EN RECIPIENTES)
- PI-956
- PI-957



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
 PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
 UBICACION: CADEREYTA, NL.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

INDICADOR DE PRESION

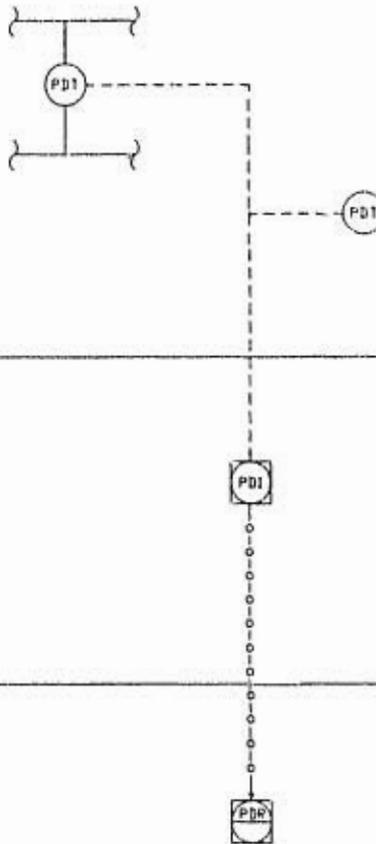
REV. No.	0						
DISEÑO	AGB						
APROBACION	RBV						
FECHA							

DIAGRAMA No. P01      FIG.1.6C

IDENTIFICACION

APLICA A:

PDR-942



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
 PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
 UBICACION: CADREYTA, NL.

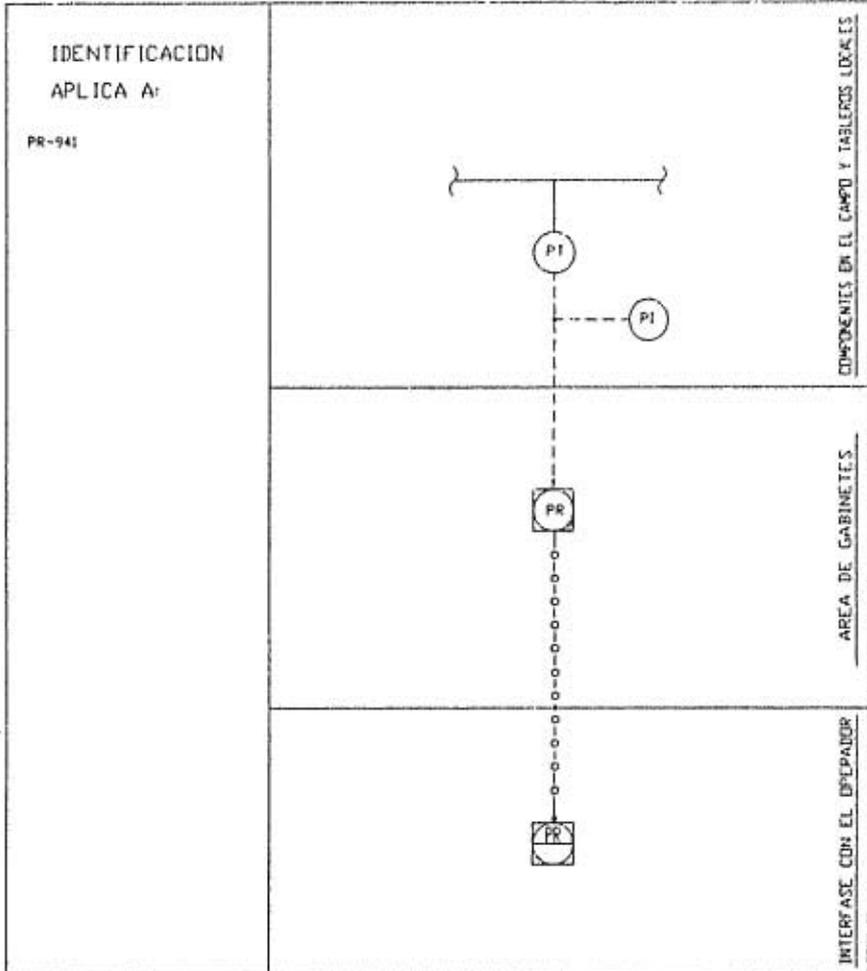
DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

REGISTRO DE PRESION DIFERENCIAL

REV. No.	0					
DISEÑO	AGB					
APROBACION	RBV					
FECHA						

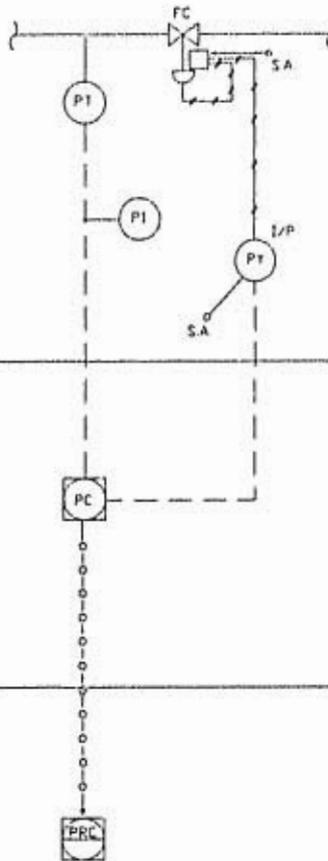
DIAGRAMA No. P02

FIG.16C



PROYECTO No. FB-1805 PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA UBICACION: CADEREYTA, N.L.	DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)  REGISTRADOR DE PRESION																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">REV. No.</td> <td style="width: 15%;">0</td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td>DISENO</td> <td>AGB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBACION</td> <td>RBV</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FECHA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	REV. No.	0						DISENO	AGB						APROBACION	RBV						FECHA							DIAGRAMA No. P03   FIG.16C
REV. No.	0																												
DISENO	AGB																												
APROBACION	RBV																												
FECHA																													

IDENTIFICACION  
 APLICA A:  
 PRC-951



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
 PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
 UBICACION: CADEREYTA, N.L.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

INDICADOR CONTROLADOR CON REGISTRO DE PRESION

REV. No.	0					
DISENO	AGB					
APROBACION	RBV					
FECHA						

DIAGRAMA No. PD4

FIG.1.6C

IDENTIFICACION

APLICA A:

TI-94-1  
 TI-94-2  
 TI-94-3  
 TI-94-4

TI-95-1  
 TI-95-3  
 TI-95-4  
 TI-95-5  
 TI-95-6  
 TI-95-7  
 TI-95-B

TI-95-A  
 TI-95-B  
 TI-95-C  
 TI-95-D  
 TI-95-E  
 TI-95-F  
 TI-95-G  
 TI-95-H



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR



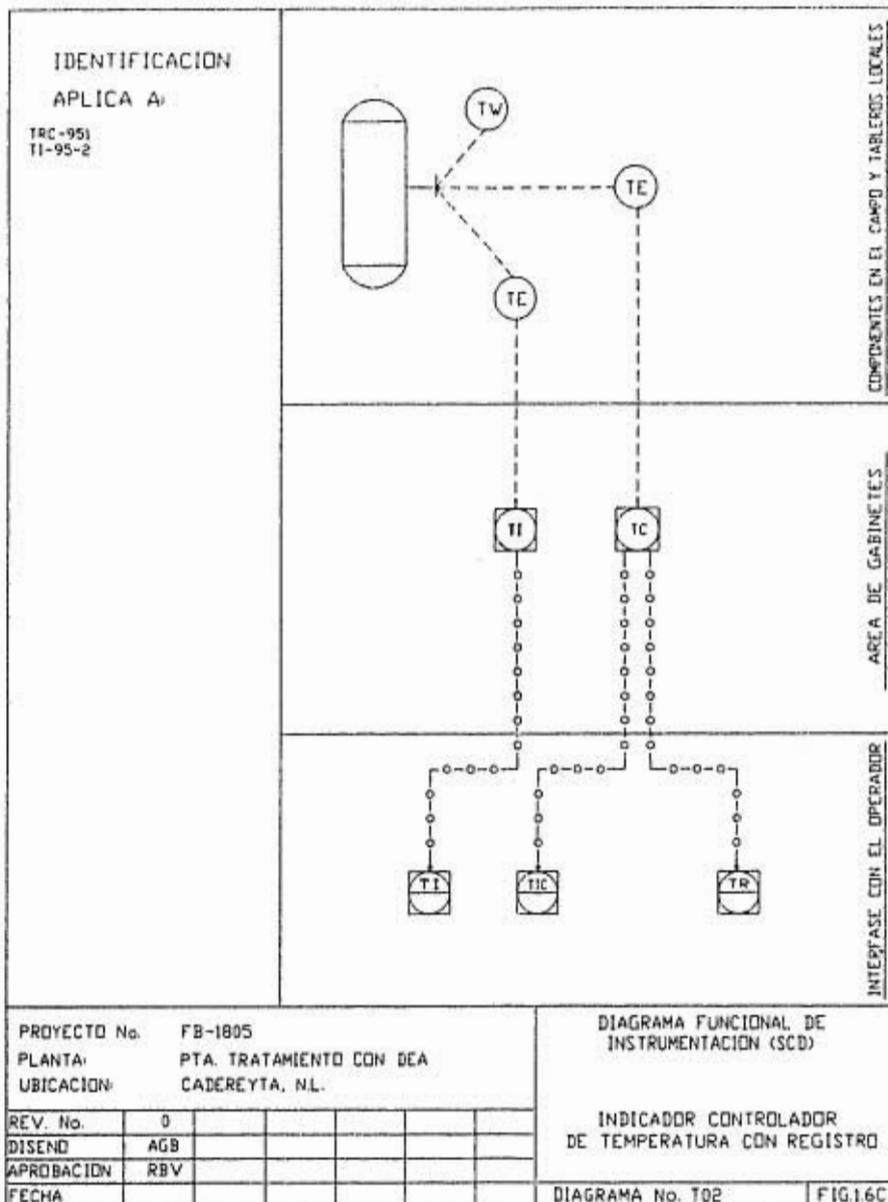
PROYECTO No. FB-1805  
 PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
 UBICACION: CADEREYTA, N.L.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SFD)

INDICACION DE TEMPERATURA

REV. No.	0					
DISEÑO	AGB					
APROBACION	RBV					
FECHA						

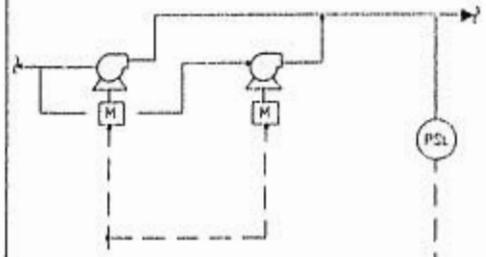
DIAGRAMA No. T01 | FIG.1.6C



IDENTIFICACION

APLICA A:

PB-941  
PB-942



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES



AREA DE GABINETES



INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No.	FB-1805				
PLANTA	PTA. TRATAMIENTO CON DECA				
UBICACION	CADEREYTA, NL.				
REV. No.	0				
DISENO	AGB				
APROBACION	RBV				
FECHA					

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

BOTON DE PARD

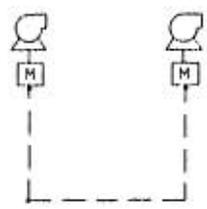
DIAGRAMA No. M01: FIG.1.6C

IDENTIFICACION

APLICA A:

PB-951  
PB-952

COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES



AREA DE GABINETES



INTERFASE CON EL OPERADOR



PROYECTO No. FB-1805  
PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
UBICACION: CADEREYTA, NL.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SIC)

BOTON DE PARO

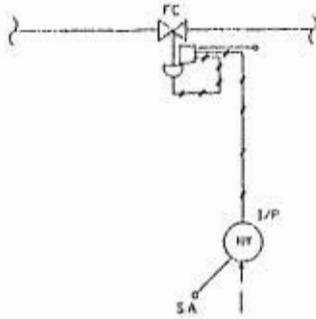
REV. No.	0				
DISEÑO	AGB				
APROBACION	REV				
FECHA					

DIAGRAMA No. M02 | FIG.1.6C

IDENTIFICACION

APLICA A:

HIC-943



COMPONENTES EN EL CAMPO Y TABLEROS LOCALES

AREA DE GABINETES

INTERFASE CON EL OPERADOR

PROYECTO No. FB-1805  
PLANTA: PTA. TRATAMIENTO CON DEA  
UBICACION: CADEREYTA, NL.

DIAGRAMA FUNCIONAL DE INSTRUMENTACION (SCD)

INDICADOR CONTROLADOR MANUAL

REV. No.	0						
DISEÑO	AGB						
APROBACION	RBV						
FECHA							

DIAGRAMA No M03

FIG.16C

ligados a los circuitos de control, ( instrumentos locales tales como: Manómetros, Termómetros Bimetálicos, Vidrios de Nivel, etc.)

Conteniendo la siguiente información, ( Ver Fig's. 1.6d ).

- a) Número de identificación. Se deberá anotar el número de identificación del o de los instrumentos.
- b) Servicio. Debe ser claro y preciso, que denote la función del instrumento.
- c) Componente. Se deberán anotar todos los componentes del circuito de control.
- d) Localización. En esta parte se usa la nomenclatura siguiente:

PP	Instrumento localizado en tubería.
LO	Instrumento localizado en campo ( local).
BPNB	Instrumento localizado en la parte posterior del tablero principal de control.
PNB	Instrumento localizado enfrente del tablero principal de control.
BPNBL	Instrumento localizado en la parte posterior del tablero local.
PNBL	Instrumento localizado enfrente del tablero local.
CA	Instrumento localizado en el área de gabinetes.
OC	Instrumento localizado en la consola del operador para SCD.

- e) DTI'S. Se anota el número de DTI en donde se encuentra el instrumento junto con su coordenada de localización.
- f) \*Número de línea o equipo. Se anota el número de tubería o equipo donde se encuentra el instrumento; cuando el instrumento está sobre una tubería se anotará el diámetro de la tubería o si está sobre un equipo se anotará solamente la identificación del equipo.
- g) Diagramas de Instrumentación. Se anota el número del diagrama funcional de instrumentación en donde se localiza el instrumento.
- h) \*Hoja de especificación. Indica el número de la hoja donde se encuentra el instrumento.
- i) \*Número de Requisición. Indica el número de requisición donde se encuentra especificado el instrumento.

- j) **\*Isométrico de Tubería.** Se anota el número del isométrico de la tubería en donde estará instalado el instrumento.
  - k) **\*Dibujo de Instalación.** Se representa el número típico de instalación en donde se encuentra representado el instrumento.
  - l) **Observaciones.** Esta información es muy variada y dependerá de las necesidades del ingeniero especialista ( Ver Fig. 1.6d ).
- Información no suministrada en el Índice de Instrumentos, resumido y mostrado en este trabajo, por no ser de utilidad para los alcances de la Ingeniería Eléctrica.

# FLUJO

PÁG. 1 DE 14

(FIGURA 1.6.6) <b>INDICIO DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON DEA  TESIS PROFESIONAL ASO. A. GONZALEZ ESTANCOQUE
--	---

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.I.	DIAGRAMA INSTRUM.	OBSERVACIONES
PC-941	GAS ACIDO DE AE-1-E	FE FC PI PE PF	FP LO LO CA CC	#1	#2	PLACA DE OFICINA V. CAMARA DE SELLO INTEGRADO A PC-941  TENDENCIA
PC-942	DEA A PLATO 19 DE AE-1-9	FE FC PI PE PF PIC PP PV	FP LO LC CA CC CC LO EP	#1	#4	PLACA DE OFICINA V. CAMARA DE SELLO REMOTO A PC-942  TENDENCIA I/P PC (3")
PC-944	DEA A AS-1-9	FE FC PI PE PF PIC PP PV	FP LO LO CA CC CC LO EP	#1	#4	PLACA DE OFICINA V. CAMARA DE SELLO REMOTO A PC-944  TENDENCIA I/P PC (1.5")
PC-945	ENTRADA TUBOS DE AE-E-26A	FE FC PI PE PF PIC PP PV	FP LO LO CA CC CC LO EP	#2	#4	PLACA DE OFICINA V. REMOTO A PC-945  TENDENCIA I/P PC (3")
PC-951A	VAPORES DE BAJA A TUBOS DE AS-E-24C	FE-A FC-A PI-A PE-A PF-A PIC-A PP-A PV-A	FP LO LO CA CC CC LO EP	#3	#4	PLACA DE OFICINA V. REMOTO A PC-951A RECIBE SEÑAL DE TC-951  TENDENCIA I/P PC (5") (REHABILITADA 10/11)

# FLUJO

PÁGINA 10 DE 14

<b>(FICHA T.6.6)</b> <b>INDICE DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON OSA TRAT. PROY. B. I. A. I. ROSS A. GORDILLO BETANCOURT
---	---

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T. I.	DIAGRAMA INSTAL.	OBSERVACIONES
7PC-951B	VAPOR DE BAJA A TUBOS DE AR-E-24E	PB-B	PP	#3	7B1	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADA A 7B-951B PUNTO DE SEÑAL DE 7B-951B  TENDENCIA 1-P PC 10" SUPERFICIE PARA PROY-10.
		PT-B	LC			
		PI-B	LO			
		PC-B	CA			
		PIC-B	CC			
PB-B	CC					
PI-B	LO					
PV-B	PP					
7F-952	AGUA ACIDA DE AR-F-2R	PS	PP	#2	7B2	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADA A 7F-952  TENDENCIA
		PT	LC			
		PI	LO			
		PC	CA			
		PS	CC			
7PC-953	VAPOR DE BAJA A TUBOS DE AZ-E-24E	PB	PP	#3	7B1	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADA A 7C-953 PUNTO DE SEÑAL DE 7C-953  TENDENCIA 1-P PC 10"
		PT	LO			
		PI	LO			
		PC	CA			
		PIC	CC			
PB	CC					
PI	LO					
PT	PP					
7CF-954 7F-954	GAS ACIDO A PLANTA DE ACUFER	PB	PP	#2	7B2	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADA A 7F-954  TENDENCIA TOTALIZADOR
		PT	LO			
		PI	LO			
		PC	CA			
		PB	CC			
PCF	CC					
7F-955	GAS A AZ-E-2E	PB	PP	#4	7B2	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADA A 7F-955  TENDENCIA
		PT	LO			
		PI	LO			
		PC	CA			
		PB	CC			

# FLUJO

PLA. 2 DE 10

(FIGURA 1.6.2) ÍNDICE DE INSTRUMENTOS	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON OBR TERIO PROPORCIONAL ABEL A. GARCILLO BRANCOFF
--	--

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.P.	DIAGRAMA INSTAL.	OBSERVACIONES
PI-956	VAPOR DE MEDIA A AZ-E-25	FE FI FI FI FI	FF DC DO CA OC	#1	#01	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADO A PI-956
PI-957	VAPOR DE BAJA A SALIDA DE ENVOLVENTE DE AE-E-26A	FE FI FI FI FI	FF LO LO CA OC	#2	#01	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADO A PI-956
PI-958	VAPOR DE BAJA A SALIDA DE ENVOLVENTE DE AE-E-26B	FE FI FI FI FI	FF LO LO CA OC	#3	#01	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADO A PI-956
PI-959	CONDENSADO DE BAJA A ENVOLVENTE DE AE-E-26A/B/C	FE FI FI FI FI	FF LO LO CA OC	#4	#01	PLACA DE IDENTIFICACION INTEGRADO A PI-956  TENDENCIA

# NIVEL

4.4.4.7.14

<b>(PÁGINA 1.0.0)</b> <b>LISTA DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON DEA  TESIS PROFESIONAL ABEL A. GORDILLO ESTANCOFF
---	--

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.I.	DIAGRAMA INSTRUM.	OBSERVACIONES
LI-941 LAE-941 LAL-941	SEPARADOR DE GAS DULCE AS-0-33	LT	LO	#1	L01	ADMICANCIA PUNTO A LI-941 MONITOR A/B
		LI	LO			
		LI	CA			
		LAE	OC			
		LAL	OC			
		LI	OC			
LI-942 LAE-942 LAL-942	FONDO DE AS-T-8	LT	LO	#1	L01	CELDA D/P PUNTO A LI-942 MONITOR A-B
		LI	LO			
		LI	CA			
		LAE	OC			
		LAL	OC			
		LI	OC			
LIC-943 LAE-943 LAL-943	BUCULADORA DE GASES AS-T-6	LT	LO	#1	L03	ADMICANCIA PUNTO A LI-943 MONITOR A/B  I/P PC (I*) (PENSACIONES 101-11)
		LI	LO			
		LC	CA			
		LAE	OC			
		LAL	OC			
		LIC	OC			
		LY	LO			
		LV	FP			
		LIC-944 LAE-944 LAL-944	FONDO DE AS-T-9			
LI	LO					
LC	CA					
LAE	OC					
LAL	OC					
LIC	OC					
LY	LO					
LV	FP					
LI-945 LAE-945	PIEZA DEL TANQUE AS-0-13			LT	LO	#1
		LI	LO			
		LI	CA			
		LAE	OC			
		LI	OC			

# NIVEL

P. 1 de 1

(FIGURA 1.6.6) INDICE DE INSTRUMENTOS		PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON DBA TESIS PROFESIONAL ABEL A. GONZALEZ BARRANTI				
NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.I.	DIAGRAMA (INSTELV)	RESERVACIONES
LESL-946 IL-946	SEPARADOR DE GAS DULCE AE-D-11	LS 2S-A 2S-E 2S 2S 2L 2SC7 2V	LO LO LO CA CA OC LO PP	#1	L#2	ADMISION, ABERTURA VALVULA VALVULA CERRADA VALVULA ABIERTA  MONITOR A B VALVULA ABIERTA C CERRADA RECIBE SEÑAL DE LS-946 (S.A.) PC (1")
LEHL-947 IL-947	PIERNA DEL TANQUE AE-D-13	LS 2S-A 2S-E 2S 2S 2L 2L 2SCV 2V	LO LO LO CA CA OC LO PP	#1	L#2	ADMISION, ABERTURA VALVULA VALVULA CERRADA VALVULA ABIERTA  MONITOR A B VALVULA ABIERTA C CERRADA RECIBE SEÑAL DE LS-947 (S.A.) PC (1")
LI-948 LAL-948	ASENTADOR DE DBA AE-D-14	LI LI LI LAL LI	LO LO CA OC OC	#2	L#1	CELDA D/F, CAMERA DE SELLO INTEGRADO A LI-948 MONITOR A/B
LI-951 LAB-951 LAL-951	FONDOS DE REGENERADORA AE-T-18	LI LI LI LAB LAL LI	LO LO CA OC OC OC	#2	L#1	CELDA D/F, CAMERA DE SELLO INTEGRADO A LI-951 MONITOR A/B
LIC-952 LAB-952 LAL-952	ACUMULADOR AE-D-15	LI LI LI LAB LAL LIC LY LV	LO LO CA OC OC OC LO PP	#2	L#3	ADMISION SEÑAL A LI-952 MONITOR A/B  I/P PC (3/4") (REHABILITADA 12-19)

# NIVEL

NO. 4 DE 1974

<b>(FIGURA 1.0.6)</b> <b>INDICE DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON DEA TUBOS PROFESIONAL ABEL A. GORDILLO BETANCOURT
--	---

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.I.	DIAGRAMA INSTRUM.	OBSERVACIONES
LI-953 LAE-953 LAL-953	TANQUE AB-D-16A	LI LI LI LAE LAL LI	LO LO CA OC OC OC	#2	LRI	ADMITANCIA SEMOTA A LI-953 MONITOR A/B
LIC-954 LAE-954 LAL-954	ACUMULADOR DE DEA CONDENSADA AB-D-16	LI LI LC LAE LAL LIC LY LY	LO LO CA OC OC OC LO PP	#4	L#3	ADMITANCIA SEMOTA A LI-954 MONITOR A/B  T/P FC (1")
LIC-955 LAE-955 LAL-955	REDISTILADOR AB-E-16	LI LI LC LAE LAL LIC LY LY	LO LO CA OC OC OC LO PP	#4	L#3	ADMITANCIA SEMOTA A LI-955 MONITOR A/B  T/P FC (1")
LI-956	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DEA AB-TE-1	LA LI LI LI LI	LO LO LO CA OC	#4	L#1	ULTRAFILTRACION INTEGRAL A LI-956
LI-957 LAE-957 LAL-957	TANQUE DE MEZCLA Y COLECTOR DE DEA AB-D-36	LI LI LI LAE LAL LI	LO LO CA OC OC OC	#4	LRI	ADMITANCIA SEMOTA A LI-957 MONITOR A/B

# PRESION

PLANTA 10/10

<b>(FIGURA 1.0.6)</b> <b>INDICACION DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON SER TERCERO PROFESIONAL ABEL A. GONZALEZ BOTANOCUIC
--	---

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DISEÑO T.E.	DISEÑO INSTRUM.	DESIGNACION
FSL-940 IL-940	INDICACION ESTADO DE LA BOMBA AB-P-19A	PBL IL IL	LC CA OC	#1	#01	SECCION DE CIERRE
FBL-940 IL-940	INDICACION ESTADO DE LA BOMBA AB-P-16A	PBL IL IL	LC CA OC	#1	#01	SECCION DE CIERRE
FSL-940 IL-940	INDICACION ESTADO DE LA BOMBA AB-P-17A	PBL IL IL	LC CA OC	#1	#01	SECCION DE CIERRE
FF-941	DONO DE AB-D-33	PI FI PI FI PI	LO LO LO CA OC	#1	#03	INTEGRADO A FI-941 MANOMETRO TENDENCIA
POF-941 POAB-942	TORRE AB-T-8	POC FOL FOL POC POF POAB	LO LO LO CA OC OC	#1	#01	CANAPA DE SELLO INTEGRADO A FOL-941 MANOMETRO MONITOR DE NIVEL TENDENCIA
PI-943	DESCARGA BOMBAS AB-P-15/A	PI FI PI FI	LO LO CA OC	#1	#01	CANAPA DE SELLO INTEGRADO A FI-943
PI-944	DESCARGA BOMBAS AB-P-16/A	PI FI PI FI	LO LO CA OC	#1	#01	CANAPA DE SELLO INTEGRADO A FI-944
PI-945	DESCARGA BOMBAS AB-P-17/A	PI FI PI FI	LO LO CA OC	#1	#01	CANAPA DE SELLO INTEGRADO A FI-945

# PRESION

NO. 10074

<p style="text-align: center;">(PIQUERA S.A.S.)</p> <p style="text-align: center;">FABRICA DE TRACTORES</p>	<p style="text-align: center;">PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA</p> <p style="text-align: center;">CALLE 5 DE ABRIL 2001 N.º 10</p> <p style="text-align: center;">BOGOTÁ, DISTRITO CAPITAL</p>
---	--

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.P.	DIAGRAMA INSTALV.	DESCRIPCIONES
PI-951	GAS ACIDO A PLANTA DE ACUFES	PT FI FC PC PCC PF PY PW	LO LO LO CA OC OC LO PF	#2	PIA	CAMARA DE SELLO INTEGRADO A PI-951 MANOMETRO  CONDENSADA I.P. PC 14%
PI-952	GAS ACIDO A PLANTA DE ACUFES	PT FI FC PC PCC	LO LO LO CA OC	#2	PI1	CAMARA DE SELLO INTEGRADO A PI-951 MANOMETRO
PI-953	CONDENSADO DE BACA A AE-24R/B/C	PT FI FC PC	LO LO LO CA OC	#2	PI1	INTEGRADO A PI-953 MANOMETRO
PI-954	ENTRADA ENVOLVENTE DE AE-2-24C	PT FI FC PC PF	LO LO LO CA OC	#2	PI1	CAMARA DE SELLO INTEGRADO A PI-954 MANOMETRO, SUSTITUIVA A PI-951
PI-955	REGENERADORA DE OSA AE-1-18	PT FI FC PC PF	LO LO LO CA OC	#2	PI1	CAMARA DE SELLO INTEGRADO A PI-955 MANOMETRO
PI-956	DESCARGA BOMBA AE-2-38	PT FI FC PC	LO LO CA OC	#4	PI1	CAMARA DE SELLO INTEGRADO A PI-956

# PRESTON

HOJA 4 DE 10

(FIGURA T.O. 6) <b>INDICE DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON CEB BASES PROFESIONALES ABEL S. GORRILLO BETAOCOPY
--	--

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T. I.	DIAGRAMA INSTRUM.	DESCRIPCIONES
PI-951	DESCARGA BOMBAS AB-P-20123	PI PI PI PI	LO LO CR DC	#2	PII	INTRODUCC A PI-951

# TEMPERATURA

M.S. 12 DE 74

<b>(FIGURA 1.0.6)</b> <b>INDICE DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON OSA  TESIS PROFESIONAL ABEL A. GORDILLO BRANCOURT
--	--

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.T.	DIAGRAMA INSTRUM.	DESCRIPCIONES
TRC-951	PONDOS DE A3-T-1W	TW TZ TC TIC TP	LO LO CA CC OC	83	T02	BRIDADO TERMOPAR DOBLEX CON TE-55-2  TENDENCIA

# INDICADOR MULTIPUNTO

HOJA 11 DE 14

<b>(FIGURA 1.8.6)</b> <b>INDICE DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON LEA  TESIS PROFESIONAL ASPL A. GORDILLO BETANCOURT
--	---

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA I. I.	DIAGRAMA INSTRUM.	DESCRIPCIONES
TI-94-1	ENTRADA ENVOLVENTE DE AS-E-13B	TW TE TI TI	PP LO CA OC	#2	T01	BRIDADO TERMOPAS
TI-94-2	ENTRADA ENVOLVENTE DE AS-E-12A	TW TE TI TI	PP LO CA OC	#2	T01	BRIDADO TERMOPAS
TI-94-3	SALIDA ENVOLVENTE DE AS-E-13E	TW TE TI TI	PP LO CA OC	#4	T01	BRIDADO TERMOPAS
TI-94-4	SALIDA DE GAS TRATADO DE AS-D-33 A RECUPERACION DE VAPORES	TW TE TI TI	PP LO CA OC	#2	T01	TERMOPAS
TI-95-1	DEA A AS-T-10	TW TE TI TI	PP LO CA OC	#3	T01	BRIDADO TERMOPAS
TI-95-2	PONDOOS DE AS-T-10	TW TE TI TI	PP LO CA OC	#3	T02	BRIDADO TERMOPAS DUPLEX CON TI-561
TI-95-3	ENTRADA ENVOLVENTE DE AS-E-25	TW TE TI TI	PP LO CA OC	#3	T01	TERMOPAS
TI-95-4	SALIDA ENVOLVENTE DE AS-E-25	TW TE TI TI	PP LO CA OC	95	T01	TERMOPAS

# INDICADOR MULTIPUNTO

HOJA 12 DE 14

<b>(FIGURA 1.6.d)</b> <b>INDICE DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON DEA TESIS PROFESIONAL ABEL A. GORDILLO BRANCOFF
--	---

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.I.	DIAGRAMA INSTRUM.	DESCRIPCIONES
TI-95-E	TANQUE AB-D-1CA	TW TE TI TC	PP LO CA OC	#2	T01	TERMOPAR
TI-95-F	ENTRADA ENVOLVENTE DE AB-E-21	TW TE TI TC	PP LO CA OC	#1	T01	BRIDADO TERMOPAR
TI-95-G	GAS ACIDO A PLANTA DE ATUPSE	TW TE TI TC	PP LO CA OC	#2	T01	TERMOPAR
TI-95A	CONDENSADO DE BAJA A AB-E-24A/B/C	TW TE TI TC	PP LO CA OC	#3	T01	TERMOPAR
TI-95B	SALIDA ENVOLVENTE DE AB-E-24C	TW TE TI TC	PP LO CA OC	#3	T01	BRIDADO TERMOPAR
TI-95C	ENTRADA ENVOLVENTE DE AB-E-24C	TW TE TI TC	PP LO CA OC	#3	T01	BRIDADO TERMOPAR
TI-95D	SALIDA ENVOLVENTE DE AB-E-24B	TW TE TI TC	PP LO CA OC	#3	T01	BRIDADO TERMOPAR
TI-95E	ENTRADA ENVOLVENTE DE AB-E-24B	TW TE TI TC	PP LO CA OC	#3	T01	BRIDADO TERMOPAR

# INDICADOR MULTIPUNTO

1981-1982

(Ficha 1.6.6) <b>INDICE DE INSTRUMENTOS</b>	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON LCA TESIS REGIONAL ABEL A. GONZALEZ BRANCO
--	--

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.I.	DIAGRAMA INSTFLW.	DESIGNACIONES
TI-957	SALIDA ENVOLVENTE DE AB-E-24A	TW TS TI TI	FF LO CA OC	#3	TRI	BRIDADO TECNOPAP
TI-956	ENTRADA ENVOLVENTE DE AB-B-24A	TW TS TI TI	FF LO CA OC	#3	TRI	BRIDADO TECNOPAP
TI-958	SALIDA POSCOS DE AB-T-12	TW TS TI TI	FF LO CA OC	#3	TRI	BRIDADO TECNOPAP

# MISCELANEOS

NOV 14 1974

(FIGURA T.8.6) INDICE DE INSTRUMENTOS	PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO CON OZONO TESIS PROFESIONAL ABEC A. GORDILLO BETANCOURT
--	---

NUMERO DE IDENTIFICACION	SERVICIO	COMPONENTE	LOCALIZACION	DIAGRAMA T.I.	DIAGRAMA INSTRUM.	OBSERVACIONES
BIC-943	DESPOSOR DEL ASENTADOR DE OBA AB-D-14	BC BIC BY BY	CA OC LO PP	#1	#3	SE SUSTITUYE A BIC-943 PO 10 57
PS-941 IL-941	PARO DE BOMBA AB-P-16/A	PS IL PS IL	CA CA OC OC	#1	#1	
PS-942 IL-942	PARO DE BOMBA AB-P-17/A	PS IL PS IL	CA CA OC OC	#1	#1	
PS-943 IL-943	PARO DE BOMBA AB-P-19/A	PS IL PS IL	CA CA OC OC	#1	#1	
PS-951 IL-951 IL-951B	PARO DE BOMBA AB-P-20 / 21	PS IL IL-P PS IL IL-P	CA CA CA OC OC OC	#2	#2	QUE INDICADORA BOMBA AB-P-20 QUE INDICADORA BOMBA AB-P-21
PS-952 IL-952	PARO DE BOMBA AB-P-30	PS IL PS IL	CA CA OC OC	#4	#2	

## *CAPÍTULO II*

### *SISTEMA DE TIERRAS EN CUARTO DE CONTROL*

## II. SISTEMA DE TIERRAS EN CUARTO DE CONTROL.

### II.1 OBJETIVO Y GENERALIDADES DEL SISTEMA DE TIERRAS.

El objetivo fundamental al instalar una red de tierras es proporcionar una trayectoria de baja impedancia, con el fin de disipar las corrientes de falla a tierra y evitar que el personal y el equipo estén expuestos a potenciales que puedan ocasionarles una descarga peligrosa y dañarlos, por lo cual es necesario que todas las estructuras metálicas, cajas de conexiones, carcasa de motores, bastidores de máquinas, equipo electrónico y cualquier dispositivo capaz de conducir corriente eléctrica estén conectados a tierra.

Los sistemas de tierras son una parte importante en las instalaciones y de los cuales depende un diverso número de razones que a continuación se enlistan:

- Garantizar la operación correcta de algunos dispositivos.
- Proporcionar seguridad al personal.
- Protección de equipos sensibles en condiciones normales y de falla, así como aparatos e instalaciones contra daños por fallas eléctricas, incluyendo fallas de aislamiento, corto circuito, sobrecargas y las condiciones anormales de operación.
- Proporcionar un medio de conexión a tierra para sistemas con neutro aterrizado.
- Facilitar la aplicación de algunos circuitos de protección para discriminar fácilmente fallas a tierra en los sistemas eléctricos.
- Proporcionar un medio suficiente, seguro de descarga y desenergización para mantenimiento.
- Proporcionar mayor confiabilidad y continuidad de los servicios eléctricos.
- Para estabilizar el voltaje durante condiciones transitorias y con ella minimizar la probabilidad de falla debida a sobretensiones.
- Para disipar la corriente asociada a las descargas atmosféricas.

Por lo cual, la malla de tierras que se instala en el cuarto de control satélite, por requerimientos propios de los dispositivos a instalar deberá ser propia del equipo e independiente de la malla general de tierras de toda la planta de proceso.

## II.2 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE TIERRAS.

Los sistemas de tierra se clasifican en dos grandes grupos que son :

- a) Sistemas a tierra normalmente desenergizados o de protección.

Corresponde a los sistemas que tienen la función de eliminar o limitar el valor de la tensión a tierra (menos de 125 V.) de aquellas partes de la instalación con las que pueda tener contacto el personal.

- b) Sistemas a tierra normalmente energizados o de servicio.

Consisten en poner a tierra, por necesidad de funcionamiento, determinados puntos del circuito eléctrico como :  
Neutros de los transformadores, generadores y apartarrayos, etc.

## II.3 METODOS DE CONEXION A TIERRA.

Los sistemas de tierra pueden clasificarse en distintos arreglos y los más comunes son :

- a) Neutro no aterrizado (flotante).
- b) Sólidamente aterrizado.
- c) Aterrizado con baja resistencia.
- d) Aterrizado con alta resistencia.

Neutro no aterrizado. Se utiliza en plantas industriales donde se desea mantener la continuidad de servicio, o al menos poder disponer de un paro ordenado evitando riesgos y pérdidas que provocaría un paro imprevisto, el sistema de neutro flotante presenta la característica de que una primera falla de línea a tierra no provocaría un disparo automático de los circuitos.

Cuando una falla de línea a tierra se mantiene en un conductor, los otros dos conductores de fase están sujetos a un sobre voltaje, por lo cual es sumamente importante localizar la falla y removerla antes de que los esfuerzos anormales del voltaje produzcan el paro en máquinas diferentes o en los propios circuitos. Además mientras perdure la falla se presenta el peligro de descarga.

Existen en la actualidad diversos métodos para la localización de tierras en sistemas flotantes, desde el rudimentario de cambiar los equipos que están funcionando por sus relevos, hasta los que utilizan aparatos que funcionan y definen el circuito a tierra sin hacer cambios en los equipos.

Dentro de los detectores de fallas a tierra, existe el arreglo de la figura (2.1) que presenta las ventajas de : sencillez confiabilidad, fácil interpretación y conexión.

Con este detector, se tiene una supervisión constante cuando ocurre una falla de fase a tierra, una de las ramas de la estrella que forma el detector queda sin tensión, consecuentemente se apagan las dos lámparas conectadas en esta rama, indicando claramente la falla y las otras dos ramas quedarán con una tensión de mayor intensidad luminosa. Todo esto ocurre sin afectar el funcionamiento de los equipos conectados a la red, con lo cual no se tienen problemas operacionales ni de disturbios que puedan provocar emergencias.

Se puede colocar en el detector de tierras un interruptor normalmente cerrado que al operarlo abre la conexión a tierra del detector, al hacer esto, éste queda como un sistema trifásico balanceado independiente de tierra, debiendo encender todas las lámparas con la misma intensidad, con lo que se comprueba su funcionamiento correcto.

Cuando se tienen diferencias en las intensidades luminosas de las lámparas del detector, es indicación de baja resistencia de aislamiento en una de las fases de la red o cuando se tienen apagadas las lámparas de una de las ramas, debe de operarse momentáneamente este interruptor para saber que efectivamente la falla que se indica es en la red y no una mala operación de las lámparas.

Evaluación de confiabilidad.- Las experiencias en el manejo de circuitos, indican que la mayoría de las fallas de fase a tierra se presentan bajando su resistencia de aislamiento en forma paulatina.

Se considera 100% de confiabilidad cuando las lámparas del detector de tierras encienden con la misma intensidad, indicando con esto que la tensión de cada fase a tierra es igual. Se considerará 0% de confiabilidad cuando se tenga una falla de fase a tierra, o sea que la tensión de una de las fases a tierra será 0 volts.

De acuerdo con lo anterior, para conocer la confiabilidad de la red, primeramente se dan las tensiones de cada fase a tierra, de éstas tres mediciones se toman la mayor y la menor, después se mide la tensión entre fases del sistema y se aplican estos valores a la fórmula siguiente:

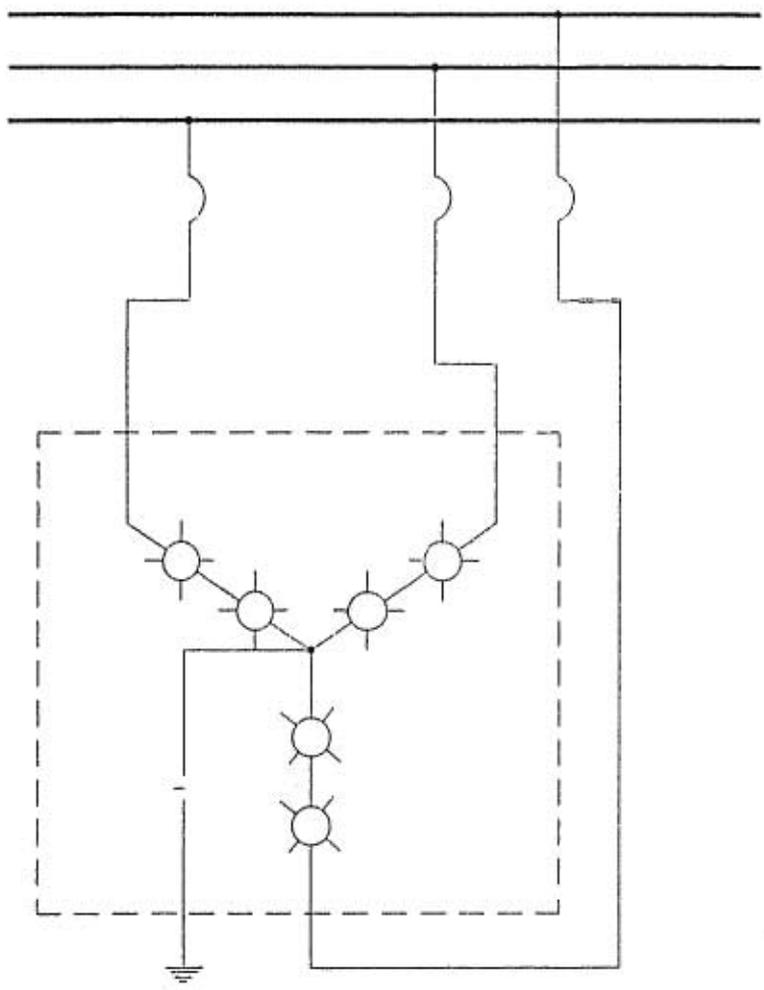


FIG. 2.1

DETECTORES DE FALLA A TIERRA

$$\%CONFABILIDAD = 1 - \left[ \frac{Tensión\ Mayor - Tensión\ Menor}{Tensión\ entre\ buses} \right] \times 100$$

Se recomienda hacer las mediciones de tensión cuando se note diferencia de intensidad luminosa en las lámparas del indicador de tierra, ya que de acuerdo con la práctica, se empieza a notar diferencia de intensidad abajo del 90% de confiabilidad. Asimismo, es recomendable que los sistemas no trabajen en un porcentaje de confiabilidad inferior a 50%.

#### **SISTEMA SÓLIDAMENTE ATERRIZADO.**

Este sistema proporciona el mayor control contra sobre voltaje, pero provoca la más alta corriente de falla a tierra. Tiene también las características de que permite el aislamiento inmediato de la falla, aunque si el disparo no es inmediato, es posible que se forme un arco eléctrico destructivo de considerable magnitud.

Otras ventajas son que se tienen el mínimo peligro de choques eléctricos y es posible el suministro de cargas de línea a neutro. Si bien se tiene la desventaja de que existe el peligro de flameo al personal, que en alguna forma pueda iniciar la falla a tierra con alguna herramienta.

#### **SISTEMA ATERRIZADO CON BAJA RESISTENCIA.**

Este sistema se utiliza normalmente en voltaje medio donde la limitación de la corriente de falla a tierra por el resistor ofrece las siguientes características.

- a) Reduce los daños de quemadura en los equipos.
- b) Reduce esfuerzos mecánicos en circuitos y aparatos que conducen corrientes de falla.
- c) Reduce el peligro de choques eléctricos al personal.
- d) Suprime sobrevoltajes transitorios.
- e) Provoca el aislamiento inmediato de la falla.

### **SISTEMA ATERRIZADO CON ALTA RESISTENCIA.**

El uso de este sistema se limita a tensiones de 5 KV, y menores, presentando las siguientes características :

- a) La corriente de falla a tierra se limita al mínimo (aproximadamente 1 a 2 Amp., en bajo voltaje : 2 a 6 Amp. en 2.4 a 4.16 KV).
- b) Presenta el mínimo peligro de flameo.
- c) Mínimo daño al equipo por arcos eléctricos durante la falla.
- d) Suprime voltajes transitorios debidos a fallas de arqueo, pero en general se aumentan los sobrevoltajes.
- e) Reduce daños de quemaduras en los equipos.
- f) Proporciona continuidad de operación en la primera falla a tierra.

### **NECESIDAD DE LA RED DE TIERRA.**

Es necesario contar con una red de tierra para cumplir con las siguientes funciones.

- a) Deberá proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes de tierra, ya sean debidas a una falla de aislamiento o a la operación de un pararrayo.
- b) Se debe evitar que durante la circulación de estas corrientes de tierra se puedan producir diferencias de potencial entre distintos puntos, que puedan ser peligroso para el personal.
- c) Facilitar mediante sistemas de relevadores la eliminación de las fallas de tierra en los sistemas eléctricos.
- d) Dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

### **II.4 CALCULO DE CONDUCTORES PARA LA RED DE TIERRAS EN CUARTO DE CONTROL.**

Cada uno de los elementos del sistema de tierra, incluyendo los conductores de la propia malla, las conexiones y los electrodos deben ser diseñados de tal manera que :

- Las uniones eléctricas no se fundan o deterioren, en las condiciones más desfavorables de magnitud y duración de la corriente de falla a que queden expuestas.
- Los elementos, sean mecánicamente resistentes en alto grado, específicamente en aquellos lugares en que quedan expuestos a un daño físico.
- Tengan suficiente conductividad para que no contribuyan apreciablemente a producir diferencias de potencial.

La ecuación de Onderdonk permite seleccionar el conductor de cobre y la unión adecuados para evitar la fusión.

La ecuación es la siguiente :

$$I = A \sqrt{\text{Log} \left( \frac{T_m - T_a}{10234 + T_a} \right) + 1} \cdot 33S$$

Donde :

- I = Corriente de falla a tierra en Amperes.
- A = Sección de cobre, en circular mils.
- S = Tiempo durante el cual circula la corriente de falla en segundos.
- T<sub>m</sub> = Temperatura máxima permisible, en grados centígrados.
- T<sub>a</sub> = Temperatura ambiente, en grados centígrados.

Suponiendo los siguientes valores lo más apegado a la realidad :

- T<sub>a</sub> = 40°C
- T<sub>m</sub> = 1083°C, temperatura de fusión del cobre.
- T<sub>m</sub> = 450°C, temperatura permisible para sistemas con soldadura.
- T<sub>m</sub> = 250°C, temperatura permisible para sistemas con uniones por conectores.

Cuando se desea establecer el calibre de un conductor para la red de tierras, se despeja el área (A), en la ecuación de Onderdonk y se obtiene la sección transversal necesaria en circular Mills (C.M.) se sabe que 1 mm<sup>2</sup>, es aproximadamente igual a 2000 Circular Mills.

El tiempo en que circula la falla se tomará igual al necesario para que actúen las protecciones. Se considerará un tiempo total de operación del interruptor y del relevador de 0.2 segundos.

## II.5 LÍMITES DE CORRIENTE TOLERABLES POR EL CUERPO HUMANO.

El umbral de percepción de una corriente eléctrica de 60 CPS en un ser humano es del orden de 1 mA., ya que en rangos de 9 a 25 mA. resulta un efecto doloroso y se empieza a presentar el fenómeno de contracción muscular que ocasiona el fenómeno de aferrarse a los objetos electrizados, de 50 a 100 mA., se presenta el umbral de la fibrilación ventricular que es un fenómeno de daño irreversible en el corazón para terminar en valores superiores con el daño total del mismo y la muerte por ausencia total de actividad palpitatoria combinada con la asfixia, debida a la incapacidad de actividad respiratoria. Por lo cual, se debe considerar un valor seguro para el corazón sano es de 25 mA., a través de él, pero es muy importante el tiempo de duración de dicha corriente y en éstas consideraciones se toman como base 3 segundos.

La ecuación que liga los parámetros de la intensidad de corriente tolerable y el tiempo en que puede tolerarle un organismo es :

$$I_k^2 t = 0.027$$

Donde resulta :

$$I_k = \frac{0.165}{\sqrt{t}} \quad \text{-----} \quad (1)$$

En donde I es el valor efectivo de la corriente que circula por el cuerpo, en Amperes y t es el tiempo de duración del choque eléctrico en segundos 0.027 es una constante de energía, derivada empíricamente.

Es necesario para una buena comprensión tomar en cuenta los diversos casos que pueden presentarse al hacer contacto con superficies a diferente potencial.

Las diferencias de potencial tolerables se determinan de acuerdo con los conceptos de tensiones de "paso" y de "contacto".

En la figura 2.2 se muestra el circuito equivalente de la diferencia de tensión de un "paso" entre los pies.

La distancia de contacto entre los pies se supone de 1 metro.

La figura 2.3 muestra el circuito equivalente del potencial de contacto, entre la mano y los dos pies. La distancia medida sobre el suelo, igual al alcance normal es de 1 metro.

Los circuitos incluyen las resistencias del sistema de electrodos de tierra ( $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_0$ ), las resistencias de contacto de la mano y la de los zapatos (las dos últimas se consideran despreciables), la resistencia  $R_F$  del terreno inmediato debajo de cada pie y la resistencia del cuerpo  $R_K$ . Para fines prácticos se considera  $R_F$ :

$$R_f = 3 \rho_s S \quad \text{para cada pie, donde } \rho_s \text{ es la resistividad superficial (ohms-m) que toca el pie.}$$

El valor de la resistencia del cuerpo humano  $R_K$  es variable recomendándose tomar 1000 ohms para la resistencia entre los dos pies y entre pies y manos.

Sustituyendo las constantes apropiadas de los circuitos en cada caso y los valores tolerables de corriente de la ecuación (1) se obtiene:

$$E_{p, \text{tol}} = (R_K + 2R_f) I_K = (1000 + 6\rho_s S) + \frac{0,165}{\sqrt{t}}$$

$$E_{\text{paso}} = \frac{165 + 1 \rho_s}{\sqrt{t}} \quad \text{Volts}$$

$$E_{\text{contacto}} = (R_K + 1/2 R_f) I_K = (1000 + 1,5 \rho_s S) + \frac{0,165}{\sqrt{t}}$$

$$E_{\text{contacto}} = \frac{165 + 0,25 \rho_s}{\sqrt{t}} \quad \text{Volts}$$

Como norma, se ha tomado como valor máximo de tensión que puede soportar el cuerpo humano durante un tiempo de 1.2 segundos el valor de 150 Volts.

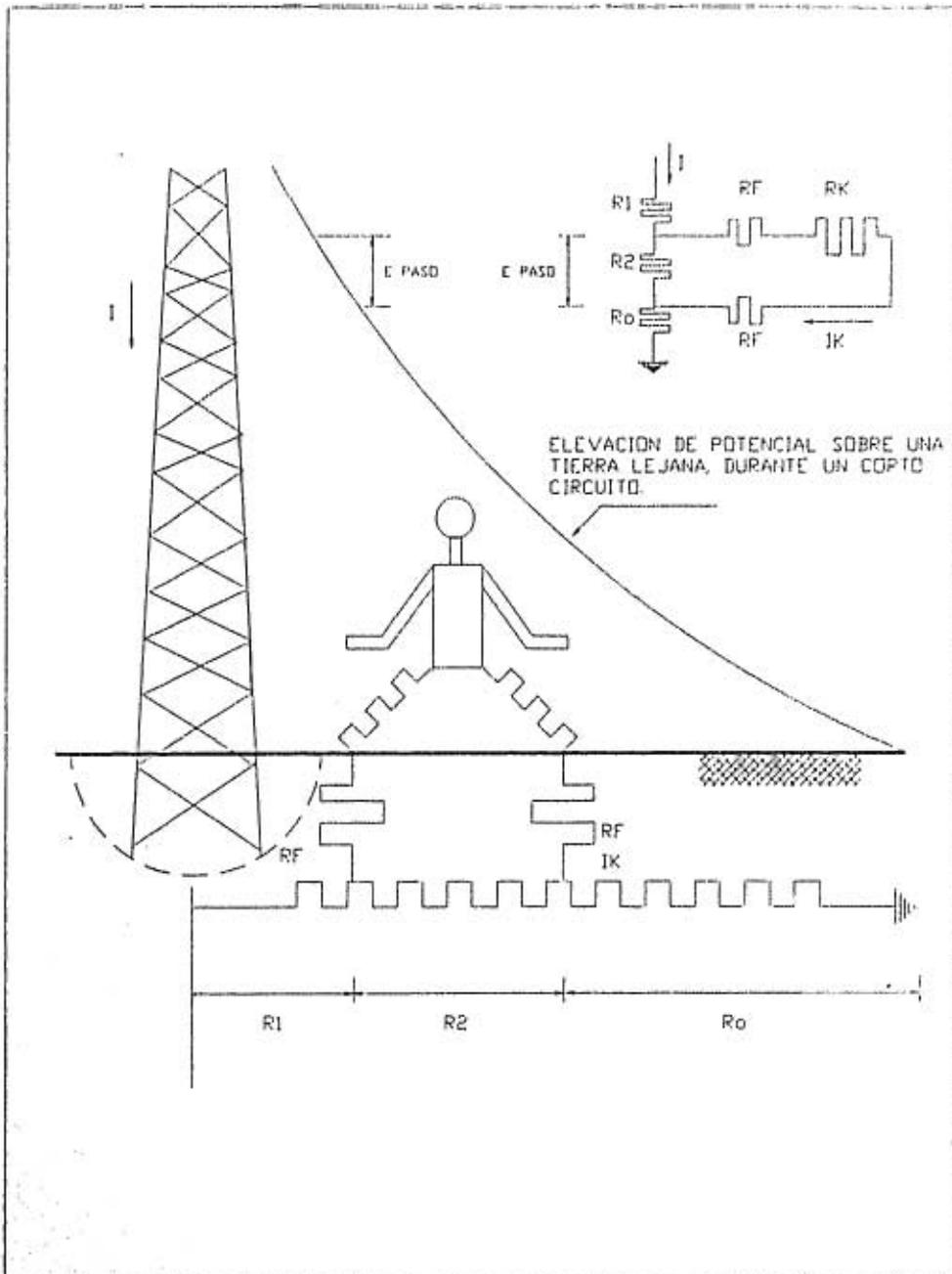


FIG. 2.2

TENSIONES DE PASO

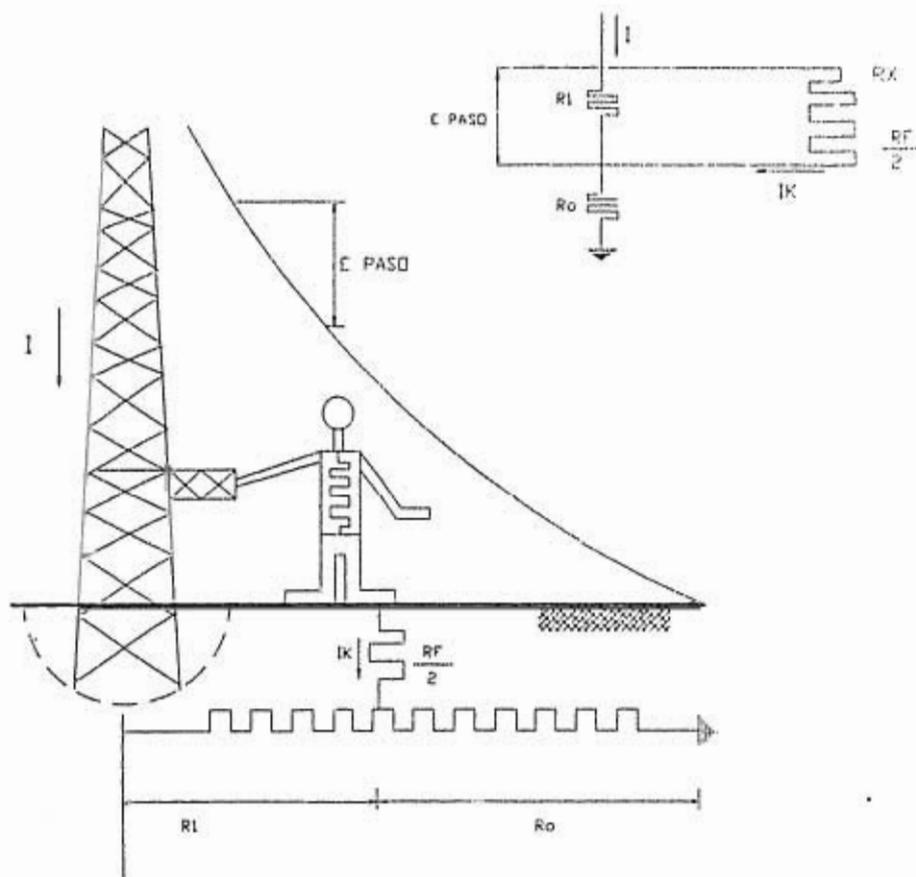


FIG. 2.3

TENSIONES DE CONTACTO

## II.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE TIERRAS EN CUARTO DE CONTROL.

El problema del dimensionamiento de una red de tierras consistente en el cálculo de un conjunto de elementos conectados de manera que se tenga una resistencia de tierra resultante.

En donde :

$$R_t = \frac{V_t}{I_t}$$

siendo :

$V_t$ , la máxima tensión admisible a tierra y corresponde a la máxima corriente de tierra  $I_t$ .

La resistencia a tierra depende en general de su forma y dimensiones y de un modo prevalente del valor medio de la resistencia, que a su vez depende de la naturaleza del terreno, del grado de humedad y de la temperatura.

Con el fin de dar una idea de los valores de resistividad del terreno se dan los siguientes valores; en la Tabla 2.1

TABLA 2.1

TIPO DE TERRENO	RESISTIVIDAD EN OHMS METROS
Tierra Orgánica Mojada	10
Tierra Húmeda	10 <sup>2</sup>
Tierra Seca	10 <sup>3</sup>
Roca Sólida	10 <sup>4</sup>
Tierra Arenosa Seca	1000 Ω - Metro
Tierra con Guijarros y Cemento	1000 Ω - Metro
Suelo Rocoso	1000 Ω - Metro
Roca Compacta	1000 Ω - Metro

El contenido de gases, ácidos o álcalis afecta en forma muy apreciable la resistividad abatiéndola. La resistividad depende del contenido de humedad, cuando ésta se produce abajo del 22% por peso, la resistividad crece bruscamente. En este caso, se requiere el uso de varillas verticales de suficiente longitud para

llegar a las capas de mayor humedad y se instalan las mallas del sistema de tierras a mayores profundidades a efecto de que queden en contacto con la tierra húmeda.

La grava o roca triturada colocada en la superficie ayuda tanto a evitar la evaporación del agua, reduciendo la magnitud de los choques eléctricos, dada su alta resistividad.

La temperatura también ejerce una influencia apreciable sobre la resistividad del terreno. A menos de 0°C, la resistividad crece bruscamente y a mayores temperaturas esta decrece, excepto al llegar al punto de ebullición del agua que rodea al electrodo por el cual pasa una corriente muy intensa, resultando entonces resistividades elevadas, debido a la evaporación de la humedad.

## II.7 DISPOSICIONES BASICAS DE LA RED DE TIERRAS.

Para las redes de tierra, se consideran básicamente tres sistemas :

- a) Sistema Radial
- b) Sistema de Anillo
- c) Sistema de Malla

### SISTEMA RADIAL.

El sistema radial es el más barato, pero el menos satisfactorio, ya que al producirse una falla en el aparato se producen grandes gradientes de potencial.

Este sistema consiste en uno o varios electrodos a los cuales se conectan las derivaciones de cada aparato, como se muestra en la Fig. 2.4.

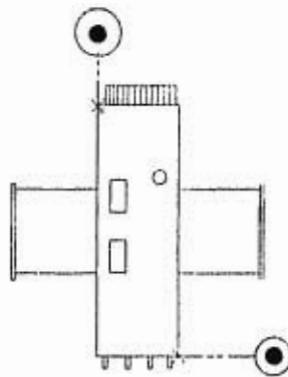
### SISTEMA EN ANILLO.

Se obtiene colocando en forma de anillo, un cable de cobre de suficiente calibre de acuerdo al cálculo, alrededor de la superficie ocupada por los equipos y se conectan las derivaciones para cada aparato o equipo, usando cable más delgado, como se muestra en la Fig. 2.5

TABLERO DE CONTROL



TRANSFORMADOR

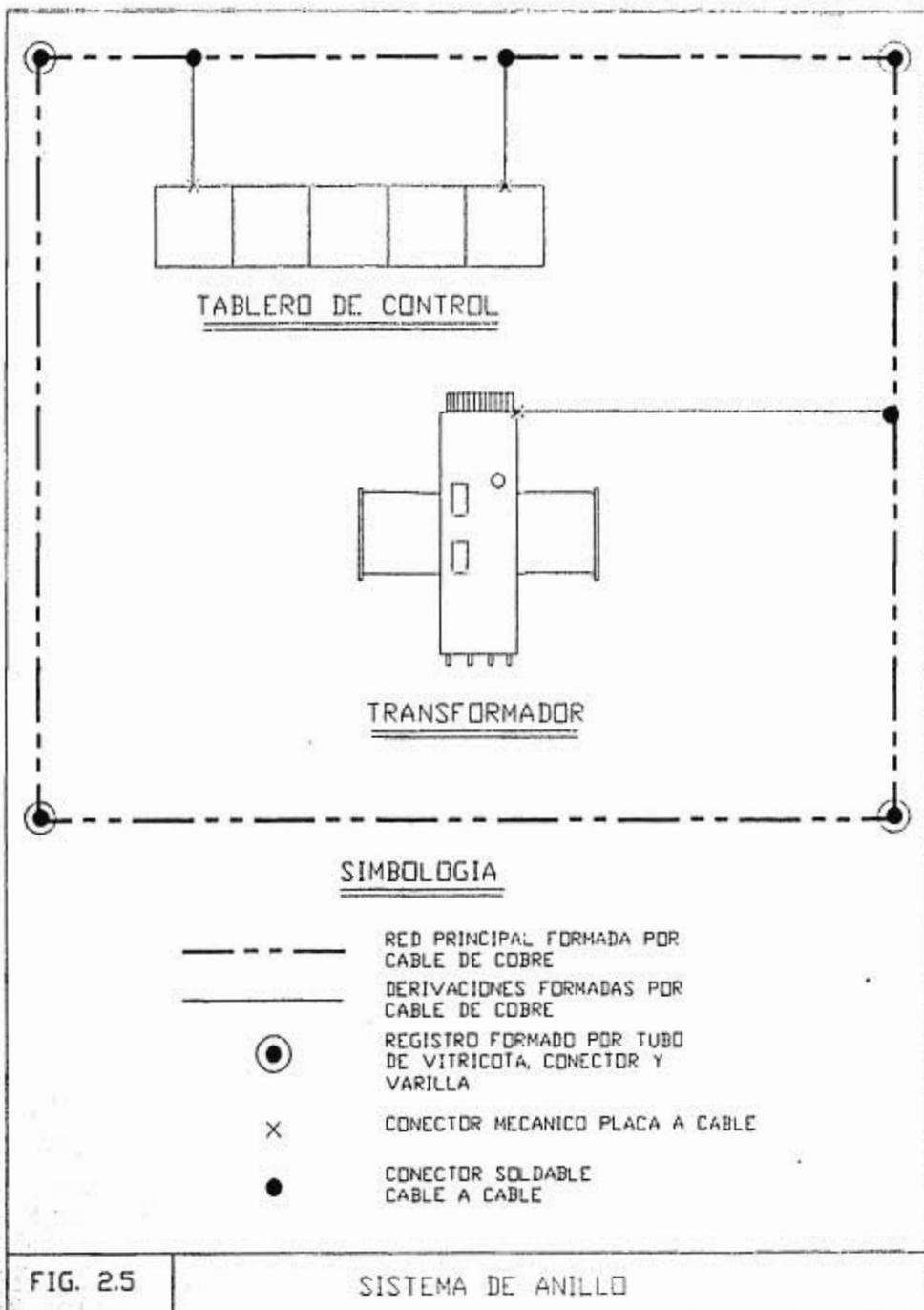


SIMBOLOGIA

-  RED PRINCIPAL FORMADA POR CABLE DE COBRE
-  REGISTRO FORMADO POR TUBO DE VITRICOTA, CONECTOR Y VARILLA
-  CONECTOR MECANICO PLACA A CABLE

FIG. 2.4

SISTEMA RADIAL



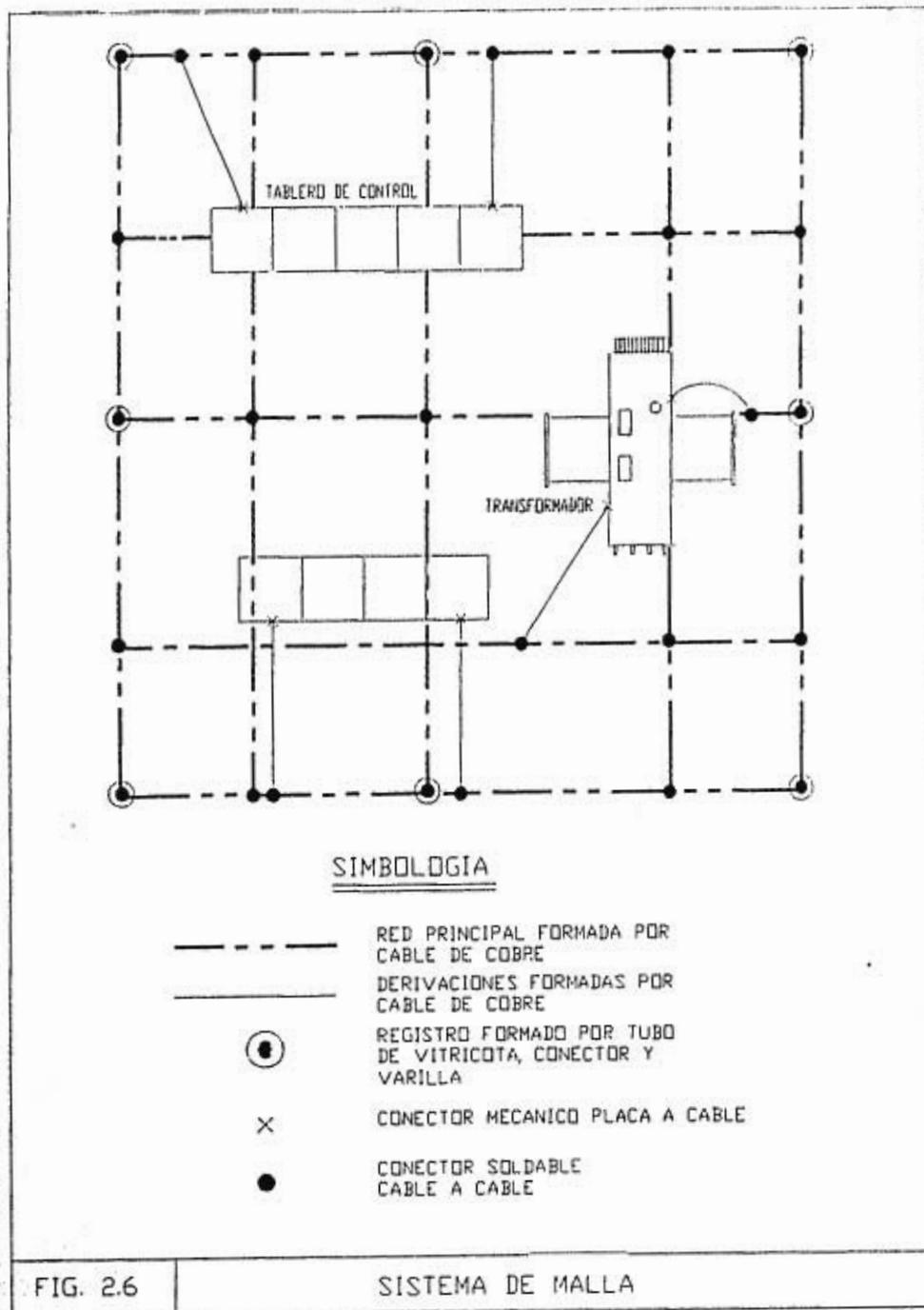


FIG. 2.6

SISTEMA DE MALLA

Es un sistema económico y eficiente y en el que se eliminan las grandes distancias de descarga a tierra del sistema radial. Los potenciales peligrosos son disminuidos al disiparse la corriente de falla por varios caminos en paralelo.

#### **SISTEMA DE MALLA.**

El sistema de malla son los más usado actualmente en los sistemas eléctricos, consiste como su nombre lo indica en una malla formada por cable de cobre conectado a través de electrodos de varillas de cobre para puesta a tierra de las partes más profundas para buscar sonda de menor resistividad, como se muestra en la Fig. 2.6. Este sistema es el más eficiente, pero también el más caro de los tres tipos.

### **II.8 PRINCIPALES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UN SISTEMA DE TIERRAS.**

El sistema de tierra se integra con los siguientes elementos:

- Conductores
- Varillas o electrodos de tierra
- Conectores y accesorios

#### **CONDUCTORES.**

Los conductores de puesta a tierra a través de los cuales se hace la conexión a tierra de las partes de instalación o del equipo que requiere dicha conexión.

Los conductores utilizados en los sistemas de tierra son de cable de cobre, generalmente desnudo o aislado formados por varios hilos y los materiales empleados en su fabricación, son el cobre, cobre estañado, copperweld (acero recubierto con cobre), acero, acero inoxidable, acero galvanizado o aluminio.

El factor principal en la selección del material es la característica de corrosión que presenta al estar enterrado. El cobre es la selección más común para los conductores, ya que es económico y tiene buena conductividad, además de ser resistente a la corrosión, debido a que es catódico respecto a otros materiales que pudieran estar enterrados junto a él y a la fusión. El calibre de los conductores se determina por los requerimientos de conducción de corriente.

## VARILLAS O ELECTRODOS DE TIERRA.

Estos elementos son enterrados en el terreno con el fin de encontrar zonas más húmedas y por lo tanto con menor resistividad eléctrica en el subsuelo.

Los materiales empleados en la fabricación de varillas o electrodos de tierra son generalmente el acero galvanizado, acero inoxidable y copperweld.

Como en los conductores, la selección de material dependerá de las características de corrosión que presenten al estar enterrados.

El copperweld es el material más empleado en las varillas de tierra ya que se combina el cobre con la alta resistencia mecánica del acero, además tiene buena conductividad, resistencia a la corrosión y buena resistencia mecánica para ser elevada en el terreno.

El diámetro y longitud de las varillas o electrodos se determinará por la resistencia mecánica y las características de resistencia eléctrica que presenten al estar enterrados. Se pueden conectar a los cables de la red de tierras, en la Fig. 2.7 se muestra un registro con varilla de tierra.

## CONECTORES Y ACCESORIOS.

Son aquellos elementos que nos sirven para unir los conductores del sistema de tierra, para conectar las varillas a los conductores y para la conexión de los equipos, a través de los conductores al sistema de tierra.

Los conectores utilizados en los sistemas de tierra son generalmente de dos tipos

- a) Conectores a presión.
- b) Conectores soldables.

Todos los tipos de conectores deben soportar la corriente de la red de tierra en forma continua.

ESTA TESTIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

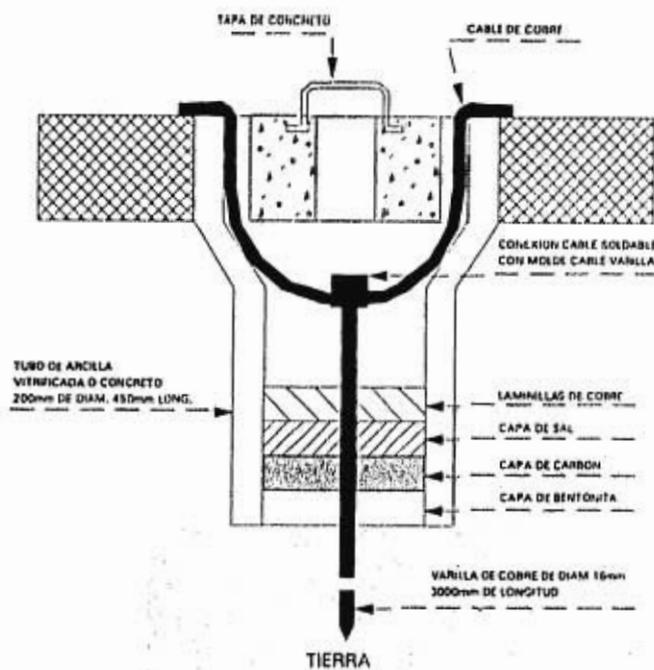


FIG. 2.7 TÍPICO DEL REGISTRO DEL SISTEMA DE TIERRAS

Los conectores a presión son todos aquellos que mediante presión mantienen en contacto a los conductores. También están comprendidos los conectores atornillados y los de compresión.

Los conectores atornillados son aquellos que se fabrican formando dos piezas que se unen por medio de tornillos, como se muestra en la Fig. 2.8

El material del conector es de bronce con alto contenido de cobre y el de los tornillos es de bronce al silicio que les da alta resistencia mecánica y la corrosión.

Los conectores de compresión se fabrican en una sola pieza y mediante herramientas especiales se colocan para la unión de conductores.

Los conectores a presión deberán diseñarse para una temperatura máxima de 250 a 350 grados centígrados. (Ver fig. 2.8a)

Los conectores soldables son aquellos que mediante una reacción química exotérmica, los conductores y el conector se soldan en una conexión molecular. Este tipo de conductor, por su naturaleza soporta la misma temperatura de fusión del conductor. (Ver fig. 2.8b)

Los conectores deberán seleccionarse con el mismo criterio con que se seleccionan los conductores y deberán tener las siguientes propiedades :

- a) Tener dimensiones adecuadas para absorber el calentamiento que se produce al circular por él corrientes elevadas, siendo resistentes a la fusión.
- b) Tener suficientemente asegurados a los conductores para soportar los esfuerzos electrodinámicos originados por las fallas, además de no permitir que los conductores se muevan dentro de él.

Los conectores a presión son más económicos que los atornillados y dan mayor garantía de buen contacto.

Los conectores soldables se siguen usando en la actualidad para los sistemas de tierra enterrados generalmente.

Cada elemento del sistema de tierra deberá tener las siguientes características :

- a) Resistencia a la corrosión. Retardando su deterioro en el ambiente donde se encuentre.

Los conectores a presión son todos aquellos que mediante presión mantienen en contacto a los conductores. También están comprendidos los conectores atornillados y los de compresión.

Los conectores atornillados son aquellos que se fabrican formando dos piezas que se unen por medio de tornillos, como se muestra en la Fig. 2.8

El material del conector es de bronce con alto contenido de cobre y el de los tornillos es de bronce al silicio que les da alta resistencia mecánica y la corrosión.

Los conectores de compresión se fabrican en una sola pieza y mediante herramientas especiales se colocan para la unión de conductores.

Los conectores a presión deberán diseñarse para una temperatura máxima de 250 a 350 grados centígrados.

Los conectores soldables son aquellos que mediante una reacción química exotérmica, los conductores y el conector se soldan en una conexión molecular. Este tipo de conductor, por su naturaleza soporta la misma temperatura de fusión del conductor.

Los conectores deberán seleccionarse con el mismo criterio con que se seleccionan los conductores y deberán tener las siguientes propiedades :

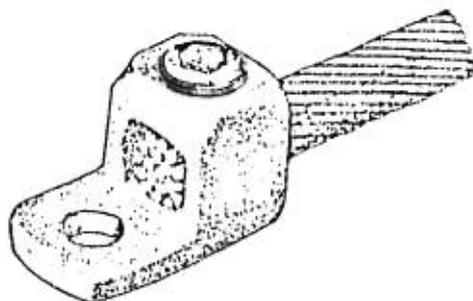
- a) Tener dimensiones adecuadas para absorber el calentamiento que se produce al circular por él corrientes elevadas, siendo resistentes a la fusión.
- b) Tener suficientemente asegurados a los conductores para soportar los esfuerzos electrodinámicos originados por las fallas, además de no permitir que los conductores se muevan dentro de él.

Los conectores a presión son más económicos que los atornillados y dan mayor garantía de buen contacto.

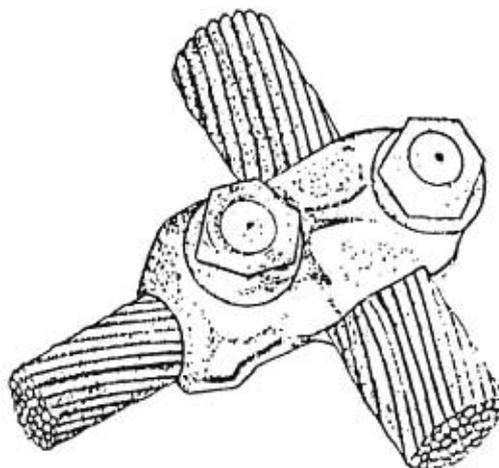
Los conectores soldables se siguen usando en la actualidad para los sistemas de tierra enterrados generalmente.

Cada elemento del sistema de tierra deberá tener las siguientes características :

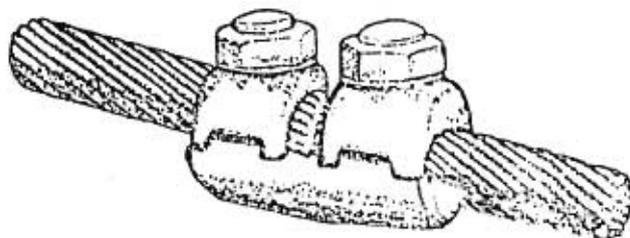
- a) Resistencia a la corrosión. Retardando su deterioro en el ambiente donde se encuentre.



CONECTOR MECANICO PLACA A CABLE



CONECTOR MECANICO CABLE A CABLE EN "T"



CONECTOR MECANICO CABLE A CABLE

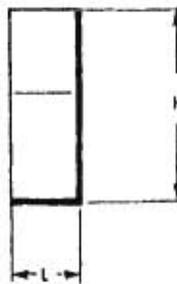
CONEXIONES MECANICAS EN REDES DE TIERRA

FIG. 2.8

## TIPO YGHR-C

### CONECTOR DE ALTA RESISTENCIA TIPO COMPRESION PARA DERIVAR A VARILLAS DE TIERRA

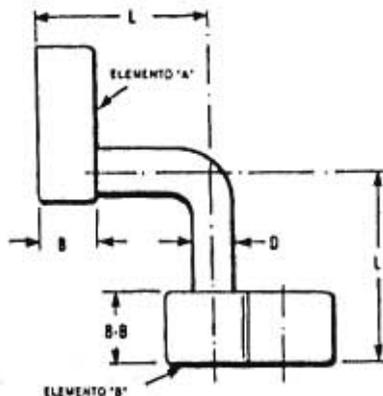
Conectores de alta resistencia a la torsión, para derivar a varillas de tierra. Acepta una amplia gama de conductores de cobre a varilla de tierra. Adecuado para aterrizaje directo. Estos conectores se surten con compuesto Penetrox y empaquetados en plástico.



## TIPO YGLR-C

Tipo compresión para varilla de tierra a malla, de alta resistencia.

Conector para malla de tierra, que acepta una amplia gama de cables de cobre a varilla de tierra. Ofrece alta resistencia a la torsión en varillas de tierra. Adecuado para aterrizaje directo. Se surte con compuesto penetrox y empaquetado en plástico.

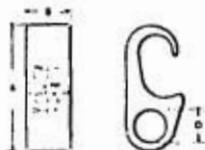


CONECTORES TIPO COMPRESION PARA  
REDES DE TIERRA

FIG. 2.8a

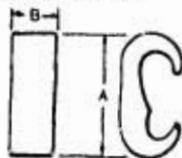
## TIPO YGHP-C

Derivación tipo compresión para tierra que puede utilizarse como derivador o como empalme superpuesto. Se requiere únicamente 4 juegos de dados y 8 tipos de conectores para conectar conductores desde el # 6 sólido hasta 500 MCM, así como varillas de tierra con recubrimiento de cobre de 1/2" (12.7mm), 5/8" (15.9 mm) y 3/4" (19 mm). Adecuado para enterramiento directo. Contiene compuesto Penetrox y viene empaquetado en plástico.



## TIPO YGHC-C

Conector derivador tipo compresión para tierra. Acepta combinaciones de cable desde el # 6 sólido hasta 500 MCM. La abertura en forma de 'C' permite la colocación de los dos cables paralelos de atornillaje en la ranura del conductor. Adecuado para enterramiento directo. Contiene compuesto Penetrox y viene empaquetado en plástico.

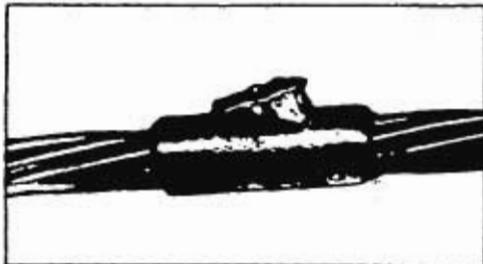


CONECTORES TIPO COMPRESION PARA REDES DE TIERRA.

FIG. 2.8a

**CABLE A CABLE**

TIPO SS



CONEXION DE CABLE A CABLE HORIZONTAL PARA CABLES DE COBRE, TIPO COPPERWELD O ACERO.

**CABLE A CABLE**

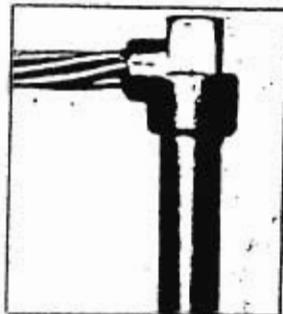
TIPO TA



"T" HORIZONTAL, CABLE DE PASO Y DERIVACION A TOPE, PARA CABLES DE COBRE, TIPO COPPERWELD O ACERO.

**CABLE A VARILLA DE TIERRA**

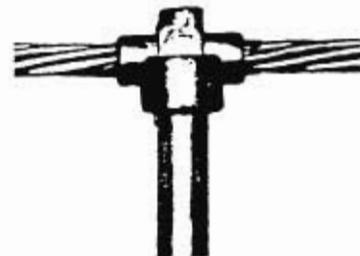
TIPO GR



CABLE A TOPE CON VARILLA DE TIERRA

**CABLE A VARILLA DE TIERRA**

TIPO GT



CABLE DE PASO A VARILLA DE TIERRA POSICION "T"

CONEXIONES SOLDABLES PARA REDES DE TIERRA.

FIG. 2,85

- b) Conductividad eléctrica. De manera que no contribuya substancialmente con diferencias de potencial en el sistema de tierra.
- c) Capacidad de conducción de corriente. Suficiente para soportar los esfuerzos térmicos durante las condiciones más adversas impuestas por la magnitud y duración de las corrientes de falla.
- d) Resistencia mecánica. De tal manera que soporte esfuerzos electromecánicos y daño físico.

## II.9 SISTEMA DE TIERRAS INSTALADO EN CUARTO DE CONTROL.

El Sistema de Tierras del edificio (ver figura No. 2.9), se emplea básicamente para proteger al ser humano como factor importante y las instalaciones de los percances que puede ocasionar una descarga eléctrica natural o bien cualquier otro corto circuito que pudiera presentarse por el funcionamiento de los dispositivos, permitiendo que cada uno de los equipos y dispositivos tengan la garantía respaldada en caso de alguna falla que pudiera ocurrir en el manejo de la energía eléctrica para cada uno de los dispositivos y no provoque daños a las instalaciones. Este sistema de tierras por lo general solo se indica, ya que es propio de toda instalación de este tipo.

El Sistema de Tierras de Seguridad del Sistema protege el sistema de control distribuido (SCD), acondicionador de línea, Sistema de Fuerza Ininterrumpible y Tableros de Distribución contra cualquier tipo de descarga eléctrica que pudiera afectar su funcionamiento mientras que el Sistema de Tierras de Referencia o Lógica proporciona una homogenización de potencial al Sistema de Control Distribuido, para el tren lógico de pulsos, tomándose como referencia para el valor bajo. Lo anterior se logra aterrizando cada uno de los equipos y dispositivos, por medio de varillas enterradas. (Ver Figura 2.9a)

Para estos Sistemas de Tierras, la impedancia máxima requerida para los equipos, electrónicos deberá ser de 1.0 ohms.

La resistencia a tierra de la red deberá probarse cuando esté terminada la instalación, si la resistencia medida es mayor de un ohm se deberán instalar más varillas o aplicarle tratamiento al terreno, hasta bajar la impedancia. El cable principal de la red en este caso se instalará sobre el piso de concreto, abajo del piso falso. El aterrizaje se hará enterrando varillas de copenweeld (cobre-acero) de 16 mm, de diámetro y longitud aproximada de 3 metros.

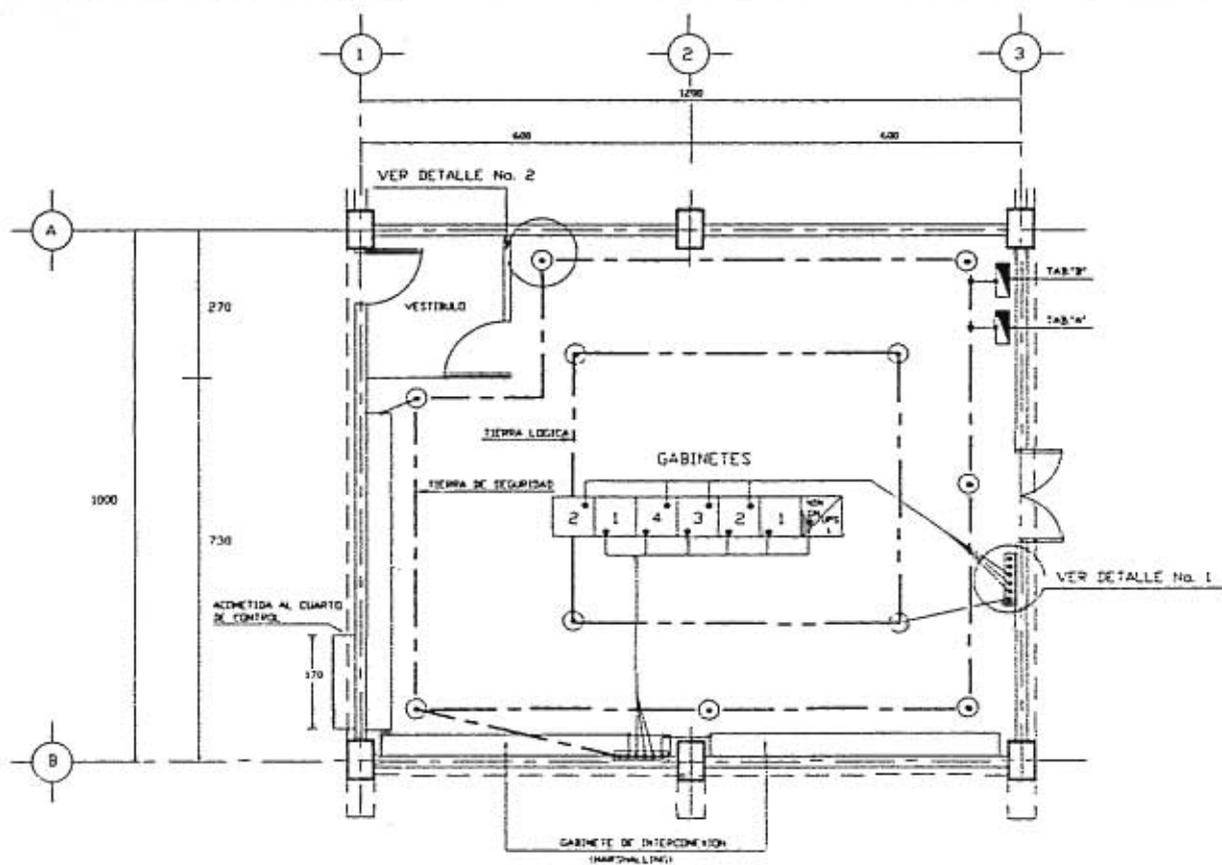
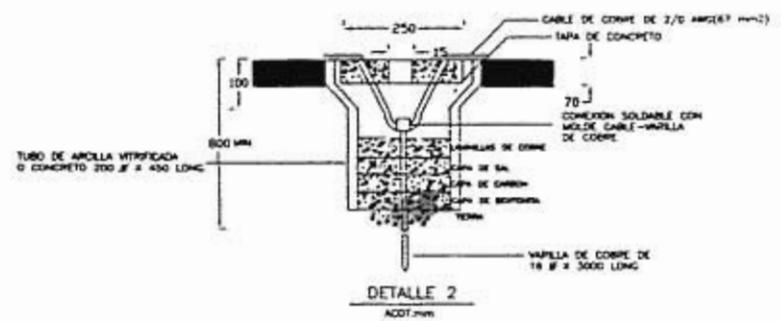
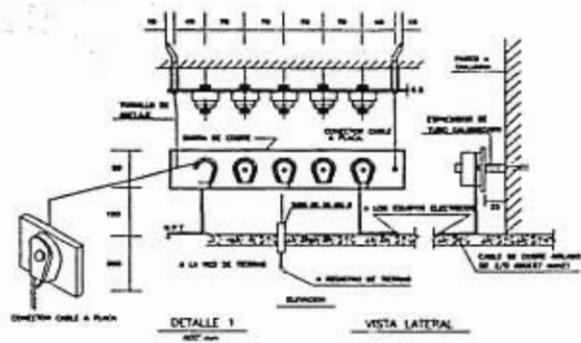


FIG. 2.9

SISTEMA DE TIERRAS EN CUARTO DE CONTROL



SIMBOLOGIA

- RED PRINCIPAL FORMADA POR CABLE DE COBRE AISLADO CAL 2 1/2 AWG (TIERRA DE SEGURIDAD)
- RED PRINCIPAL FORMADA POR CABLE DE COBRE AISLADO CAL 2 1/2 AWG (TIERRA LOGICA)
- DEVIACIONES FORMADAS POR CABLE DE COBRE AISLADO CAL 2 AWG
- CONECTOR SOLDABLE CABLE A CABLE
- ⊙ REGISTRO FORMADO POR TUBO DE VITROTA CONECTOR Y VANILLA
- ⬢ BARRA DE COBRE PARA CONEXION A TIERRA
- X CONECTOR SOLDABLE PLACA A CABLE

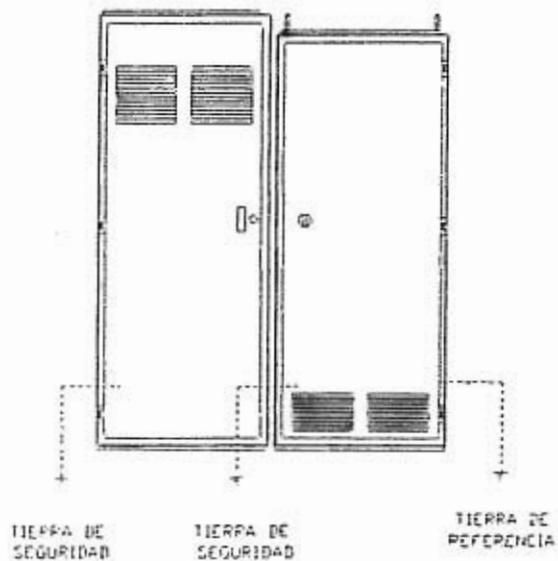
NOTAS

- 1- LA LOCALIZACION DE REGISTROS, ELECTRODOS Y CABLES DE LA RED ES APROXIMADA SU UBICACION EXACTA SE HARA EN CAMPO.
- 2- LA RESISTENCIA A TIERRA DE LA RED, DEBERA PROBARSE CUANDO ESTE TERMINADA LA INSTALACION SI LA RESISTENCIA MEDIDA ES MAYOR DE 1 O OHMS SE DEBERAN INSTALAR MAS VANILLAS O TRATAMIENTO AL TERRENO, HASTA BAJAR SU IMPEDANCIAS
- 3- EL CABLE PRINCIPAL DE LA RED DE TIERRAS SE INSTALARA SOBRE EL PISO DE CONCRETO (ABAJO DEL PISO FALSO)
- 4- LA BARRA DE CONEXION A TIERRA DEBE SE COLOCADA SOBRE EL MUPO O COLLARIN A 15 cm DE LA ALTURA SOBRE N.P.T. (ABAJO DEL PISO FALSO/ASLADA DEL CONCRETO)
- 5- LA RED DE TIERRAS DEL CUARTO DE CONTROL SATELITE SERA INDEPENDIENTE DEL SISTEMA GENERAL DE TIERRAS EXISTENTE DE LA PLANTA.

FIG.2.9

DETALLES, NOTAS Y SIMBOLOGIA DEL SISTEMA DE TIERRAS EN CUARTO DE CONTROL

SISTEMA DE TIERRA  
EN GABINETES  
(GABINETE LCN) (GABINETE APH)



NOTA 1

- LAS VARILLAS DE TIERRA DE REFERENCIA
- TIERRA DE SEGURIDAD SON INDEPENDIENTES
- DEBERAN TENER UNA SEPARACION MINIMA DE 3 METROS

FIG. 2.9a

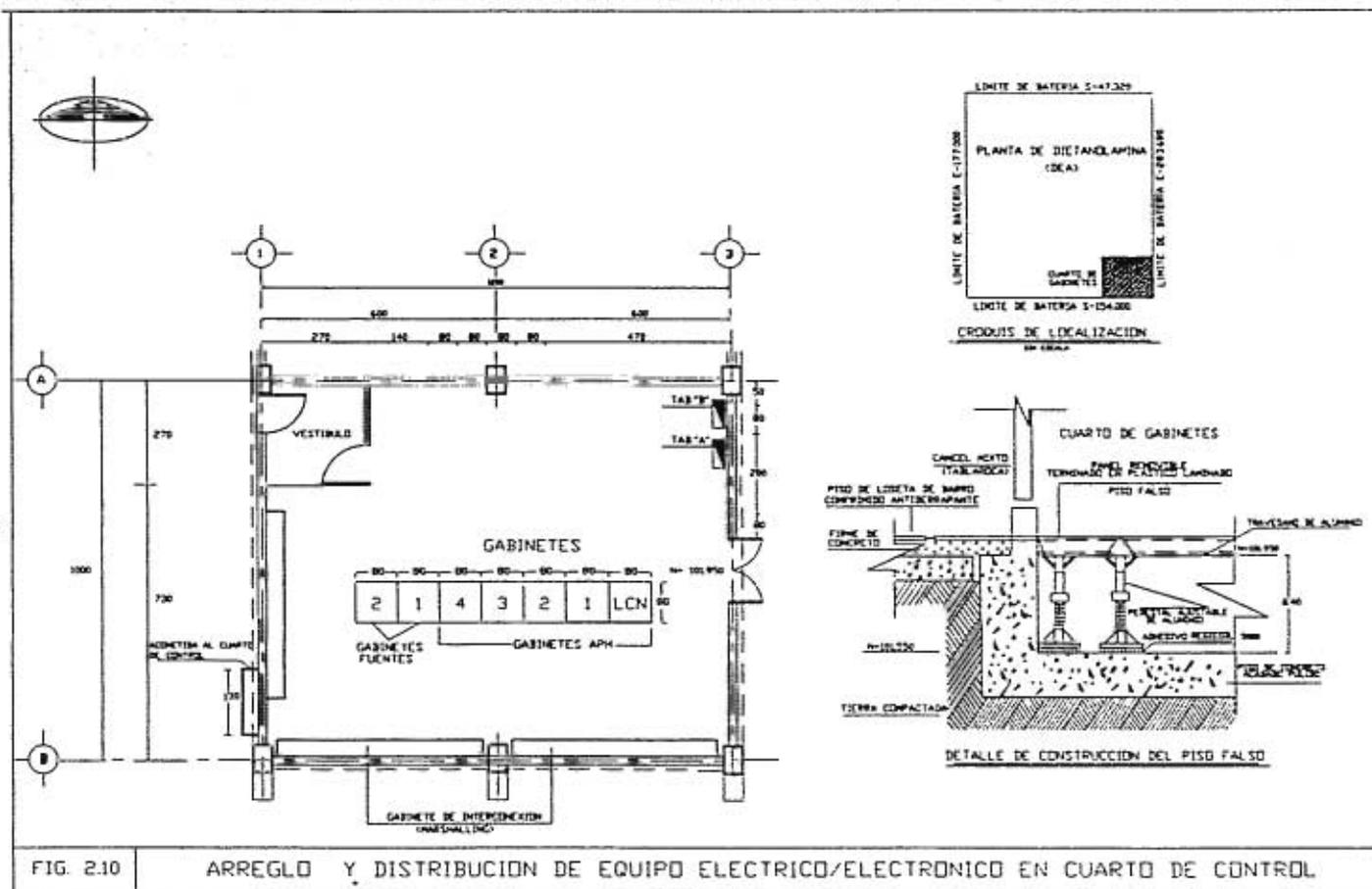
DISTRIBUCION DE TIERRAS EN GABINETES

El cable de aterrizaje es de cobre del calibre 2/0 AWG aislado, además de que las varillas o electrodos deberán llevar una separación entre sí de 3 metros con el fin de evitar interferencias entre sí de corrientes parásitas.

Los empalmes para este sistema de tierras serán por soldadura.

Se muestra el arreglo y distribución del equipo eléctrico/electrónico en cuarto de control.

También se da a conocer las dimensiones del equipo y del cuarto de control, así como la ubicación del cuarto dentro de la planta. (Ver Fig. 2.10, 2.10a)



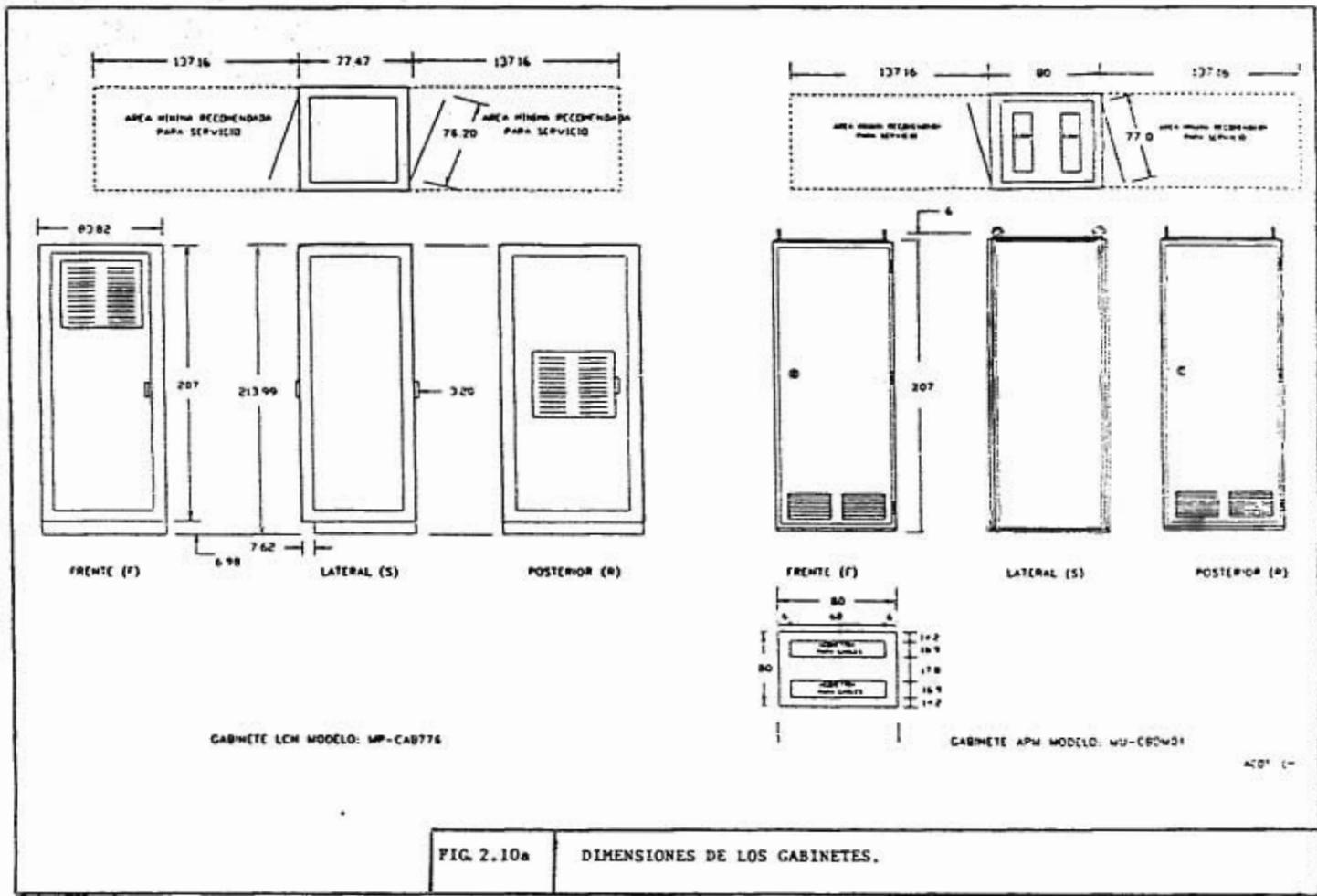


FIG. 2.10a DIMENSIONES DE LOS GABINETES.

### *CAPÍTULO III*

#### *DISTRIBUCIÓN DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL*

### III. DISTRIBUCION DE FUERZA EN CUARTO DE CONTROL.

#### III.1 GENERALIDADES.

La centralización de las operaciones de las plantas también centralizan los riesgos. debido a que, el cuarto de control se localiza dentro del área de la planta, su construcción es sin ventanas y resistente a ondas de choque producidas por explosiones.

El riesgo a proteger en el cuarto de control corresponde a la planta que se controle. En todas estas áreas se mantiene una temperatura de 23°C mediante el aire acondicionado, también en el diseño de sistemas e instalación se incluye un sistema automático para detección y control de fuego mediante inundación total de CO<sub>2</sub> en el cuarto de control o cuarto de gabinetes, además cuenta con un piso falso aterrizado a la red de tierras con suficiente altura para instalar soportes y a la vez poder comunicarse con otras áreas con piso falso y dar cabida a charolas, tubería, cables y fibras ópticas para entrada y salida de señales.

Los requerimientos de alimentación eléctrica en cuarto de control es para el Sistema de Control Distribuido (SCD) mediante un conexionado a gabinetes que a su vez recibe alimentación eléctrica en todos los dispositivos e instrumentos involucrados, los cuales son considerados en base a la capacidad requerida en la planta.

Debido a la importancia que los sistemas auxiliares tienen e intervienen en el cuarto de control, se revisarán a continuación más a detalle los siguientes:

- Aire Acondicionado
- Iluminación
- Piso Falso
- Sistema Contraincendio
- Suministro de fuerza e interconexión de los SCD'S.

#### **AIRE ACONDICIONADO.**

Las condiciones ambientales para la instalación de los instrumentos y control se deberá adecuar al tipo de requerimientos de operación de los equipos.

De acuerdo con la norma S71.01 de la ISA se clasifican en cuatro tipos de ambientes para Sistemas de Control, siendo los siguientes:

#### **CLASIFICACIÓN A. AIRE ACONDICIONADO.**

Esta clasificación se considera aire acondicionado con temperatura y humedad relativa controladas, generalmente se requiere para equipos electrónicos y de cómputo.

#### **CLASIFICACIÓN B. TEMPERATURA CONTROLADA EN INTERIORES.**

Para esta clasificación la temperatura es controlada, pero la humedad relativa no. Generalmente se requiere una operación continua como la encontrada en tiendas y ocasionalmente en transportación.

#### **CLASIFICACIÓN C. CASSETAS DE RESGUARDO O COBERTIZOS.**

En esta clasificación, los dispositivos no están expuestos directamente a los elementos climatológicos como la radiación solar, lluvia, viento y otras precipitaciones. Pero no se considera el control de temperatura ni de humedad.

#### **CLASIFICACIÓN D. EXTERIORES.**

Esta clasificación, se tiene donde no es requerida protección contra las condiciones del ambiente. El equipo está expuesto a los cambios severos de las condiciones ambientales de la intemperie.

De acuerdo con la clasificación anterior, se concluye que el tipo de condiciones ambientales para los Sistemas de Control Distribuido (SCD), deberá estar de acuerdo con la clasificación A, que se refiere a aire acondicionado con temperatura y humedad controlada.

A continuación se describirán los principales conceptos involucrados en estas definiciones.

El aire contiene normalmente muchas impurezas como gases, sólidos, polvos, etc., siempre va a depender del lugar de procedencia, puede ser a nivel del mar, zonas urbanas, zonas industriales o zonas montañosas que llevan consigo algunas impurezas.

El aire contiene por lo general los siguientes componentes:

GASES	%	IMPUREZAS
Nitrógeno	78.03	Humos de sulfuros
Oxígeno	20.99	Humos de ácidos
Argón	0.94	CO <sub>2</sub>
		Polvos
Bióxido de Carbono		Cenizas
Hidrógeno	todos	Minerales
Xenón	0.01	Vegetales
Kriptón		Animales
Otros		Microorganismos

#### ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE.

Acondicionar el aire es controlar su temperatura, humedad, distribución y pureza. El objetivo es procurar la comodidad de los ocupantes del Cuarto de Control Satélite y aumentar la vida útil de los equipos de control involucrados, manteniendo bajas las temperaturas de los recintos para mantener los valores de operación de los circuitos electrónicos, aumentando así su vida útil, además de evitar que el equipo se contamine y sufra un desgaste prematuro o corrosión. En las áreas de control se mantiene una temperatura de 23°C mediante el acondicionamiento de aire, que normalmente es del tipo recirculación por medio de ductos con aislamiento térmico, los cuales no son visibles. Los ductos de aire acondicionado pasan a través del falso plafón y el aire se expulsa a través de las rejillas de los ductos.

Las fallas en el sistema de aire acondicionado se indican a través de las mediciones de la presión diferencial a la salida de la unidad manejadora de aire. para este caso es de tipo unizona, el cual usa gas no tóxico como medio refrigerante.

Los factores que influyen en la comodidad de las personas bajo el punto de vista del aire acondicionado son los siguientes:

- a) Temperatura del aire. Si no hubiera control de la temperatura, la vida sería imposible. Por esto, el control artificial de la temperatura dentro de un espacio cerrado fue el primer intento por lograr la comodidad humana y obtener óptimo desempeño de sus funciones.

Cuando se requiere enfriar un espacio, el aire de suministro debe tener una temperatura menor que la del espacio por acondicionar, de tal modo que la ganancia de calor del aire sea igual a la ganancia de calor del espacio, la cual se deberá por ejemplo, al calor conducido a través de techos, pisos, paredes, calor debido a las personas, calor debido a infiltraciones, etc., obvio que mientras menor sea la temperatura de entrada del aire, menor cantidad de aire se requerirá y su elección depende de varios factores como son dimensiones de espacio, altura de techos, actividad de los ocupantes, etc.

- b) Humedad del aire. Gran parte del calor del cuerpo humano se pierde por evaporación a través de la piel, debido a la baja humedad relativa del aire, mientras que las altas humedades la retarda produciendo no solamente reacciones fisiológicas molestas además de afectar las propiedades de algunos materiales.

Debido a que la medición de la humedad se efectúa de manera relativa, se definen los siguientes conceptos.

- Humedad absoluta: se le llama al peso de vapor de agua expresado en libras o gramos por cada pie cúbico de espacio.
  - Humedad específica: se le llama al peso de vapor de agua expresado en libras o gramos por libra de aire seco.
  - Humedad relativa: se define como la relación de la presión parcial de vapor en el aire con la presión de saturación del vapor correspondiente a la temperatura existente.
- c) Movimiento del aire. El movimiento del aire sobre el cuerpo humano incrementa la pérdida de calor y humedad, además modifica la sensación de frío o calor producida por una sensación de chillón, puede ser agradable o desagradable.

- d) Pureza del aire. La composición química y física del aire es muy importante. poco interesa que aumente el CO<sub>2</sub>, o que disminuya el oxígeno debido a la combustión fisiológica, ya que con poca ventilación se resuelve el problema. La anulación de olores o contaminantes requiere, mucha ventilación o bien, la purificación del aire por medio de algún recurso artificial. Nulificar partículas sólidas en el aire es de vital importancia no sólo para la salud, sino porque disminuye los gastos de limpieza y mantenimiento de los equipos.

### ILUMINACIÓN.

El alumbrado de todo el cuarto de control es normalmente de tipo fluorescente o del tipo combinado, es decir, con una banda luminosa del tipo fluorescente. La primera se utiliza para un control continuo para cada sala para oscurecer/abrigillar toda el área y así satisfacer los diferentes requerimientos de intensidad luminosa durante el día y la noche. Para llevar a cabo este control se utilizan dispositivos de estado sólido.

Los niveles de luminosidad recomendados, medidas a 76 cm. del piso son :

Cuartos de Equipo Principal	500 luxes máx.
Otros Cuartos	600 luxes máx.
Pasillos	200 luxes máx.

Se debe cuidar que la distribución de las luminarias evite que se produzcan reflejos sobre los dispositivos del Sistema de Control Distribuido (SCD), procurando que el nivel de luminosidad en las áreas circundantes sea de 100 luxes.

### ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.

El alumbrado de emergencia debe ser del tipo fluorescente o incandescente, totalmente automático a falla de energía. Los dispositivos de iluminación de energía cuentan con un sistema de fuerza ininterrumpible (SFI) cada uno, con una capacidad de respaldo de 30 minutos.

Este alumbrado de emergencia es diseñado para dar visibilidad cuando falla el sistema de iluminación normal, al corredor central, oficinas y principalmente a las

salas de control, cuarto de computadoras, gabinetes, baterías, cuarto de máquinas, rutas de salida, etc.

### **PISO FALSO.**

Con el fin de facilitar la instalación e interconexión del SCD, todas las áreas en las que se instalen los diferentes dispositivos del SCD, requieren que se coloquen sobre la superficie conocida como "piso falso", el cual es un plafón suspendido a una cierta altura del firme de los Cuartos de Control, mediante una soporteria especial.

El piso falso está constituido de secciones cuadradas de aproximadamente 60 cm de lado y 2.7 cm. de espesor, constituida de diversos materiales como se indica, ver (figura 3.1), que conjuntamente con el ensamble de los soportes le confiere a la superficie del piso falso con las siguientes características :

- Amortiguante a las vibraciones
- Antiderrapante
- Antiestática
- Nivelable
- Antiflama

La estructura de la soporteria del piso falso (fig. 3.2), está constituida de soportes verticales de aluminio y travesaños desmontables de lámina galvanizada, lo que permite la fácil remoción de las secciones del piso, para así instalar y dar mantenimiento al cableado que se coloca debajo de este piso, para el suministro de potencia, el sistema de tierras, los canales de comunicaciones, así como el sistema contra incendio.

La altura del piso falso a partir del firme de concreto es normalmente de 40 a 60 cm. y la resistencia a las cargas estáticas es de aproximadamente 900 Kg/m<sup>2</sup>.

La estructura de soportes deberá incluir los herrajes necesarios para la instalación de escalones en los accesos, además se deberá interconectar esta estructura al sistema de tierras general del edificio. Para evitar la humedad y producción de polvo en el interior del piso falso, se deberá aplicar un sellador de poro de color transparente.

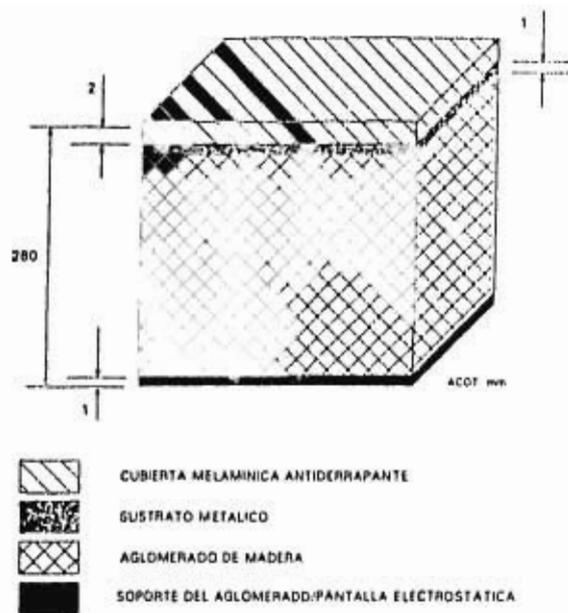


FIG. 3.1 ESTRUCTURA DEL PISO FALSO

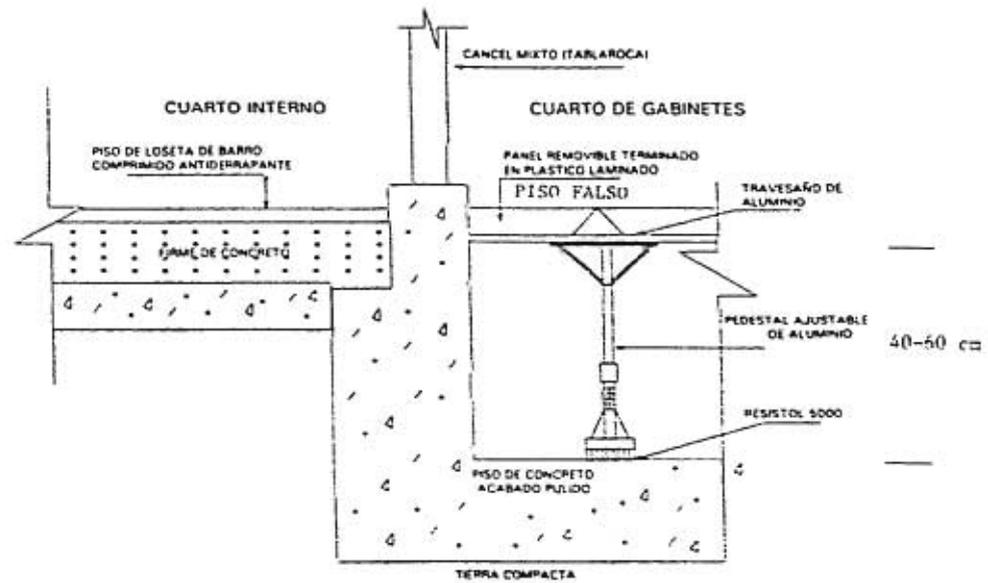


FIG. 3.2 DETALLE CONSTRUCCION DEL PISO FALSO

## **SISTEMA CONTRAINCENDIO.**

Todas las instalaciones donde se ubiquen los dispositivos de control de las plantas de proceso, requieren ser protegidas contra posibles incendios, con el fin de asegurar en cualquier momento la correcta operación de las plantas. Procurando mantener la integridad de los sistemas de control.

La protección detecta el fuego en su etapa inicial y lo ataca en forma masiva para extinguir en el menor tiempo posible, y con la intención de evitar o reducir al mínimo los daños al equipo, así como el tiempo en que se interrumpa el servicio de las instalaciones protegidas.

El riesgo a proteger está localizado principalmente en los cuartos de control, correspondiendo a la planta que se controle. En todas estas áreas se mantiene una temperatura de 23°C. mediante un acondicionador de aire de tipo recirculación, además de que se cuenta con un sistema automático de protección, detección y extensión contra incendio mediante inundación total con CO<sub>2</sub> en el cuarto de control (área gabinetes).

### III.2 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE ALIMENTADORES.

Todos los alimentadores deben ser calculados y seleccionados por :

- a) Capacidad de conducción de corriente. (ampacidad).
- b) Caída de tensión
- c) Corto circuito

Que consisten en lo siguientes :

#### **Capacidad de Conducción de Corriente (Ampacidad).**

La selección por capacidad depende de la característica y magnitud de la carga que se va a alimentar, así como también de consideraciones para ampliaciones futuras.

El conductor deberá ser capaz de manejar en condiciones normales la corriente nominal o "a plena carga" sin deteriorarse.

Es importante hacer notar que no todos los alimentadores se calculan igual, puesto que su cálculo y selección dependen de el punto de donde se encuentren ubicados en el sistema eléctrico, sus condiciones de trabajo y consideraciones de criterio que tienen como base el conocimiento de la operación del sistema.

Por ejemplo : Para un alimentador de un circuito derivado, se recomienda que la carga continua del alimentador no debe exceder del 80% de la capacidad de éste, usualmente se aplica a cargas de alumbrado y contactos.

Para circuitos derivados de alimentación a motores se recomienda que los alimentadores deberán tener una capacidad no menor de 125% de la corriente a plena carga del motor.

Un caso muy frecuente, es calcular el alimentador de un cuarto de control de motores (CCM), se recomienda que dicho alimentador deberá tener una capacidad igual a la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores más el 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo.

Para alimentadores de cargas combinadas de fuerza, alumbrado, contactos, etc., éstos deberán calcularse con las consideraciones anteriores más la corriente nominal de las cargas de alumbrado y contactos.

**CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR CORRIENTE  
Y POR CAIDA DE TENSION**



## CÁLCULO POR CAIDA DE TENSION.

Además aparte de la selección por ampacidad del conductor se debe revisar por caída de tensión, el reglamento recomienda para cargas de alumbrado, contactos y cargas de fuerza una caída de un 5%, desde la acometida hasta la carga; se pretende que los conductores tengan una eficiencia de operación razonable.

Para este cálculo se debe diferenciar si el conductor deberá trabajar en alta o en baja tensión como se describe :

Cuando los conductores se encuentran operando en baja tensión, el efecto de la reactancia (L) es muy pequeña comparada con el de la resistencia, por lo que comúnmente se desprecia y sólo se considera a la resistencia (R) como el valor total de la impedancia (Z).

Mientras que los conductores que van a operar en alta tensión, sucede lo contrario, es decir ; aquí se desprecia el efecto resistivo (R) por ser muy pequeño y sólo se toma el valor de (XL) como el valor total de la impedancia. Pero en casos en donde se requiere mucha precisión si se debe considerar el valor de la resistencia (R)

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR  
POR CAIDA DE TENSION

SE OBTIENEN DATOS DEL CIRCUITO  
SE CALCULAN LOS AMPERES  
SE CALCULAN LOS VOLTS ENTRE  
FASES PERMITIDOS DE CAIDA DE  
TENSION

SE BUSCA EN TABLAS EL CALIBRE  
CORRESPONDIENTE

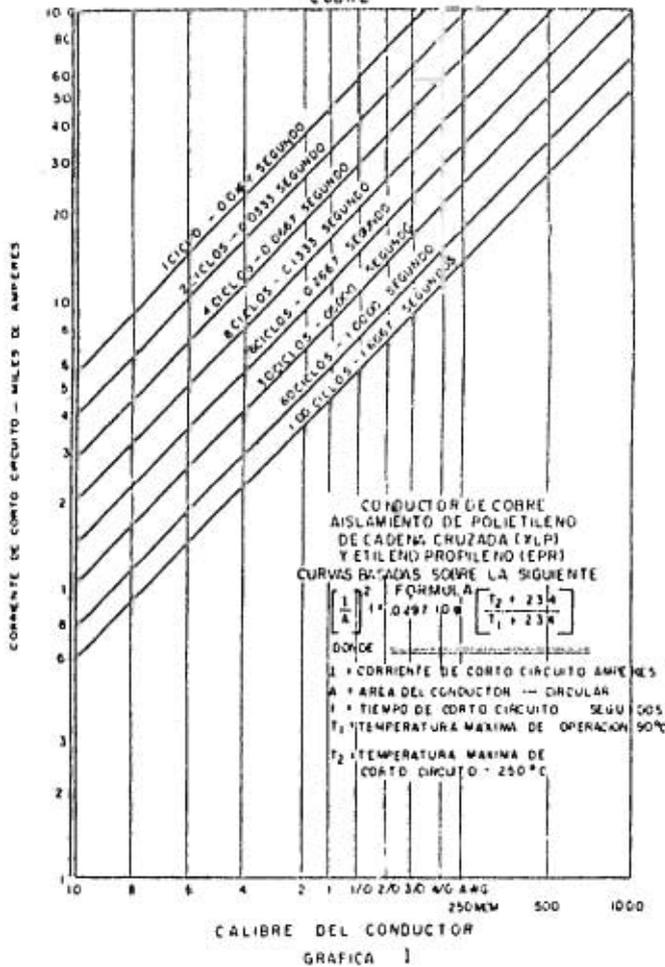
## CALCULO POR CORTO CIRCUITO.

Para la selección de los conductores por corto circuito, se debe conocer dicho cálculo o conocer la corriente máxima de corto circuito, permisible en el bus de la tensión en que se esté trabajando y también conocer cual es el tipo de protección del cable, para poder determinar el tiempo de apertura. (Ver gráfica No.1)

tensión en que se esté trabajando y también conocer cual es el tipo de protección del cable, para poder determinar el tiempo de apertura. (Ver gráfica No.1)

Este cálculo se hace comúnmente, en alimentadores a tableros principales, tipo CCM o de distribución, en alta y media tensión y en algunos casos que se quiera más exactitud, en baja tensión.

CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO PERMISIBLES PARA CABLES AISLADOS CON CONDUCTOR DE COBRE



### III.3 SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUMPIBLE.

Cuando se requiera se deberá incluir en el diagrama unifilar en el diagrama unifilar un sistema de fuerza ininterrumpible, el cual es un conjunto formado por un rectificador y un inversor en serie, con su banco de baterías conectado en el lado de corriente continua.

Este sistema se empleará para alimentar las cargas críticas como son los sistemas de seguridad, protecciones especiales, etc., así como las cargas que deberán considerarse como críticas por producir pérdidas en el proceso si llegan a parar por la pérdida de energía.

En virtud de que este equipo es bastante caro, se deberá tener cuidado al estudiar las cargas a conectar para calcular su capacidad adecuada.

Aunque la operación normal es convirtiendo de corriente alterna (CA) a corriente directa (CD) y de corriente directa (CD) a corriente alterna (CA), manteniendo a la batería en flotación, deberá tenerse especial cuidado al seleccionar la capacidad de la batería para que en el caso de falla de energía, la batería pueda dar el servicio requerido durante el tiempo necesario.

Para los Sistemas de Control Distribuido (SCD) se deberá incluir un sistema de energía ininterrumpida incluyendo todos sus equipos y accesorios para dar energía de respaldo a los equipos propios del cuarto de control.

Se deberá tener un sistema de fuerza ininterrumpible (SFI) apropiado para la operación de los dispositivos no contenidos en los gabinetes, o no soportados por algún tipo de batería que respalde el sistema.

La topología del SFI debe ser de doble conversión y con dispositivo externo que permita dar mantenimiento al SFI, desviando la alimentación a una línea acondicionada, sin perturbación en la sincronía de fases, ver figura 3.5.

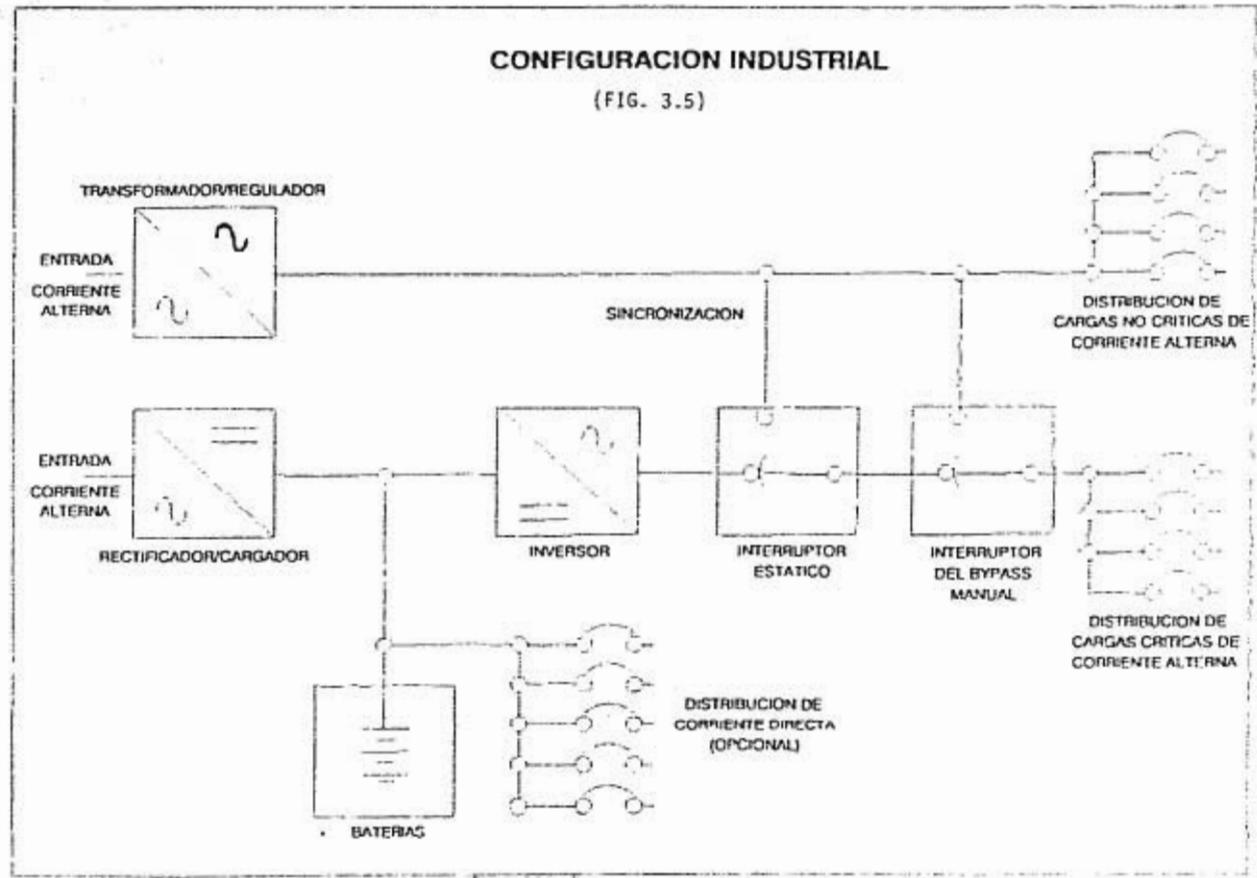
Para los objetivos de derivación o desvío del SFI, se deberá suministrar una línea acondicionadora de la misma capacidad que el SFI, el cual deberá ser diseñado para operar a un máximo de 70% de su operación en capacidad normal considerando todos los dispositivos del SCD.

La alimentación para el SFI y la entrada a la línea acondicionadora deberá ser de 220 VCA, 3 fases, 4 hilos y 60 Hz a través de un transformador de aislamiento, con un tiempo de respaldo de las baterías de 30 minutos, como mínimo.

Además de que las baterías a usar deberán ser apropiadas para interiores y para operación en mantenimiento estas baterías deberán ser del tipo Níquel-Cadmio o "Jell Cell", selladas y libres de mantenimiento.

# CONFIGURACION INDUSTRIAL

(FIG. 3.5)



#### III.4 SUMINISTRO DE FUERZA E INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO

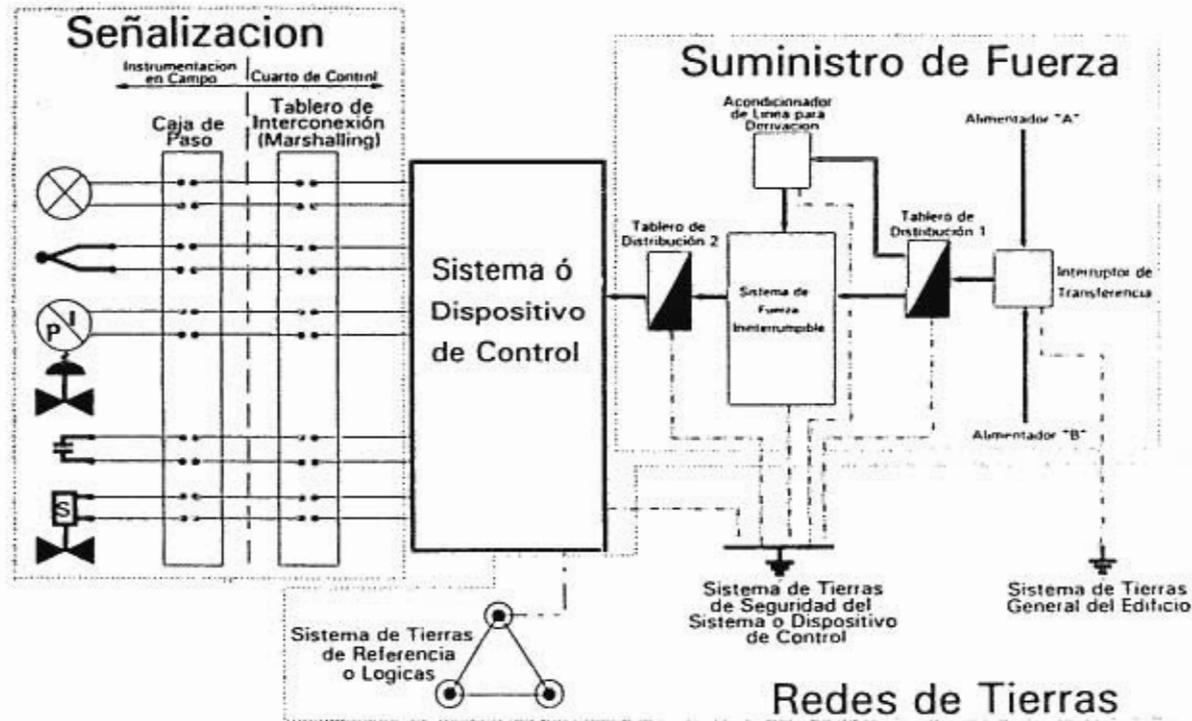
En esta sección se analizará la forma en que el Sistema de Control Distribuido (SCD) es interconectado con otros sistemas y otros dispositivos para transmitir las señales de control hacia la instrumentación de campo, así como para su protección y energizado, parte importante para el buen desempeño de los SCD's.

La interconexión del Sistema de Control Distribuido se lleva a cabo como se muestra en la figura 3.3., el cual comprende tres aspectos básicamente: **suministro de fuerza** que permite la energización del Sistema y comprende desde el suministro de la energía eléctrica hasta la entrega de esta energía a los dispositivos del Sistema de Control; **Redes de tierras**, las cuales se dividen en tres tipos, que son el sistema de tierras general del edificio, el sistema de tierras de seguridad y el sistema de tierras de referencia o lógicas, con las cuales se les dará **protección y homogenización** a los equipos y dispositivos; **la señalización** cubre la recepción y envío de las señales necesarias para el funcionamiento de los instrumentos de campo.

El suministro de energía es indispensable para la energización del Sistema de Control Distribuido (SCD) para los sistemas de interconexión, el suministro principal de energía se hace a través de dos alimentadores que vienen de una subestación eléctrica, con generación propia de la refinería o bien por parte de la Comisión Federal de Electricidad.

El suministro que se hace mediante la línea de distribución de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad transporta un potencial de 36 KV en tres fases que llegan a una subestación eléctrica a través de un transformador reductor que tiene la función de disminuir el potencial recibido hasta un valor que va desde los 440/220/127/ VCA, el cual es el potencial usado comercialmente para los fines de la planta.

Si el suministro se hace a través de la subestación eléctrica con generación propia de la refinería, la cual principia con turbina de vapor, aprovechando los combustibles generados de algunas de todas las demás plantas y el valor promedio de producción de energía eléctrica, la cual está entre 1 MW y 70 MW, energía suficiente para alimentar a una subestación eléctrica, mostrándose así que la energía es propia de la refinería, no interviniendo ningún distribuidor de energía externo. En la subestación eléctrica se obtiene la energía eléctrica a 220/127 VCA, 3 fases, 4 hilos, 60 Hz para los fines de control.



Sistemas de Interconexión para Sistemas de Control Digital

(FIG. 3.3)

Para el suministro de fuerza en cuartos de control deberá tomarse de un sistema trifásico de 3 fases, 4 hilos, 220 volts de corriente alterna (VCA), 60 Hz, con una variación del +/- 10%. (Ver Fig's. 3.4, 3.4a y 3.4b)

Este suministro de energía deberá ser redundante de dos fuentes independientes o al menos de diferentes tableros de distribución de energía.

Debiendo tener un tablero de transferencia automático de preferencia, para realizar la conmutación rápida a falla de un alimentador a otro. Esta parte alimentará a un tablero de distribución eléctrica, el cual alimentará a su vez a un acondicionador de línea o transformador de aislamiento y/o a un sistema de fuerza ininterrumpible (S.F.I.), estos dispositivos deberán ser de la capacidad adecuada para poder soportar la carga total del Sistema Digital de Control Distribuido (SCD) y sus sistemas auxiliares, que pueden ser fuentes de corriente directa, válvulas solenoides, analizadores, etc.

Las canalizaciones eléctricas dentro del cuarto de control satélite deberán ser en tubería conduit, de pared gruesa, cédula 40, de acero galvanizado, de acuerdo a las normas de instalaciones eléctricas de PEMEX y, a la NOM-001-SEMP-1994, las charolas o ducto cuadrado, se deberán colocar en base a la disponibilidad del mismo cuarto de control, siempre y cuando no interfieran o crucen con tuberías y/o cables eléctricos de voltaje de 220 VCA o mayores.

La soportería de las tuberías deberán ser de ángulo de fierro de acuerdo a los diámetros, peso y dimensiones de las mismas.

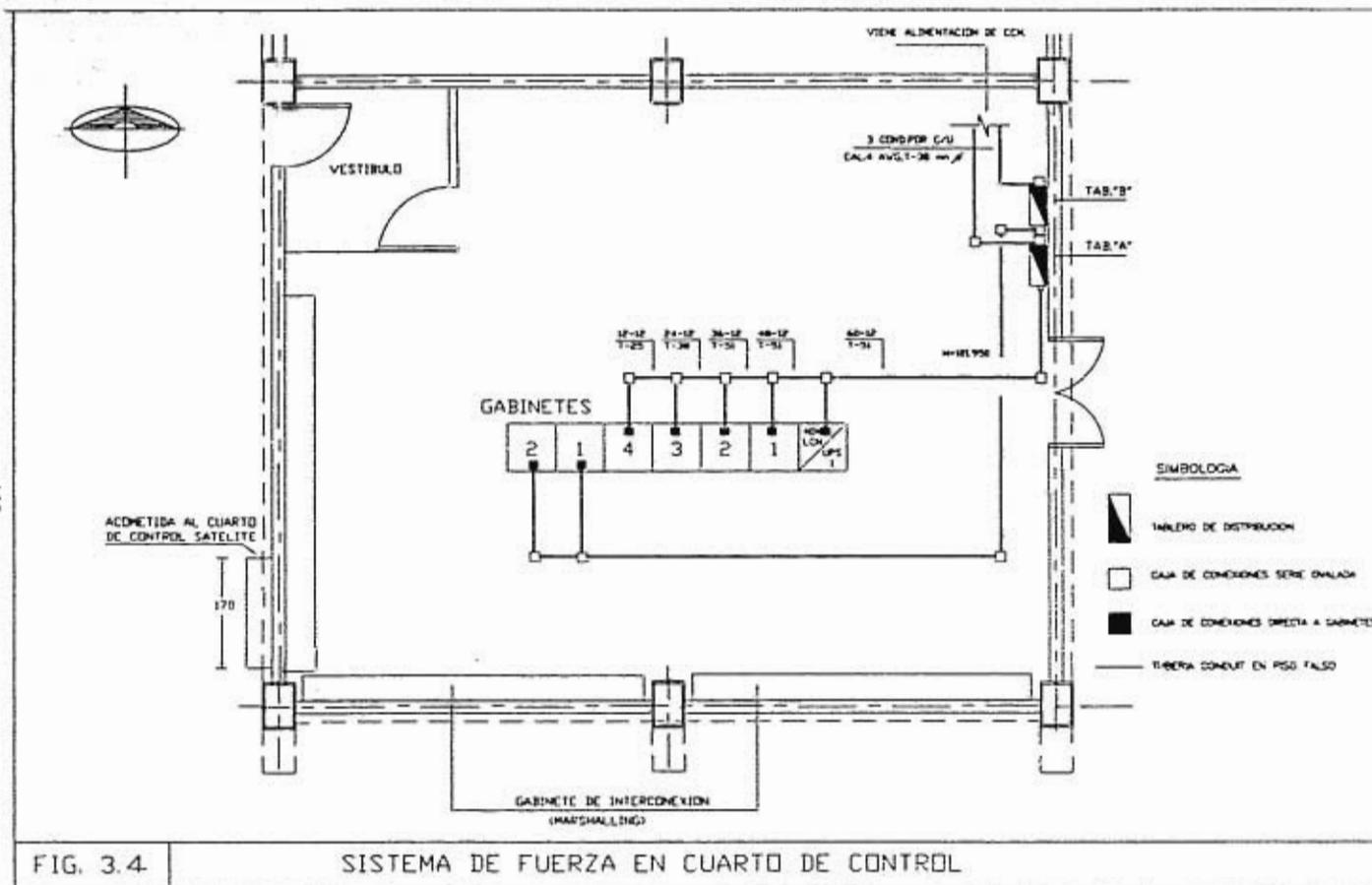
Los conductores eléctricos para la alimentación eléctrica a los equipos del Sistema de Control Digital (SCD) deberán ser como mínimo del calibre 14 AWG, en base a las normas ya establecidas.

El aislamiento para los conductores eléctricos será del tipo THWN, y el código de colores de los conductores deberá ser :

NEGRO	-	FASE
BLANCO	-	NEUTRO
VERDE	-	TIERRA
ROJO	-	EMERGENCIA
AMARILLO	-	CONTROL

En el caso de existir dos o más conductores como alimentadores por fase, estos deberán ser alojados en tuberías distintas. Cuando se conduzcan en charolas se colocarán juntos.

Los tableros de distribución deberán ser para uso general como interruptor general de desconexión total, este deberá ser del tipo termomagnético y de capacidad adecuada para la protección de los equipos eléctricos que se alimentan. Este tablero tendrá tantos circuitos derivados, como sean necesarios, para la alimentación eléctrica de los equipos del Sistema de Control Digital (SCD), así mismo tendrán una protección termomagnética calculada para la potencia de cada circuito derivado.

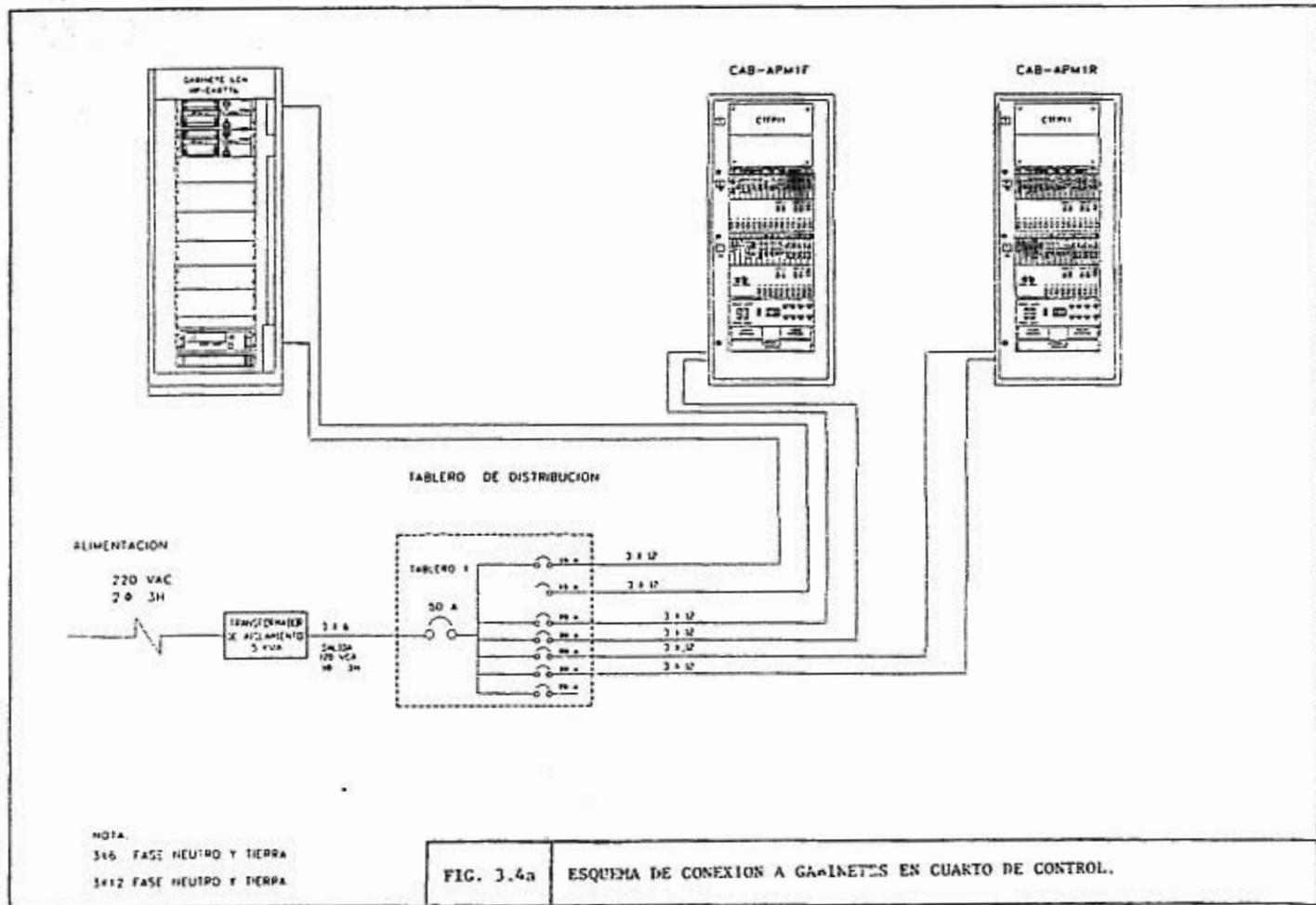


TABLERO A DE DISTRIBUCION		LOCALIZACION CARGAS DE CABLES				VOLTS:120 1F,3H,60HZ			DIAGRAMA DE ALAMBRADO
CIRCUITO No.	DESCRIPCION	NO.	NO.	NO.	NO.	VALORES POR FASE			
						A	B	C	
1	1	15	MPS	1000	VA/NDN S	1	800	800	
2	1	15	MPS	1000	VA/NDN P	1	800	800	
3	1	20	F.PRIM.APM	1F	1	800	800		
4	1	20	F.SEC.APM	1F	1	800	800		
5	1	20	F.PRIM.APM	1R	1	800	800		
6	1	20	F.SEC.APM	1R	1	800	800		
7	1	20	F.PRIM.APM	2F	1	800	800		
8	1	20	F.SEC.APM	2F	1	800	800		
9	1	20	F.PRIM.APM	2R	1	800	800		
10	1	20	F.SEC.APM	2R	1	800	800		
11	1	20	F.PRIM.APM	3F	1	800	800		
12	1	20	F.SEC.APM	3F	1	800	800		
13	1	20	F.PRIM.APM	3R	1	800	800		
14	1	20	F.SEC.APM	3R	1	800	800		
15	1	20	F.PRIM.APM	4F	1	800	800		
16	1	20	F.SEC.APM	4F	1	800	800		
17	1	20	F.PRIM.APM	4R	1	800	800		
18	1	20	F.SEC.APM	4R	1	800	800		
TOTALES		18				800	800	800	

TABLERO B DE DISTRIBUCION		LOCALIZACION CARGAS DE CABLES				VOLTS:120 1F,3H,60HZ			DIAGRAMA DE ALAMBRADO
CIRCUITO No.	DESCRIPCION	NO.	NO.	NO.	NO.	VALORES POR FASE			
						A	B	C	
1	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
2	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
3	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
4	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
5	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
6	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
7	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
8	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
9	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
10	1	20	FUENTES DE PODER	P/200VA	1	800	800	800	
TOTALES		10				800	800	800	

FIG. 3.4

TABLAS DE BALANCE DE CARGAS CORRESPONDIENTES AL PLANO DE FUERZA



NOTA.  
 3x6 FASE NEUTRO Y TIERRA  
 3x12 FASE NEUTRO Y TIERRA

FIG. 3.4a ESQUEMA DE CONEXION A GABINETES EN CUARTO DE CONTROL.

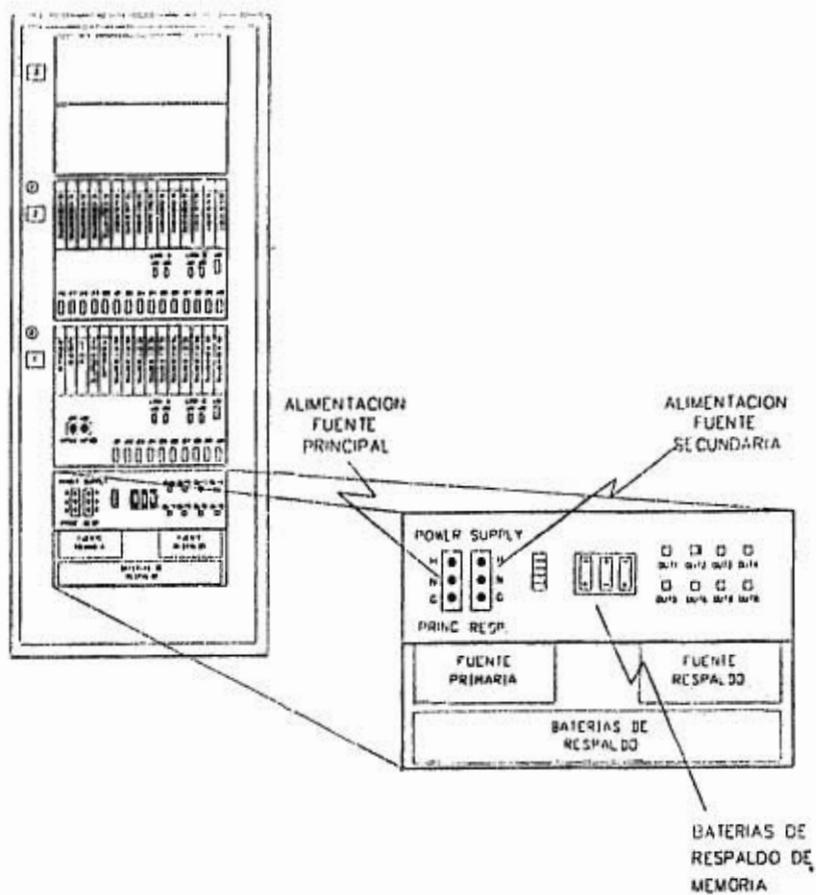


FIG. 3.4b

ALIMENTACION DE GABINETE EN CUARTO D<sup>o</sup> CONTROL.

## CAPITULO IV

**INGENIERIA DE ALAMBRADO DE GABINETES  
DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO A  
INSTRUMENTACION ELECTRONICA LOCAL**

#### IV. INGENIERÍA DE ALAMBRADO DE GABINETES DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO A INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA LOCAL.

##### IV.1 SEÑALIZACIÓN E INTERCONEXIÓN DE CAMPO AL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (SCD).

La conducción de la señalización del Sistema de Control Distribuido (SCD), se llevará a campo con multiconductores adecuados para conducir señales eléctricas del calibre 18 AWG por conductor con un máximo de 72 conductores por multiconductor y un cable de dren. La naturaleza de los materiales de los conductores deberá estar de acuerdo con el tipo de señal a conducir.

Los multiconductores serán contenidos en una tubería de acero galvanizado, cédula 40, de 38 mm. de diámetro (1 1/2") pared gruesa adecuada para la conducción del multiconductor, soportada con ángulo de hierro.

Las trayectorias de las tuberías serán las más prácticas y seguras de acuerdo a la localización de los instrumentos en la planta.

Estos multiconductores se originan en una caja de conexiones (caja de paso), que será a prueba de explosión, la cual contendrá tantas tabillas terminales como número de conductores contenga el multiconductor, las que serán continuadas con conductor dúplex del calibre 16 AWG, hasta donde se localice el instrumento del que se obtenga la señalización. Estos conductores serán canalizados por tubería conduit de acero galvanizado cédula 40, con los diámetros requeridos desde 19 mm. (3/4") de diámetro hasta 51 mm. (2") de diámetro, la trayectoria y soportaría será en base a la mejor ruta disponible para llegarle al instrumento.

Todos los conductores que conduzcan señalización de instrumentos deberán ser provistos con pantalla electrostática y ser entorchados para protección contra campos electromagnéticos. Todos los conductores deberán tener aislamiento resistente a la flama y abrasión.

Todos los materiales que se instalen en campo deberán ser para Clase 1, División 2 y como mínimo deberá ser Clase 1, División 2, y donde el ambiente sea muy corrosivo deberá llevar un recubrimiento epóxico.

En esta parte se lleva a cabo todo el conexionado y alambrado a los instrumentos con sus diferentes señales de Entrada/Salida, tanto digitales como analógicas y los diferentes voltajes correspondientes a los instrumentos como son voltajes de 24 VCD, mV 120 VCA, por lo cual se lleva a cabo la realización de los siguientes planos que a continuación se listan:

- Plano de localización de instrumentos
- Plano de trayectorias y alimentación eléctrica a instrumentos
- Plano de cédula de conductores y tubería para instrumentos
- Plano de cajas de conexiones (cajas de paso)

## **PLANO DE LOCALIZACIÓN DE INSTRUMENTOS.**

Toda ingeniería que se realiza es de suma importancia tener la ubicación exacta de todos los equipos en el área correspondiente a la planta de proceso, así como la localización de todos los instrumentos de control y protección para operar correctamente la planta. Para lo cual se lleva a cabo la ubicación exacta de todos los instrumentos localizados en cada uno de los equipos correspondientes de acuerdo a los requerimientos del proceso (ver fig's. 4.1 y 4.1a).

Para llevar a cabo esta actividad se utilizan los siguientes documentos:

- Diagramas de tuberías de instrumentación (DTI's)
- Isométricos de tubería
- Diagramas funcionales de instrumentación
- Bases de diseño
- Índice de instrumentos
- Planos de equipos mecánicos
- Plano de localización general de equipos

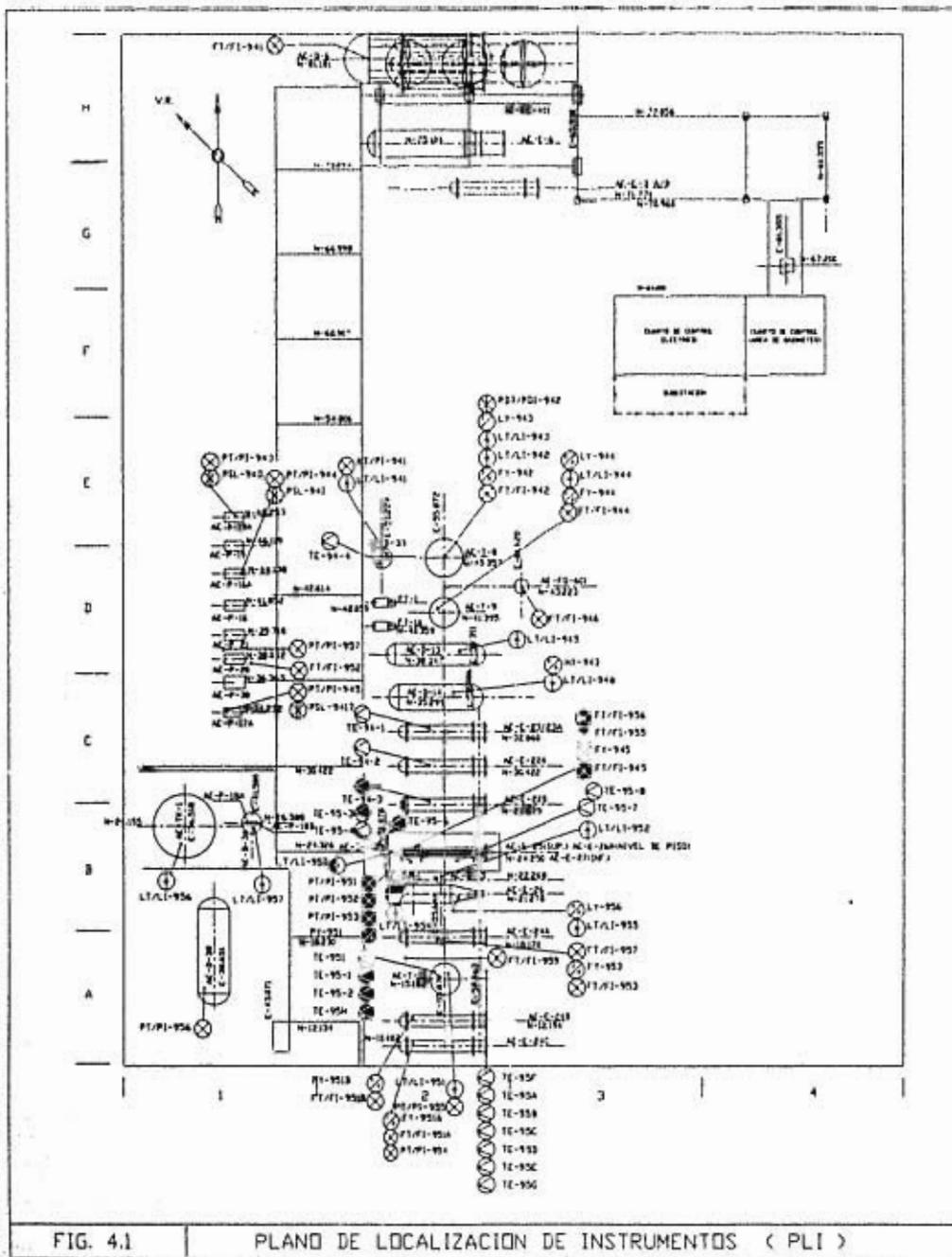


FIG. 4.1

PLANO DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS ( PLI )

IDENTIFICACION	LOCALIZACION			COORDS.
	NORTE	ESTE	ELEV.	
⊗ TRANSMISOR DE FLUJO				
FT/Fl-951A	10.402	53.600		B-4
FT/Fl-952	37.365	41.500		D-3
FT/Fl-941	81.181	50.400		G-4
FT/Fl-942	46.357	55.872		D-4
FT/Fl-944	41.395	55.872		D-4
FT/Fl-946	43.227	61.620		D-4
FT/Fl-956	25.678	53.610		C-4
FT/Fl-955	26.679	53.600		C-4
FT/Fl-945	26.000	53.610		C-4
FT/Fl-957	18.170	56.000		C-4
FT/Fl-953	18.000	56.872		C-4
FT/Fl-959	16.000	52.000		C-4
FT/Fl-951B	12.134	54.000		B-4

IDENTIFICACION	LOCALIZACION			COORDS.
	NORTE	ESTE	ELEV.	
⊕ TRANSMISOR DE NIVEL				
LT/LJ-953	51.478	22.600		C-4
LT/LJ-957	26.368	41.500		C-3
LT/LJ-956	25.000	36.518		C-3
LT/LJ-941	45.357	51.224		E-4
LT/LJ-943	46.000	56.000		D-4
LT/LJ-942	46.300	56.000		D-4
LT/LJ-944	41.395	55.872		D-4
LT/LJ-945	38.347	55.872		D-4
LT/LJ-948	35.299	57.000		D-4
LT/LJ-955	21.278	56.500		C-4
LT/LJ-951	15.182	55.872		C-4
LT/LJ-952	22.268	55.644		C-4
LT/LJ-954	21.278	53.510		C-4

IDENTIFICACION	LOCALIZACION			COORDS.
	NORTE	ESTE	ELEV.	
⊗ TRANSMISOR DE PRESION				
PI/Pl-955	15.182	56.500		C-4
PI/Pl-951	22.268	51.478		C-4
PI/Pl-952	22.700	51.478		C-4
PI/Pl-953	23.000	51.000		C-4
PI/Pl-956	14.115	38.651		B-3
PI/Pl-957	38.042	39.000		D-3
PI/Pl-944	44.138	39.000		D-3
PI/Pl-943	48.253	39.000		C-3
PI/Pl-941	45.357	51.224		E-4
PI/Pl-954	10.402	53.510		B-4
PI/Pl-945	33.000	39.000		D-3

IDENTIFICACION	LOCALIZACION			COORDS.
	NORTE	ESTE	ELEV.	
⊕ TEMPERATURA				
TE-94-3	27.679	55.872		C-4
TE-95F	15.182	56.463		C-4
TE-95A	15.700	56.700		C-4
TE-95B	16.000	59.000		C-4
TE-95C	16.500	59.500		C-4
TE-95D	16.000	56.700		C-4
TE-95E	16.500	59.000		C-4
TE-95G	15.700	59.500		C-4
TE-951	15.182	55.872		C-4
TE-95-1	15.700	56.200		C-4
TE-95-2	16.000	55.872		C-4
TE-95H	16.000	56.000		C-4
TE-95-6	26.368	51.478		C-4
TE-95-4	24.250	53.510		C-4
TE-95-3	24.800	54.000		C-4
TE-95-7	24.250	56.000		C-4
TE-95-8	24.800	55.872		C-4
TE-94-1	32.860	55.872		D-4
TE-94-2	30.422	55.872		D-4
TE-94-4	45.357	51.224		D-4

IDENTIFICACION	LOCALIZACION			COORDS.
	NORTE	ESTE	ELEV.	
⊗ INTERRUPTOR DE PRESION				
PSL-94M	34.232	39.000		D-3
PSL-94D	48.253	39.000		E-3
PSL-94I	44.138	39.000		D-3

IDENTIFICACION	LOCALIZACION			COORDS.
	NORTE	ESTE	ELEV.	
⊗ TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL				
FDI/PSD-94C	45.900	55.872		D-4

IDENTIFICACION	LOCALIZACION			COORDS.
	NORTE	ESTE	ELEV.	
⊕ CONVERTIDOR ELECTRONEUMATICO				
PE-951	22.268	53.000		C-4
LY-943	45.357	55.200		D-4
PE-942	45.000	56.000		D-4
LY-944	41.395	55.872		D-4
PE-944	42.000	55.872		D-4
HY-943	35.299	56.000		D-4
PE-945	26.368	54.000		C-4
PE-953	19.000	55.872		C-4
LY-956	21.278	56.000		C-4
PE-951B	12.194	53.000		B-4
PE-951A	10.000	52.000		B-4

FIG. 4.1a

TABLAS CORRESPONDIENTES AL PLANO DE LOCALIZACION DE INSTRUMENTOS (PLI)

## PLANO DE TRAYECTORIAS Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA A INSTRUMENTOS.

Este plano debe tener contenida la información de la localización de los instrumentos en los equipos para dar inicio a una buena distribución del cableado para alimentación a todos y cada uno de ellos en forma ordenada a los diferentes voltajes que se utilizan en la instrumentación electrónica. Para llevar a cabo el alambrado se agrupan los instrumentos en base a su voltaje o señal, puesto que existe instrumentación con señal de 24 VCD como son transmisores, interruptores, controladores y válvulas que trabajan con señales analógicas y digitales, así como señales de milivoltaje (mV) para termopar.

Por lo cual se deben de organizar para direccionar el tipo de cableado dentro de tubería conduit partiendo desde el instrumento hasta una caja de interconexión (caja de paso), llevando las señales de 24 VCD y mV en forma independiente (diferente tubería, diferente caja de paso).

Ya agrupadas las señales en cada una de las cajas de paso se inicia el direccionamiento de las tuberías con el cableado al Cuarto de Control, con las señales ya bien identificadas. (Ver fig's. 4.2, 4.2.1).

Estos planos se complementan con la información condensada para identificar, ubicar y localizar en forma rápida y precisa los datos y se muestran en las fig's. 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 y 4.2.5)

FIG. 4.2

PLANO DE TRAYECTORIAS Y ALIMENTACION ELECTRICA A INSTRUMENTOS

( PARTE 1 )

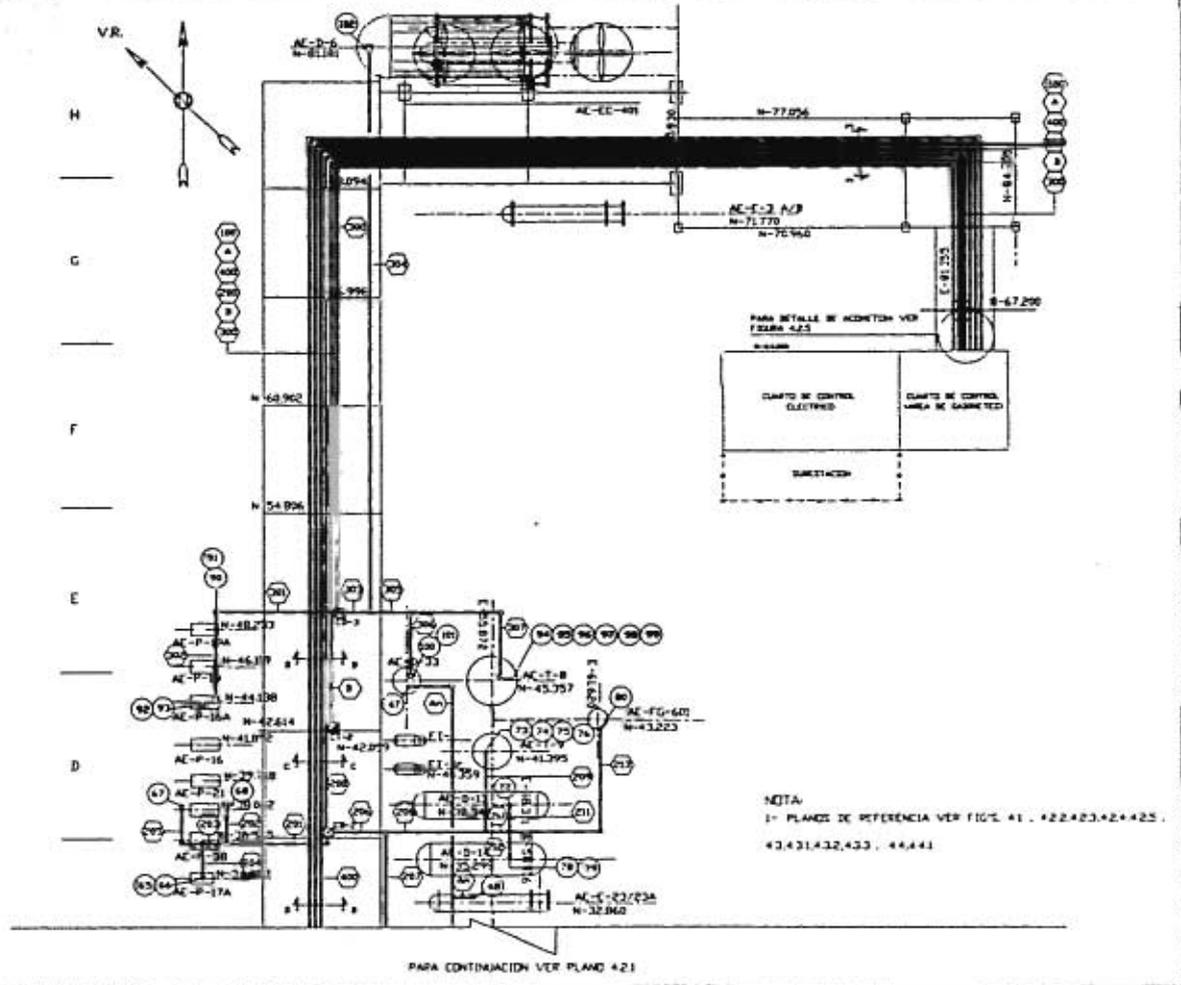
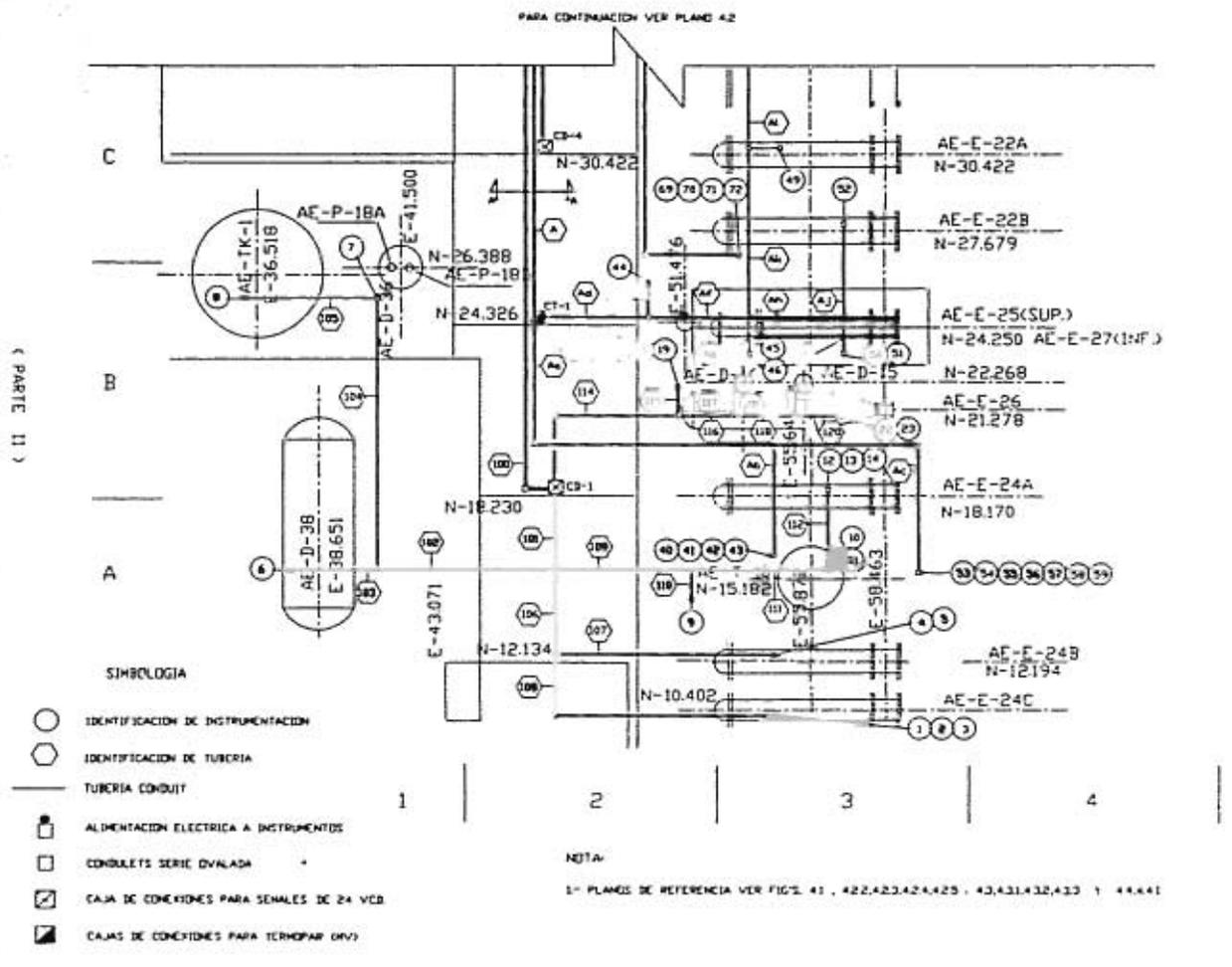


FIG. 421

PLANO DE TRAYECTORIAS Y ALIMENTACION ELECTRICA A INSTRUMENTOS



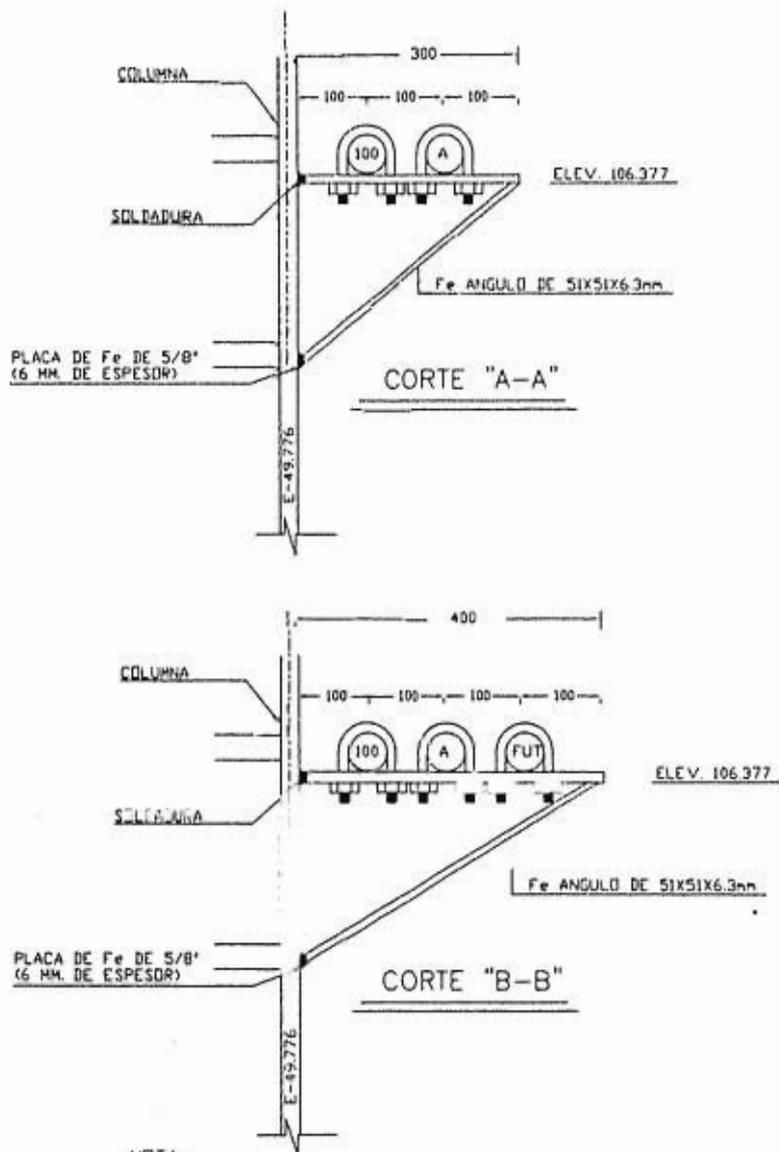
CD-1			CD-2			CD-3			CT-1		
No.	IDENTIFICACION	COORD.									
1	FY-951A	B-4	65	PSL-94M	D-3	90	PSL-94D	E-3	40	TE-951	C-4
2	FT/FI-951A	B-4	66	PT/PI-945	D-3	91	PT/PI-943	E-3	41	TE-95-1	C-4
3	PT/PI-954	B-4	67	PT/PI-957	D-3	92	PSL-941	D-3	42	TE-95-2	C-4
4	FT/FI-951B	B-4	68	FT/FI-952	D-3	93	PT/PI-944	D-3	43	TE-95H	C-4
5	FY-951B	B-4	69	FT/FI-956	C-4	94	PDT/PDI-942	D-4	44	TE-95-6	C-4
6	PT/PI-956	B-3	70	FT/FI-955	C-4	95	LY-943	D-4	45	TE-95-4	C-4
7	LT/LI-957	C-3	71	FY-945	C-4	96	LT/LI-943	D-4	46	TE-95-3	C-4
8	LT/LI-956	C-3	72	FT/FI-945	C-4	97	LT/LI-942	D-4	47	TE-94-4	D-4
9	FT/FI-959	C-4	73	FT/FI-944	D-4	98	FY-942	D-4	48	TE-94-1	C-4
10	LT/LI-951	C-4	74	FY-944	D-4	99	FT/FI-942	D-4	49	TE-94-2	D-4
11	PT/PI-955	C-4	75	LT/LI-944	D-4	100	LT/LI-941	E-4	50	TE-95-8	C-4
12	FT/FI-957	C-4	76	LY-944	D-4	101	PT/PI-941	E-4	51	TE-95-7	C-4
13	FY-953	C-4	77	LT/LI-945	D-4	102	FT/FI-941	G-4	52	TE-94-3	C-4
14	FT/FI-953	C-4	78	HY-943	D-4				53	TE-95F	C-4
15	PT/PI-951	C-4	79	LT/LI-948	D-4				54	TE-95A	C-4
16	PT/PI-952	C-4	80	FT/FI-946	D-4				55	TE-95B	C-4
17	PT/PI-953	C-4							56	TE-95C	C-4
18	PY-951	C-4							57	TE-95D	C-4
19	LT/LI-953	C-4							58	TE-95E	C-4
20	LT/LI-954	C-4							59	TE-95G	C-4
21	LT/LI-952	C-4									
22	FY-956	C-4									
23	LT/LI-955	C-4									

NOTA:

1.- PARA ALAMBRADO DE CAJAS DE PASO VER FIG.4.4 Y 4.4.1

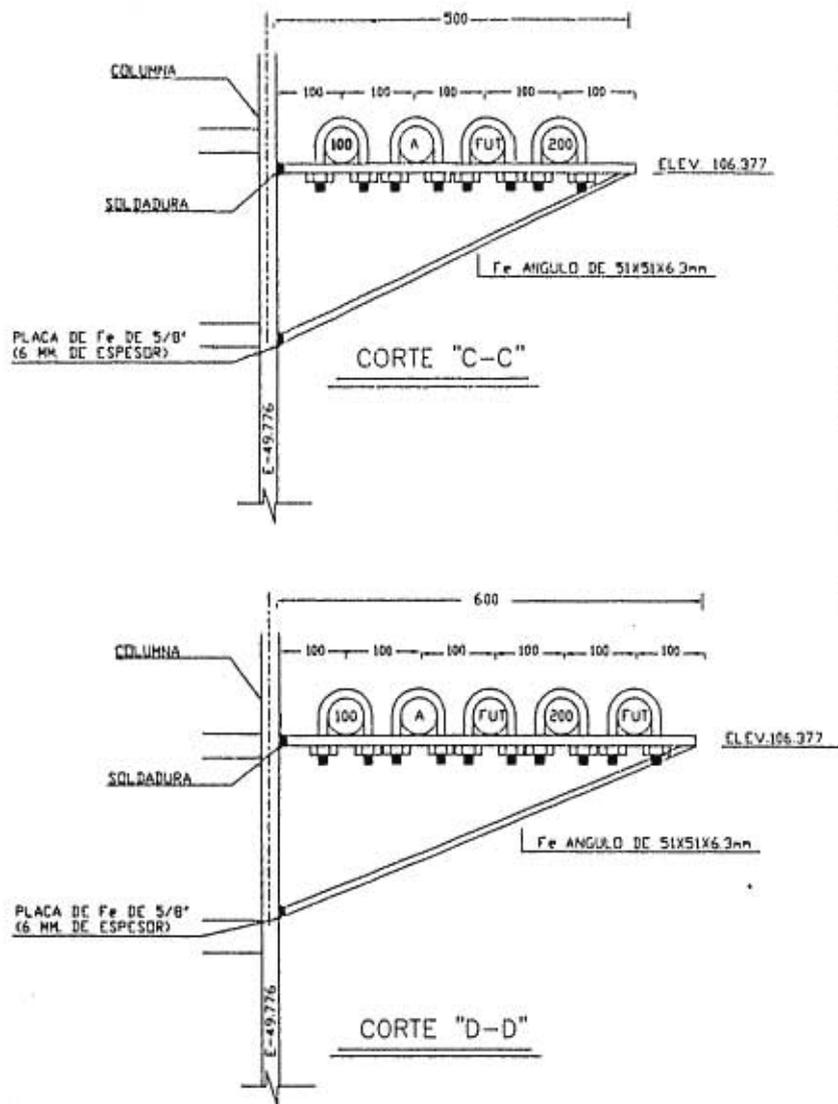
FIG.4.2.2

INSTRUMENTOS EN CAJAS LOCALIZADAS EN PLANO DE TRAYECTORIAS Y ALIMENTACION ELECTRICA A INSTRUMENTOS



NOTA:  
 1.- PLANO DE REFERENCIA VER FIG.4.2 Y 4.2.1

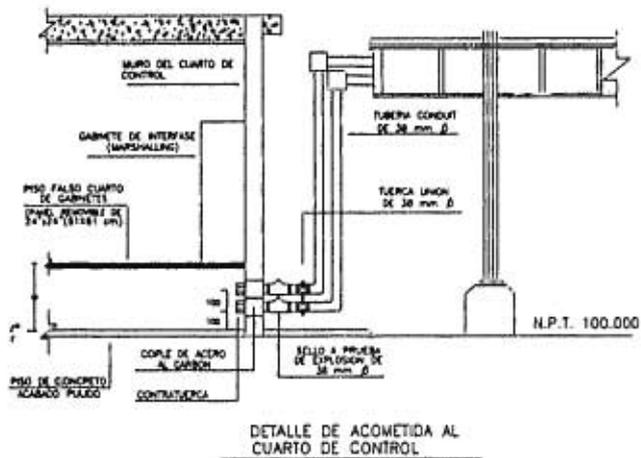
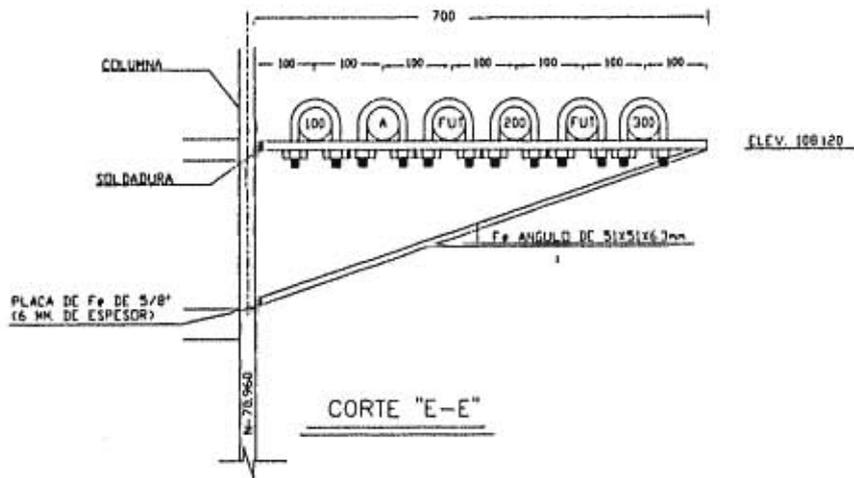
FIG. 4.2.3 PLANO DE CORTES, DETALLES Y ACOMETIDA AL CUARTO DE CONTROL



NOTA:  
1.- PLANO DE REFERENCIA VER FIG.4.2

FIG. 4.2.4

PLANO DE CORTES, DETALLES Y ACOMETIDA AL CUARTO DE CONTROL



NOTA:  
1.- PLANO DE REFERENCIA VER FIG.4.2

FIG. 4.25 PLANO DE CORTES, DETALLES Y ACOMETIDA AL CUARTO DE CONTROL

PLANO DE CÉDULA DE CONDUCTORES Y TUBERÍA PARA INSTRUMENTOS.

Este plano lleva a cabo el condensado de toda la información ya considerada en el proyecto original como diámetros de tubería, longitudes, calibres de los conductores, identificación del cableado-tubería, voltajes y la cantidad de circuitos de los instrumentos, todos estos datos son obtenidos del plano de Trayectorias y Alimentación Eléctrica a Instrumentos.

Este plano se realiza con el fin de tener toda la información en forma concreta y concentrada obteniendo los datos en el momento que se requiera consultar en forma rápida, precisa y segura por los especialistas y para cualquier planta. (Ver fig's. 4.3, 4.3.1, 4.3.2 y 4.3.3).

**CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIAS PARA INSTRUMENTOS**

IDENT	VOLTAJE	TUBERIA		CONDUCTORES		NUMERO DE CIRCUITOS
		LONG. MTS.	DIAM mm.	LONG. MTS.	NUM. Y CALIB.	
100	24 VCD	95	38	115	MULTIC 24P	ALIMENTACION A CD-1
101		3	25	5	2B-16	FY-951A, FT/FI-951A, PI/PI-954, FT/FI-951B, FY-951B, PI/PI-956, LT/LI-957 LT/LI-956, FT/FI-956, LT/LI-951, PI/PI-955, FT/FI-957, FY-953, FT/FI-953
102		6	19	7	6-16	PI/PI-956, LT/LI-957, LT/LI-956
103		4	19	5	2-16	PI/PI-956
104		8	19	10	4-16	LT/LI-957, LT/LI-956
105		5	19	6	2-16	LT/LI-956
106		5	19	6	10-16	FY-951A, FT/FI-951A, PI/PI-954, FT/FI-951B, FY-951B
107		3	19	4	4-16	FT/FI-951B, FY-951B
108		4	19	5	6-16	FY-951A, FT/FI-951A, PI/PI-954
109		3	25	4	12-16	FT/FI-959, LT/LI-951, PI/PI-955, FT/FI-957, FY-953, FT/FI-953
110		2	19	3	2-16	FT/FI-959
111		3	19	4	10-16	LT/LI-951, PI/PI-955, FT/FI-957, FY-953, FT/FI-953
112		2	19	3	4-16	LT/LI-951, PI/PI-955
113		2	19	3	6-16	FT/FI-957, FY-953, FT/FI-953
114		3	25	4	18-16	PI/PI-951, PI/PI-952, PI/PI-953, FY-951, LT/LI-953, LT/LI-954, LT/LI-952 LY-956, LT/LI-955
115		2	19	3	10-16	PI/PI-951, PI/PI-952, FT/FI-953, FY-951, LT/LI-953
116		2	19	3	8-16	LT/LI-954, LT/LI-952, LY-956, LT/LI-955
117		2	19	3	2-16	LT/LI-954
118		2	19	3	6-16	LT/LI-952, LY-956, LT/LI-955
119		2	19	3	2-16	LT/LI-952
120		2	19	3	4-16	LY-956, LT/LI-955

NOTA:

1.- PLANO DE REFERENCIA VER FIG.4.2

FIG. 4.3

PLANO DE CEDULA DE CONDUCTORES Y TUBERIA PARA INSTRUMENTOS



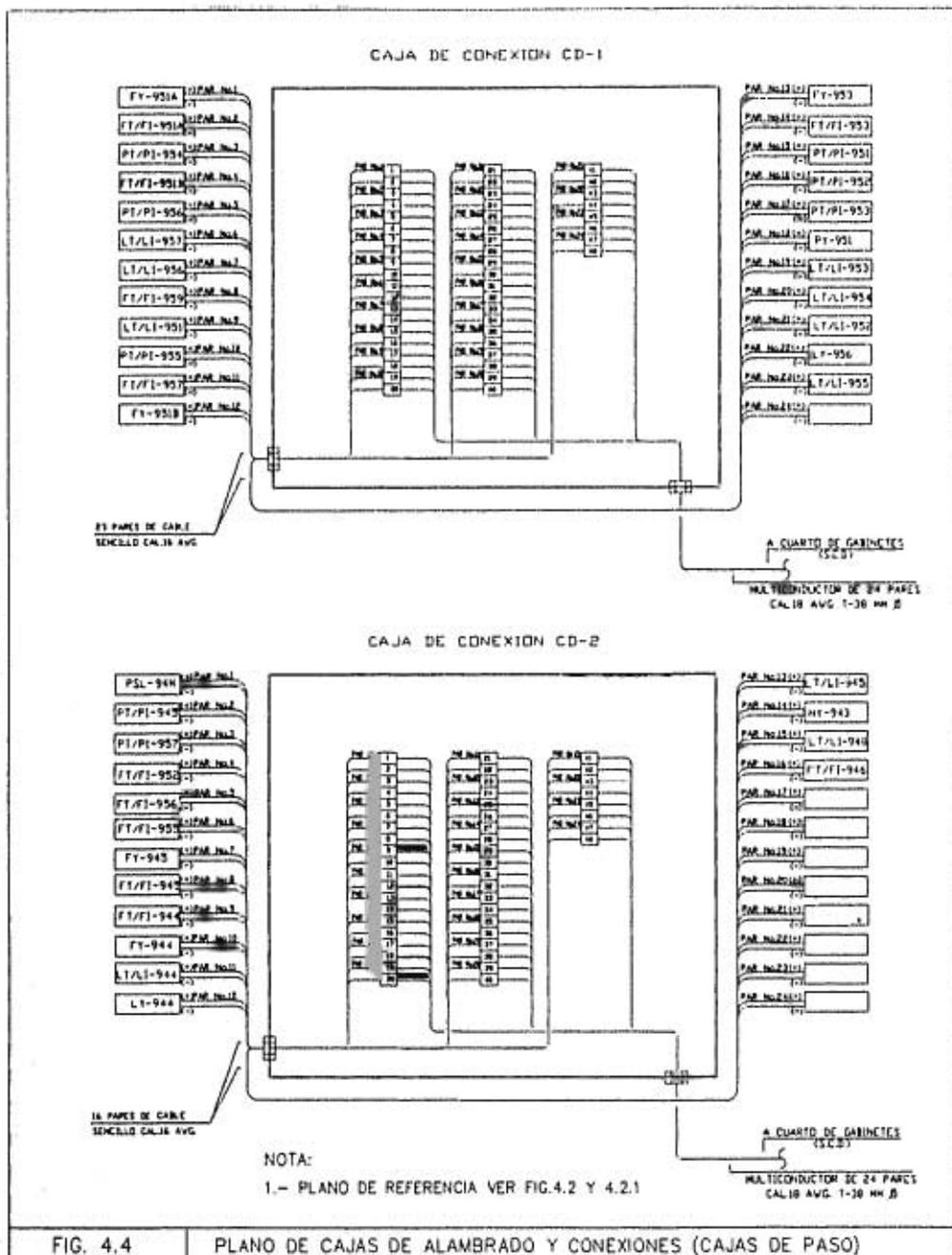


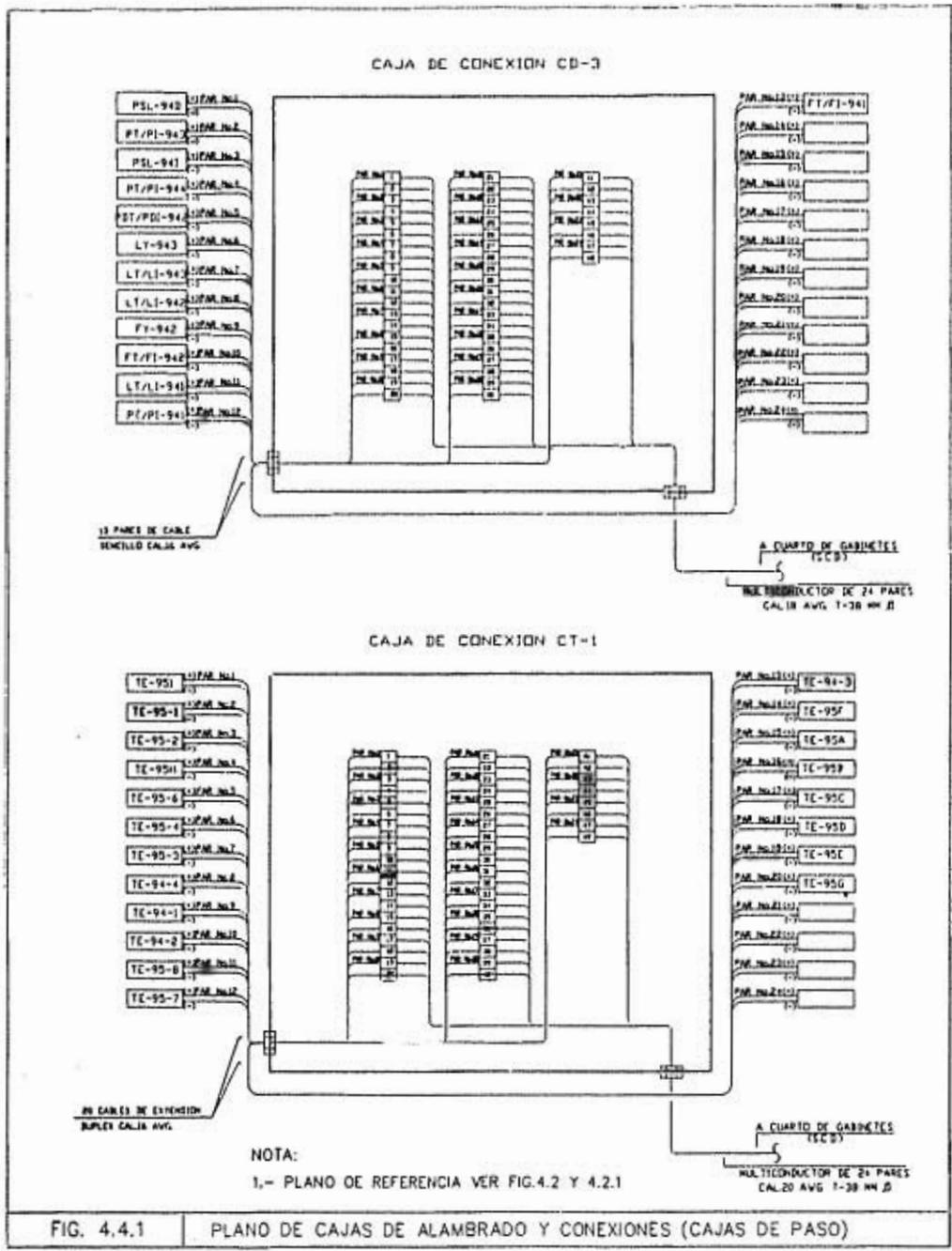


#### **PLANO DE CAJAS DE CONEXIONES (CAJAS DE PASO),**

En este plano se lleva a cabo el alambrado en forma ordenada para cada uno de los instrumentos contenidos en cada una de las cajas de conexiones agrupando por tablillas terminales.

Una vez ya agrupados y alambrados se identifica el cableado por pares para direccionar las señales de cada instrumento al cuarto de Control hasta las conexiones de las tarjetas de los gabinetes por un cable multiconductor, conteniendo los pares correspondientes de acuerdo al número de señales contenidas en dicha caja. (Ver fig's. 4.4 y 4.4.1).





#### IV.2 DETALLES TÍPICOS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA INSTRUMENTACIÓN DE CONTROL.

El objeto principal de la instalación de un instrumento es ser complemento del mismo, para poder aprovechar en su totalidad la capacidad de los sistemas para los cuales ha sido destinado y así tener mayores ganancias.

Una buena instrumentación depende en muchos de los arreglos prácticos, sencillos, accesibles y de fácil mantenimiento; ya que en muchos casos, se pueden encontrar fallas o dificultades, que no dependen de otra cosa que de una mala o incorrecta instalación.

Los dibujos o bosquejos en los que generalmente se detallan las instalaciones, se les llaman Dibujos Típicos de Instalación y se debe tener el propósito de estandarizarlos a un máximo, con lo que además de lograr un mayor aprovechamiento de un solo dibujo para varias instalaciones, se reduce el costo de instalación.

Los dibujos típicos de instalación tienen como propósitos principales:

1. Indicar la forma apropiada de instalar los instrumentos, incluyendo soportes, orientación y arreglo.
2. Detallar la conexión de instrumentos, incluyendo el suministro de fuerza (neumático o eléctrico) la señal de salida (neumática o eléctrica) y las conexiones a las líneas de proceso.
3. Indicar la cantidad, tamaño y materiales de construcción de los accesorios para poder instalar los instrumentos.

Aunque cada industria tiene sus propios códigos y estándares, así como leyes o reglas a seguir para las instalaciones, todas siguen los siguientes lineamientos, ya que son precauciones necesarias en el diseño:

- Todos los materiales deben ser apropiados para las condiciones de operación del proceso (presión, temperatura y propiedades de corrosión) tanto en condiciones normales como a condiciones extremas.
- Se deben hacer arreglos adecuados para casos en que se tengan líneas con vapores condensables, ya sea con drenes o con sellos que aseguren una presión constante en el elemento sensible del instrumento.
- Los instrumentos montados localmente, en líneas con fluidos considerados como peligrosos (tóxicos, con alta presión, alta temperatura o corrosivos) deben tener venteos o drenes apropiados, cuidando que esto no resulte de peligro para los operadores.

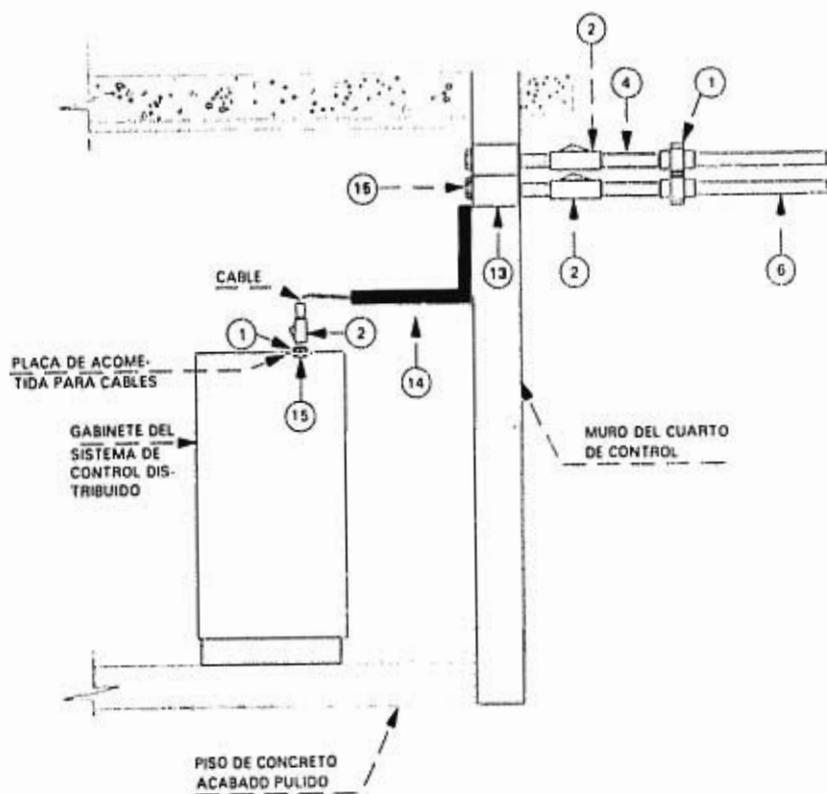
- Los instrumentos montados en líneas que contienen fluidos que pueden congelarse a la temperatura ambiente, deben ser dotados de medios de calentamiento, como venas de vapor y aislarse. También se puede usar un sello mezclado con un líquido no congelable compatible con el fluido de proceso.

Todo lo mencionado anteriormente tiene sus excepciones, como por ejemplo el material adecuado a usar en las instalaciones, comúnmente se toma de especificaciones de tuberías que designan los materiales adecuados para cada servicio y una excepción es usar, en lugar de tubería y conexiones estándar; tubo flexible y conexiones apropiadas roscadas, de acero inoxidable, para la transmisión de señal.

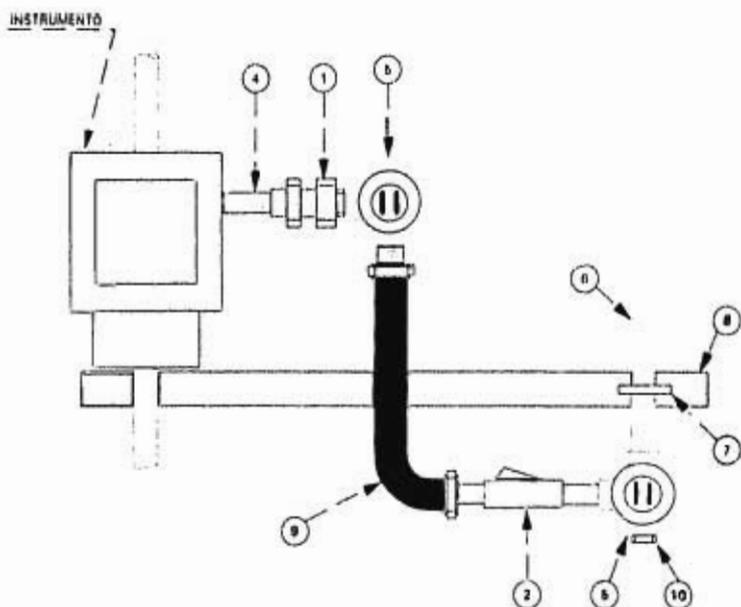
Otras excepciones son las que se hacen forzosamente por indicaciones y necesidades del fabricante del instrumento, sobre todo por indicaciones y necesidades del fabricante del instrumento, sobre todo si se trata de servicios no usuales o contruidos para propósitos especiales.

Para este caso la instalación eléctrica de los instrumentos de control, medición y señalización se deben tomar en cuenta los siguientes dibujos Típicos de Instalación:

- Detalle típico de acometida al cuarto de control y gabinete del Sistema de Control Distribuido (SCD). (Ver fig. 1).
- Detalle típico de conexión a instrumentos de medición o control. (Ver fig. 2)
- Detalle típico de conexión a termopar. (Ver fig. 3).
- Detalle típico para instalación de cajas de paso. (Ver fig. 4).
- Detalle típico de alambrado de cajas de paso. (Ver fig. 5).
- Lista de materiales de los detalles típicos de instalación. (Ver fig. 6)



**FIG. 1 DETALLE TIPICO DE ACOMETIDA AL CUARTO DE CONTROL Y GABINETES DEL SCD**



**NOTA IMPORTANTE:**  
 EL ACCESO AL INSTRUMENTO PODRÁ  
 SER POR LA PARTE LATERAL O INFERIOR

**FIG 2. DETALLE TIPICO DE CONEXION  
 A INSTRUMENTOS**

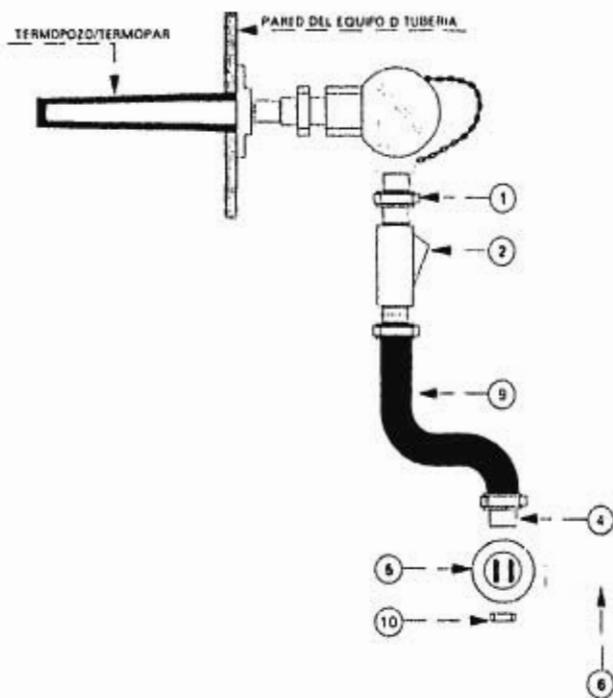
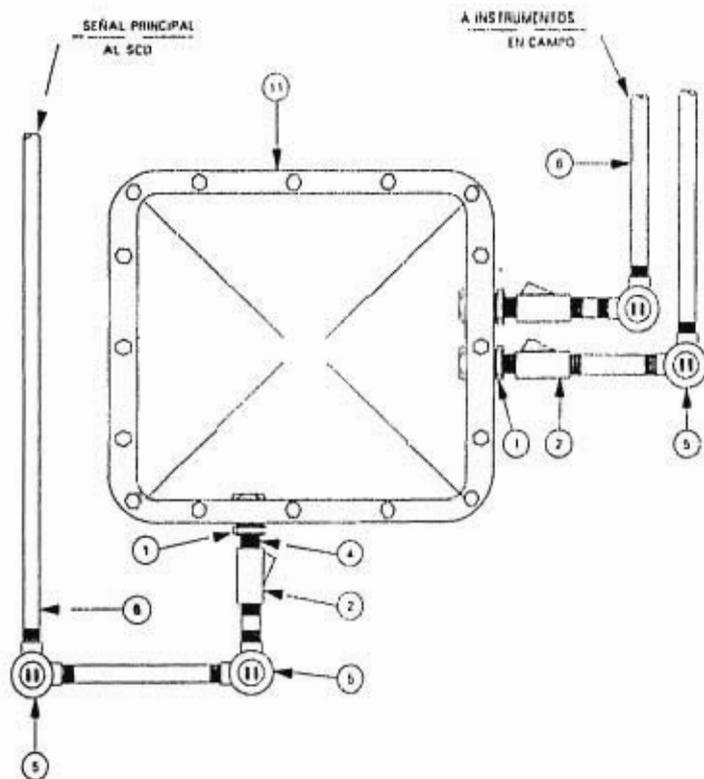


FIG. 3 DETALLE TIPICO DE  
CONEXION A TERMOPAR



**FIG. 4 DETALLE TIPICO PARA INSTALACION DE CAJAS DE PASO**

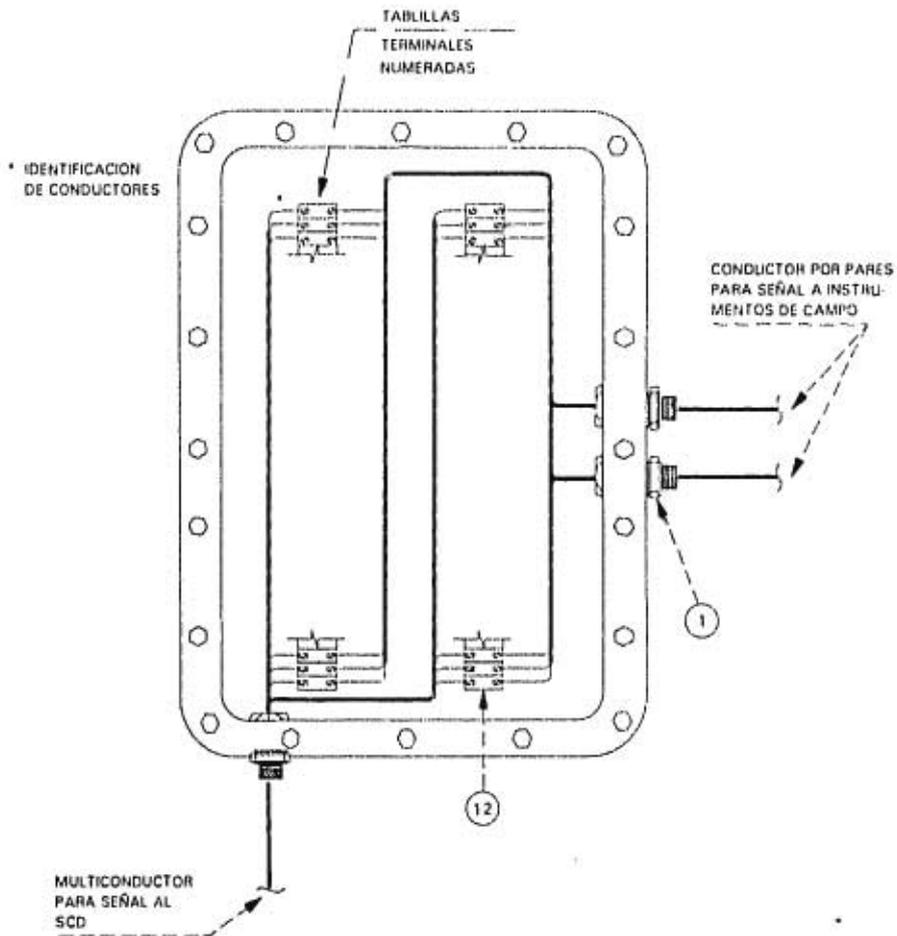


FIG. 5 DETALLE TIPICO DE ALAMBRADO DE CAJAS DE PASO

LISTA DE MATERIALES DE LOS DETALLES TÍPICOS DE INSTALACION	
①	TUERCA UNION (MACHO-HEMBRA)
②	SELLO A PRUEBA DE EXPLOSION
③	REDUCCION BUSHING
④	NIPLE CORTO
⑤	CAJA DE REGISTRO A PRUEBA DE EXPLOSION
⑥	TUBO CONDUIT CALIDAD "A", CEDULA 40
⑦	ABRAZADERA GALVANIZADA TIPO "U"
⑧	ANGULO DE FIERRO
⑨	COPLÉ FLEXIBLE A PRUEBA DE EXPLOSION
⑩	TAPON TIPO DREN
⑪	CAJA DE CONEXIONES A PRUEBA DE EXPLOSION
⑫	TABLILLAS TERMINALES DE ALTA DENSIDAD, CIRCUITO SENCILLO PARA CABLE DEL CALIBRE 22 AL 12 AWG
⑬	PLACA DE ACERO AL CARBON
⑭	CHAROLA METALICA DE ALUMINIO
⑮	CONTRA TUERCA PARA TUBERIA CONDUIT

FIGURA: 6 ESTA LISTA CORRESPONDE A LA DESCRIPCION DE LOS MATERIALES INDICADOS EN LOS DIBUJOS TÍPICOS DE INSTALACION MOSTRADOS EN LAS FIGURAS DE LA 1 A LA 5.

#### **IV.3 DISTRIBUCIÓN DE LAS SEÑALES DE CAMPO A LOS GABINETES DEL SISTEMA DE CONTROL.**

El alambrado punto a punto del sistema de Control Distribuido, que a través de ellos se interconectarán las señales que se necesitan enviar/recibir desde/hacia el campo, ver fig's. 4.7, 4.7.1, 4.8, 4.8.1, 4.9 y 4.9.1, auxiliándose de un tablero de interconexión y protecciones, el cual tiene como propósito contener el alambrado de entradas y salidas de las señales de la instrumentación de campo. (Ver fig's. 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 y 4.14)

Serán de baja impedancia y bajo voltaje, por lo cual serán transmitidos en conductores cuyo calibre mínimo será del 16 AWG y aislamiento THWN, color amarillo de preferencia, interconectándose a tabillas terminales, que estarán instaladas dentro de los gabinetes del sistema de Control Distribuido (SCD) o gabinetes de interconexión (Marshalling), los cuales tendrán todos los elementos eléctricos de protección y distribución de la señal.

La acometida deberá ser por la parte inferior del Cuarto de Control, (ver figura 4.5) recibiendo el cableado de las señales en charolas de aluminio libre de cobre, conduciéndolos hasta los gabinetes del SCD o gabinetes de interconexión (Marshalling), bajo el piso falso, evitando cruces con conductores eléctricos de 220 VCA o mayores.

#### **GABINETES DE INTERCONEXIÓN Y PRUEBA (MARSHALLING).**

Se utiliza para organizar, proteger y facilitar el alambrado y conexión de los cables desde los instrumentos de campo a tabillas terminales, se deberá suministrar un tablero de interconexión y protección, los gabinetes serán instalados en el cuarto de control, siendo responsabilidad del fabricante del SCD la interconexión de los gabinetes con los marshalling.

Los tableros de interconexión y protección serán construidos por estructuras de perfiles angulares de acero al carbón cubiertas por hojas del mismo material, las cuales deberán ser sujetadas apropiadamente a la pared. (Ver fig's. 4.6, 4.6a, 4.6b y 4.6c).

La medida de las hojas de acero al carbón deberán ser adecuado al tamaño de los tableros, los cuales deberán ser definidos por el vendedor de acuerdo con sus requisitos particulares.

Los tableros de interconexión y protección deberán incluir los rieles de montaje para todas las Entradas/Salidas como sigue:

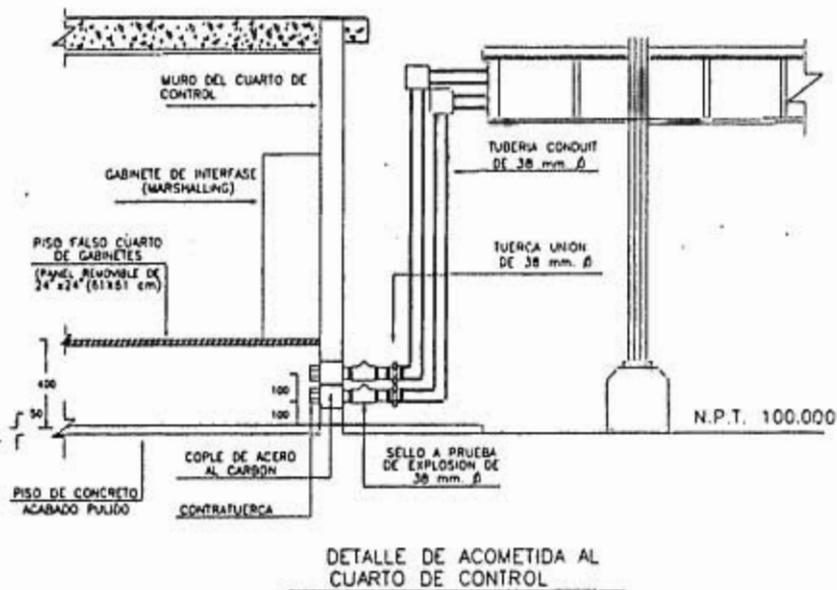


FIG. 4.5

DETALLE DE ACOMETIDA AL CUARTO DE CONTROL

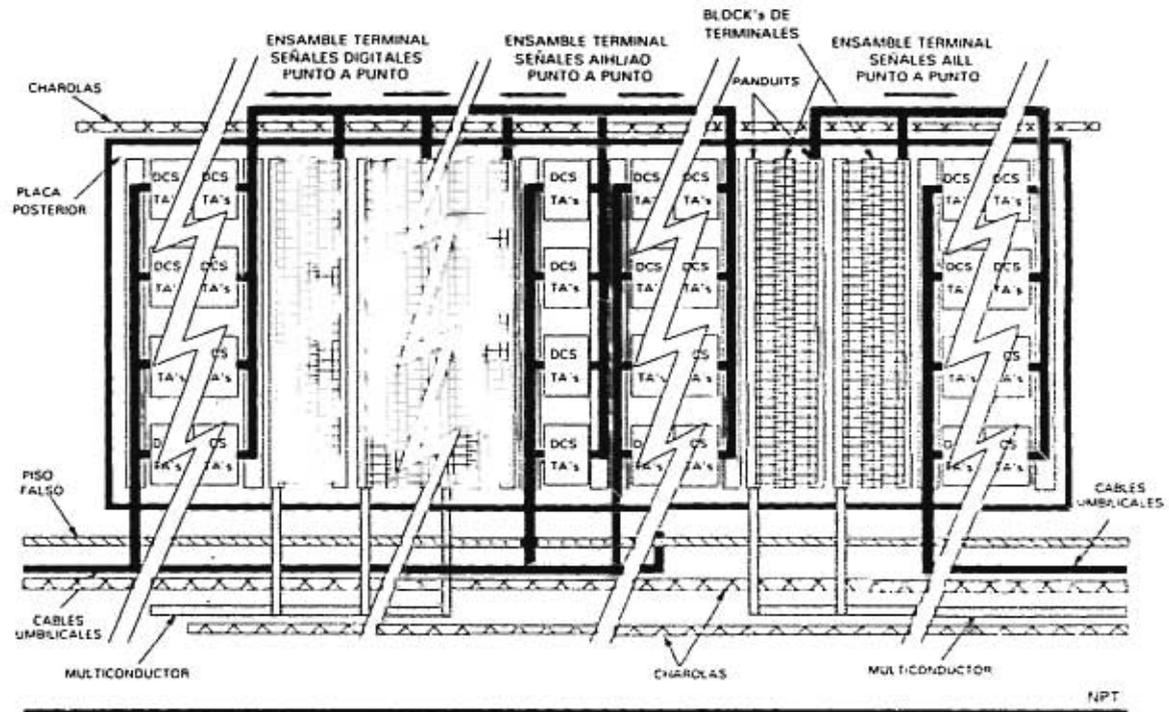


FIG. 4.6 GABINETE DE INTERCONEXIONES (ENSAMBLE DE TERMINALES)

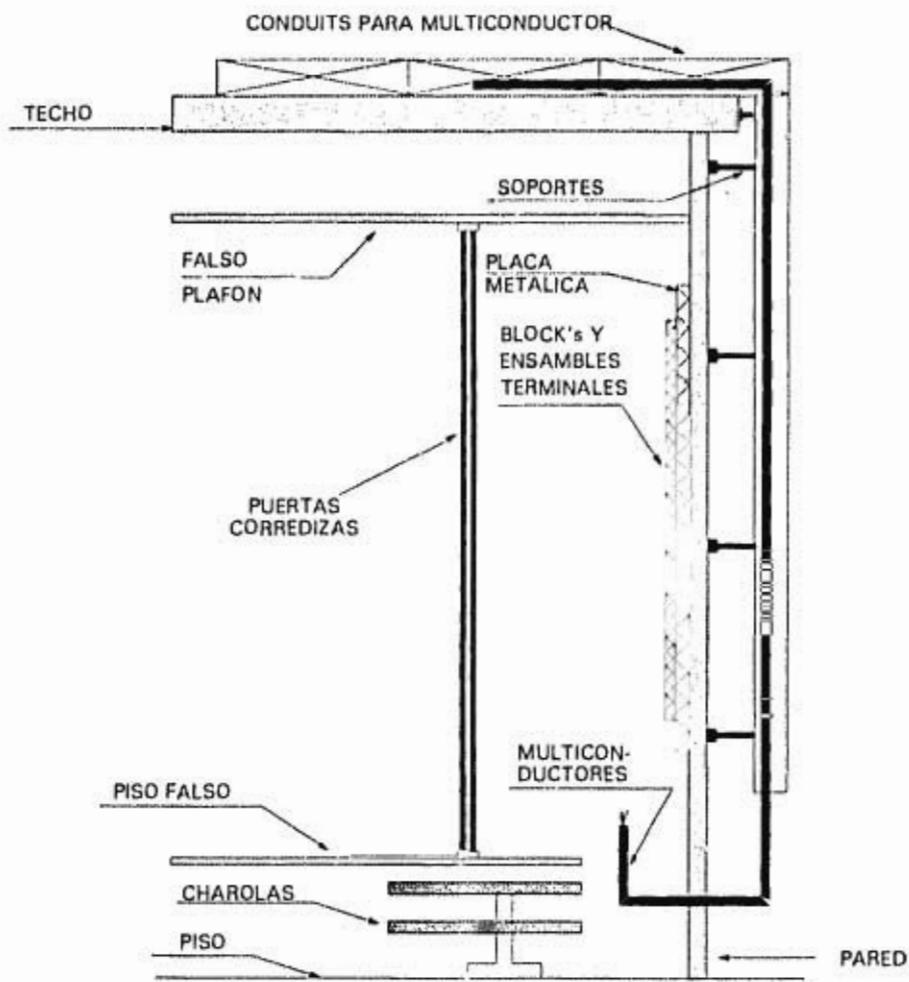
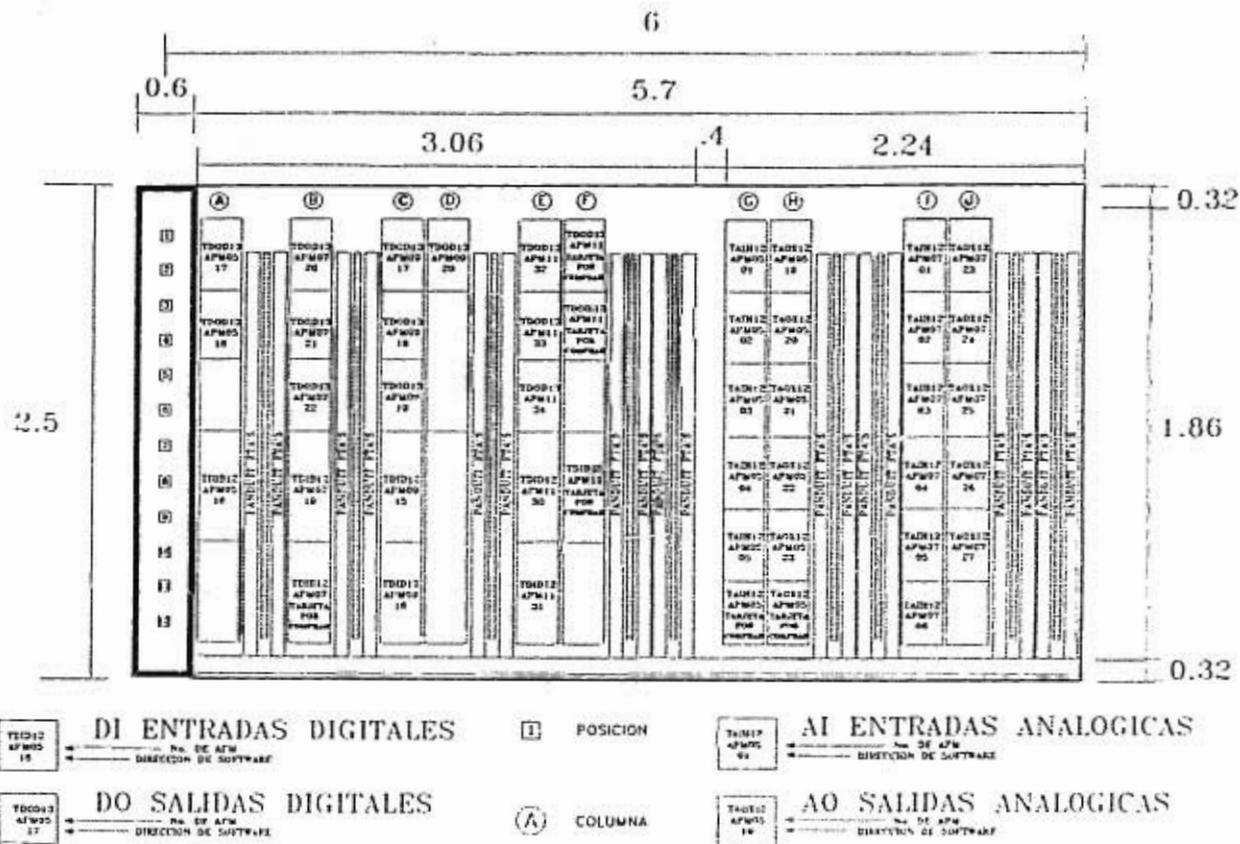


FIG. 4.6a GABINETE DE INTERCONEXIONES (MARSHALLING).

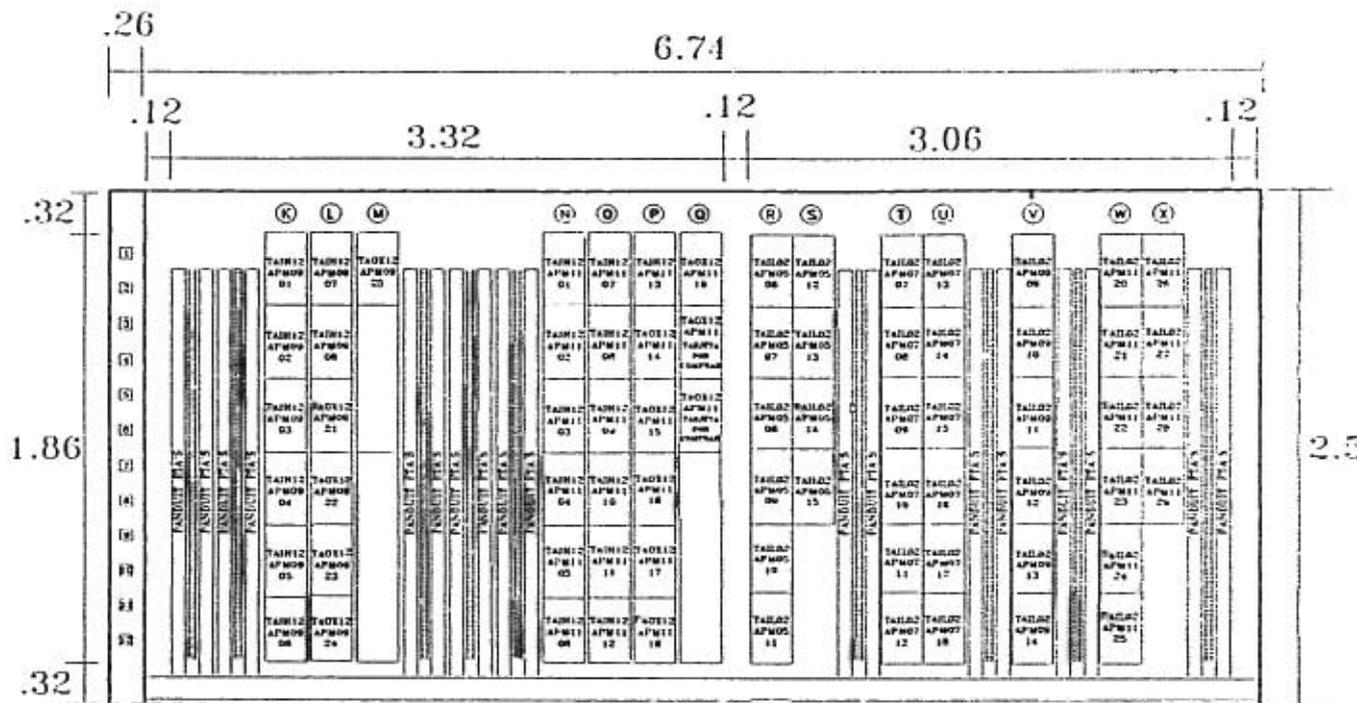


FTA: ENSAMBLE DE TERMINALES EN CAMPO.

NOTA  
ACOTACION EN METROS

FIG. 4.6h

GABINETE DE INTERCONEXION (MARSHALLING) PARA DISTRIBUCION DE FTA'S Y TABLILLAS TERMINALES.



ENTRADAS ANALOGICAS  
 TAIK12 AFM09 04  
 No. DE AFM  
 DIRECCION DE SOFTWARE

SALIDAS ANALOGICAS  
 TAOE12 AFM09 23  
 No. DE AFM  
 DIRECCION DE SOFTWARE

(T) POSICION  
 (K) COLUMNA

ENTRADAS ANALOGICAS DE BAJO NIVEL  
 TAIL02 AFM07 11  
 No. DE AFM  
 DIRECCION DE SOFTWARE

NOTA  
 ACOTACION EN METROS

FIG. 4.6c

GABINETE DE INTERCONEXION (MARSHALLING) PARA DISTRIBUCION DE FTA'S Y TABLILLAS TERMINALES.

1. Un fusible en la línea (+) para cada entrada analógica de alto nivel, salida analógica, entrada digital y salida digital.
2. Un par de terminales compensadas para cada entrada analógica de bajo nivel de acuerdo con el tipo de sensor.

## SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES DE ENTRADA Y SALIDA.

**Señales Analógicas:** Representan variables continuas, cambiantes en el tiempo, en las que un valor de entrada en la curva de comportamiento de estas variables, corresponde a un solo valor de salida. De acuerdo con el origen de la señal se tienen los siguientes casos:

Señales Analógicas de Entrada: Son señales variables que transmiten información analógica de la instrumentación de campo hacia el Sistema de Control Digital. La naturaleza de estas señales depende del principio de operación de los instrumentos en campo o del tipo de transmisor que se utilice. Estas señales pueden ser de dos tipos:

De Alto Nivel (High Level analog Input, HLAI): con rangos de 4-20 mA o de 1-5 volts más comúnmente

De Bajo Nivel (Low Level Analog Input LLAI): con rangos de mV para termopares o con rangos de variación de resistencia para RTD'S.

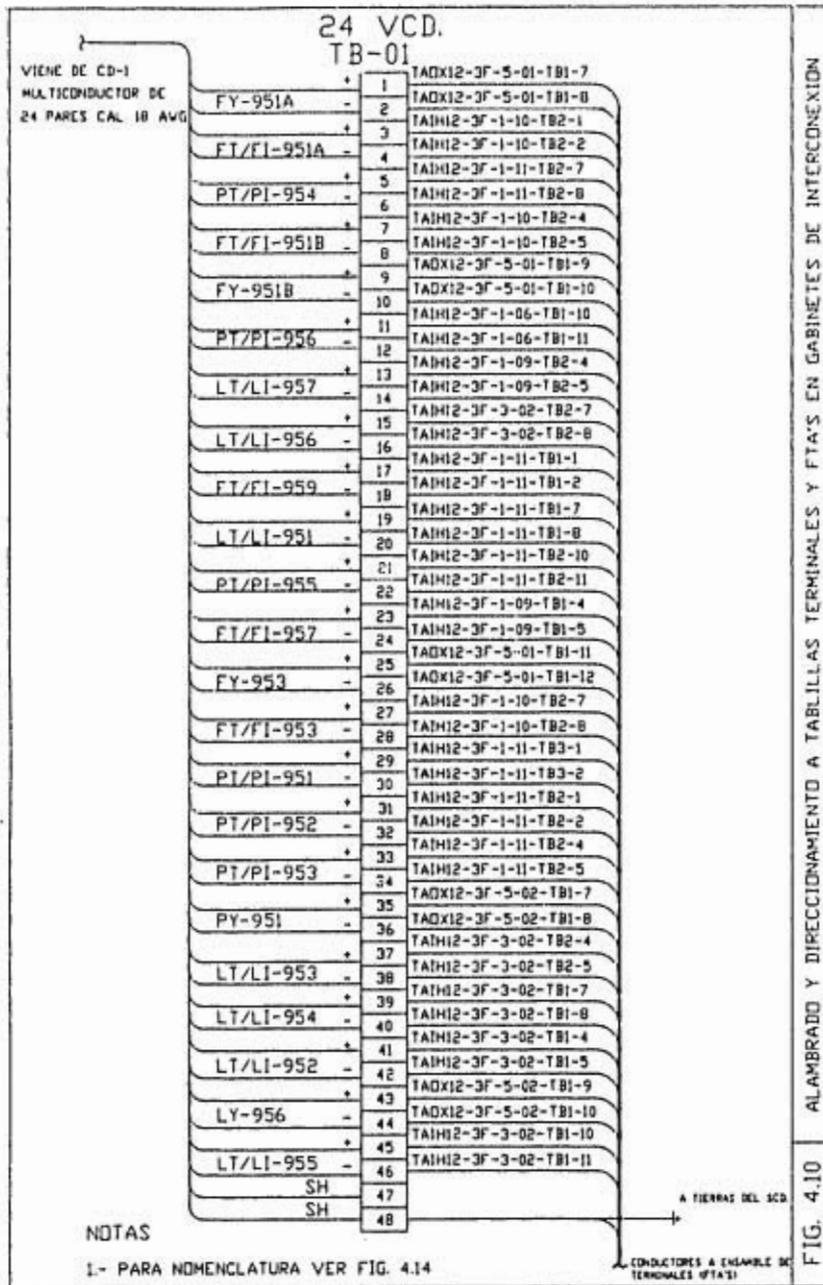
Señales Analógicas de Salida (analog output, AO): son señales variables que transmiten información analógica del Sistema de Control Digital hacia la instrumentación de campo. En este caso el rango que se utiliza casi exclusivamente es de 4-20 mA.

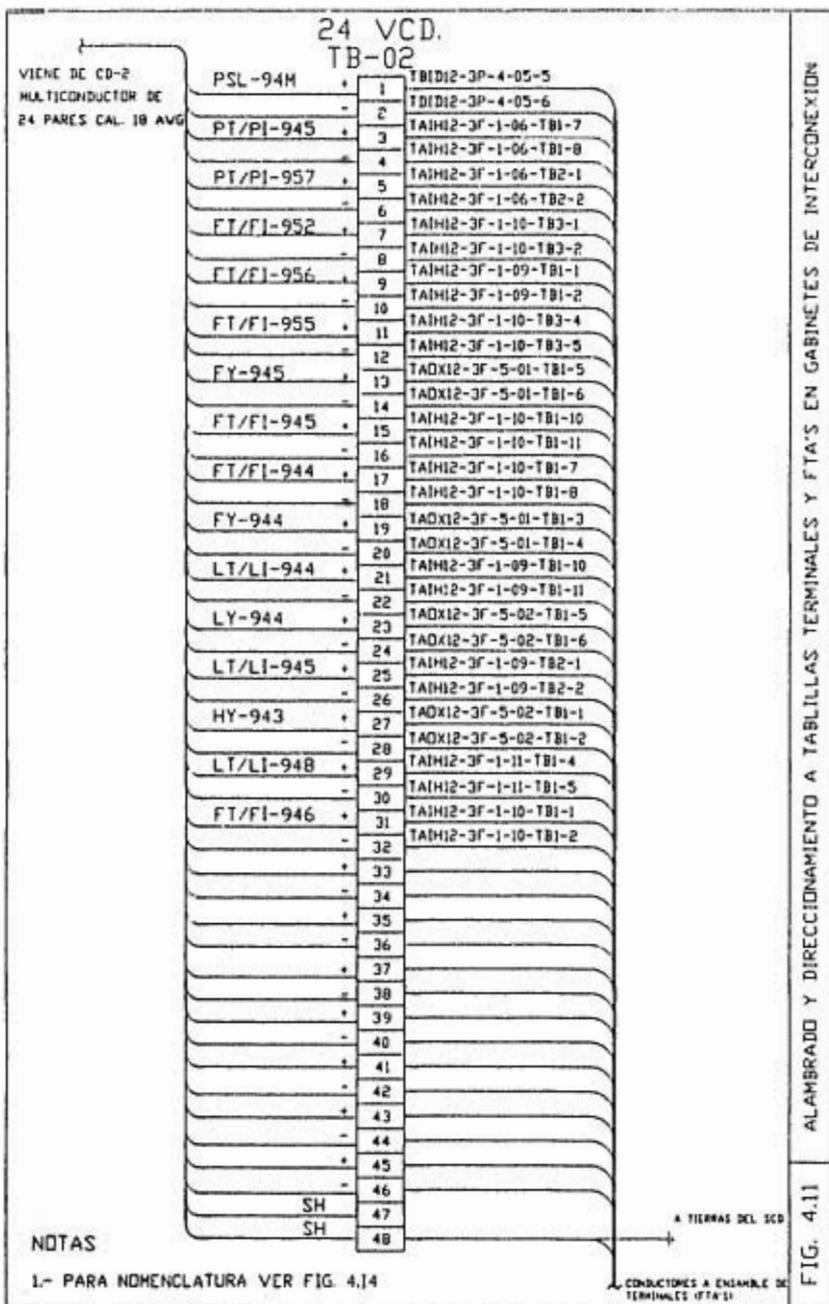
Señales Digitales: son variables discontinuas que representan normalmente dos estados discretos o binarios (tales como 0-1, SI-NO, Existe - No existe, etc), cambiantes en el tiempo en las que un valor de entrada en la curva de comportamiento de estas variables, corresponde a un solo valor de salida. De acuerdo con el origen de la señal se tienen los siguientes casos:

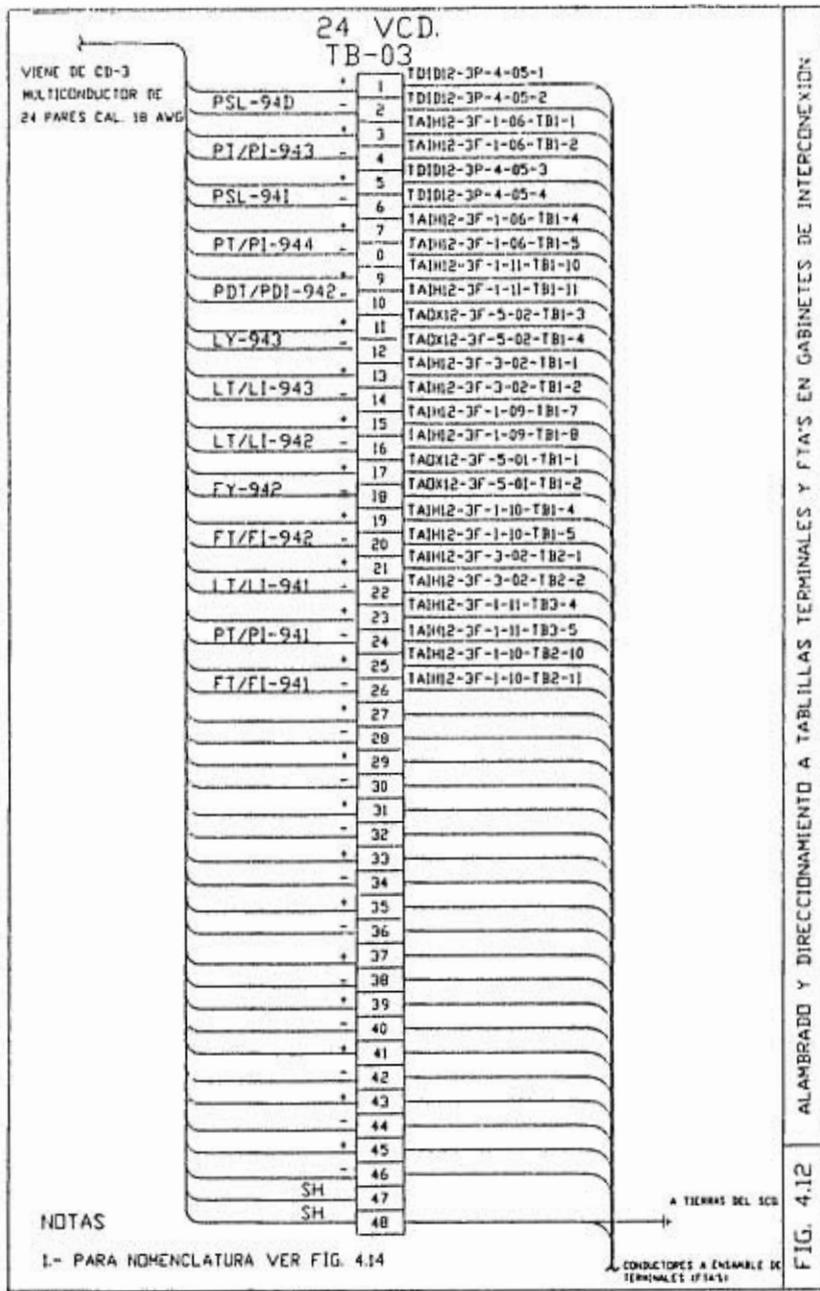
Señales Digitales de entrada (DI): son señales variables que transmiten información digital de la instrumentación de campo hacia el Sistema de Control Digital. La naturaleza de estas señales normalmente es de 0-24 VCD o 0-120 VCA, así mismo estas señales pueden ser energizadas por el SCD (señales secas) o energizadas externamente al SCD (señales húmedas).

Señales de Salida (DO): son señales variables que transmiten información digital del sistema de Control hacia la instrumentación de campo. La naturaleza de estas señales normalmente es de 0-24 VCD o 0-120 VCA, así

mismo estas señales pueden ser energizadas por el SCD (secas) o energizadas externamente al SCD (húmedas).







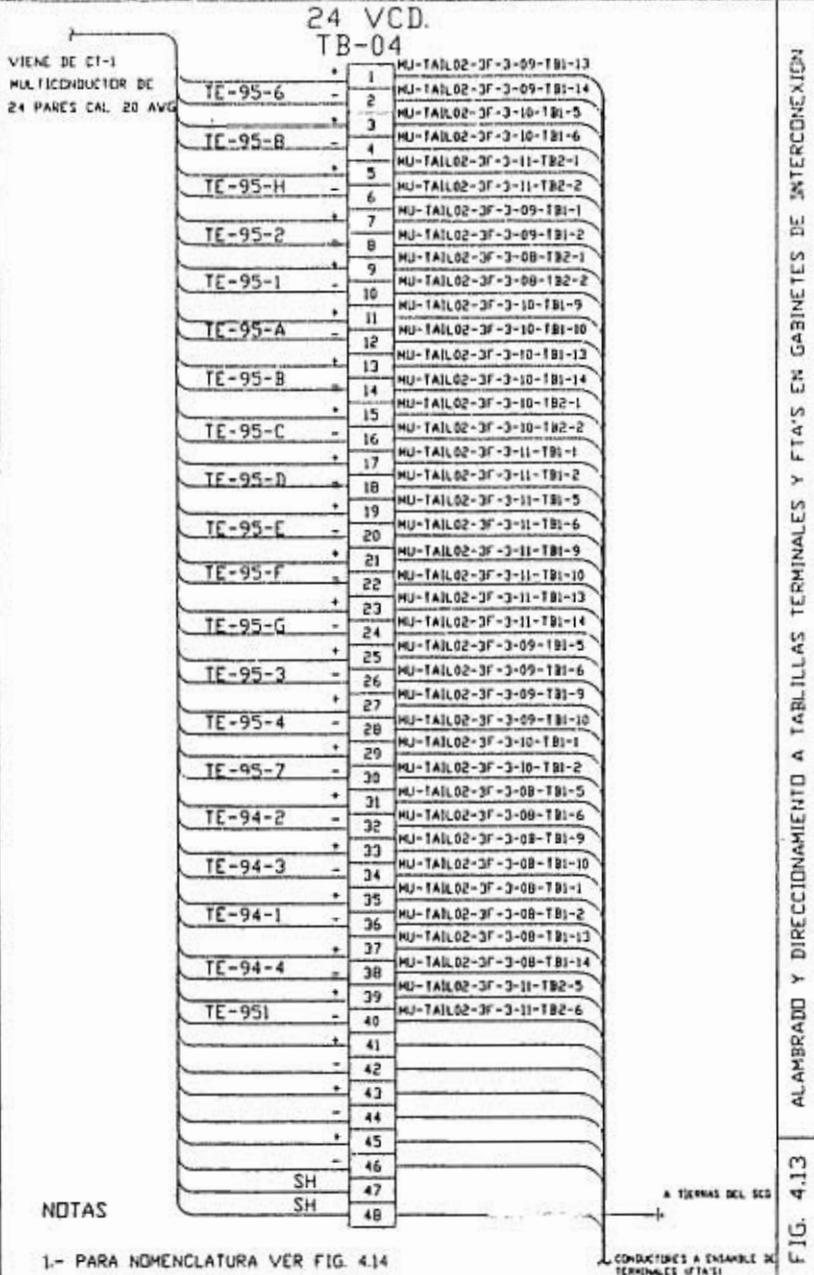


FIG. 4.13 ALAMBRADO Y DIRECCIONAMIENTO A TABILLAS TERMINALES Y FTAS EN GABINETES DE INTERCONEXION



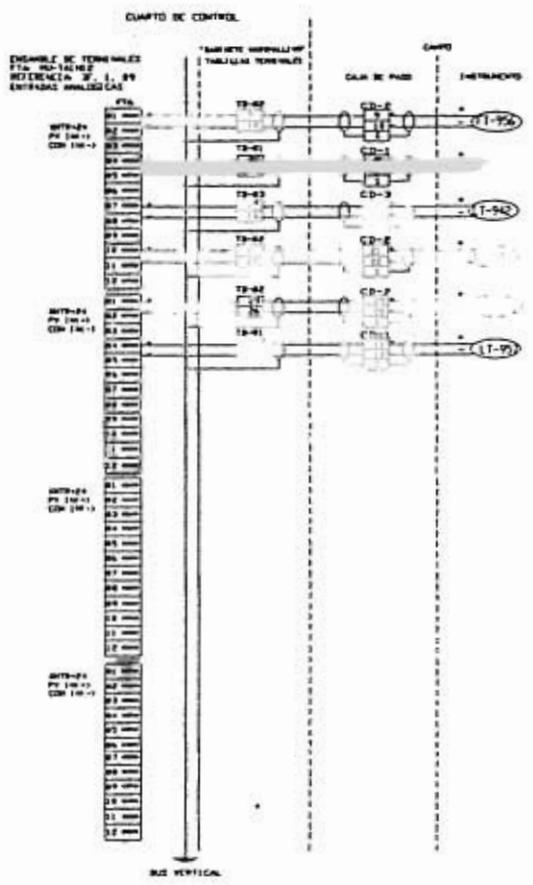
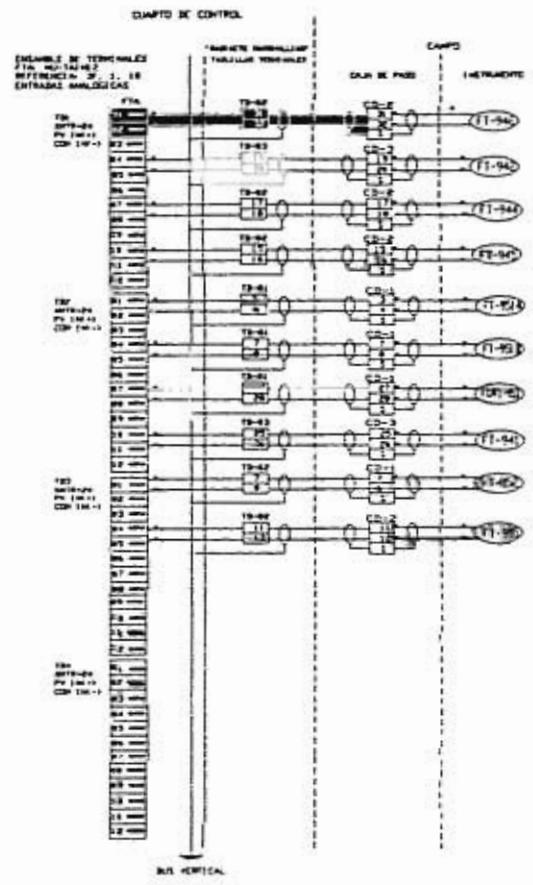


FIG. 47 PLANO DE DISTRIBUCION Y DIRECCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES DE CAMPO A LOS GABINETES DEL SISTEMA DE CONTROL. SECCION 3ª, FICHERO 1 (ALABRADO PUNTO A PUNTO)

FIG. 4.7.1

PLANO DE DISTRIBUCION Y DIRECCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES DE CAMPO A LOS GABINETES DE SISTEMA DE CONTROL. SECCION 3°. FICHERO 1 CALABRADO PUNTO A PUNTO

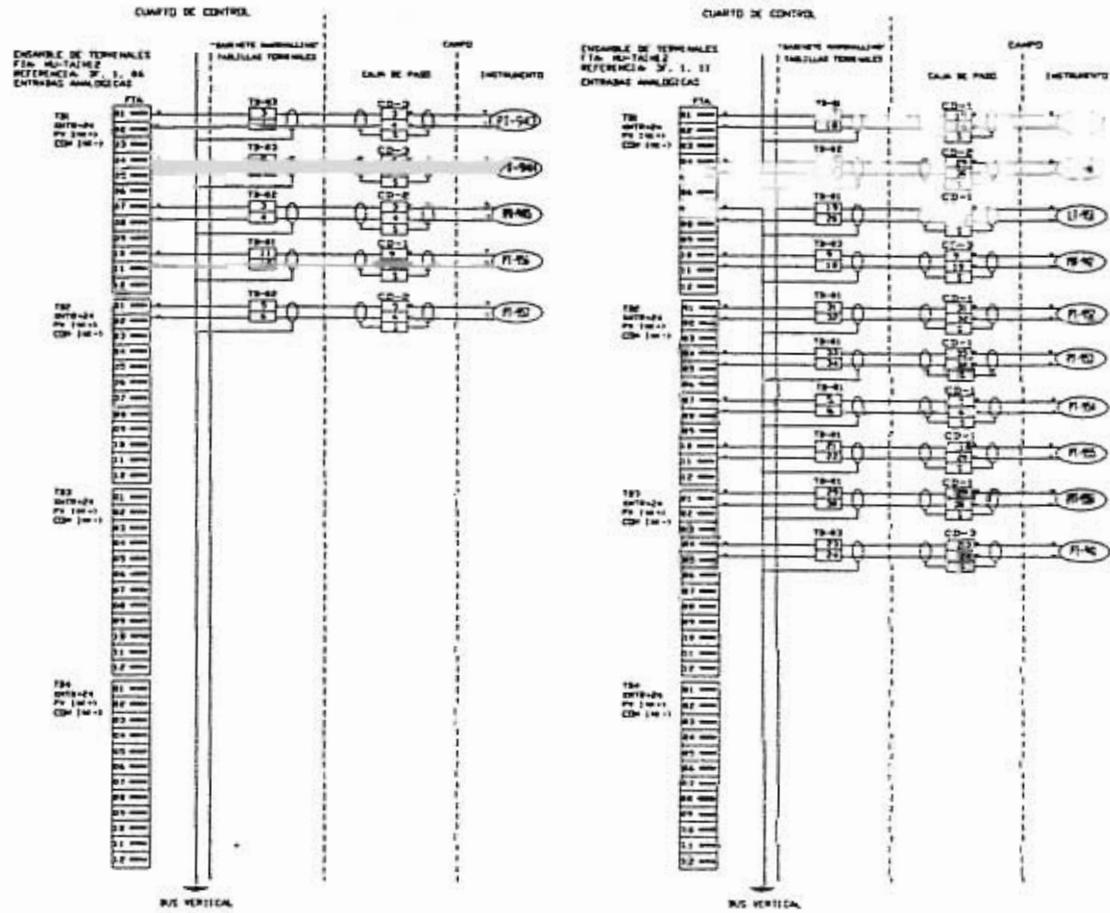


FIG. 4.8

PLANO DE DISTRIBUCION Y DIRECCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES DE CAMPO A LOS GABINETES DEL SISTEMA DE CONTROL. SECCION 3ª. FICHERO 3 (CALAMBRADO PUNTO A PUNTO)

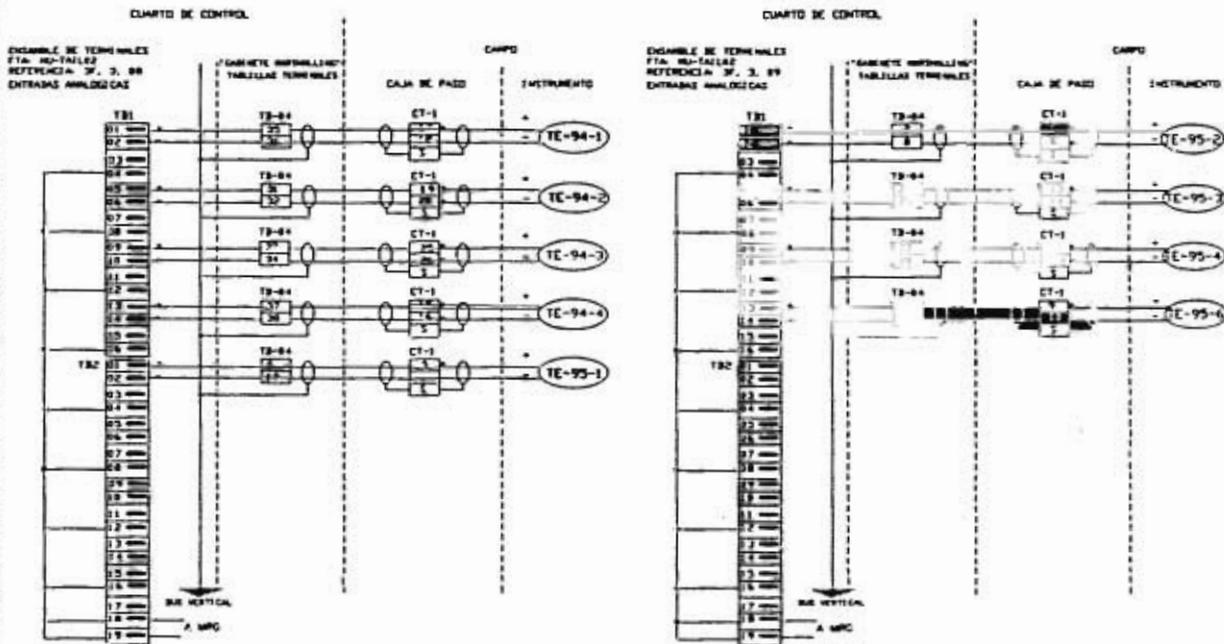


FIG. 481

PLANO DE DISTRIBUCION Y DIRECCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES DE CAMPO A LOS GABINETES DEL SISTEMA DE CONTROL. SECCION 3F. FICHERO 3 (CALAMBRADO PUNTO A PUNTO)

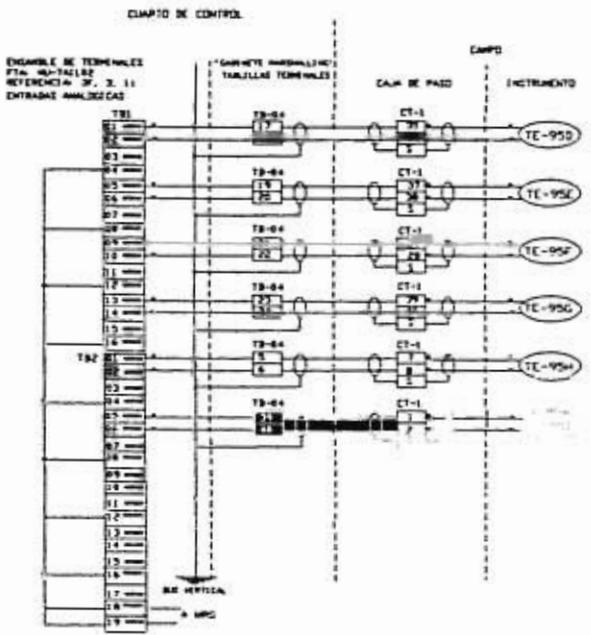
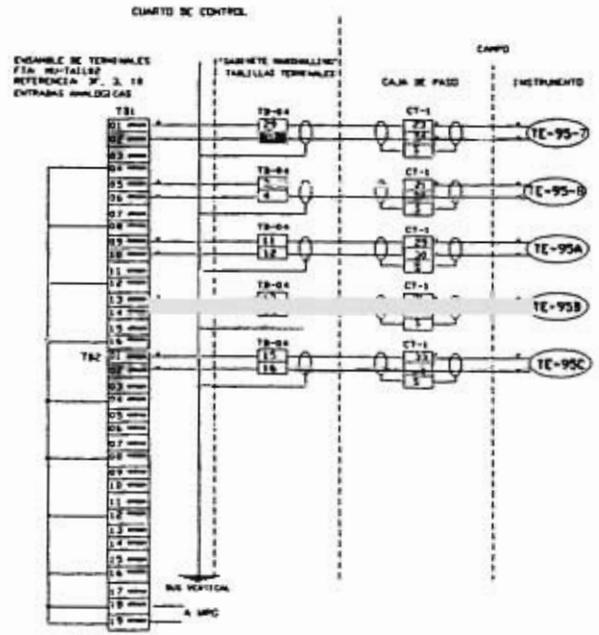


FIG. 4.9

PLANO DE DISTRIBUCION Y DIRECCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES DE CAMPO A LOS GABINETES (ALABRADO PUNTO A PUNTO) SECCION 3F, FICHERO 5

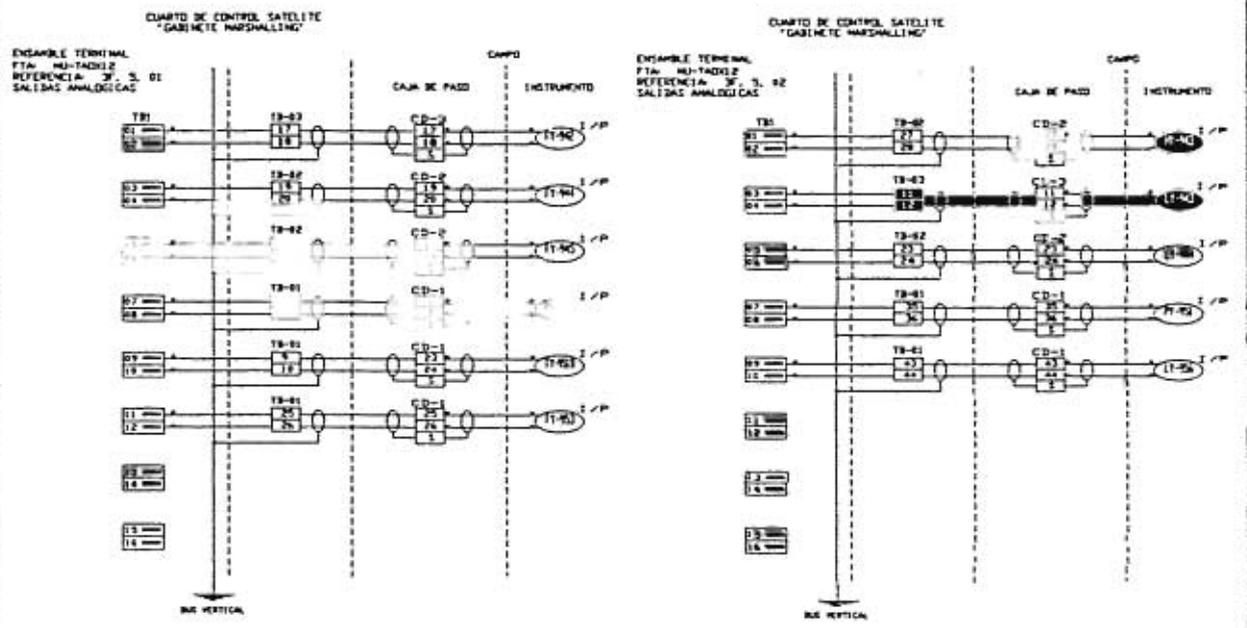
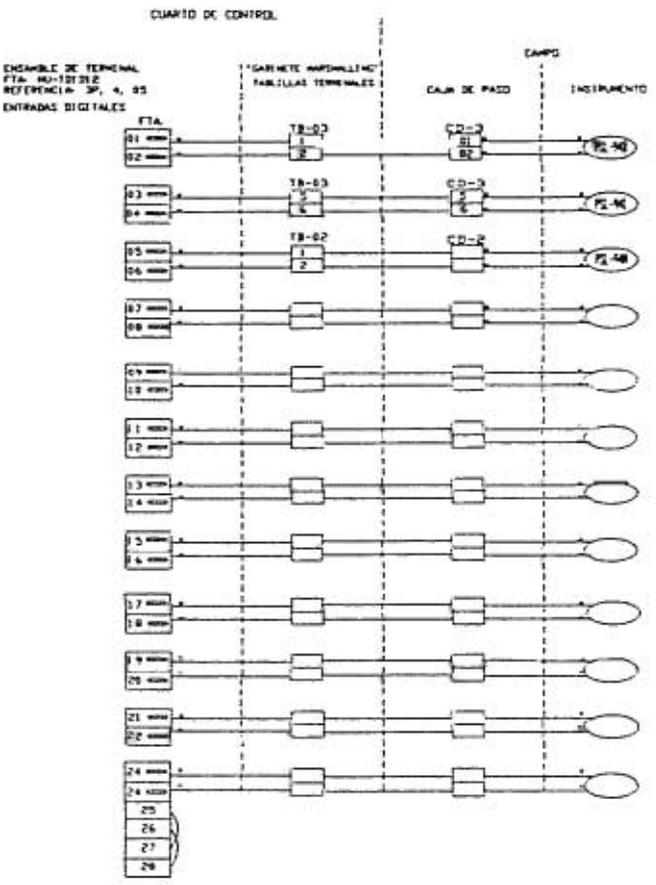
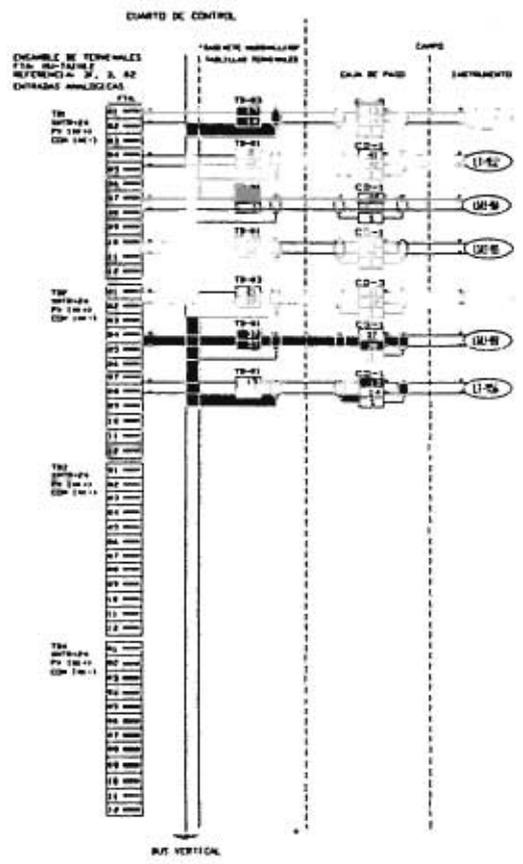


FIG. 4.91

PLANO DE DISTRIBUCION Y DIRECCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES DE CAMPO A LOS GABINETES DEL SISTEMA DE CONTROL. SECCION 31.30 FICHERO 3.4 (ALAMBRADO PUNTO A PUNTO)



## CONCLUSIONES

Los Sistemas de Control Distribuido son herramientas que permiten mejorar la eficiencia y aumentar la seguridad en la operación de los procesos industriales.

Los Sistemas de Control Distribuido están basados en plataformas digitales, (Procesadores Digitales) de la más reciente tecnología, que además de permitir un mejor control de los procesos permiten así mismo un eficiente manejo de la información relacionada con estos procesos lo que redundará en una mejor forma de decisiones.

El advenimiento de los Sistemas de Control ha implicado la asimilación, adecuación y aplicación de nuevas tecnologías en los requerimientos de alimentación, protección y conexión eléctrico de los Sistemas de Control Distribuido (SCD) y la instrumentación de campo, con el fin de asegurar la obtención de los máximos beneficios que brindan estos Sistemas de Control en términos de confiabilidad funcionalidad y eficiencia en la operación de la planta productiva.

La implementación de los Sistemas de Control Distribuido han dado como resultado el de controlar las plantas con más exactitud y un aumento en la calidad del producto, al mismo tiempo con la inclusión de los sistemas de control se disminuirán los costos de operación de las plantas industriales.

El tema es de suma importancia tanto para los estudiantes como para la actualización de los profesionales del área, pues sintetiza los conceptos de comunicación a través de la interconexión eléctrica entre los instrumentos de campo y el Sistema de Control Distribuido, factor fundamental de confiabilidad, eficiencia y seguridad en la operación automática de cualquier planta industrial.

## BIBLIOGRAFÍA

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| Apuntes del curso de ingeniería para Instrumentación y Control Industrial | Instituto Mexicano del Petróleo       |
| Sistemas de Tierras en Subestaciones eléctricas                           | Rodolfo Lorenzo Bautista              |
| El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales                      | Gilberto Enríquez Harper              |
| Análisis y Diseño de Sistemas Eléctricos para plantas industriales        | Irwin Lazar                           |
| Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales           | Gilberto Enriquez Harper              |
| Electrical Power Distribution for Industrial Plants (I.E.E.E.)            |                                       |
| The National Electrical Code Handbook (NEC)                               |                                       |
| ANSI/ISA-55.1-1984 "Instrumentation Symbols and Identification"           |                                       |
| Curso del Sistema de Conexión a Tierra en Redes Eléctricas                | Raúl Velázquez S.<br>Octubre de 1990. |