

18  
25



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD DE DETECCION AUTOMATICO PARA PLANTAS ISOMERIZADORAS DE PENTANOS Y HEXANOS (CASO DE APLICACION REFINERIA DE SALAMANCA GUANAJUATO)”

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
RICARDO ORTIZ ELEVENO

ASESOR: I. O. ANTONIO CARRANZA MONROY

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX. 1999.

*27/9/99*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Propuesta de un sistema de seguridad de detección automático para plantas -  
isomerizadoras de pentanos y hexanos (caso de aplicación Refinería Salamanca, Guanajuato)".

que presenta el pasante: Ricardo Ortiz Eleveño  
con número de cuenta: 9151411-2 para obtener el TITULO de:

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 15 de enero de 1999.

PRESIDENTE	<u>I.Q.I. Alvaro Leo Ramírez</u>	
VOCAL	<u>I.Q. Ariel Bautista Salgado</u>	
SECRETARIO	<u>I.Q. Antonio Carranza Monroy</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M. en C. Ricardo P. Hernández García</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>I.Q. Gilberto A. Amaya Ventura</u>	

---

**Dedicatorias:**

A Dios

Por lo que soy y por lo que me ha dado

A mis padres

Julia Eleveño Juarez  
y  
Esteban Ortiz Marquez

Quienes con su amor, cuidados y sacrificios, colaboraron para alcanzar esta meta. Esta es la forma de decirles todo mi amor, cariño y respeto. GRACIAS....

A mi abuela Antonia por todo el cariño, comprensión y cuidado, con todo mi amor.

Mis hermanos que han estado conmigo en todo momento Alejandro, Ma. Guadalupe, Alfredo, Rosario, Angeles y Carol

A toda mi familia, por todos sus consejos, cariño y momentos de alegría juntos.

A la 18<sup>av</sup> generación de Ingeniería Química; amigos y amigas, en especial a Hector, Claudia E., Ivan, Ponciano, Miguel, Ma. Elena, Patricia J., Oscar, Guadalupe M., Eric, J. Guadalupe, con quienes disfrute los mejores momentos como estudiante.

A todas las personas quienes han cooperado de alguna forma para el desarrollo de este trabajo.

Richard.

---

## **Agradecimientos**

A la FES-Cuautitlán (Campo 1), por la formación recibida. En la cual pasé los mejores momentos como estudiante, alegrías y tristezas, de las cuales tengo más recuerdos buenos que malos.

Al Ing. Antonio Carranza Monroy, por todo su apoyo, amistad y ayuda desinteresada para alcanzar este objetivo.

Al Ing. Raúl Abraján Osorio y al Ing. Nicolás Granados Martínez, por su amistad, apoyo y confianza que me brindaron.

Al honorable jurado, por su revisión y comentarios para la realización de este trabajo.

Richard.

## INDICE GENERAL

	Pag.
Indice.....	I
Indice de diagramas y gráficas.....	IV
Indice de figuras.....	V
Indice de tablas.....	VII
Objetivo.....	VIII
Resumen.....	IX
<b>Capítulo 1</b> Introducción.	
1.1 Introducción.....	2
<b>Capítulo 2</b> Descripción e importancia de los sistemas de seguridad en las plantas de proceso químico.	
2.1 Sistema de detección automático.....	6
2.2 Sistema de protección y control.....	10
<b>Capítulo 3</b> Sistemas de detección automático.	
3.1 Generalidades.....	14
3.2 Detectores de calor.....	16
3.2.1 Detectores de temperatura fija.....	16
3.2.1.1 Elementos bimetálicos.....	16
3.2.1.2 Conductividad eléctrica.....	17
3.2.1.3 Otros tipos de detectores de temperatura fija.....	19
3.2.2 Detectores de compensación de temperatura.....	20
3.2.3 Detector de velocidad de respuesta.....	21
3.2.3.1 Detector del efecto termoelectrico.....	21
3.2.3.2 Otros tipos de detectores de velocidad de respuesta.....	22
3.3 Detectores de fuego.....	23
3.3.1 Detector Infrarrojo / ultravioleta (IR/UV).....	25
3.3.2 Detector de flama de múltiples ondas infrarrojo (IR / IR).....	25
3.4 Detectores de gases.....	27
3.4.1 Límites de explosividad.....	27
3.4.2 Detectores de gas combustible.....	31
3.4.2.1 Detector catalítico.....	31
3.4.2.2 Detector semiconductor.....	33

3.4.2.3	Detector infrarrojo.....	33
3.5	Detectores de humo.....	36
3.5.1	Detección de humo por ionización.....	36
3.5.1.1	Detector de humo por ionización.....	36
3.5.1.2	Detector de humo por ionización de doble cámara.....	38
3.5.2	Detectores de humo fotoeléctricos.....	39
3.5.2.1	Detectores de humo de dispersión fotoeléctrica o detector fotoeléctrico de humo por difusión de la luz.....	39
3.5.2.2	Detectores de humo por oscurecimiento de luz fotoeléctrica.....	40
3.6	Otros detectores.....	42

#### Capítulo 4 Criterios de selección del sistema de detección automático.

4.1	Criterios de selección de detectores de calor.....	45
4.2	Criterios de selección de detectores de fuego (flama).....	46
4.3	Criterios de selección de detectores de humo.....	51
4.4	Criterios de selección de detectores de gas.....	52
4.5	Consideraciones finales.....	54

#### Capítulo 5 Instalación y mantenimiento del sistema de detección.

5.1	Certificación y aceptación del producto.....	56
5.2	Instalación y pruebas.....	57
5.2.1	Detectores de calor.....	57
5.2.2	Detectores de fuego (flama).....	58
5.2.3	Detectores de gas.....	59
5.2.4	Detectores de humo.....	59
5.3	Inspección y mantenimiento.....	60
5.3.1	Detectores de calor.....	60
5.3.2	Detectores de fuego (flama).....	61
5.3.3	Detectores de gas.....	61
5.3.4	Detectores de humo.....	62
5.4	Reporte y evaluación de los detectores.....	63

#### Capítulo 6 Descripción de una planta típica isomerizadora de pentanos y hexanos.

6.1	Generalidades.....	65
6.2	Variables del proceso.....	66

6.3	Equipos principales de la planta.....	71
6.4	Descripción del proceso.....	75
6.4.1	Sección de alimentación de gas de reposición (diagrama de flujo de proceso 001).....	75
6.4.2	Sección de alimentación de pentanos/hexanos (diagrama de flujo de proceso 001).....	77
6.4.3	Sección de reacción (diagrama de flujo de proceso 002).....	78
6.4.4	Sección de estabilización (diagrama de flujo de proceso 003).....	80
6.5	Descripción de la planta.....	87
6.6	Localización de equipos.....	88
<b>Capítulo 7</b>	<b>Aplicación de los sistemas de detección a planta isomerizadora de pentanos y hexanos.</b>	
7.1	Requisitos mínimos de un sistema de detección.....	92
7.2	Areas a proteger.....	94
7.3	Sistema de detección.....	96
7.3.1	Sistema de detección de alta temperatura.....	96
7.3.2	Sistema de detección de fuego (flama).....	98
7.3.3	Sistema de detección de gas.....	100
7.3.4	Sistema de detección de humo.....	102
7.4	Sistema general de alarmas.....	104
7.5	Lógica de operación.....	105
<b>Capítulo 8</b>	<b>Conclusión.</b>	
8.1	Conclusiones y recomendaciones.....	110
<b>Apéndice</b>		
<b>Apéndice A</b>	<b>Cálculo y estimación de los detectores en el sistema de detección automático.....</b>	<b>113</b>
A-1	Cálculo de detectores y concentración de gas.....	114
A-2	Cálculo de detectores de flama.....	118
A-3	Cálculo de detectores de humo.....	121
<b>Apéndice B</b>	<b>Definiciones.....</b>	<b>123</b>
<b>Apéndice C</b>	<b>Catálogo de detectores.....</b>	<b>130</b>
<b>Bibliografía</b>		
<b>Bibliografía</b>	<b>.....</b>	<b>141</b>

## INDICE DE DIAGRAMAS Y GRAFICAS.

### DIAGRAMAS

Diagrama de flujo de proceso 001 (alimentaciones).....	84
Diagrama de flujo de proceso 002 (reacción) .....	85
Diagrama de flujo de proceso 003 (estabilización y desisohexanización).....	86
Plano de localización general de equipo.....	90
Diagrama del sistema de detección y seguridad.....	108

### GRAFICAS

Gráfica 3-1	Espectro de absorción de CO <sub>2</sub> .....	25
Gráfica 4-1	Clasificación de productos combustibles e inflamables sobre la base de la temperatura.....	47

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1	Etapas de propagación de un incendio.....	8
FIGURA 3.1	Elemento bimetálico.....	17
FIGURA 3.2	Detector de compensación de temperatura.....	20
FIGURA 3.3	Detector de efecto termoelectrico.....	21
FIGURA 3.4	Fotodiodo de vacío Geiger-Muller.....	24
FIGURA 3.5	Típico cono de visión de detector de flama.....	26
FIGURA 3.6	Límites de explosividad.....	27
FIGURA 3.7	Detector catalítico de gases.....	31
FIGURA 3.8	Circuito de medición.....	32
FIGURA 3.9	Velocidad de respuesta de detectores catalíticos.....	32
FIGURA 3.10	Detector semiconductor.....	33
FIGURA 3.11	Detector IR rayo de luz amplio (Open Path).....	35
FIGURA 3.12	Patrón de radiación de partículas.....	36
FIGURA 3.13	Distribución de iones.....	37
FIGURA 3.14	Distribución de iones y humo.....	37
FIGURA 3.15	Detector de humo por ionización de doble cámara.....	38
FIGURA 3.16	Detector de doble cámara.....	38

FIGURA 3.17	Detector fotoeléctrico de humo por difusión de luz	
	(a) Dispositivo por difusión de luz.....	39
	(b) Detector por difusión de luz con humo.....	39
FIGURA 3.18	Detector de Humo por oscurecimiento de la luz.....	40
FIGURA 3.19	Detector por oscurecimiento de la luz con humo.....	41
FIGURA 4.1	Instalación de detectores de temperatura en área de almacenamiento.....	45
FIGURA 4.2	Colocación de detectores flama para área de compresores.....	50
FIGURA 4.3	Instalación de detectores de humo en cuarto de control.....	51
FIGURA 4.4	Combinación de detectores de fuego y gas en área de almacenamiento.....	53
FIGURA 5.1	Detalle instalación de detectores de calor (a).....	57
FIGURA 5.2	Detalle instalación de detectores de calor (b).....	57
FIGURA 5.3	Detalle instalación de detectores de fuego (flama).....	58
FIGURA 5.4	Detalle instalación de detectores gas.....	59
FIGURA 5.5	Detalle instalación de detectores de humo.....	60
FIGURA 7.1	Tablero de control de detectores.....	103
FIGURA 7.2	Lógica de operación del sistema de detección.....	107
FIGURA A-1	Detalle de cuarto de control y eléctrico.....	121

## INDICE DE TABLAS.

TABLA 1.1	Relación de accidentes de diferentes plantas del mundo.....	3
TABLA 3.1	Longitud de onda para el espectro de luz visible.....	23
TABLA 3.2	Límites de explosividad de gases combustibles.....	28
TABLA 4.1	Clasificación de riesgos.....	46
TABLA 4.2	Relación de productos petroquímicos y su clasificación de acuerdo a N.F.P.A.....	48
TABLA 4.3	Relación de productos refinación y su clasificación de acuerdo a N.F.P.A.....	49
TABLA 6.1	Lista de equipo de la planta isomerizadora de pentanos y hexanos.....	87
TABLA 6.2	Requerimientos de espacio entre unidades de plantas petroquímicas.....	88
TABLA 6.3	Requerimientos de espacio dentro de unidades de plantas petroquímicas.....	89
TABLA 7.1	Áreas y equipos a proteger en Planta Isomerizadora de pentanos y hexanos.....	94
TABLA 7.2	Temperaturas de operación de tanques.....	96
TABLA 7.3	Desplegados en el tablero contra incendio por detección de alta temperatura.....	97
TABLA 7.4	Desplegados en el tablero contra incendio por detección de fuego (flama).....	99
TABLA 7.5	Desplegados en el tablero contra incendio por concentración de gas.....	101
TABLA 7.6	Desplegados en el tablero contra incendio por detección de humo.....	102
TABLA A-1	Equipo de riesgo de la planta isomerizadora de pentanos y hexanos.....	113
TABLA A-2	Cálculo de detectores de calor y gas.....	114
TABLA A-3	Cálculo de detectores de flama.....	118

Objetivo:

- A. Establecer los requerimientos mínimos de un sistema de detección como parte de un sistema de seguridad, para plantas de proceso químico.
- B. Conocer los diferentes tipos de dispositivos automáticos de detección, así como su principio de funcionamiento.
- C. Aplicar los conocimientos anteriores para una propuesta de un sistema de detección en la planta isomerizadora de pentanos y hexanos de la refinería "Ing. Antonio M. Amor", en Salamanca Guanajuato.

## RESUMEN

Año con año incendios y explosiones causan grandes pérdidas de vidas humanas, daños a las plantas, equipos y finalmente un grave deterioro ecológico.

Los cuales se pretenden evitar por medio de los sistemas de seguridad; el cual cuenta con su sistema de detección que constituyen una parte primordial para el funcionamiento seguro y desarrollo de cualquier planta industrial.

Las características de esta clase de sistemas son muy especiales en todos y cada uno de sus componentes, los cuales son mejorados día a día con los avances tecnológicos.

Para ello el presente trabajo se ha estructurado de la siguiente manera:

Capítulo 1 constituye la parte introductoria, en la cual se pone de manifiesto la importancia de un sistema de seguridad, y se relata una serie de eventos que han acarreado lamentables daños al medio ambiente y grandes pérdidas humanas y económicas, debido a la ausencia y/o inoperabilidad de este tipo de sistemas.

Capítulo 2 se describe de manera general los componentes de un sistema de seguridad dentro de una planta de proceso químico, los cuales se clasifican de manera general en sistemas de detección automatizado y sistemas de protección y control, teniéndose como alcance del presente trabajo; el sistema de detección automático; pero citando los elementos básicos del sistema protección y control debido a su importancia.

Capítulo 3 se trata de manera detallada los diferentes tipos de detectores empleados en las plantas de proceso químico; detectores de calor, fuego, gases y humo.

Capítulo 4 se establecen los criterios de selección de los diferentes tipos de detectores en una planta de proceso químico, los cuales son en su mayoría basados en la experiencia.

Capítulo 5 se tratan las reglas a seguir para la instalación, supervisión y mantenimiento de este tipo de sistemas, los cuales tienen relación con las recomendaciones del fabricante y los estándares recomendados por las autoridades con jurisdicción sobre la materia.

Capítulo 6 se describe una planta típica de isomerización de pentanos y hexanos la cual fue tomada como ejemplo para la implementación del sistema de detección automático.

Capítulo 7 se describe el sistema de detección automático dentro de la planta de referencia (isomerizadora de pentanos y hexanos), sobre los criterios de selección en el capítulo 4.

Finalmente en el capítulo 8 se presentan las conclusiones resultantes de la implementación de un sistema de detección automático dentro de una planta de proceso químico.

# CAPITULO 1

### 1.1 Introducción

Para satisfacer las necesidades sociales y económicas de la comunidad mundial es indispensable utilizar una gran cantidad de productos químicos, y cubrir así el ritmo acelerado de crecimiento en los países en desarrollo.

Pero las necesidades de demanda de estos productos presentan dificultades técnicas y de riesgos que surgen en la mayoría de estos procesos industriales; entre los cuales encontramos los siguientes factores:

- Un gran número de los procesos industriales en la actualidad; incluyen el uso de materiales inflamables, explosivos o tóxicos; ya sea en estado líquido, sólido o gaseoso.
- Condiciones de proceso severos (presión y temperatura).
- Trabajadores con falta de capacitación.
- Inadecuados procedimientos de seguridad y de supervisión por parte del personal de seguridad de las plantas y de las autoridades públicas.
- Y además tenemos que considerar, que en casi todos los países del mundo hay poblaciones en las cercanías de instalaciones de plantas de proceso químico, a menudo obligadas a vivir ahí por la pobreza o la ignorancia del peligro inadvertido.

Estos factores combinados generan una condición de riesgo latente, traducido normalmente en desastres. Existen registros de un gran número de plantas en las cuales se han presentado accidentes, ocasionando daños tales como: pérdidas humanas, económicas y paralelamente grandes deterioros ecológicos, enfermedades e intoxicaciones; que con un poco de planeación por parte del hombre pudieron ser corregidos y evitados.

Ejemplos de este tipo de accidentes, se citan a continuación:

LUGAR	AÑO	EVENTO	CONSECUENCIAS
Brockton, Massachusetts	1905	Explosión de una caldera	58 muertes
Oppau, Alemania	1921	Explosión de un tanque de nitrato de amonio	430 muertes
Ernesti, Rumania	1939	Escape de cloro	60 muertes
Cleveland, Ohio	1944	Incendio de gas licuado en un contenedor	130 muertes
Potcheesfstroom, Sudáfrica	1973	Ruptura de un tanque de amoniaco	18 muertes
Flixborough, Inglaterra	1974	Explosión de un tanque de ciclohexano	29 muertes
Acunthorpe, Inglaterra	1975	Explosión en una fundidora generadora de vapor	11 muertes
Los Alfaques, España	1978	Fuego relámpago, por propano	215 muertes
Three Mile Island, Pen	1979	Accidente del reactor nuclear descarga de 0.125 mg de Iodo (131)	1 muerte lenta
San Juan Ixhuatepec, Méx.	1984	Explosión de gas licuado de petróleo	Cerca de 500
Bhopal, India	1986	Fuga de isocianato de metilo	Cerca de 2500 muertes
Guadalajara, Jalisco	1992	Explosión de línea subterránea	Indefinido
San Juan Ixhuatepec, México	1996	Explosión de tanques de almacenamiento	3 muertes

Tabla 1.1. Relación de accidentes en diferentes plantas del mundo

Es bastante significativa la tabla mostrada para darse cuenta de la gran trascendencia de la implementación de los sistemas de automatización de detección a toda clase de plantas químicas que manejan niveles energéticos apreciables y sustancia tóxicas, explosivas o peligrosas.

Estos sistemas de protección están amparados por el código N.F.P.A. (National Fire Protection Association) en cuanto a su especificación y lineamientos normativos de instalación y funcionamiento.

El alcance de la implementación de este tipo de sistemas de seguridad es reducir al máximo la probabilidad de pérdidas humanas, pérdidas de equipo e instalaciones y deterioros ecológicos cuidando evidentemente en la medida de lo posible la inversión que sea requerida para estos fines, sobre la base de un estudio costo beneficio.

# **CAPITULO 2**

Capítulo 2	Descripción e importancia de los sistemas de seguridad en las plantas de proceso químico.
------------	---

Para estructurar un sistema de seguridad, se tiene que seguir una serie de procedimientos de definición. El objetivo de estos procedimientos es evitar o disminuir la ocurrencia de accidentes que puedan provocar daños a las instalaciones, al personal y al medio ambiente.

El sistema de seguridad de las plantas de proceso químico se puede clasificar en la siguiente forma:

- Sistema de detección automático
- Sistema de protección y control

Cada sistema, está comprendido por áreas específicas, que a continuación se describen de una forma general:

### 2.1 Sistema de detección automático

El sistema de detección automático, es el primero que actúa en un evento no deseado; está comprendido por una serie de dispositivos conocidos como detectores, los cuales tienen el objetivo de estar monitoreando la planta para cuidar que no se presente un estado de emergencia o alarma que pueda causar daños en la integridad de las personas, planta y los alrededores.

Para comprender cómo operan los diferentes tipos de detectores, es importante primero estar informado sobre las diferentes etapas de un incendio. Las cuales se describen a continuación:

#### A) Etapas de un incendio en el caso de materiales sólidos.

##### 1. - Etapa incipiente

La descomposición térmica de un producto combustible, produce grandes cantidades de partículas invisibles de la combustión. Estas son partículas sólidas y líquidas (aerosoles) compuestas de carbón no quemado, vapor de agua y algunos otros gases. No se aprecia aún humo, flamas o calor.

## 2. - Etapa humeante

Conforme el fuego de una sustancia combustible continúa desarrollándose llega a la etapa de humo o rescoldo (sin flamas), La velocidad de la combustión aumenta hasta el punto donde el volumen y la masa colectiva de las partículas es visible. En esta segunda etapa del desarrollo, el calor generado puede ser insuficiente aún para producir una combustión continua.

Los productos de la combustión ahora son visibles en forma de humo. Aún no se aprecian flamas o calor.

## 3. - Etapas de flamas

Se llega a la etapa de las flamas cuando se ha generado una cantidad suficiente de calor para prender los gases y las partículas no quemadas, liberadas por la descomposición térmica de los sólidos. En esta etapa un incendio se vuelve autosuficiente.

Ahora sí existe un fuego verdadero. Sin embargo, aún no se aprecia un calor importante, pero esto sucede casi de inmediato.

## 4. - Etapa de calor

La cuarta etapa y final de un incendio es la etapa de gran calor que rápidamente sigue a la etapa de flamas.

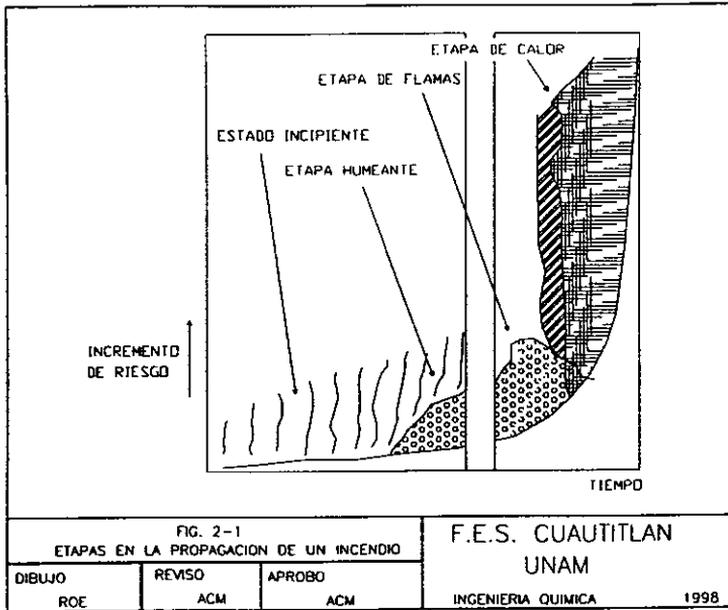
Este calor es el resultado de la energía liberada por la reacción química exotérmica (generadora del calor) del incendio.

### B) Etapas de un incendio en el caso de líquidos volátiles, vapores y gases

Debido a que los líquidos inflamables, vapores y los gases son volátiles, la primera y segunda etapas de un incendio no acontecen. y las flamas se desarrollan de inmediato.

Las flamas se desarrollan de inmediato (tercera etapa) y termina finalmente en la cuarta etapa (calor).

Las diferentes etapas en la propagación de un incendio se representan en la figura 2-1.



Para seleccionar adecuadamente un detector, es necesario estar familiarizado con los tipos de detectores que existen y la etapa de propagación del incendio que se desea detectar.

### 1. - Detectores de calor

Los aparatos detectores de calor están divididos en tres categorías generales

#### Tipo de temperatura fija.

Son los que responden cuando el elemento de detección alcanza una temperatura predeterminada.

#### Tipo de velocidad de respuesta

Son aquellos que responden a un aumento de temperatura, o a una velocidad mayor que un valor predeterminado.

#### Tipo compensación de temperatura

Es la tercera categoría la cual responde cuando la temperatura de aire circundante alcanza un valor establecido de temperatura.

## 2. - Detectores de humo

Existen dos tipos importantes de detectores de humo en la actualidad:

- Detector de humo fotoeléctrico.  
Operan a partir del principio de que el humo penetra por un rayo de luz que, u oscurece el rayo o lo refleja hacia una fotocelda.
- Detector de humo por ionización  
Consiste de una o dos cámaras de ionización y los circuitos necesarios de amplificación como el elemento sensor.

## 3. - Detectores de flama

En general existen dos tipos de detectores de flamas:

- Detectores infrarrojo de flamas  
Responde a las variaciones en el espectro de la luz infrarroja.
- Detectores ultravioleta de flamas  
Responde a la longitud de las ondas ultravioleta.

## 4. - Detectores de gases

Los detectores de gases, se clasifican de la siguiente forma:

- Detector catalítico  
Presenta un detector tipo electro-catalítico, el cual cuando se presenta un cambio en la concentración de la atmósfera, genera un cambio en la resistencia.
- Detector infrarrojo  
Estos detectores, se basan en el principio de que muchos gases tienen una banda de absorción en la región infrarroja.

## 2.2 Sistema de protección y control

Es el que actúa como respuesta al sistema de detección automático teniendo como función controlar y extinguir el evento indeseado. Este sistema es muy amplio y sus componentes básicos los podemos definir como:

- Sistema de red de agua contra incendio
- Sistema de protección contra incendio basado en CO<sub>2</sub>

### ➤ Sistema de red de agua contra incendio

La red de agua de servicio contra incendio es un elemento fundamental para la protección de las instalaciones. Es el conjunto de líneas, válvulas y dispositivos especiales que forman anillos o circuitos que permiten el flujo de agua hacia los puntos necesarios.

Entre los dispositivos especiales más importantes que complementan dicho sistema se tienen:

- a) Hidrantes
- b) Monitores o torrecillas
- c) Espreas

El sistema de agua contra incendio cuenta con una fuente primaria de suministro, la cual es por medio de un tanque elevado o cisterna; en algunos casos esta fuente también puede ser un río, lagos o fuentes naturales, pozos o servicios municipales, con un volumen tal que pueda satisfacer las necesidades requeridas. Como fuente redundante se puede recurrir al suministro de una fuente secundaria de abastecimiento como: agua tratada, agua de enfriamiento u otro tipo de servicio.

Para definir las características del sistema, es necesaria especificar su fuente de suministro, el equipo de bombeo, los diámetros de la tubería que garanticen el consumo requerido en los hidrantes, los monitores, las espreas, etc., para el ataque de fuego.

Los siguientes son los criterios básicos para un adecuado diseño de un sistema de agua contra incendio:

- ☒ La velocidad de agua recomendada para la selección del diámetro de la tubería es de 1.83 a 3.66 m/s (4 a 8 pie/segundo)
- ☒ En instalaciones de proceso y áreas de almacenamiento el diámetro mínimo de tubería en redes contra incendio debe ser 152 mm (6 pulgadas).
- ☒ La red contra incendio deberá formar circuitos cerrados (anillos) en las áreas o zonas a proteger.
- ☒ El número máximo de hidrantes y/o monitores por anillo es de 12.
- ☒ Una presión mínima de operación en el sistema nunca debe ser menor a 7 Kg/cm<sup>2</sup>., en las condiciones más desfavorables al 100% del sistema.
- ☒ La capacidad de suministro de agua de contra incendio debe tener un tiempo de suministro mínimo ininterrumpido de 2 horas.

El sistema de red de agua de contra incendio alimenta a los siguientes dispositivos o sistemas:

#### Sistema basado en espreas

Son sistemas de rociado directo de agua a equipos tales como tanques de proceso, bombas. Su finalidad es la protección contra los efectos de fuego o un sobrecalentamiento.

Estos sistemas se emplean con efectividad para:

1. Extinción de incendios
2. Control de Incendios
3. Protección a la radiación
4. Prevención de fuego

El número de espreas en un sistema, se calcula, obteniéndose el perímetro de la área a proteger, entre las distancia de las espreas recomendadas, dependiendo del ángulo de la misma.

Donde el sistema debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- ⌘ El diámetro de la tubería para un sistema de aspersión no debe ser menor a 0.0254 m (1 pulg).
- ⌘ Se recomienda velocidades comprendidas entre 1.83 a 2.44 m/seg. (6 a 12 pies/seg.).
- ⌘ Colocar filtros o mallas en las líneas principales de almacenamiento de agua.
- ⌘ El agua para el sistema preferente será dulce y libre de sedimentos y materiales extraños.
- ⌘ El ángulo de aspersión puede variar de 5° a 170°, (el cual disminuye conforme aumenta el diámetro de la boquilla).
- ⌘ La relación de aplicación de agua deberá ser de 10 litros por minuto, por metro cuadrado (0.25 gal/min pie<sup>2</sup>) de superficie.
- ⌘ La presión de diseño será de 5.63 kg/cm<sup>2</sup> (80 lbs/plg<sup>2</sup>)

➤ Sistema de protección contra incendio basado en CO<sub>2</sub>

Este sistema se encarga de proteger los cuartos de control y cuartos eléctricos, en las plantas de proceso químico; para tal propósito requiere sistemas automáticos de detección de humo.

La extinción del fuego se logra por medio de la descarga controlada de CO<sub>2</sub>.

El sistema podrá ser accionado vía un tablero de control, por el accionamiento focal de un disparador que se encuentra montado sobre los cilindros piloto de CO<sub>2</sub>.

Por lo general los cilindros contenedores de CO<sub>2</sub>, son de 45 Kg. de capacidad y la capacidad y la cantidad es la suficiente para lograr una extinción en forma efectiva.

# **CAPITULO 3**

### 3.1 Generalidades

La combustión es básicamente una reacción química simple en la cual el oxígeno se combina rápidamente con otra sustancia resultando un proceso de liberación de energía. En general los productos de la combustión pueden dividirse en cuatro categorías principalmente: gases, flamas, calor y humo. El proceso de combustión se representa claramente como el triángulo de fuego.



Como puede verse, para que una condición de fuego exista las tres condiciones antes señaladas son requeridas, una fuente de ignición, el oxígeno y un combustible, por lo tanto, en cualquier sistema de prevención de fuego, la señal del detector de fuego, desencadena la acción de algún sistema que reduzca la concentración de alguno de estos elementos altamente potenciales para la generación de un incendio.

Tecnológicamente se han producido un gran número de dispositivos que responden a los efectos de fuego. Para poder operar adecuadamente estos dispositivos deben localizarse adecuadamente en su área a proteger. Hay varios tipos de fuego, rápido o lento; con llama o sin llama, pero cada uno es relativo a un producto específico, a un tipo de forma de combustible alimentado, así como el espacio físico donde se confina y el entorno donde se inicia.

Cada detector automático de fuego después de haberto detectado, dará la respuesta correspondiente. Estos detectores deben localizarse en el espacio físico más apropiado para responder a las señales de fuego. Los detectores automáticos de fuego se pueden clasificar en base de tres características:

#### 1. Tipo de detección

- a) **Detector de calor.** Es un dispositivo que detecta el incremento anormal de la temperatura o la velocidad de incremento de la temperatura.

- b) Detector de flama (energía radiante).- Es un dispositivo que detecta la energía radiante de la combustión
- c) Detector de gases.- Es un dispositivo que detecta los gases producidos por el fuego, u otros gases fugados, peligrosos de alguna parte del proceso.
- d) Detector de humo.- Es un dispositivo que detecta las partículas visibles o invisibles de la combustión.
- e) Otros detectores de fuego.- Son dispositivos que detectan otros fenómenos diferentes al calor, humo, flama o gases producidos por el fuego; entre los que podemos encontrar a los detectores de brasa o chispa.

## 2. Tipo de Función:

- a) Detector tipo lineal. Es un dispositivo en el cual su detección es continua a lo largo de la ruta (campo de visión). Ejemplos típicos son los de velocidad de respuesta, detector UV/IR, IR/IR, ciertos detectores de humo, etc.
- b) Detector tipo puntual. Es un dispositivo cuyo elemento se encuentra concentrado en una localización en particular. Típicos ejemplos son los detectores bimetálicos, detectores de aleaciones fundibles, ciertos detectores de temperatura fija, ciertos detectores de humo y detectores termoelectrónicos.

## 3. Modo de operación

- a) Operación no Restaurable. Es un dispositivo cuyo elemento sensitivo es diseñado para destruirse en el proceso a la detección de fuego.
- b) Operación Restaurable. Es un dispositivo cuyo elemento sensitivo no es destruido en el proceso de detección de fuego. Su restauración es manual o automática.

### 3.2 Detectores de calor

La temperatura es una manifestación promedio de la energía cinética de las moléculas de una sustancia, debido a la presencia de calor. Generalmente se usa el término de la temperatura para describir la condición de calor o frío de un cuerpo. Sin embargo, la temperatura no es una medición de la cantidad de calor total que posee un cuerpo ya que dicha cantidad de calor total también depende de otros factores incluyendo la masa del cuerpo y el calor específico.

Por lo tanto podemos decir que un cuerpo contiene más calor cuando está más caliente que cuando está más frío, pero que dos objetos a una misma temperatura pueden tener una cantidad muy diferente de calor, va a depender de sus masas y su material de construcción.

Los detectores de calor se pueden clasificar en dos tipos:

- A) Detector de temperatura fija.
- B) Detector de compensación de temperatura.
- C) Detector de velocidad de respuesta.

#### 3.2.1 Detectores de temperatura fija

Un detector de temperatura es un dispositivo que responderá cuando el elemento de operación alcanza un valor determinado de temperatura, al calentarse

Ejemplos típicos de los elementos sensitivos se describen a continuación:

##### 3.2.1.1 Elementos bimetálicos

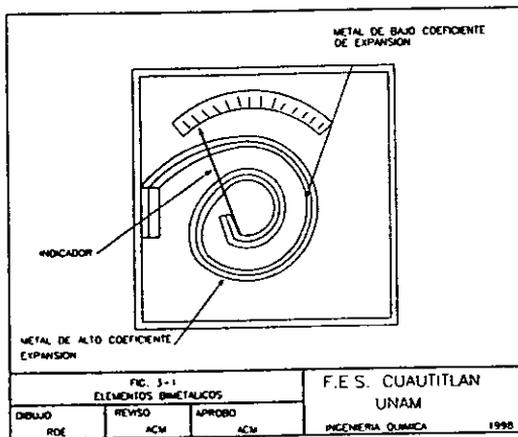
Es un elemento sensitivo comprendido de dos metales, los cuales basan su funcionamiento en dos principios:

- El cambio de volumen que experimentan los metales con la temperatura.
- Coeficiente de dilatación diferente para los metales.

El elemento esta constituido por dos barras de metal de diferente coeficiente de dilatación (uno alto y el otro bajo), las cuales están perfectamente unidos. Cuando aumente la temperatura una barra se dilata más que la otra, generando que la barra mas dilatada se doble, la deflexión es proporcional a los siguientes factores:

- Al cuadrado de la longitud
- Al cambio de temperatura
- Inversamente proporcional al espesor

Los materiales que se emplean en los elementos bimetalicos son: el invar de bajo coeficiente de dilatación (64% Fe, 36% Ni) contra uno de alto coeficiente, que es una aleación de Níquel-Hierro con Cromo o Manganeso. Como el movimiento es pequeño, se utilizan los bimetalicos en forma de espiral o hélice, como se ve en la figura 3-1.



### 3.2.1.2 Conductividad eléctrica

Es un elemento tipo lineal o puntual cuya parte sensitiva genera un cambio de la resistencia como una función de la temperatura.

Los termómetros de resistencia se usan desde hace varios años. Su principal uso es en mediciones de gran exactitud y para spans (intervalos) de temperatura muy angostos. La resistencia eléctrica de un conductor cambia con las variaciones de la temperatura. La magnitud de cambio con respecto a una variación de un primero se conoce como coeficiente de resistencia térmica de un material conductor. Para

metales puros este coeficiente es constante en un amplio intervalo de temperaturas. Por ejemplo el coeficiente de temperatura de platino es de 0.000385 ohms / ohm / °C de 9 a 100 °.

Para los metales, este coeficiente es positivo. Al aumentar la temperatura aumenta la resistencia, Cuando el punto de medición y los instrumentos de lectura se localizan remotamente, los alambres de transmisión para el detector de temperatura tipo resistencia (red) deberán tener la menor distancia, para que el cambio de resistencia del elemento sea el más grande comparando con la resistencia de todo el circuito.

Los metales que se usan normalmente son: platino, níquel, cobre, hierro, y tungsteno. El más común de todos es el platino, debido a que tiene la característica lineal en un amplio intervalo.

El níquel presenta una característica no lineal, aunque tiene un coeficiente también bastante alto 0.00672 ohms / ohm / °C. La resistividad del platino es de 10 ohms – cm a 20 °C y la de níquel es de 6.844 ohms – cm a 20 °C. El cambio de la resistencia ( $\alpha$ ) el cual representa la pendiente de la curva de la ecuación:

$$R_T = R_0 (1 + \alpha T) \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:  $R_T$  = Resistencia a la temperatura T

$R_0$  = Resistencia a la temperatura T 0 °C

$\alpha$  = Coeficiente de resistencia térmica

La ecuación 3.1 representa una función lineal y es aplicable al platino, debido a que característica del platino es lineal.

Para el níquel de característica no lineal la ecuación que se emplea es:

$$R = R_0 (1 + \alpha T + \beta T^2 + \gamma T^3 + \dots) \quad \text{Ec. 3.2}$$

Donde los valores de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  son valores empíricos que dependen de cada material.

La resistencia de un alambre es función inversa del diámetro y como el tamaño debe ser lo más pequeño posible para limitar la masa térmica. El diámetro y el largo del alambre debe minimizarse. Para el platino y el níquel el diámetro es de 0.0002 pulgadas. El intervalo de la variación de la resistencia es de 10 a 500 ohms y algunos fabricantes pueden dar la lista de hasta de 1100 ohms.

El bulbo de resistencia está constituido por un conductor aislado de barniz y enrollado en forma no inductiva sobre una base de material aislante, todo cubierto por una funda delgada de acero inoxidable, los extremos del bulbo de resistencia se llevan a una cabeza terminal a la que también está sujeta a la funda de acero inoxidable.

Este sistema también debe recubrirse con un termopozo; los termómetros de resistencia pueden ser: roscados, soldados o bridados.

### 3.2.1.3 Otros tipos de detectores de temperatura fija

Entre otros tipos de detectores de temperatura fija encontramos:

#### □ Aleaciones fundibles

Es un elemento sensitivo de una composición metálica especial (eutéctica), el cual funde muy rápidamente a una temperatura dada.

#### □ Cable sensitivo al calor

Con este dispositivo de tipo lineal cuyo elemento sensible se comprende de dos alambres que transportan corriente, sostenidos separadamente por un aislante sensitivo al calor que atenúa la temperatura establecida, permitiendo a los cables tener contacto eléctrico. Otro tipo sencillo es un cable de alambre centrado en un tubo metálico y el espacio existente entre el tubo y el alambre es llenado con una sustancia tal que a una temperatura crítica se vuelve conductora, estableciendo contacto eléctrico entre el tubo y el alambre.

#### □ Expansión líquida

Consiste de un elemento sensitivo conformado por un líquido capaz de presentar una expansión de volumen en respuesta al incremento de temperatura.

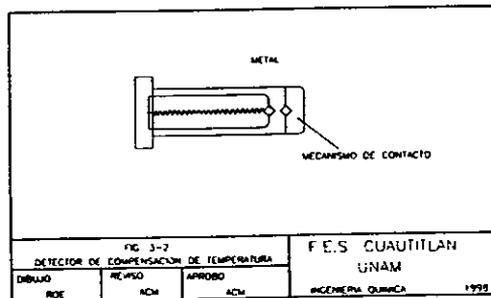
### 3.2.2 Detector de compensación de temperatura

Un detector de velocidad de respuesta es un dispositivo que responde cuando la temperatura del aire circundante alcanza un nivel predeterminado.

Un ejemplo típico de este tipo es un detector tipo puntual, el cual cuenta con una envoltura tubular de metal que tiende a expandirse longitudinalmente mientras se calienta y un mecanismo de contacto asociado que cierra a cierto punto de alargamiento. Se dispone de un segundo elemento metálico adentro del tubo el cual ejerce una fuerza opuesta en los contactos que tienden a dejarlos abiertos.

Las fuerzas son balanceadas de la siguiente manera en un pequeño incremento de la temperatura, hay más tiempo para que el calor penetre en el elemento interior, el cual inhibe el cierre de contacto hasta que el dispositivo ha sido calentado a un determinado valor de temperatura.

Sin embargo en un incremento rápido de la temperatura, no hay mucho tiempo para que el calor penetre al elemento; el cual ejerce un efecto menor inhibitor de tal manera que se logra el cierre del contacto aun cuando el dispositivo no ha sido calentado a un determinado valor; esto en efecto "compensa la expansión térmica".



### 3.2.3 Detector de velocidad de respuesta

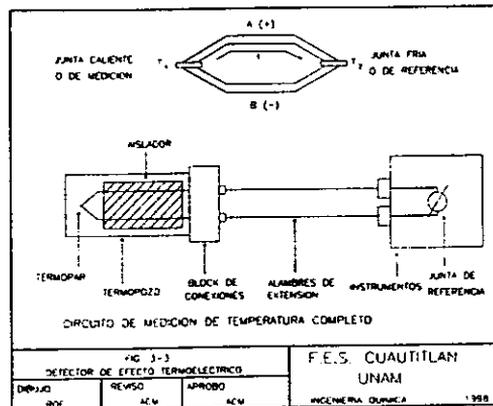
Un detector de velocidad de incremento es un dispositivo que responde cuando el incremento de la temperatura excede un valor de velocidad predeterminado. Ejemplos típicos de estos detectores son:

#### 3.2.3.1 Detector de efecto termoelectrico

Es un dispositivo cuyo elemento sensitivo comprende una unidad de termopar o termopila que produce un incremento en el potencial eléctrico en respuesta al incremento de la temperatura. Este potencial es monitoreado por un equipo de control asociado, y al tiempo que una alarma se activa cuando el aumento de potencial se manifiesta a una velocidad anormal.

El termopar es uno de los métodos más simples para determinar la temperatura de un proceso. Este elemento se usa cuando se requiere la indicación de varios puntos por un solo instrumento.

En 1821 T.J. Seebeck descubrió que cuando la unión de dos metales diferentes se calientan, se genera una fuerza electromotriz, la cual se podía medir en la otra unión de los dos metales. A la unión que está en contacto con el proceso se le llama junta caliente o junta de medición y la junta que esta en el instrumento se le llama junta fría o de referencia. Los conductores forman un circuito eléctrico, y fluye corriente debido a la fuerza electromotriz. La corriente continuara fluyendo siempre que  $T_1 \neq T_2$ . El conductor B se le llama negativo y al conductor A se le llama positivo, cuando la corriente fluye hacia la junta de referencia o fría.



### 3.2.3.2 Otros tipos de detectores de velocidad de respuesta

□ Tubing neumático de velocidad de respuesta (tipo lineal)

Es un dispositivo, constituido de un tubing de pequeño diámetro, usualmente de cobre, el cual se instala en el techo o en lo alto de la pared proyectada al área detectada. El tubing termina en una unidad detectora conteniendo diafragmas y contactos asociados instalados para actuar a una presión determinada. El sistema está sellado excepto por la parte de las ventilas calibradas que compensan los cambios normales de temperatura.

□ Tubing neumático de velocidad de respuesta (tipo puntual)

Un dispositivo que comprende una cámara de aire, diafragma de contacto y una ventila de compensación; el principio de operación es similar al anterior.

□ Detector de cambio de la velocidad en la conductividad eléctrica

Un elemento de tipo lineal, cuya resistencia cambia debido a un cambio de la temperatura. La velocidad de cambio en la resistencia se monitorea y se asocia con un control de equipo y una alarma es iniciada cuando la velocidad excede un valor preestablecido.

### 3.3. Detectores de fuego (flama)

La flama es la luminosidad y producto destructivo de la combustión que acompaña al fuego. En áreas abiertas o cerradas, se pueden utilizar algunos tipos de dispositivos ópticos de detección de flama, los cuales pueden monitorear áreas relativamente grandes sin ser afectados por la adversidad del medio ambiente, ni por el clima inclemente, y son por lo regular los más efectivos. Los detectores de flama o de energía radiante tienen la intención de detectar la flama y están diseñados para operar en oscuridad o normalmente en medios donde la luz solar y otros ambientes brillantes son asumidos.

La mayor parte de la energía solar, se irradia en formas de ondas electromagnéticas cuyas longitudes de onda varían desde 0.2 hasta 4 micrones. Este espectro abarca, grosso modo, desde la zona ultravioleta hasta la infrarroja.

RAYOS COSMICOS	RAYOS GAMA	RAYOS X	UV	LUZ VISIBLE	INFRAROJO	RADAR MICROONDAS	T.V.	RADIO	ENERGIA ELECTRICA
$1 \cdot 10^{-3}$ nm	0.001 nm	1 nm	10 nm		$10^4$ nm	$10^6$ nm	$10^8$ nm	$10^{10}$ nm	$10^{15}$ nm

ULTRAVIOLETA	LUZ VISIBLE					INFRARROJO
	VIOLETA 0.39 MICRONES	AZUL	VERDE	AMARILLO	ROJO 0.76 MICRONES	

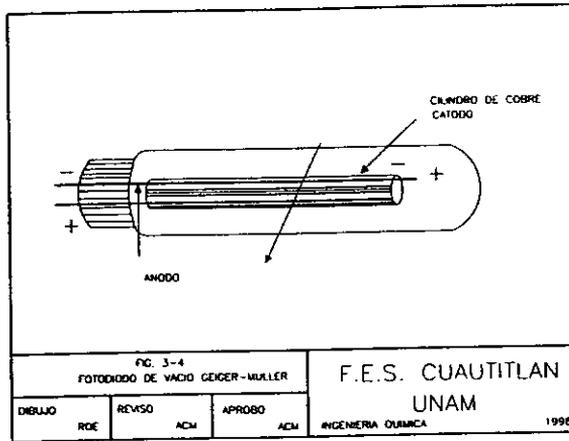
Aproximadamente la mitad de la energía solar se irradia en longitudes de onda correspondientes al espectro visible, y pueden ser captadas por el ojo humano (0.39-0.76 micrones).

Longitud de onda (micrones)	Color observado
0.39-0.43	Violeta
0.425-0.515	Azul
0.510-0.575	Verde
0.570-0.615	Amarillo
0.610-0.655	Naranja
0.650-0.710	Rojo

Tabla 3.1 Longitud de onda para el espectro de luz visible

## Principios de operación de los detectores de flama

Principio de operación de los detectores de flama. Los detectores ultravioleta típicamente usan tubos fotodiódicos de vacío de Geiger Muller para detectar la radiación ultravioleta que es producida por la flama en una región de 0.185 a 0.260 micrones.



El fotodiodo permite una irrupción de corriente de flujo para cada fotón ultravioleta que atraviesa y activa el área del tubo. Cuando el número de estallidos de corrientes por unidad de tiempo alcanza un nivel predeterminado, el control inicia la alarma.

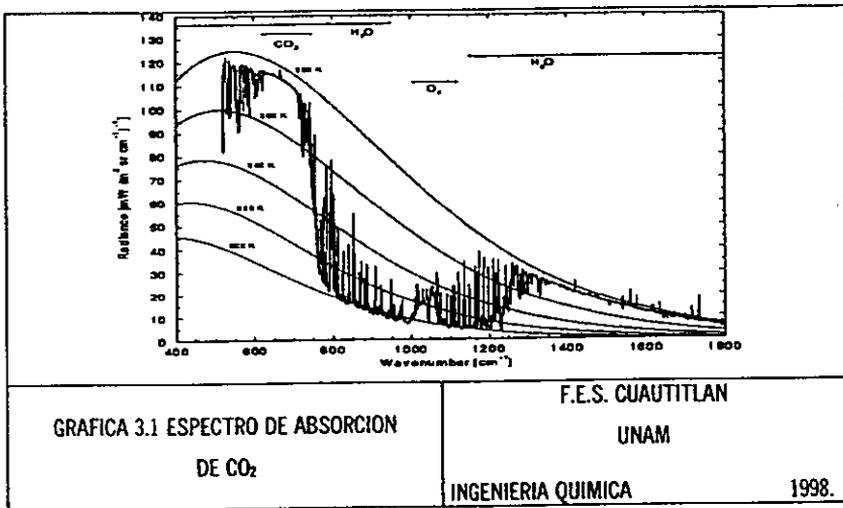
Con una simple longitud de onda infrarroja de una flama el detector utiliza los diferentes tipos de fotoceldas para detectar la emisión infrarroja y las bandas de longitud de onda que la flama produce.

Los detectores ópticos de fuego monitorean variando longitudes de onda del espectro electromagnético. En general, las longitudes de onda usadas comúnmente son las regiones del ultravioleta (UV) y el infrarrojo (IR).

En la segunda mitad de 1980, los detectores UV se usaron más frecuentemente en procesos al aire libre. A pesar que un detector UV con solo una longitud de onda provee la respuesta más rápida a fuego por hidrocarburos (comparado con otro tipo de detectores), también es susceptible a la interferencia provocada por una fuente de luz que provocaron falsas alarmas las cuales indujeron un cambio en las especificaciones de construcción, para aceptar solamente detectores duales de longitud de onda UV/IR.

### 3.3.1 Detector infrarrojo / ultravioleta ( IR / UV )

Detectan la radiación ultravioleta usando un tubo de fotodiodos a vacío y seleccionando la longitud de onda de la radiación infrarroja (usualmente 4.35 micrones) que es la banda de dióxido de carbono en el espectro infrarrojo. El cual emplea fotoceldas y combina las señales para indicar la señal de fuego. Estos detectores requieren de ambos tipos de radiación antes que las señales de alarma se activen.



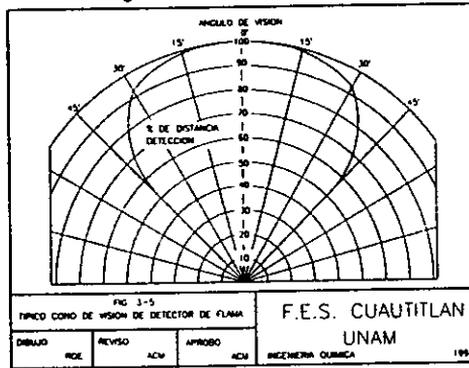
A pesar que la tecnología UV/IR afronta el mejor rechazo de falsas alarmas, la tecnología de longitud de onda dual IR es también efectiva en las mismas aplicaciones.

### 3.3.2 Detector de flama de múltiples ondas infrarroja ( IR / IR )

Detectan la radiación de 2 o más longitudes de onda en el espectro infrarrojo utilizando una de estas longitudes como onda de referencia (usualmente la de 3.8 ó 5.6 micrones) y para detectar las emisiones de la flama (usualmente de 4.35 micrones de CO<sub>2</sub>). Estos detectores comparan la emisión de ambas bandas de referencia y una banda electrónica emite una señal cuando la relación de entre las dos bandas indica fuego.

Especificaciones típicas de funcionamiento para tales detectores son:

1. Cono de visión o campo de vista: 90 grados en ambos ejes, horizontal y vertical.



En la figura 3.5, el 100% representa la máxima distancia de detección para un fuego. La sensibilidad aumenta conforme el ángulo de incidencia disminuye.

2. Respuesta a la flama de un 1 pie<sup>2</sup> de fuego por gasolina, en un tiempo de 5 segundos a una distancia medida a lo largo del eje central de 50 pies (15.3 m<sup>2</sup>).
3. El equipo debe estar certificado para uso en atmósferas peligrosas y explosivas.

### 3.4 Detectores de gases

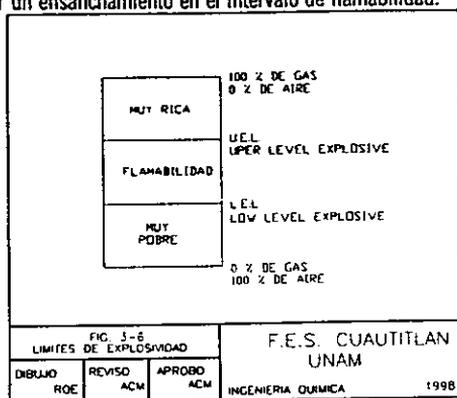
Los gases son fluidos, como lo son los líquidos, pero, a diferencia de éstos, carecen totalmente de cohesión entre sus moléculas sin cohesión y están sujetas a oxidación y reducción.

En general, no todas las áreas o sitios en una planta industrial son considerados igualmente peligrosas. Por ejemplo, en una mina subterránea de carbón todos los sitios son considerados como de máximo riesgo; por otra parte una industria de donde se maneja metano en tanques de almacenamiento, podría considerarse como un potencial riesgo en los alrededores de las áreas de tanques o cualquier conexión de tubería. En este caso, es solo necesario tomar precauciones en áreas, donde una fuga de gas se espera que pueda ocurrir, considerando sus límites de explosividad

#### 3.4.1 Límites de explosividad

Esta sola se limita a una banda limitada de concentración gas/aire en el cual se produce una mezcla explosiva. Esta banda es específica para gas y vapor y es limitado, por dos niveles; el primero conocido como Limite Explosivo Superior "UEL" (Upper Explosive Level) y el segundo como Limite Inferior Explosivo "LEL" (Lower Explosive Level).

En niveles inferiores a LEL, el gas es insuficiente para producir una explosión (la mezcla es pobre), mientras arriba de UEL la mezcla tiene insuficiente oxígeno (la mezcla es muy rica). El intervalo de flamabilidad está entre el intervalo de UEL y LEL y para cada gas individual o mezcla de gases. Fuera de esos límites la mezcla no es capaz de provocar una combustión. Un incremento en la presión, temperatura o contenido de oxígeno, puede generar un ensanchamiento en el intervalo de flamabilidad.



En las plantas de proceso químico no hay normalmente fuga de gases dentro de los alrededores de las áreas; por lo tanto, la detección del sistema será sola la requerida para detectar niveles desde el 0 % de gas hasta el más bajo nivel de explosividad (LEL). Se toma típicamente el factor del 50 % de concentración equivalente del valor de LEL, para dar un adecuado margen de seguridad.

Nombre común	Formula	Mol. WL	B. P. °C	Dens.R el. Vap.	F. P. °C	Límites de explosividad				
						LEL %v/v	UEL %v/v	LEL mg/l	UEL mg/l	I.T. °C
Acetaldehído	CH <sub>3</sub> CHO	44.1	20	1.52	-38	4	57	73	1040	140
Ácido acético	CH <sub>3</sub> COOH	60.0	118	2.07	40	5.4	16	100	430	485
Anhídrido acético	(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102.1	140	3.52	54	2.7	10	-	-	(334)
Acetona	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	58.1	56	2.0	19	2.15	13	60	310	535
Acetonitrilo	CH <sub>3</sub> CN	41.1	82	1.42	5	-	4.4	16	-	523
Cloruro de acetilo	CH <sub>3</sub> COCl		51	2.7	4	5.0	-	-	-	390
Acetileno	CH=CH	26.0	-84	0.9	-	1.5	100	-	-	305
Acilonitrilo	CH <sub>2</sub> =CHCN	53.1	77	1.83	-5	3	17	65	380	480
Cloruro de alilo	CH <sub>2</sub> =CHCH <sub>2</sub> Cl		45	2.64	-20	3.2	11.2	105	360	430
Aliteno	CH <sub>3</sub> C=CH	40.1	-23	1.38	-	1.7	-	28	-	-
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	17.0	-33	0.59	-	15	28	105	200	630
Anilina	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	93.1	184	3.22	75	1.2	8.3	-	-	617
Benzaldehído	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHO		179	3.66	65	1.4	-	60	-	190
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78.1	80	2.7	-11	1.2	8	39	270	560
1-bromobutano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Br		102	4.72	<21	2.5	-	230	-	265
Bromoetano	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br		38	3.75	<20	6.7	11.3	300	510	510
Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58.1	-1	2.05	-60	1.5	8.5	37	210	365
Butanona	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COCH <sub>3</sub>	72.1	80	2.48	-1	1.8	11.5	50	350	505
Acetato de butilo	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	116.2	127	4.01	22	1.4	8	58	360	370
Butiraldehído	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CHO	72.1	75	2.48	<-5	1.4	12.5	42	380	230
Disulfuro de carbono	CS <sub>2</sub>	76.1	46	2.64	-20	1.0	60	30	1900	102
Monóxido de carbono	CO	28.0	-191	0.97	-	12.5	74.2	145	870	605
Clorobenceno	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	112.6	132	3.88	28	1.3	7.1	60	520	637
1-clorobutano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl		78	3.2	<0	1.8	10	65	390	(460)
Cloroetano	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	64.5	12	2.22	-	3.6	15.4	95	400	510
2-cloroetanol	CH <sub>3</sub> CHClCH <sub>2</sub> OH		129	2.78	55	5.0	16	160	540	425
Cloroetileno (cloruro de vinilo)	CH <sub>2</sub> =CHCl	62.3	-14	2.15	-	3.8	29.3	95	770	470
Clorometano (cloruro de metilo)	CH <sub>3</sub> Cl	50.5	-24	1.78	-	10.7	13.4	50	400	625
1-cloropropano	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> Cl		37	2.7	-18	2.8	10.7	70	300	(528)
2-cloropropano	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCl		47	2.7	-32	2.6	11.1	-	-	520
a-clorotolueno	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> Cl		179	4.36	60	1.2	-	55	-	585
Cresol	CH <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH		191	3.73	81	1.1	-	45	-	555
Crotonaldehído	CH <sub>3</sub> CH=CHCHO		102	2.41	13	2.1	15.5	-	-	(230)
Cumeno	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		152	4.13	36	0.88	6.5	-	-	420
Ciclobutano	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	56.1	13	1.93	-	1.8	-	42	-	-
Ciclohexano	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>2</sub>	84.2	81	2.9	-18	1.2	7.8	40	290	259
Ciclohexanol	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CHOH	100.2	161	3.45	68	1.2	-	-	-	300
Ciclohexanona	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CO	98.1	156	3.38	43	1.4	9.4	53	380	419
Ciclopropano	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	42.1	-33	1.45	-	2.4	10.4	40	185	495
Decano	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> (aprox)		173	4.9	96	0.8	5.4	-	-	205

Eter dibutilico	$(C_4H_9)_2O$	130.2	141	4.48	25	1.5	7.6	4.8	460	185
Diclorobenceno	$C_6H_4Cl_2$	147.0	179	5.07	66	2.2	9.2	130	750	(640)
1,1-dicloroetano	$CH_3CHCl_2$	99.0	57	3.42	-10	5.6	16	225	660	440
1,2-dicloroetano	$CH_2ClCH_2Cl$	99.0	84	3.42	(5)	6.2	15.9	-	-	(413)
1,1-dicloroetileno	$CH=CCl_2$	97.0	37	3.4	-18	7.3	16	-	-	(570)
1,2-dicloroetileno	$CICH=CHCl$	97.0	33	3.55	-10	9.7	12.8	220	650	(440)
1,2 dicloropropano	$CH_3CHClCH_2Cl$	113.0	96	3.9	15	3.4	14.5	160	690	555
Eter dietilico	$(C_2H_5)_2O$	74.1	34	2.55	<-20	1.7	36	50	1100	170
Dietilamina	$(C_2H_5)_2NH$	45.1	56	2.53	<-20	1.7	10.1	50	305	(310)
Éter diisopropilico	$((CH_3)_2CH)_2O$		69	3.52	-28	1.4	21	-	-	(416)
Eter dimetilico	$(CH_3)_2O$	46.1	-25	1.59	-	3.7	27.0	38	520	-
Dimetilamina	$(CH_3)_2NH$	45.1	7	1.55	-	2.8	14.4	52	270	(400)
Dimetilalanina	$C_6H_5(CH_2)_2NH_2$	121.2	194	4.17	63	1.2	7.0	60	350	370
Dimetilformamida	$HCON(CH_3)_2$	73.1	152	2.51	58	2.2	15.2	-	-	(440)
1,4-dioxano	$OCH_2CH_2OCH_2CH_2$	88.1	101	3.03	11	1.9	22.5	70	820	379
Etano	$CH_3CH_3$	30.1	-87	1.04	-	3.0	15.5	37	195	515
Etanolol	$C_2H_5SH$	62.1	35	2.11	-20	2.8	18	70	460	295
Etanol	$C_2H_5OH$	46.1	78	1.59	12	3.3	19	67	290	425
Acetato etilico	$CH_3COOCH_2CH_3$	88.1	77	3.04	-4	2.1	11.5	75	420	460
Acrilato de etilo	$CH_2=CHCOOC_2H_5$	100.0	100	3.45	9	1.8	-	74	-	-
Etil benceno	$C_6H_5C_2H_5$	106.2	135	3.66	15	1.0	6.7	44	-	431
Etil ciclobutano	$C_2H_5C(CH_2)_2CH_2C_2$	84.2	-	2.0	<-16	1.2	7.7	-	-	210
Etil ciclohexano	$C_2H_5CH(CH_2)_4CH_3$	112.2	131	3.87	14	0.9	6.6	-	-	262
Etil ciclopentano	$C_2H_5CH(CH_2)_3CH_3$	98.2	103	3.4	1	1.1	6.7	-	-	260
Formato de etilo	$HCOOCH_2CH_3$		54	2.55	<-20	2.7	16.5	80	500	440
Éter etil metil	$CH_3OC_2H_5$		8	2.09	-	2.0	10.1	49	255	190
Etileno	$CH_2=CH_2$	28.1	-104	0.97	-	2.7	34	31	390	425
Oxido de etileno	$CH_2CH_2O$	44.0	11	1.52	-	3.7	100	55	1820	440
Formaldehido	$HCHO$	30.0	-19	1.03	-	7	73	87	910	424
Heptano	$C_7H_{16}$	100.2	98	3.46	-4	1.1	6.7	46	280	215
Hexano	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	86.2	69	2.97	-21	1.2	7.4	42	265	233
Cianuro de hidrógeno	$HCN$	27.0	26	0.90	-18	5.6	40	-	-	(538)
Sulfuro de hidrógeno	$H_2S$	34.1	-60	1.19	-	4.3	45.5	60	650	270
Hidrógeno	$H_2$	2.0	-253	0.07	-	4.0	75.6	3.3	64	560
Nitrato isopropilico	$(CH_3)_2CHONO_2$		105	-	20	2	100	-	-	175
Kerosina	MEZCLA		150	-	38	0.7	5	-	-	210
Metano	$CH_4$	16.0	-161	0.55	-	5	15	-	-	595
Metanol	$CH_3OH$	32.0	65	1.11	11	6.7	36	73	350	455
2-metoxietanol	$CH_3OCH_2CH_2OH$	76.1	124	2.63	39	2.5	14	80	630	285
Acetato de metilo	$CH_3COOCH_3$	74.1	57	2.56	-10	3.1	16	95	500	475
Acetileno de metilo	$CH_3C\equiv CH$	40.1	-23	1.4	-	1.7	-	-	-	-
Acrilato de metilo	$CH_2=CHCOOCH_3$	86.1	80	3.0	-3	2.8	25	100	895	-
Ciclohexano de metilo	$CH_3CH(CH_2)_4CH_2$	98.2	101	3.38	-4	1.15	6.7	45	-	260
Formato de metililo	$HCOOCH_3$		32	2.07	<-20	5	23	120	570	450
Metilamina	$CH_3NH_2$	31.1	-6	1.07	-	5	20.7	60	270	430
2-metilpentano	$C_3H_7CH(CH_3)C_2H_5$	86.2		2.97	<-20	1.2	-	-	-	-
Nafta	MEZCLA		35	2.5	-6	0.9	6	-	-	290
Naftaleno	$C_{10}H_8$		218	4.42	77	0.9	5.9	45	320	528

Nitrobenceno	$C_6H_5NO_2$	123.1	211	4.25	88	1.8	-	90	-	480
Nonano	$C_9H_{20}$	128.3	151	4.43	30	0.8	5.6	37	300	205
Octano	$CH_3(CH_2)_6CH_3$	114.2	126	3.93	13	1.0	3.2	-	-	210
Pentano	$C_5H_{12}$	72.2	36	2.48	<-20	1.4	8.0	41	240	285
Pentano-2,4-diona	$CH_3COCH_2COCH_3$	100.1	140	3.5	34	1.7	-	-	-	340
Pentanol	$C_5H_{11}OH$		138	3.04	34	1.2	10.5	44	380	300
Pentilacetato	$CH_3COOC_5H_{11}$		147	4.48	25	1.0	7.1	60	550	375
Propano	$CH_3CH_2CH_3$	44.1	-42	1.56	-	2.0	9.5	39	180	470
Propan-1-ol	$CH_3CH_2CH_2OH$	60.1	97	2.07	15	2.15	13.5	50	340	405
Propan-2-ol	$(CH_3)_2CHOH$	60.1	83	2.07	12	2.0	12	-	-	425
Propeno	$CH_2=CHCH_3$	42.1	-48	1.5	-	2.0	11.7	35	210	(455)
Piridina	MEZCLA	79.1	115	2.73	17	1.8	12.0	56	350	550
p-cimeno	$CH_3C_6H_4CH(CH_3)_2$	134.2	177	4.62	47	0.7	5.6	-	-	435
Estireno	$C_6H_5CH=CH_2$	104.2	145	3.6	30	1.1	8.0	45	350	490
Tetrahidro Furano	$CH_2(CH_2)_2$ $CH_2O$	72.1	64	2.49	-17	2.0	11.8	46	360	224
Tolueno	$C_6H_5CH_3$	92.1	111	3.18	6	1.2	7	46	270	535
Trietilamina	$(C_2H_5)_3N$	101.2	89	3.5	-	1.2	8	50	340	-
Trimetilamina	$(CH_3)_3N$	59.1	3	2.04	-	2.0	11.6	49	285	(190)
1,3,5-trioxano	$OCH_2OCH_2OCH_2$	90.1	115	3.11	(45)	3.6	29	135	1110	410
Turpentina	MEZCLA		149	-	35	0.8	-	-	-	254
Xileno	$C_6H_4(CH_3)_2$	106.2	144	3.66	30	1.0	6.7	44	335	464

Tabla 3.1 Límites de explosividad de gases combustibles

Nomenclatura:

Mol. Wt.	Peso molecular
B.P.	Temperatura de ebullición
Density Relaty Gas	Densidad relativa del gas
F.P.	Temperatura de Flasheo
LEL	Límite inferior explosivo
UEL	Límite superior explosivo
I.T.	Temperatura de ignición

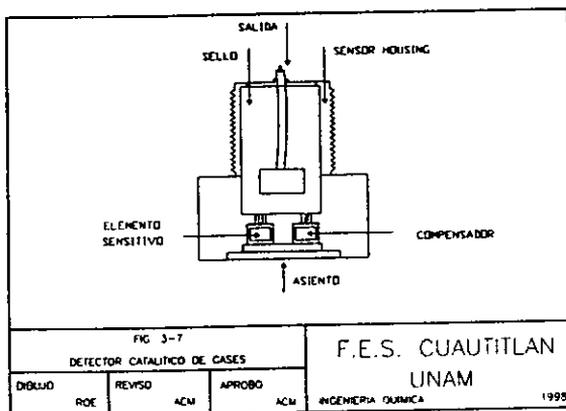
### 3.4.2 Detectores de gas combustible

Los detectores de gas combustible más comúnmente usados son los del tipo catalítico

#### 3.4.2.1 Detector catalítico

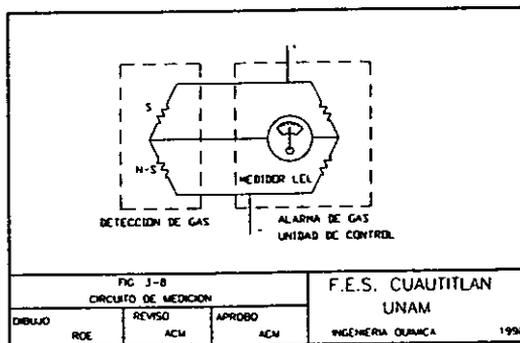
Los detectores de gas combustible son del tipo eléctrico catalítico. Ellos consisten de un elemento detector pequeño llamado algunas veces Contador ("Bead"). Ellos son hechos de un material de alambre enrollado de aluminio calentado; cubiertos primero con una base de cerámica tal como la alúmina y con un recubrimiento final exterior de Rodio o Paladio catalítico dispersado en un sustrato de Torio.

El tipo de detector opera con el principio que cuando una mezcla de combustible de gas/aire, pasa a través de la superficie caliente del catalizador, la combustión ocurre y el calor generado incrementa la temperatura en el Contador de Gota. Esto altera cambiando la resistencia del platino enrollado y puede ser medido por el uso de un puente estándar de circuito eléctrico. La resistencia cambia directamente con la relación de concentración de gas alrededor de la atmósfera y puede desplegarse en algún medidor o algún dispositivo indicado.



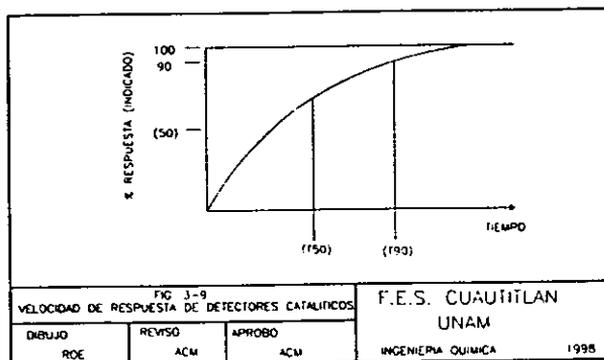
Para asegurar la estabilidad de la temperatura bajo condiciones ambientales variables, los detectores catalíticos son operados en pares. Ellos son localizados en el brazo opuesto del circuito eléctrico del puente de Wheatstone del circuito eléctrico, donde el sensor "activo" (usualmente conocido como sensor "s") reaccionará con cualquier combustible presente mientras se equilibran "inactivo" o "no sensitivo" (nos).

La mayoría de los puentes operan en modo de voltaje constante, por la mayor dificultad y costo de diseño para operar un puente a temperatura constante u operación constante de resistencia. Sin embargo, con un diseño cuidadoso y un buen voltaje de estabilización, este tipo de detector nos dará precisión y confianza.



Más allá de la mejora en una operación estable puede mejorarse por el uso de detectores Resistentes al Envenenamiento "Poison Resist". Estos deben tener una mejor resistencia a la degradación por sustancias tales como silicónes, sulfuros y compuestos de plomo los cuales rápidamente pueden desactivar (o envenenar) otros tipos de detectores catalíticos.

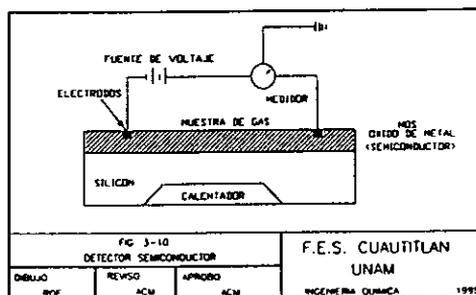
La velocidad de respuesta de un detector catalítico es considerablemente curvada, como una aproximación a la lectura final del tiempo de respuesta, donde frecuentemente es especificado en términos de alcanzar el 90 % del tiempo final de lectura conocida como el valor de T-90. Los valores de T-90 para detectores catalíticos son típicamente entre 20 y 30 segundos.



### 3.4.2.2 Detector semiconductor

Los detectores hechos de materiales semiconductores empezaron a ganar popularidad considerablemente durante los finales de 1980 y aparecieron como una opción universal y de bajo costo.

Del mismo modo como los detectores catalíticos ellos operan en virtud de absorción del gas en la superficie caliente de oxido. En realidad es una película delgada de oxido de metal (usualmente óxidos de metal de elementos de transición o metales pesados como el estaño) depositados sobre sílice de silicon por muchos procesos iguales como lo son en la fabricación de "chips" de computadoras. La absorción de la muestra de gas sobre la superficie del oxido, seguida por la oxidación catalítica, resulta en un cambio de la resistencia eléctrica del material oxidado y puede relacionarse con la concentración de la muestra del gas. La superficie del detector es calentada a una temperatura constante de cerca de 200 a 250 ° C, para acelerar la velocidad de reacción y reducir los efectos de los cambios de la temperatura ambiente. Los detectores semiconductores son simples resistencias y pueden tener una alta sensibilidad.



### 3.4.2.3 Detector infrarrojo

Muchos gases combustibles tienen su banda de absorción en la región infrarroja del espectro y el principio de absorción infrarrojo, han sido usados como una herramienta en el laboratorio analítico por muchos años. Más recientemente sin embargo, los avances tecnológicos electrónicos y ópticos han hecho posible el diseño del equipo, de poca energía y tamaño, suficiente para hacer esta técnica disponible para la detección industrial de los gases.

La nueva generación de detectores tiene un número importante de ventajas sobre el tipo catalítico, a pesar que por el momento ellos permanecen considerablemente más caros. Estos incluyen una rápida velocidad de

respuesta (típicamente de 2 a 3 segundos), bajo mantenimiento y gran revisión simplificado. Los cuales no son afectados por los conocidos venenos; ellos son confiables y operan exitosamente bajo un amplio intervalo de temperaturas ambiente, presión y condiciones de humedad.

Actualmente se puede emplear el detector IR exitosamente de las siguientes dos formas:

> Detector IR puntual

Este dispositivo opera con el principio de doble longitud de onda de absorción de IR; donde la luz que pasa a través de la mezcla de la muestra en 2 longitudes de onda, una en la cual se coloca el pico de absorción del gas detectado, mientras la otra no. La segunda fuente de luz es pulsada alternativamente y guiada a lo largo de una parte común óptica para emerger como una vía de protección de flama "ventana" y entonces a través de la muestra de gases. La luz (luces) son subsecuentemente reflejadas de regreso de nuevo por un reflector, regresando una vez más a través de la muestra y entrar a la unidad. Aquí el detector compara la fuerza de la señal de la muestra y la luz de referencia u, por sustracción, puede medir la concentración del gas.

> Detector IR rayo de luz amplio (open path)

Hasta hace poco, el método convencional de detección de fugas de gas era por la detección puntual, usando un número de detectores individuales para cubrir el área o perímetro. En los últimos años sin embargo, los instrumentos disponibles han llegado a el uso de la tecnología de infrarrojo y láser en la forma de rayo de luz amplio (open path) el cual cubre una distancia de cientos de metros: Mientras no se tenga la intención como un reemplazo para los detectores convencionales puntuales; el sistema de IR de rayo de luz amplio (open path) ofrece una adición útil, en una técnica disponible y su número es probable que aumente con el futuro. Típicas aplicaciones donde ellos han tenido considerable éxito incluyen: túneles, líneas de tuberías, monitoreo del perímetro de plataformas marinas.

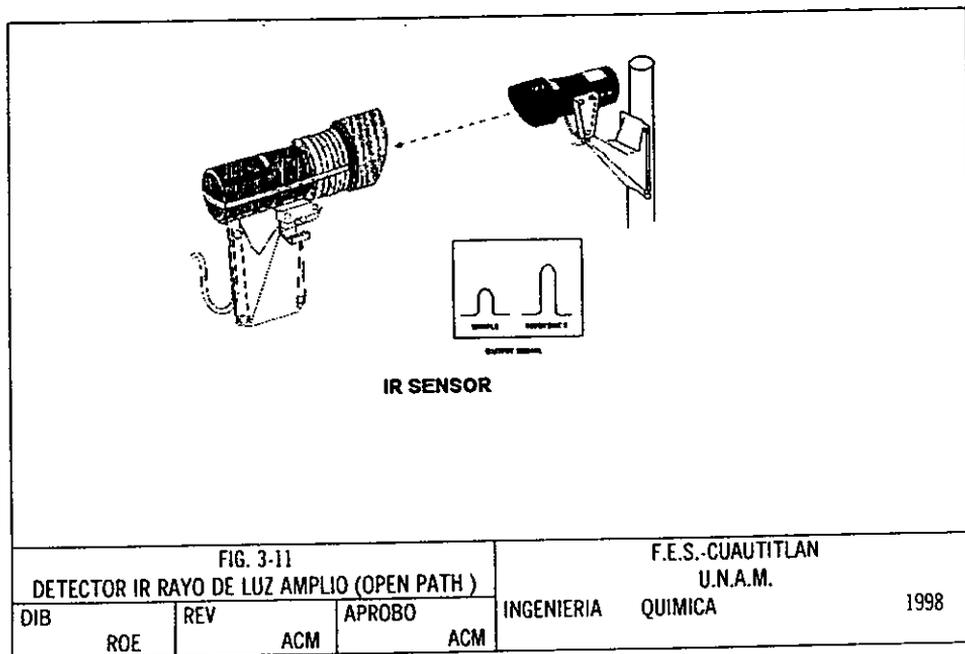
El máximo intervalo útil de estos dispositivos está presente en cerca de los 300 metros, pero deben de incrementarse con el desarrollo de una mayor eficacia, baja energía, fuentes infrarrojas, mejor software y electrónicos mas desarrollados.

La técnica esta basada sobre la absorción y ha tenido un considerable éxito en los gases combustibles.

Para áreas abiertas con medición de IR rayo de luz amplio (pen path) dos rayos de luz con doble longitud de onda son empleados, el primero coincide con el pico de absorción de banda de la muestra y una segunda de referencia. El instrumento continuamente compara las señales recibidas por los dos rayos de luz transmitidos a través de la atmósfera, usando en ambos, la radiación dispersada de regreso desde el retroreflector o por medio de un transmisor separado, y un receptor situado opuesto al final de la luz.

Cualquier cambio relativo en la fuerza de la señal entre los dos rayos de luz puede entonces atribuirse por la presencia de un blanco de interferencia de gas e indica el número total de moléculas de gases (por ejemplo la cantidad de gas en la luz). Este valor es diferente de la concentración del gas y en cualquier punto y por lo tanto generalmente es expresado medidos en límites de explosividad inferior (LEL).

Debido a que la intensidad de ambas longitudes de onda son atenuadas igualmente por entrada de cualquier objeto extraño, la separación de los rayos se estrechan (tal como el polvo, niebla, lluvia y nieve, etc.) La precisión total de medición no es seriamente afectada, a menos de que un extenso oscurecimiento de la luz ocurra. La compensación electrónica puede hacerse por cualquier cambio de la presión atmosférica o temperatura.



### 3.5 Detectores de humo

El humo es una serie de partículas de la sustancia combustible "no quemada" que tienden elevarse por la acción del aire caliente, el cual presenta un color diferente al negro para productos combustibles diferentes a hidrocarburos.

Existen dos tipos básicos de detectores de humo utilizados actualmente:

1. Detectores de humo por ionización
2. Detectores de humo fotoeléctricos

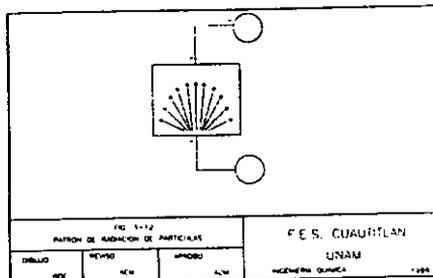
Las cámaras sensibles de estos detectores utilizan diferentes principios de operación para detectar la presencia de partículas de combustión visibles o invisibles que se desprenden en incendios en pleno desarrollo.

#### 3.5.1. Detección de humo por ionización

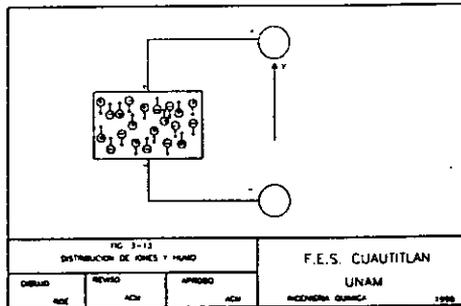
Un detector de ionización de humo tiene una pequeña cantidad de material radioactivo que ioniza el aire y es detectado por la cámara, ya que el aire adquiere una conductividad eléctrica suficiente para permitir el flujo de corriente eléctrica a través de él entre dos electrodos cargados. Cuando las partículas de combustión entran a la área ionizadora ellos decrementan la conductancia del aire por la atribución de ellos; cuando la conductancia es menor a un valor preestablecido el detector responderá.

##### 3.5.1.1 Detector de humo por ionización

Pero, ¿Cómo funcionan los detectores de humo por ionización? Estos consisten en una cámara típica de ionización con dos placas eléctricamente cargadas y una fuente radioactiva (típicamente Americio 241) para ionizar el aire entre dichas placas (ver Fig. 3-12).

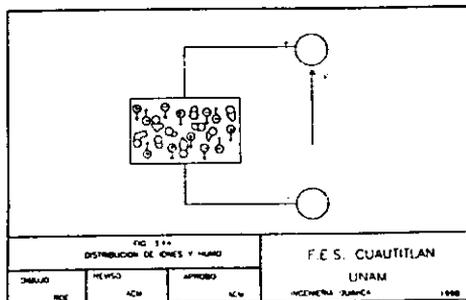


La fuente radioactiva emite partículas que chocan con las moléculas de aire y desplazan a sus electrones. Conforme las moléculas pierden electrones, se convierten en iones de carga positiva. Ya que las otras moléculas ganan electrones, se convierten en iones negativamente cargados. Se crean números iguales de iones positivos y negativos. Los iones positivamente cargados son atraídos hacia la placa eléctrica de carga negativa, mientras que los iones de carga negativa son atraídos hacia la placa de carga positiva (ver Fig. 3-13).



Esto crea una pequeña corriente de ionización que puede ser medida por circuitos electrónicos conectados a las placas.

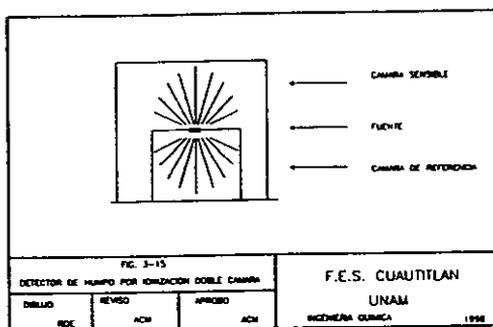
Las partículas de combustión son mucho más grandes que las moléculas de aire ionizadas. Conforme las partículas de la combustión entran en una cámara de ionización, las moléculas de aire ionizadas chocan y se combinan con ellas (ver Fig. 3-14). Algunas partículas quedan positivamente cargadas y algunas quedan negativamente cargadas. Ya que estas partículas relativamente grandes continuara combinándose con muchos otros iones, se convierten en centros de recombinación y se reduce el número total de partículas ionizadas en la cámara. Esta reducción en las partículas ionizadas da como resultado una disminución en la corriente de la cámara que es detectada por los circuitos electrónicos que vigilan a la misma, cuando se reduce la corriente una magnitud predeterminada, se cruza un umbral y se establece una condición de alarma.



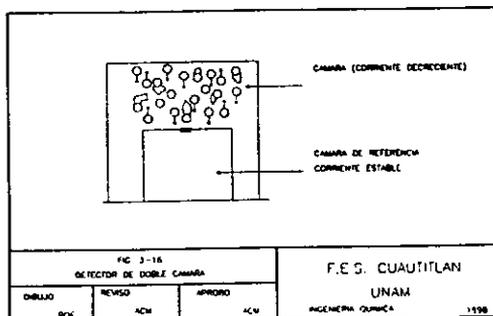
Los cambios en la humedad y presión atmosférica podrían afectar a la corriente de la cámara y crear un efecto similar al efecto de las partículas de combustión que entran en la cámara sensible. Para compensar los posibles efectos de cambios de humedad y presión, se desarrolló la cámara de doble ionización y se ha convertido en lugar común en el mercado de detectores de humo.

### 3.5.1.2 Detector de humo por ionización de doble cámara

Un detector de doble cámara utiliza dos cámaras de ionización, una es una cámara sensible abierta al aire externo (ver Fig. 3-15).



La cámara sensible es afectada por el material en partículas, humedad y presión atmosférica. La otra es una cámara de referencia parcialmente cerrada a aire externo y afectada solamente por la humedad y la presión atmosférica, debido a que sus aberturas diminutas bloquean efectivamente la entrada de partículas más grandes, tal como humo. El circuito electrónico vigila ambas cámaras y compara sus salidas. Si cambia la humedad o la presión atmosférica, las salidas de ambas cámaras son afectadas igualmente y se anulan entre sí: Cuando las partículas de combustión entran en la cámara sensible, disminuye su corriente mientras que la corriente de la cámara de referencia permanece virtualmente inalterada. El desequilibrio resultante de la corriente es detectado por los circuitos electrónicos (ver Fig. 3-16).



La detección por ionización es más sensitiva a las partículas invisibles (partículas menores a 1 micrón), que son producidas por los fuegos flamantes; estos son menos sensitivos o responsivos a las partículas largas producidas por los fuegos moderados, los detectores de humo que emplean principalmente la ionización como principio son de tipo puntual.

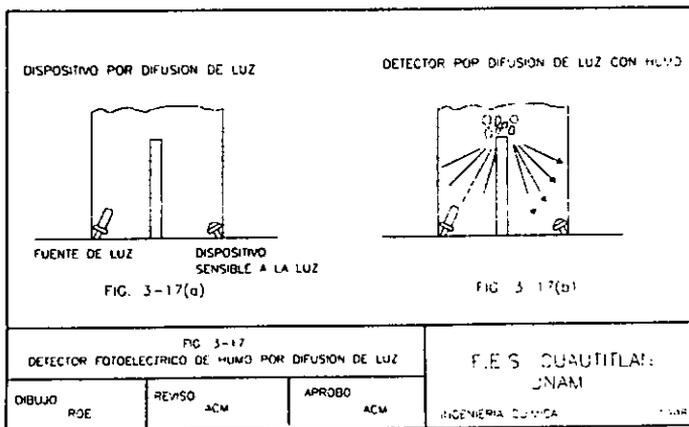
### 3.5.2 Detectores de humo fotoeléctricos

El humo producido por un incendio afecta la intensidad de un rayo de luz que pasa a través del aire. El humo puede bloquear u oscurecer el haz de las partículas de humo. Los detectores fotoeléctricos de humo están diseñados para detectar el humo utilizando estos efectos del humo sobre la luz.

#### 3.5.2.1 Detectores de humo de dispersión de luz fotoeléctrica ó detector fotoeléctrico de humo por difusión de luz

En los detectores de luz fotoeléctrica, una fuente de luz y un sensor fotosensible son arreglados para que los rayos de la fuente de la luz no alcancen normalmente al sensor fotosensitivo, cuando las partículas de humo entran a una parte de la luz, algo de la luz es dispersada por el reflejo y por la refracción en el sensor causando que el detector responda.

La mayoría de los detectores fotoeléctricos de humo son del tipo puntual. Un diodo emisor de luz (LED) está dirigido hacia una área que no es "observada" normalmente por un elemento fotosensible, generalmente un fotodiodo. (Ver Fig. 3-17 (a)). Cuando las partículas de humo entran en la trayectoria de luz, la luz que incide sobre las partículas (Fig.3-17 (b)) es reflejada y/o refractada sobre el dispositivo

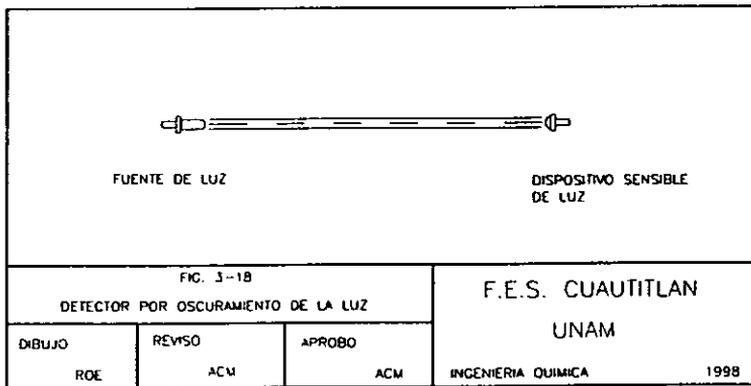


La detección de la luz fotoeléctrica dispersada, es más perceptible a las partículas visibles (tamaño más de un micrón) partículas producidas por los fuegos moderados y estos son menos sensibles al humo negro y las partículas más pequeñas producida por los fuegos mayores.

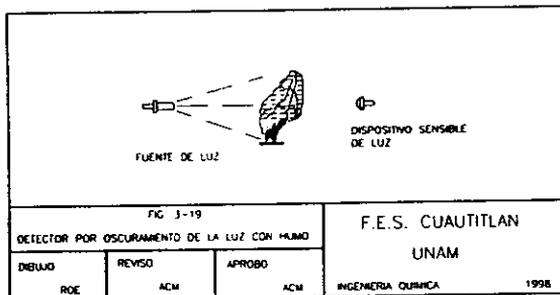
### 3.5.2.2 Detectores de humo por oscurecimiento de la luz fotoeléctrica

En los detectores de oscurecimiento fotoeléctrico la pérdida de transmisión de luz entre la fuente de luz y el sensor fotosensible es monitoreado. Cuando las partículas de humo son introducidas en la parte de la luz dispersada en algo es absorbida por medio de la luz alcanzada en el receptor causando que el detector responda.

Un tipo básico de detector fotoeléctrico o sea el detector por oscurecimiento de luz, emplea una fuente de luz y un dispositivo receptor fotosensible (tal como un fotodiodo (ver Fig. 3-18).



Cuando las partículas de humo bloquean parcialmente el haz de luz (ver Fig. 3-19), la reducción en la luz que llega al dispositivo fotosensible altera su salida. El cambio en la salida es sentido por el circuito del detector y cuando se cruza el umbral se inicia una alarma. Los detectores del tipo de oscurecimiento son generalmente del tipo de haz proyectado donde la fuente de luz se expande el área a ser proyectada (por ejemplo atrio).



La respuesta del oscurecimiento de la luz fotoeléctrico del humo de los detectores usualmente no es afectada por el color del humo.

Los detectores de humo de este tipo; son de tipo lineal.

### 3.6 Otros detectores

Existen otros detectores, pero por sus características y limitaciones (costo y fragilidad), son empleados en investigación principalmente, en el que encontramos:

#### Detector de chispa (brasa).

El número de detectores de fuego de energía radiante que son diseñados para detectar chispas, brasa o ambos. Estos dispositivos operan normalmente en medios oscuros y operan una parte en el espectro infrarrojo. El número de wats o (fracciones de wats) del poder radiante de cualquier punto de un radiador se aplica como una unidad o señal de paso a la longitud máxima de la sensibilidad del detector, eso es necesario para producir una señal de alarma del detector con el tiempo de respuesta específico

#### Principio de operación de los detectores de chispas

Los detectores de chispa o brasa usualmente utilizan un estado sólido de fotodiodo o fototransistor para detectar la energía radiante emitida por brasas, típicamente entre 0.5 y 2 micrones en la porción de IR visible del espectro, en medios normalmente oscuros. Estos detectores pueden ser diseñarse extremadamente sensitivos (microwats) y los tiempos de respuesta extremadamente cortos (microsegundos).

# CAPITULO 4

Debido a que las diferentes plantas de proceso químico contienen normalmente una variedad de combustibles, y frecuentemente es muy difícil pronosticar el tamaño de partículas, perfil de la combustión y posibles fuentes de ignición que serán producidas por el incendio en desarrollo, se tiene que analizar lo siguiente:

Como un primer punto en un estudio de seguridad; deben considerarse las situaciones altamente riesgosas por la magnitud y gravedad de los efectos que puedan generar. Evidentemente tales consideraciones van de la mano con la toxicidad, reactividad y explosividad de las sustancias manejadas en el proceso.

Como segundo punto a contemplar es el análisis de severidad de condiciones operacionales de los equipos y arreglo de los mismos dentro de la planta.

Lo cual implica las siguientes preguntas: ¿Tipo de detector a emplear? ¿Cuántos detectores necesito? ; y finalmente ¿Dónde debo localizarlos para asegurar la detección?. Esas son seguramente las cuestionamientos más frecuentes acerca del sistema de detección -y probablemente las más difíciles de contestar, por que no están bien definidas las reglas a seguir.

Sin embargo hay un número de recomendaciones simples que hacen las decisiones fáciles, para la selección del tipo de detector de la área o equipo a proteger, por la sencilla razón de que la experiencia es siempre práctica y valiosa. Las recomendaciones en la selección del tipo de detector apropiado, se explican en los siguientes puntos de este capítulo.

El número de los detectores se define en base a los manuales de los dispositivos, y entre los puntos más importantes encontramos: capacidad de detección, velocidad de respuesta, confiabilidad.

Y la ubicación de los detectores sobre códigos principalmente (NFPA 72E) y los manuales de los fabricantes, los cuales toman en cuenta: conformación del techo, altura y volumen del área, tipo de material almacenado, tipo de proceso que se realiza, etc.

#### 4.1 Criterios de instalación y selección de detectores de calor.

Los detectores de calor deberán seleccionarse en función de la temperatura esperada en el lugar de su instalación, marcándose de acuerdo a la temperatura del código de colores de acuerdo a la siguiente tabla:

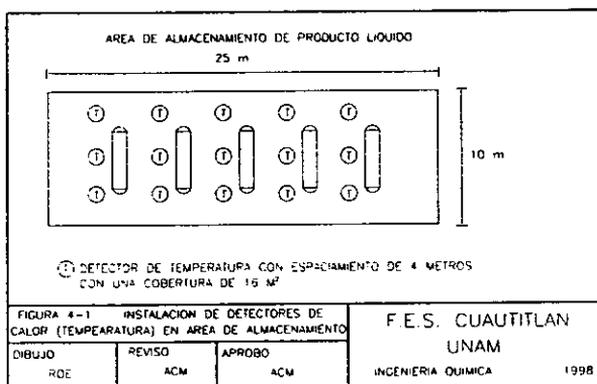
CLASIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA	INTERVALO DE TEMPERATURA °F	MAXIMA TEMPERATURA EN EL TEGHO °F	CODIGO DE COLOR
BAJO	100 A 134	ABAJO DE 20	INCOLORO
ORDINARIO	135 A 174	100	INCOLORO
INTEMEDIO	175 A 249	150	BLANCO
ALTO	250 A 324	225	AZUL
EXTRA ALTO	325 A 399	300	ROJO
MUY EXTRA ALTO	400 A 499	375	VERDE
ULTRAALTO	500 A 575	475	NARANJA

Tabla 4.1 Código de color de la clasificación de la temperatura

#### Aplicación del sistema de detección

El área de proceso químico más recomendada para la instalación de detectores de calor es:

- ❑ Recipientes desnudos de proceso con productos volátiles, ya que por un incremento de temperatura en los alrededores provoca una vaporización del producto y/o una autoignición del mismo.



#### 4.2 Criterios de selección de detectores de fuego (flama)

El tipo y la cantidad de energía radiante detectada por los dispositivos de fuego van a depender de que tan peligrosas sean las características del combustible que este ardiendo, la velocidad de crecimiento de fuego, el medio de condiciones del ambiente y la capacidad media de extinguir el fuego. De acuerdo a lo anterior se clasifican los líquidos de la siguiente forma:

□ Los líquidos clase I (inflamables) se subdividen como sigue:

Clase IA .- Incluyen aquellos líquidos con punto de inflamación inferior a 22.8 °C y cuyo punto de ebullición es menor de 37.8 °C.

Clase IB .- Incluye aquellos líquidos con punto de inflamación menor a 22.8 °C y cuyo punto de ebullición sea de 37.8 °C o más alto.

Clase IC .- Incluye aquellos líquidos con punto de inflamación de 22.8 °C y más altos, pero menores de 37.8 °C.

□ Los líquidos combustibles se subdividen en:

Clase II .- Son líquidos cuyo punto de inflamación es de 37.8 °C o más alto, pero menor de 60 °C.

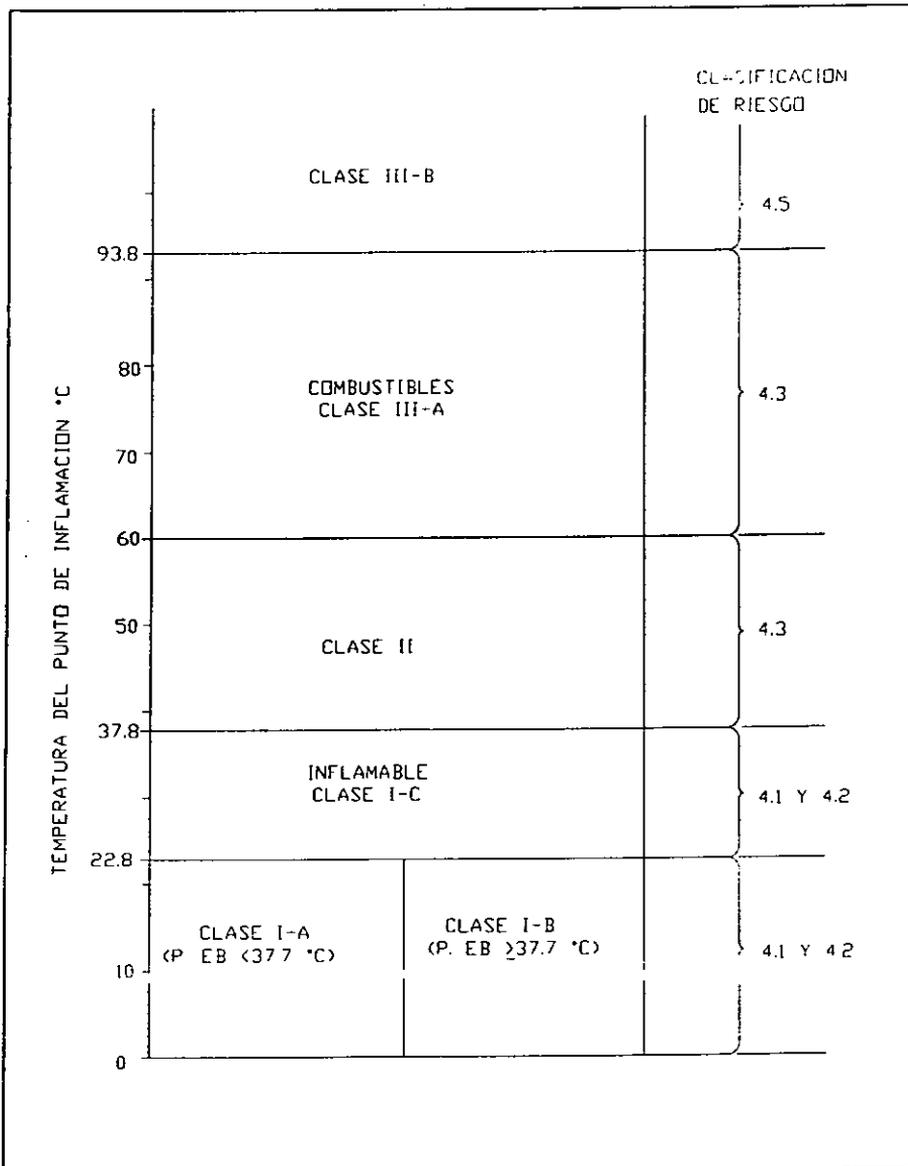
Clase III A.- Líquidos con punto de inflamación de 60 °C o más alto, pero menor de 93 °C.

Clase III B .- Incluye aquellos líquidos con punto de inflamación de 93 °C o mayores.

Para los fines subsecuentes los riesgos se clasifican en :

Riesgo	Tipo de Producto	Clasificación NFPA
4.1	Gasolinas, naftas y otros hidrocarburos líquidos (almacenado en tanque atmosférico en techo fijo).	IB, IC
4.2	Gasolinas, naftas y otros hidrocarburos líquidos (almacenado en tanque atmosférico en techo flotante).	IB, IC
4.3	Combustibles y destilados	II y IIIA
4.4	Solventes polares y alcoholes	Variable
4.5	Asfaltos y residuos (con poco agua)	IIIB
4.6	Crudo y recuperado de trampas (todo líquido que contenga agua y fracciones ligeras en mezclas con fracciones pesadas).	Variable
4.7	Gas licuado de petróleo	

Tabla 4.2 Clasificación de riesgos



GRAFICA 4.1 CLASIFICACION DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES E INFLAMABLES, EN BASE A LA TEMPERATURA

F.E.S. CUAUTITLAN  
UNAM

DIBUJO ROE	REVISO ACM	APROBO ACM
---------------	---------------	---------------

INGENIERIA QUIMICA 1998

Relación de Productos Petroquímicos y su Clasificación de Acuerdo a N.F.P.A.

Producto	Formula	Temperatura de Inflamación °C	Temperatura de Combustión °C.	Clasificación de riesgo NFPA	Observaciones o Métodos de Extinción
Pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	<-40	309	I-A	Espuma Mecánica
Ciclohexano	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	-20	260	I-B	Espuma Mecánica
Dodecibenceno	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> -C <sub>12</sub> H <sub>18</sub>	124			
Estireno	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	30		I-C	
Butadieno	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	Gas	429	Gas	Cortar Flujo de Gas y Dejar Consumir Producto
Aromina 100	C <sub>10</sub> +	>25 <37.8		I-C	Espuma Mecánica
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	Gas	651	Sin Clasificación	No Incluida en esta Especificación
Azufre	S	207	232	Sin Clasificación	No Incluida en esta Especificación
Etilenglicol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	111	413	Alcohol	Utilizar Espuma Tipo Alcohol
Diethylenglicol	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	184	229	Alcohol	Utilizar Espuma Tipo Alcohol
Acroleina	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	<0	234	Sin Clasificación	
Acido Acrílico	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	54	412		Producto Inestable Utilizar Espuma Tipo Alcohol
n-Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	29	343	Alcohol	Utilizar Espuma Tipo Alcohol
Isopropanol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	12	399	Alcohol	Utilizar Espuma Tipo Alcohol
Metilacetona	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	-6	515		Utilizar Espuma Tipo Alcohol
Acido Fluorhídrico	HF			No se Clasifica	No es inflamable
Percloroetileno	C <sub>2</sub> (Cl <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>			No se Clasifica	No es inflamable
Dicloroetano	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	13.3	413		Espuma Mecánica
Acido Cianhídrico	HCN	-17.8			Se Almacena a Presión
Acido Clorhídrico	HCl				
Cloro	Cl <sub>2</sub>	-34.6			
Aguilarito Pesado		140		III-B	Espuma Mecánica
Dodecano		60		III-A	Espuma Mecánica
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Gas	515	Gas	Cortar Flujo de Gas y Dejar Consumir Producto
Etileno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Gas	450	Gas	Idem
Propileno	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	Gas	410	Gas	Idem
Acetaldehido	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	-37.7	185	Sin Clasificación	Se almacena en Tanques Refrigerados a Presión con Gas Inerte
Oxido de Etileno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	<0	428	Sin Clasificación	Inestable; Vapores Explosivos Espuma Tipo Alcohol
Cumeno	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	44	424	II	
Acetonitrilo	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	12.75		Sin Clasificación	Solvente Polar Inestable
Acido Cianhídrico	HCN	-17.8		Sin Clasificación	Se almacena a Presión
Acronitrilo	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> N	-5 a -1	481	Sin Clasificación	Solvente Polar Inestable Utilizar Espuma Alcohol
Paraxileno	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	25	529	IC	Espuma Mecánica

Producto	Formula	Temperatura de Inflamación °C	Temperatura de Combustión °C	Clasificación de riesgo NFPA	Observaciones o Métodos de Extinción
Dicloroetileno	$C_2H_2Cl_2$	-15	458		
Cloruro de Vinilo	$C_2H_3Cl$	Gas	882	Gas	Cortar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Metanol	$CH_3O$	11	464	Alcohol	Utilizar Espuma Tipo Alcohol
Benceno	$C_6H_6$	-12	562	IB	Espuma Mecánica
Tolueno	$C_7H_8$	5	536	IB	Espuma Mecánica
o-Xileno	$C_8H_{10}$	17	464	IC	Espuma Mecánica
p-Xileno	$C_8H_{10}$	25	529	IC	Espuma Mecánica
m-Xileno	$C_8H_{10}$	25		IC	Espuma Mecánica

Tabla 4.3 Relación de productos petroquímicos y su clasificación de acuerdo a N.F.P.A.

#### Relación de Productos Refinación y su Clasificación de Acuerdo a N.F.P.A

Producto	Formula	Temperatura de Inflamación °C	Temperatura de Combustión °C	Clasificación de riesgo NFPA	Observaciones o Métodos de Extinción
Crudo		<65.5		I, II ó III	Espuma Mecánica
Gas Natural		Gas	482		Parar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Gas L.P.				Gas	Parar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Gasolinas		-44	370	IB y IC	Espuma Mecánica
Kerosinas		-40		II	Espuma Mecánica
Diesel		43		III	Espuma Mecánica
Combustoleo		66		III-A	Espuma Mecánica
Propano	$C_3H_8$	Gas	466	Gas	Parar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Butano	$C_4H_{10}$	Gas	405	Gas	Parar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Butileno	$C_4H_6$	Gas	384	Gas	Parar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Isobutano	$C_4H_{10}$	Gas	462	Gas	Parar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Isopentano	$C_5H_{12}$	Gas	420	Gas	Parar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Nafta		37		IC	Espuma Mecánica
Isohexano	$C_6H_{14}$	<-29		IB	Espuma Mecánica
Turbosina		35	235	IC	Espuma Mecánica
Gasóleos		75		III-A	Espuma Mecánica
Gas PEMEX	$C_3H_6C_4H_{10}$	Gas	452	Gas	Parar Flujo de Gas y Dejar Consumir
Lubricantes		150		III-B	Espuma Mecánica
Tractogas		41		II	Espuma Mecánica
Diafano		14		II	Espuma Mecánica
Acido Ciclico Ligero		100		III-B	Espuma Mecánica
Residuo		200		III-B	Espuma Mecánica
Parafina		227		III-B	Espuma Mecánica
Asfalto		230		III-B	Espuma Mecánica

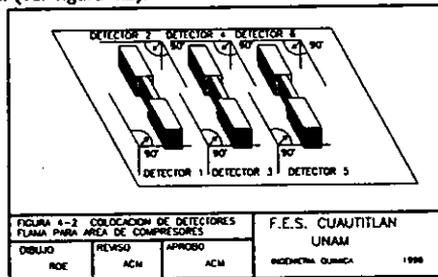
Tabla 4.4 Relación de productos de refinación y su clasificación de acuerdo a N.F.P.A.

### Aplicación de los detectores de fuego (flama)

Las áreas más comunes para la aplicación de detectores de fuego (flama) en las plantas de proceso químico son los procesos de alta presión; considerando el desgaste y sobrecalentamiento mecánico de los sellos:

#### □ Area de Compresores

Estas áreas con la combinación de alta presión, temperatura y vibración tienen un alto riesgo de una fuga de producto e ignición. Los sellos de compresores es el lugar más probable para que el fuego aparezca, por lo tanto esas áreas necesitan cubrirse por un mínimo de dos detectores, uno de cada lado para eliminar puntos ciegos. (Ver figura 4.2).



#### □ Reactores

Los reactores a alta presión presentan un mayor riesgo

#### □ Areas de almacenamiento, carga y descarga.

Conexiones de tuberías, válvulas de seguridad, y áreas donde entra o sale combustible de los tanques de almacenamiento es un riesgo y debe monitorearse como se describe para el área de compresores. Areas donde los productos inflamables puedan colectarse en un evento de un derramamiento también deberá monitorearse.

#### □ Hornos

De nuevo, conexiones de tuberías, válvulas, productos bajo presión, y el calor extremo crea un riesgo de fuego y esas áreas deberán monitorearse.

#### □ Otras consideraciones en la aplicación de detectores de fuego.

La mayoría de los hidrocarburos, cuando están ardiendo. Producen bastante radiación IR y UV, en la cual puede confiarse en la detección de un dispositivo de flama.

### 4.3 Criterios de selección de detectores de humo

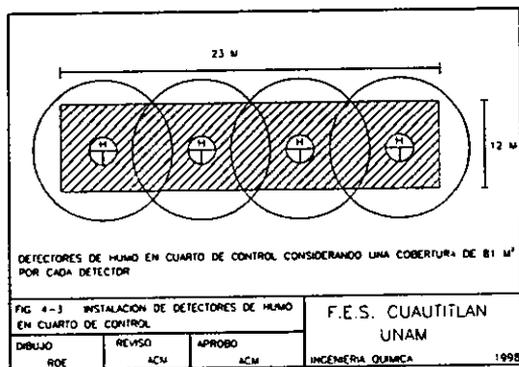
Estas son las características principales de los detectores de humo

- Los detectores de ionización son los más apropiado para la detección de incendios de rápido desarrollo que se caracterizan por partículas de combustión en la escala de tamaño de 0.01 a 0.3 micras.
- Los detectores fotoeléctricos de humo son más apropiados para detectar incendios de combustión lenta que se caracterizan por partículas en la escala de tamaño de 0.3 a 1.0 micras.

Pero, cada tipo de detector puede detectar ambos tipos de incendio, pero variarán sus respectivos tiempos de respuesta dependiendo del tipo de incendio.

#### Aplicación de los detectores de humo

Los cuartos de control por el tipo de riesgo a manejar, se protegen con detectores de humo. Esto se debe a que el equipo eléctrico energizado, produce una gran cantidad de humo, poca flama y temperaturas medias.



Generalmente se emplean detectores de humo tipo ionización, para lograr la concentración de partículas de humo producto de la combustión aún no visibles para el ojo humano, adicionalmente se incorporan los del tipo fotoeléctrico, para dar mayor confiabilidad al sistema.

#### 4.4 Criterios de selección de detectores de gas.

El método más común empleado para el monitoreo continuo en una planta industrial para la fuga de gases peligrosos es colocar un número de detectores en puntos estratégicos alrededor de la planta en lugares en donde una fuga de gas sea probable.

Hay tres métodos de localización de detectores empleados actualmente:

- Detección puntual, donde los detectores se localizan lo más cercano a donde una posible fuga de gas ocurra.
- Detección de área, donde los detectores son colocados alrededor de las áreas peligrosas (las cuales también pueden ser una detección Puntual)
- Detectores rayo de luz amplio (open path), los cuales son el método más efectivo y en un futuro empleado

Donde la naturaleza y el tamaño del sitio, ayudan a determinar el método más apropiado a usar.

Recomendaciones para la instalación de detectores de gas:

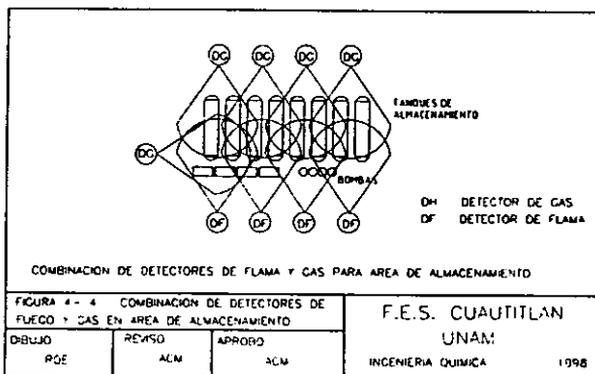
1. Cualquier sensor empleado en la detección de gas cuya densidad del vapor sea mayor a 1 (por ejemplo más pesado que el aire) debe localizarse a nivel de piso. Algunos ejemplos de tales gases pueden ser butano, LPG (gas licuado a presión) y xileno.
2. Ahora para gases más ligeros que el aire, tales como, el hidrógeno, metano, amoníaco, etc., el sensor necesita localizarse en la parte superior.
3. En condiciones ambientales abiertas, toman más importancia. Los detectores necesitan localizarse corriente abajo de los vientos predominantes y accesorios o cubiertas para la protección de clima como lluvia y agua. Recordando que la lluvia tropical puede producir más de 30 cms. de agua en el piso, donde los detectores de gases pesados como LPG, deberán levantarse.

4. En sitios abiertos, donde dispositivos infrarrojos se han colocado es importante asegurar que no hay un oscurecimiento bloqueo del haz de luz IR. Un termino corto de bloqueo por vehículos, sitio de personal, aves, condiciones atmosféricas tales como gotas de lluvia, nieve, etc., pueden acomodarse y programarse dentro de un programa de alarma colocado durante su instalación.
5. La luz del sol normalmente no causa problemas, pero debe tomarse que la posición del instrumento de medición (espejo), no incida directamente con la luz del sol.

### Aplicación de los detectores de gases

En general las localizaciones que requieren protección en una planta proceso químico, por detección de gas son:

- ▣ Boiler de gas.
- ▣ Compresores.
- ▣ Tanques presurizados de almacenamiento.
- ▣ Torres de destilación y reactores.
- ▣ Conexiones de tubería (válvulas, uniones, bridas, etc.)
- ▣ Drenajes de tuberías.



#### 4.5 Consideraciones finales

Cuando el tipo de detector (s) ha sido determinado, se encuentran varios factores que deberán tomarse en consideración.

□ El número de zonas de sistema de detección

Para determinar el número correcto de zonas, se deberá tomar en consideración lo siguiente:

- a) Si las áreas que deben ser protegidas están juntas en un espacio abierto una sola zona será necesaria.
- b) Si el área en cuestión sea muy grande, se deberá considerar por zonas.

El objetivo de dividirlo en zonas, es para circunscribir la alarma a una área específica, de manera que el fuego pueda ser fácilmente localizada.

□ Número de detectores

Si los detectores están conectados a un panel de alarmas, existirá un límite para el número de detectores que puedan ser colocados en una zona determinada. El número máximo de detectores por zona, es calculado, de acuerdo a la capacidad del panel de control y al consumo en estado de alarma de los detectores. Esta información se obtiene de los manuales de los equipos.

□ Equipo periférico

Otra consideración que afecta el sistema de detección y control, es el equipo periférico (o auxiliar). El equipo que cae en esta categoría, son todos los instrumentos necesarios para anunciar (señalizar) la condición de alarma, tales como campanas, zumbadores, cornetas, luces o sirenas. Se deberá seguir el siguiente criterio, para seleccionar:

“Estar seguros que el tono de las alarmas se distingue entre otros ruidos del medio ambiente”.

# CAPITULO 5

Los detectores para su instalación tienen que cubrir el requisito de certificación y aceptación del mismo, para su confiable operación.

### 5.1 Certificación y aceptación de producto

Los fabricantes de detectores, tienen que cubrir el requisito de aceptación y certificación de los mismos, para la instalación en la planta de proceso químico. Los fabricantes para lograr la certificación y aceptación, someten sus aparatos a prueba y subsecuentemente demuestra cumplir con los niveles de seguridad y calidad de diseño, un certificado de conformidad, es otorgado por la autoridad correspondiente. Todo equipo después de alcanzar esto, debe arreglarse en un número de modelo y serie, en el cual se indica el número de certificado y el nivel de diseño de seguridad. Cualquier cambio subsecuente de diseño requerirá para el equipo sé resometa a más pruebas.

En la comunidad Europea, la certificación debe hacerse por una autoridad que tenga la aprobación gubernamental. En Norte América los más conocidos y aceptados son las autoridades UL, FM, CSA y NFPA.



FACTORY MUTUAL

UL

CSA	Canadian Standards Association
NFPA	National Fire Protection Association
FM	Factory Mutual
UL	Underwriter Laboratories

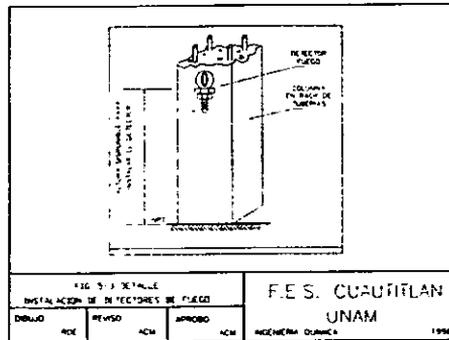
Donde la necesidad para la seguridad del equipo y también la operación efectiva del medio para el cual fue adquirido, es ampliamente controlado por el usuario. Como clientes, ellos deben ser capaces para especificar los estándares para el cual el equipo debió conformarse. Donde todos los dispositivos empleados en la detección de uno o más fenómenos de fuego deberán aprobarse para el propósito intencionado y deberán instalarse conforme a los estándares establecidos. A partir de la completa instalación de los detectores, estos deberán probarse ante la presencia de una autoridad que tenga jurisdicción.

Donde las siguientes recomendaciones se deben de seguir:

- Al restaurar un detector de calor, este deberá ser probado con una fuente de calor, tal como un secador de cabello, una lampara caliente, u otra hasta que responda. Después de probarse con calor, el detector deberá restaurarse.
- Un detector de temperatura tipo lineal o puntual no restaurable no deberá probarse con calor, pero deberá ser probado mecánicamente para verificar que funciona la alarma.
- Los detectores que se reemplazan por un fusible deberán probarse por una primera remoción del elemento fusible para determinar que el detector funciona apropiadamente.
- Donde se requiera la propia verificación, el circuito de resistencia del detector de tipo lineal deberá medirse para medir y determinarse sé esta dentro de los límites del equipo usado.

### 5.2.2 Detectores de fuego (flama)

El siguiente es un típico recomendado para la instalación de detectores de fuego



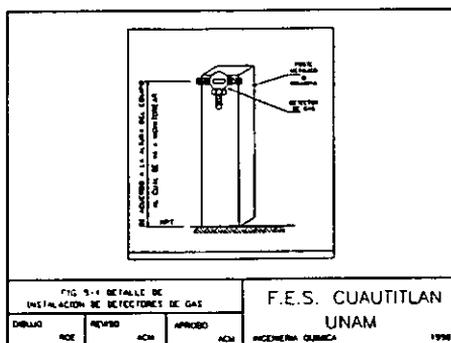
Los detectores de flama deberá probarse en un lugar de acuerdo con las instrucciones del fabricante para determinar que el detector esta operando.

- Estos detectores se colocan por lo regular 15-30 pies del suelo para inspeccionar la área completa.

- No deben colocarse obstrucciones entre el detector y el área de blanco. Por regla general cuando se instala un detector UV/IR el cono de visión debe ser visible desde todas las partes para su correcta instalación. Un error común es instalar detectores o soportarlos en estructuras tales, como barras o paredes sin tomar en cuenta la localización de tuberías, rieles de ferrocarril, que pueden en un momento obstruir total o parcialmente el cono de visión del detector.

### 5.2.3 Detectores de gas

Detalle típico de instalación de detectores de gas.



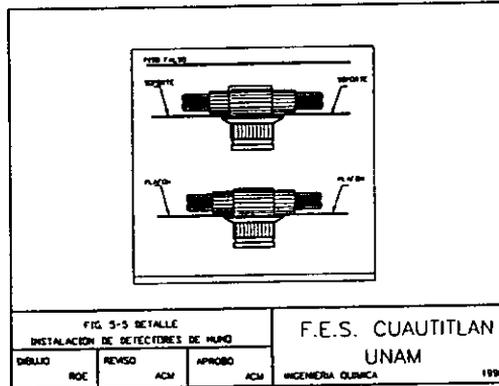
Los detectores de gas deberán probarse para operarse de acuerdo con las instrucciones entregadas por el fabricante y otros métodos de pruebas que se consideren aceptables por una autoridad competente.

### 5.2.4 Detectores de humo

Para asegurarse que cada detector de humo esta operando adecuadamente y produce la respuesta con la intensidad deseada, se recomienda lo siguiente:

- Antes de probarse cada detector; este primero se deberá inspeccionar para verificar que ninguna protección agregada durante la construcción (para protegerlo contra la contaminación, polvo o insectos) en la entrada del detector no ha sido obstruida.
- Para los detectores de tipo puntual, el detector deberá probarse en un lugar para asegurar que el humo que entra dentro de la cámara sensitiva responda a la función de alarma, este deberá probarse con humo o un aerosol aceptado por el fabricante del detector, como un método aceptable de prueba.

### Detalle de instalación de detectores de humo.



### 5.3 Inspección y mantenimiento

Una inspección visual deberá hacerse antes de cada medio año para asegurar que cada detector permanece en buenas condiciones físicas y no tienen cambios que puedan afectar su función del detector, tal como una modificación de construcción, ocupar un lugar peligroso y efectos del medio.

Los detectores deberán limpiarse periódicamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante para remover polvo o suciedad; la frecuencia del mantenimiento del tipo del detector y las condiciones locales.

El registro de todas las inspecciones y mantenimiento, deberá efectuarse en menos de cinco años por una autoridad competente.

#### 5.3.1 Detectores de calor

Para los detectores del tipo puntual después de cada 15 años al menos 2 de cada 100 deberán removerse, debiendo removerse cada 5 años los detectores y colocarlos a prueba en el laboratorio. Si ocurre alguna falla de uno de los detectores adicionales deberán removerse y probarse más allá de una revisión en la instalación para probar que existe ya sea un problema involucrado en la falla de los detectores o localizado el problema involucrando uno o los dos detectores defectuosos.

Para los detectores de calor restaurables (excepto los de tipo lineal) uno o más detectores en cada señal inicial del circuito deberán ser probados al menos semi-anualmente y seleccionarse diferentes detectores para cada prueba. Dentro de 5 años todos los detectores deberán haberse probado.

Todos los detectores tipo lineal deberán ser probados para salir en la apropiada operación al menos semi-anualmente

Para los detectores de temperatura compuesto (o fijos) tipo lineal no restaurable deberá probarse la función de alarma al menos semi-anualmente. El arreglo de resistencia deberá ser medido registrándose y comparado con los registros previos. Cualquier cambio en la resistencia deberá ser investigado.

### 5.3.2 Detectores de fuego (flama)

Debido a que estos dispositivos deben detectar la flama ópticamente, debe mantenerse la superficie óptica del detector limpia es decir funcionan bien como pueden ver.

Los detectores de flama deberán probarse al menos semi-anualmente usando las siguientes recomendaciones:

- a) Un método de calibración.
- b) Un instrumento de prueba por un fabricante que tenga sensibilidad de calibración.
- c) Otro método de sensibilidad de calibración por una autoridad que tenga jurisdicción.

Los detectores encontrados fuera del rango de operación deberán reemplazarse.

### 5.3.3 Detectores de gas

Todos los detectores de gas y otros detectores de fuego deberán probarse al menos semi-anualmente como se prescribe por el fabricante y más frecuentemente si es necesario para su aplicación.

#### 5.3.4 Detectores de humo

Todos los detectores de humo deberán probarse al menos semi-anualmente para asegurarse que el detector esta operando y produce la respuesta intencionada.

La sensibilidad deberá revisarse dentro de un año después de su instalación y de ahí en adelante.

Para asegurar que cada detector de humo esta dentro de lo establecido y rango de sensibilidad marcado, deberá probarse usando:

- a) Un método de prueba calibrado
- b) El fabricante deberá probar el instrumento
- c) Una unidad de control de detector de humo se arreglará donde el dispositivo causa una señal en la unidad de control donde la sensibilidad este afuera de un intervalo de sensibilidad aceptado
- d) Otro método de prueba aceptado por una autoridad que tenga jurisdicción.

La sensibilidad del dispositivo no deberá medirse o probarse usando un dispositivo que administre sin medición la concentración del humo u otro aerosol dentro del detector.

#### 5.4 Reporte y evaluación de los detectores.

Una vez terminada la inspección de los detectores se entregan los resultados obtenidos, reportando la siguiente mínima información

- 1) Fecha
- 2) Nombre del Propietario
- 3) Dirección
- 4) Compañía Suministradora de Servicio(nombre, dirección, teléfono, número
- 5) Agencia Aprobadora(s) (nombre y dirección)
- 6) Número y tipo del detector por cada zona
- 7) Prueba Funcional del Detector
- 8) Revisión de todos los detectores
- 9) Circuito de resistencia para todas las temperaturas compuestas de los detectores del tipo lineal

# CAPITULO 6

### 6.1 Generalidades

La planta Isomerizadora de Pentanos y Hexanos esta diseñada para procesar 12000 BPD de una mezcla de pentanos/hexanos, con la finalidad de convertir estos en sus isómeros para incrementar el numero de octano (RON) en las gasolinas.

La planta permite producir gasolina con calidad ecológica internacional, contribuyendo a la disminución de la contaminación atmosférica, debido a que se elimina el uso de tetraetilo de plomo para incrementar el numero de octano en las gasolinas.

NUMERO DE OCTANO (RON)		
	NORMAL	ISOMERO
PENTANO (C <sub>5</sub> )	61.70	92.30
HEXANO (C <sub>6</sub> )	24.80	73.40

La planta se divide en las siguientes secciones principales:

- Sección de compresión y secado de Hidrogeno
- Sección de secado de Pentanos/Hexanos
- Sección de reacción
- Sección de estabilización y desisohexanización

La alimentación en Límites de Batería (L.B.) a la sección de compresión y secado de H<sub>2</sub> proviene de la Unidad Reformadora No. 2 de la Refinería. La alimentación en L.B. a la sección de secado de C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub> proviene de la Unidad Hidrodesulfuradora de Naftas No. 2 de la Refinería.

## 6.2 Variables del proceso

Una vez fijada presión de operación, alimentación fresca y flujo de gas hidrógeno de reposición, es usualmente necesario ajustar solamente la temperatura de entrada al reactor.

La "relación de producto isomerizado", se refiere a la relación de porcentaje en peso de isopentano entre el total de parafina alifática  $C_5$ , o la relación de porcentaje en peso de 2,2 y 2,3 dimetilbutano en el total de parafina alifática  $C_6$  en la corriente de fondos de la torre estabilizadora.

### A) Temperatura del reactor

En general la temperatura del reactor es la principal variable del proceso. Existe un límite superior definido para el aumento de iso-parafinas, las cuales pueden existir en el producto del reactor a cualquier temperatura de salida dada.

Este es el equilibrio impuesto por la termodinámica, y puede ser alcanzado solamente después de un tiempo infinito, por ejemplo con un reactor infinitamente largo.

A temperaturas excesivamente altas, la concentración de iso-parafinas en el producto decrecerá debido al cambio hacia abajo en la curva de equilibrio, aún cuando la alta temperatura da un más alto ritmo de reacción.

El operar a temperatura más altas que las necesarias para conseguir una aproximación razonablemente cercana al equilibrio, no consigue nada, más que incrementar el aumento de hidrocracking.

Una cantidad típica  $C_5/C_6$  tiene dos reactores en serie con previsión para control independiente de temperatura.

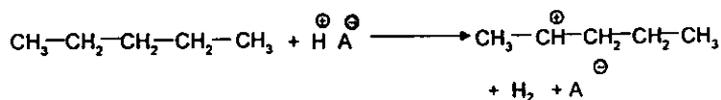
También ocurre alguna conversión de apertura del anillo de ciclohexano y metil ciclopentano hacia hexanos, así como algo de hidrocracking de  $C_7$  hacia  $C_3$  y  $C_4$ . Estas tres reacciones (hidrogenación de benceno, apertura de anillos de naftanos a hexanos y el hidrocracking de  $C_7$ ), son exotérmicas y para una típica alimentación contribuye más al incremento de temperatura en el primer reactor que lo que ocurre para la isomerización de parafinas, la cual también es exotérmica.

El producto final proporcionado puede ser hecho tan rico en isopentano y 2,2 dimetil butano (después de la optimización de la temperatura del segundo reactor), entonces el primer reactor es mejor operado con un bajo contenido de isopentano y 2,2 dimetil butano en su efluente, porque esto implica una baja temperatura del primer reactor y por lo tanto ligeramente menor hidrocracking y ligeramente mayor producción de líquido. Esta situación es más probable para incrementar en las etapas iniciales de una corrida cuando todo el catalizador está fresco.

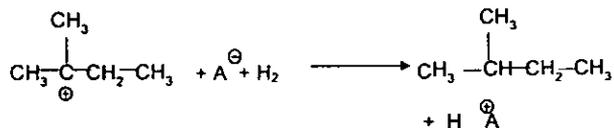
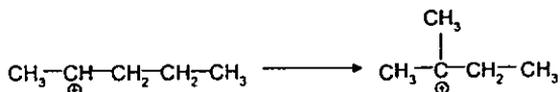
Por incremento en la temperatura del segundo reactor, la mayoría de los compuestos cíclicos pueden ser convertidos a hexanos y la relación de isomerización en el sistema del segundo reactor por lo tanto será incrementada.

#### 1.- Reacciones principales que ocurren dentro del reactor de isomerización:

En la hidroisomerización catalítica de parafinas, el ion carbonio se forma por la abstracción directa del ion hidruro de la parafina, propiciada por la función ácida del catalizador:



La isomerización catalítica implica rearrreglos intramoleculares del ion carbonio como se ilustra:



La última reacción es el resultado del desplazamiento del paso de la propagación de cadenas. Mientras la reacción con hidrógeno es relativamente rápida, los espacios ácidos en el catalizador quedan liberados para las reacciones subsiguientes.

## 2.- Reacciones secundarias:

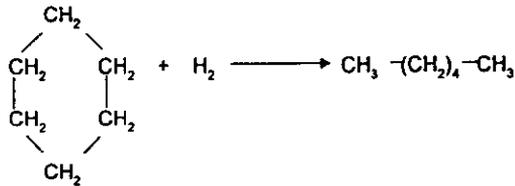
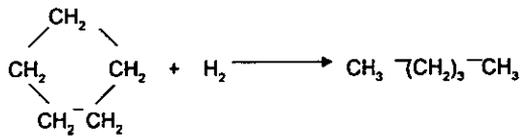
Además de las reacciones de isomerización de parafinas, se llevan a cabo algunas otras reacciones importantes, tales como:

### a) Rompimiento del Anillo Nafténico.

En la alimentación del proceso, normalmente están presentes tres naftenos:

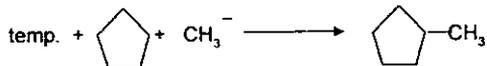
- a) Ciclopentano
- b) Metil ciclopentano
- c) Ciclohexano

Estos anillos nafténicos se hidrogenan para convertirse en parafinas, y estas reacciones se incrementan cuando la temperatura en el reactor aumenta. La conversión típica de anillos nafténicos a parafinas es del orden del 20 al 40%.



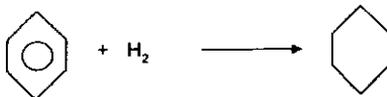
### b) Isomerización de Naftenos.

El metil ciclopentano y el ciclohexano se encuentran en equilibrio. La isomerización de estos naftenos se favorecerá si se incrementa la temperatura del reactor.



### c) Saturación de Benceno.

El platino contenido en el catalizador saturará rápidamente el benceno a ciclohexano y esta reacción se efectúa a bajas temperaturas. La saturación del benceno no interfiere en el equilibrio a las condiciones normales del proceso y la conversión puede ser del 100%, ya que la saturación del benceno es exotérmica, el calor generado limita la cantidad de benceno que puede permitirse en la alimentación.



#### d) Hidrodesintegración.

La hidrodesintegración ocurre en el reactor en función de la calidad de la alimentación y la severidad de operación. Moléculas grandes como C<sub>7</sub>'s tienden a romperse fácilmente en moléculas más pequeñas. Las moléculas de C<sub>5</sub> y C<sub>6</sub> también pueden romperse aunque en menor medida. Cuando la isomerización de parafinas C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub> se aproxima al equilibrio, la cantidad de hidrodesintegración aumenta.

Si la isomerización es forzada, la hidrodesintegración reducirá el rendimiento del producto e incrementará la producción de calor. El metano, etano, propano y butano son los productos de la desintegración.



#### B) Espacio velocidad de líquido por hora (LHSV)

Este término, comúnmente acortado como LHSV, es definido como el flujo, volumétrico por hora de la carga del reactor, dividido entre el volumen de catalizador contenido en los reactores, en unidades consistentes. El valor de diseño de LHSV para la operación de C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub> es normalmente entre 1 y 2. Incrementado el LHSV más allá de esto, direccionará a bajas relaciones de producción de isómero.

#### C) Relación mol de hidrogeno hidrocarburo

Esta relación es definida como el número de moles de hidrógeno a la salida del reactor por mol de carga del reactor pasando a través del catalizador, y es especificado a 0.05 moles H<sub>2</sub>/mol HIDROCARBURO. El propósito de mantener la relación en el valor de diseño o arriba, es evitar la depositación de carbón sobre el catalizador y mantener suficiente H<sub>2</sub> para proceder en las reacciones. La relación H<sub>2</sub>/HIDROCARBURO es determinada por medición de los moles totales de hidrógeno en el gas de los domos de la torre estabilizadora y dividiendo entre los moles totales de alimentación fresca.

#### D) Presión

Son diseñadas para operar a 450 psig en la salida del reactor. El metilciclopentano y el ciclohexano aparentan adsorberse en el catalizador y reducir el ritmo de reacciones de isomerización. Las presiones altas ayudan a compensar este efecto de los compuestos C<sub>6</sub> cíclicos. Bajando la presión de la unidad u operando a nivel ligeramente bajo no se afectará la vida del catalizador, pero el grado de isomerización sería influenciado.

### E) Promotor del catalizador

Para sostener la actividad del catalizador, es necesaria la adición de cloruro. Cuando existe deficiencia de cloruros en el catalizador, la relación de producto isomerizado decrecerá (aunque, no necesariamente en forma instantánea). El percloroetileno y tetracloruro de carbono son las únicas fuentes aprobadas de cloruros.

## 6.3 Equipos principales de la planta

### A) Tanque de agotamiento de azufre

El propósito del tanque de agotamiento de azufre es proteger al catalizador del azufre contenido en la alimentación líquida por medio de hidrotreamiento.

### B) Secadores de la alimentación líquida

El propósito de los secadores de la alimentación líquida es asegurar que la corriente de hidrocarburos provenientes de la sección de tratamientos este seca antes de entrar a la unidad.

Los secadores son operados en serie, excepto cuando hay una regeneración, en la cual sólo uno está en servicio.

La corriente hidrotreadada  $C_5/C_6$  es introducida al secador de alimentación líquida por el fondo y en flujo ascendente pasa a través de la malla molecular de desecante y sale por la parte superior. El hidrocarburo seco es entonces enviado al tanque de balance para la alimentación al reactor.

### C) Secadores de gas de compensación

El gas de compensación debe ser secado para proteger al catalizador. Los dos secadores de gas (FA-604A/B), operan de la misma manera que los secadores de líquido.

### D) Tanque de balance para la alimentación al reactor

El propósito de este tanque (FA-608), es proporcionar la capacidad de alimentación líquida. La alimentación seca proveniente de los secadores de la alimentación líquida es dirigida a este tanque.

El tanque de balance para la alimentación al reactor es presurizado con hidrógeno seco originario de la salida de los secadores de gas de compensación, siendo controlada la presión en este tanque mediante el PIC-69.

#### E) Circuito de intercambio térmico del reactor

La alimentación líquida seca proveniente del tanque de balance, es bombeada por cualquiera de las dos bombas del circuito de intercambio térmico del reactor, a través de un control de flujo. El circuito de intercambio térmico del reactor, consiste del 1º calentador de la alimentación combinada fría (EA-608), el 2º calentador de la alimentación combinada (EA-609) y el calentador de carga al reactor (EA-610).

#### F) Reactores de isomerización

Los reactores son el corazón del proceso. La operación de ellos es tal que un reactor será puesto en serie con el otro reactor. En varias ocasiones a través de la historia de la unidad, será posible tener a cada uno de los reactores en la posición principal o en la secundaria.

Los termopares son insertados dentro de la cama del catalizador de cada reactor para monitorear la actividad del catalizador.

Después de la salida del calentador de carga al reactor, la corriente combinada caliente fluye al primer reactor. Sobre la salida del primer reactor, la corriente pasa al intercambiador de la alimentación combinada caliente, en donde el calor del primer reactor es removido parcialmente.

La corriente parcialmente enfriada es entonces conducida al segundo reactor donde las reacciones del proceso final son completadas.

En caso de emergencia por una alta temperatura en el reactor, los reactores están equipados con líneas de depresurización hacia el sistema del quemador.

Después de la salida del segundo reactor, la corriente es conducida por el lado de los tubos del primer calentador de la alimentación combinada fría.

El efluente del primer calentador de la alimentación combinada fría es dirigido a la torre estabilizadora a control de presión. El propósito de esta columna es separar cualquier hidrógeno disuelto, HCl y gases craqueados (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>) del isómero.

La alimentación a esta columna es conducida en forma caliente, directamente desde el primer calentador de la alimentación combinada fría (CFX), antes de entrar a la torre estabilizadora.

El reflujo de la columna es recalentado por medio de vapor. La entrada de calor del rehervidor es controlada por un FC en el medio de calentamiento.

Los vapores de los domos de la torre estabilizadora, consisten de hidrocarburos ligeros componentes de la alimentación a la columna, los cuales son conducidos al enfriador con aire del domo de la torre estabilizadora (EC-603), al condensador de la torre estabilizadora (EA-613) y finalmente al tanque receptor de la torre estabilizadora (FA-610).

El producto de fondos es dirigido a almacenamiento después de haber sido enfriado en el calentador de la alimentación/fondos de la torre estabilizadora (EA-605).

#### G) Torre lavadora de gas ácido

El gas de salida de la torre estabilizadora, fluye en forma ascendente a través de la torre lavadora de gas ácido para remover los cloruros (HCl). El gas depurado (lavado) abandona el recipiente por la parte superior y es enviado al sistema de gas combustible.

#### H) Torre desisohexanizadora (DA-1001).

El propósito de este recipiente es el de recuperar isohexanos y pentanos de los productos estabilizados del reactor. Generalmente la alimentación a esta columna, es la corriente de fondos de la torre estabilizadora. Los fondos de la torre estabilizadora son alimentados a la desisohexanizadora con un control de nivel.

El vapor de domos es totalmente condensado por medio del condensador de la torre desisohexanizadora (EA-1001). A la salida del condensador se envía la corriente líquida al tanque acumulador de reflujo de la torre desisohexanizadora (FA-1001).

El producto de los domos que es principalmente Cs's y dimetilbutanos, es enviado a almacenamiento.

Los fondos de la torre desisohexanizadora son recirculados a la corriente de alimentación de pentanos/hexanos, como isómeros de bajo octanaje.

El octanaje de los productos de los domos es fijado por las siguientes variables independientes:

1. La cantidad total de pentano en esta corriente es ajustada por la composición de la alimentación. El contenido de isopentano es entonces fijado por el grado de isomerización de  $C_5$  en los reactores.

Para una composición de alimentación dada, el octanaje de los domos es mejorado maximizando la relación de  $IC_5/C_5P$  en el producto de domos. A partir de que los pentanos en el producto son procesados "una sola vez", el mayor octanaje será con la mayor concentración de pentanos y la menor en caso contrario.

2. La cantidad de 2-metilpentano y 3-metilpentano en los domos. Desde que estos componentes tienen un número de octano mezclado de aproximadamente 75, el mayor octanaje será con la mayor concentración. Desde la eliminación de todos los metilpentanos se requerirá:

- a) más platos
- b) más reflujo
- c) más recirculación a la sección del reactor

Se debe hacer una concesión económica para ajustar el octanaje del producto contra su utilidad de consumo.

3. Al bienestar del catalizador se le debe dar una consideración primaria, para que pueda ser apreciado como el corazón de la operación, sobre el cual dependerá la calidad de los resultados obtenidos.

Generalmente, cerca del 80% del metilpentano es recuperado en la corriente de recirculación hacia la sección del reactor. Si un producto con mayor octanaje es requerido, entonces el reflujo de la torre deberá incrementarse, el flujo de los domos deberá ser disminuido y la recirculación del líquido a los secadores es incrementada.

## 6.4 Descripción del proceso

### 6.4.1 Sección de alimentación de gas de reposición (Diagrama de flujo de proceso 001)

La alimentación de gas de reposición a la planta de Isomerización proviene de la Unidad Reformadora No. 2 de la Refinería y consiste de una mezcla gaseosa con un 86.8% de Hidrógeno (en mol) y el resto de Metano, Etano y Propano principalmente.

El flujo de alimentación (corriente 173), es de 643 kg/h, a una presión de 10.0 kg/cm<sup>2</sup> man. y 35°C enviándolo al tanque de succión del compresor de 1ª etapa FA-601, del cual el gas se hace pasar a la primera etapa de compresión del equipo GB-601 A ó GB-601 B en donde se comprime hasta 19.8 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 179).

Enseguida, el fluido es introducido de gas de 1ª etapa EA-601 (lado de la coraza), disminuyendo su temperatura de 89°C (corriente 180). La corriente de salida de este cambiador pasa entonces al tanque de succión del compresor de 2ª etapa FA-602 operando a una presión de 19.3 kg/cm<sup>2</sup> man.

A continuación la corriente de gas se bifurca y una parte es recirculada por medio de control de presión a la línea de alimentación del FA-601, en tanto que la otra parte del gas es comprimida en el equipo GB-601 A ó GB-601 B (en su segunda etapa), hasta una presión de 36.3 kg/cm<sup>2</sup> man., elevándose la temperatura del fluido a 88°C (corriente 184), por lo que enseguida se envía esta corriente al enfriador de gas de 2ª etapa EA-602, lográndose a la salida una temperatura de 38°C y una presión aproximada de 36 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 185).

La corriente de gas comprimido se pasa al Tanque de Agotamiento de Gas Hidrógeno de reposición FA-603, en el cual se elimina la mayor cantidad de líquido formado durante el proceso de compresión.

A la salida de este equipo, una parte del gas es recirculada por medio de control de presión hacia el tanque FA-602, la otra parte del gas es enviada a los secadores de gas Hidrógeno de compensación FA-604 A/B que cuentan con una cama de cerámica/alúmina en la que se adsorbe la humedad contenida en el gas, esto se hace para proteger el catalizador de los reactores de isomerización (DC-601 A/B).

La forma en que operan los secadores de gas es la siguiente:

La corriente de gas hidrógeno de compensación es introducida por el fondo, al secador y pasa a través del desecante molecular saliendo por la parte superior. El flujo es direccionado entonces, hacia el fondo del segundo secador, haciéndose pasar a través de la cama del desecante y sale por la parte superior, de aquí el gas hidrógeno seco, está listo para dirigirse a los reactores de isomerización DC-601 A/B y al tanque de balance para la alimentación FA-608.

Después de un período de tiempo, el primer secador (en la posición de carga), se agotará, lo cual queda indicado en el analizador de humedad, localizado entre los dos secadores. Este secador agotado permanecerá fuera de operación cerrando las válvulas apropiadas. El segundo secador en serie, permanecerá entonces en servicio como único secador de la alimentación, en tanto se realiza la operación de regeneración.

Una vez que se ha completado la regeneración, el secador queda listo para operar, como el segundo secador en serie y el secador que estaba en servicio, permaneciendo como el secador de carga. Después de un período de tiempo, el secador de carga se agotará y tendrá que ser puesto en regeneración con el segundo secador ahora como el único equipo en servicio.

De estos equipos sale un fluido prácticamente seco, a una temperatura de 38°C y una presión de 35.5 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 193), condiciones a las cuales se integrará a una corriente seca de pentanos/hexanos que conformarán la alimentación al reactor DC-601 A/B.

#### 6.4.2 Sección de alimentación de pentanos/hexanos (Diagrama de flujo de proceso 001)

La carga de pentanos/hexanos para la planta de isomerización, proviene de los domos de la Torre Deshexanizadora DA-402 localizada en la Unidad Hidrodesulfuradora de naftas No. 2 de la Refinería, la cual es enviada al tanque de alimentación fresca de pentanos/hexanos FA-600. Estos hidrocarburos son succionados por las bombas de envío de pentanos/hexanos GA-600 A/B. El flujo manejado por este equipo es de 317.4 gpm a una temperatura de 38°C y una presión de descarga aproximada de 10.5 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 101).

Enseguida esta corriente se une con la línea proveniente de los fondos de la torre desisohexanizadora, con lo que se obtiene una mezcla de producto a 10.5 kg/cm<sup>2</sup> y 54.13°C (corriente 101A), la carga es precalentada en el calentador de alimentación/fondos del tanque de agotamiento de azufre EA-606 (lado de la coraza) hasta una temperatura de 79°C y una presión aproximada de 9.2 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 108).

A continuación, la carga es enviada al calentador de alimentación/fondos de la torre estabilizadora EA-605 (lado de la coraza) lográndose a la salida una temperatura de 121°C. (corriente 112).

El fluido caliente es pasado enseguida al tanque de agotamiento de azufre FA-606, en donde se retiene el azufre contenido en la alimentación líquida, para proteger al catalizador. A la salida de este tanque la corriente líquida es incorporada al equipo EA-606 (lado de los tubos) en el que el fluido es enfriado a 84°C, llevando una presión aproximada de 7.5 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 115).

Posteriormente la carga es introducida al enfriador con aire de alimentación EC-601 en cuya salida la temperatura del fluido es de 55°C. Un nuevo enfriamiento se realiza en el equipo EA-607 al pasar la alimentación líquida (por el lado de la coraza) y obteniéndolo a una temperatura de 38°C y una presión de operación de 6.8 Kgf./cm<sup>2</sup> man.

A las condiciones antes señaladas la corriente de pentanos/hexanos es introducida a los secadores de alimentación líquida FA-607 A/B con el propósito de obtener un hidrocarburo libre de humedad antes de combinarlo con la corriente de gas Hidrógeno de compensación, junto con la cual se conformará la alimentación combinada al reactor DC-601 A/B (Sección de Reacción). La corriente de salida del FA-607 A/B maneja un flujo de 317.9 gpm a una temperatura de 38°C y una presión de 6.6 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 123).

### 6.4.3 Sección de reacción (Diagrama de flujo de proceso 002)

La corriente (No. 123), de pentanos/hexanos seca proveniente de los FA-607 A/B es enviada al tanque de balance FA-608, cuyo propósito es proporcionar una alimentación líquida a presión hacia el, el cual mantiene su presión normal de 6.4 kg/cm<sup>2</sup> man., por medio de la inyección de gas Hidrógeno de compensación a control de presión.

A continuación el hidrocarburo es succionado por la bomba de carga al reactor GA-601 A/B, la cual maneja un flujo aproximado de 315.5 gpm a una temperatura y presión de descarga normal de 38°C y 38.8 kg/cm<sup>2</sup> man., respectivamente. (corriente 125). Enseguida, se une "en línea" con la corriente de gas Hidrógeno de compensación proveniente de los secadores FA-604 A/B.

Para la integración de ambas corrientes se cuenta por el lado del hidrocarburo con un control por flujo, en tanto que por el lado de la corriente de gas, se dispone de dos tomas, una para análisis de Hidrógeno y otra para control de flujo cuya válvula está instalada sobre la línea de recirculación de gas que interconecta el tanque de agotamiento de gas Hidrógeno de compensación FA-603 con la línea de entrada al tanque de succión del compresor de 1ª etapa FA-602.

La corriente de alimentación combinada resultante de la integración de las líneas mencionadas maneja un flujo bifásico, constituido por 330 kg/hr de gas Hidrógeno y 325 gpm a una temperatura de 39°C y 35.2 kg/cm<sup>2</sup> man. de presión. (corriente 129).

Posteriormente se alimenta a un tren de calentamiento de "alimentación combinada", constituido en primer lugar por el 1º calentador de alimentación combinada EA-608 (lado de la coraza) en el cual se eleva la temperatura del fluido a 71°C. A la salida de este calentador se integra una línea de by-pass, proveniente de la línea de entrada al EA-608, la cual es utilizada para regular el flujo de alimentación combinada precalentada que a continuación será circulada al 2º calentador de la alimentación combinada EA-609 (lado de la coraza). (corriente 135).

A la salida de este equipo, la corriente alcanza una temperatura de 138°C (corriente 136), inyectándose a la misma, una pequeña proporción de Tetracloruro de Carbono ó Percloroetileno como promotor del catalizador antes de enviar el fluido al calentador de carga EA-610 (lado de la coraza).

En la corriente de salida de este equipo, (corriente 137), se tendrá un flujo bifásico de 46,786 kg/hr, a una temperatura de 165°C y 33.5 kg/cm<sup>2</sup> man., de presión, condiciones deseadas para la alimentación al reactor, en dicha corriente se dispone de un controlador de temperatura el cual está conectado en cascada con un controlador de flujo instalado sobre la línea de condensado que sale del EA-610 (lado de los tubos).

La alimentación combinada caliente proveniente del calentador de carga EA-610 (lado de la coraza) es alimentada entonces al primer reactor de isomerización DC-601A.

En el cual, el fluido reacciona parcialmente formando parte del producto isomerizado. El flujo bifásico del equipo es de 46,786 kg/hr a una temperatura de 177°C y una presión de 33 kg/cm<sup>2</sup> man.

Enseguida, la corriente caliente parcialmente isomerizada (corriente 141), pasa al segundo calentador de alimentación combinada EA-609 (lado de los tubos) en el cual, el calor de reacción generado en el primer reactor es parcialmente removido por el flujo de la alimentación combinada caliente que posteriormente servirá como carga a dicho reactor.

La temperatura de la corriente de salida de este primer reactor DC-601A, es ajustada por medio de un controlador de temperatura instalado en la línea de alimentación al segundo reactor.

El flujo de salida de esa corriente es de 39,768 kg/hr a una temperatura regulada de 110°C y una presión de 32.1 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 144). En estas condiciones, la corriente parcialmente fría que sale del EA-609 (lado de los tubos), es enviada al segundo reactor DC-601B, en donde la reacción de isomerización completa, es llevada a cabo.

#### 6.4.4 Sección de estabilización (Diagrama de flujo de proceso 003)

La corriente de salida de este equipo (No. 141), está constituida por un flujo bifásico de 46,786 kg/hr a una temperatura de 143°C y una presión de 31.6 kg/cm<sup>2</sup> man., y es enviada a intercambio de calor en el equipo EA-608 (lado de los tubos), con la corriente de alimentación combinada "fría" que es la carga que se acondicionará antes de pasar a los reactores mencionados.

El fluido de salida del EA-608 (lado de los tubos) tiene una temperatura y una presión de 118°C y 30.9 kg/cm<sup>2</sup> man., respectivamente, condiciones a las cuales es enviada a la torre estabilizadora DA-601 a control de presión. (corriente 150).

La corriente de producto isomerizado proveniente del segundo reactor, es enviada a control de presión a la torre estabilizadora DA-601. La carga de dicha torre está constituida por un flujo bifásico de 46,786 kg/hr a una temperatura de 115°C y una presión de 15.3 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 203).

La función de esta torre consiste en separar del producto isomerizado cualquier porción de Hidrógeno disuelto, Ácido Clorhídrico y gases descompuestos (metano, etano y propano).

La fuente energética que permite la operación de la torre estabilizadora DA-601 consiste de vapor de media presión, inyectado al rehervidor de la torre estabilizadora EA-612 (lado de los tubos) localizada en la parte inferior de la misma, y extraído de este equipo, en forma de condensado caliente a control de flujo.

Por la parte de domos de la torre estabilizadora DA-601 se obtienen gases y vapores de hidrocarburos ligeros (metano, etano y propano) principalmente, así como el Hidrógeno y HCl disuelto. El flujo de esta corriente es de 19,932 kg/hr a una temperatura de 100°C y una presión de 14.8 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 205).

A continuación el fluido es pasado al enfriador con aire del domo de la torre estabilizadora EC-603, en donde la temperatura obtenida a la salida es de 55°C, el gas parcialmente enfriado es llevado al condensador de la torre estabilizadora EA-613 (lado de la coraza), en cuya salida se alcanza una temperatura de 38°C (corriente 207). El fluido utilizado para este enfriamiento es agua alimentada por el lado de tubos del equipo.

Los vapores condensados son captados en el tanque receptor de la torre estabilizadora FA-610 y enseguida son recirculados el plato No. 1 de la torre estabilizadora por medio de la bomba de reflujo a la torre estabilizadora GA-604 A/B.

El flujo retornado a dicha torre es de 149.7 gpm a una temperatura de 38°C y una presión de descarga de 16.7 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 212).

Los gases o vapores no condensados en el FA-610 son enviados por medio de control de presión a la torre lavadora de gas DA-602 a 35°C y 7.8 kg/cm<sup>2</sup> (corriente 221).

La función de la torre lavadora de gas, es la de remover el ácido clorhídrico.

Los domos de la torre DA-602 se obtiene gas lavado, son enviados a la red de gas combustible para consumo de la refinería a 34°C y 3.6 kg/cm<sup>2</sup> (corriente 223).

La corriente de fondos de la torre lavadora de gas se bifurca en dos líneas, una de ellas se recircula por medio de las bombas para la recirculación de sosa cáustica GA-605 A/B, (antes de la succión de bombas se inyecta una alimentación de sosa fresca al 10%), y se hace pasar por el lado de la coraza del calentador de sosa cáustica EA-614.

La segunda línea se alimenta por medio de control de nivel al tanque desgasificador de sosa cáustica gastada del cual se obtiene por los domos, vapores de hidrocarburos hacia desfogue y por los fondos se recircula la sosa cáustica gastada a tratamiento empleando para ello la bomba de transferencia de sosa gastada GA-606.

La corriente de fondos de la torre DA-601 se divide en dos líneas, una de ellas se envía hacia el rehervidor de la torre estabilizadora EA-612 (lado de la coraza), a razón de 1,988.5 gpm, una temperatura de 163°C y 15.3 kg/cm<sup>2</sup> man. (corriente 241), para inyectarse con flujo bifásico en el plato No. 30 a una temperatura de 164°C (corriente 242).

La otra corriente (No. 243), se envía al calentador de la alimentación (fondos de torre estabilizadora EA-605 (lado de tubos), la cual entra a 163°C y sale a 127°C (corriente 246), transmitiendo su energía a la alimentación de pentanos/hexanos de la planta hidrodesulfuradora de naftas No. 2.

Continuando el recorrido de la corriente líquida que sale del EA-605 a 127°C y un ritmo de 376.5 gpm (corriente 246), se bifurca en dos líneas:

Una de ellas (normalmente sin flujo), se mezcla por medio de una válvula de control, con la corriente proveniente de los domos de la torre desisohexanizadora.

La segunda línea, continúa hacia la torre desisohexanizadora DA-1001, pasando previamente por una regulación con control de flujo. En dicho equipo se obtienen por el domo, el producto desisohexanizado y por el fondo se obtiene una mezcla de pentanos/hexanos.

De esta última corriente una parte se inyecta a 107°C al rehervidor de la torre desisohexanizadora EA-1002 (por el lado de la coraza), de este equipo sale una mezcla líquido/vapor que se circula hacia los fondos de la torre DA-1001 (corriente 559). La otra parte de la corriente de los fondos es enviada por medio de las bombas de fondos de la torre desisohexanizadora GA-1003 A/B a un flujo de 72.6 gpm y con control de nivel hacia la descarga de las bombas de carga de pentanos/hexanos GA-600 A/B (corriente 561).

Por los domos de la torre desisohexanizadora sale una corriente de vapor a 2.0 kg/cm<sup>2</sup> y 82°C (corriente 551), que entra por el lado de la coraza al condensador de la torre desisohexanizadora (EA-1001), en el cual entra agua de enfriamiento por el lado de los tubos.

Los vapores condensados de producto salen a 71°C y por medio de control de presión se alimenta al tanque acumulador de reflujo de la torre desisohexanizadora FA-1001 (corriente 562), en el cual se contiene el isómero desisohexanizado.

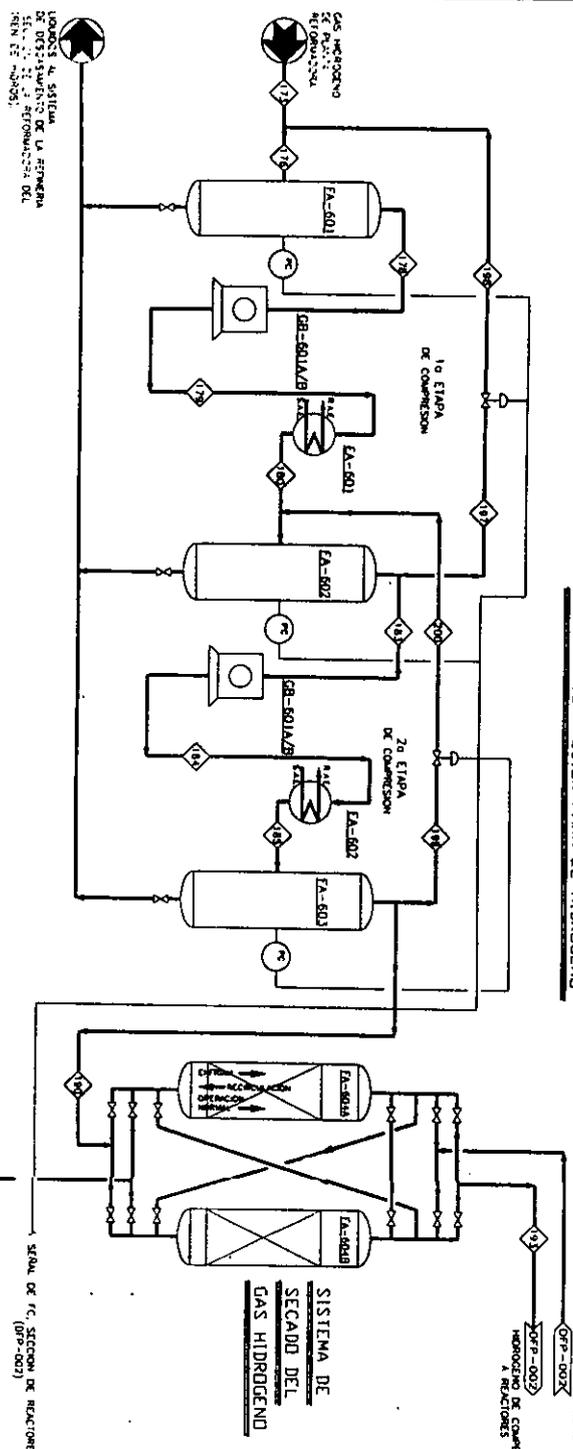
La salida de este tanque se bifurca y una parte se recircula a la torre desisohexanizadora por medio de las bombas de reflujo de torre desisohexanizadora GA-1001 A/B, con un control en cascada de nivel y flujo a una temperatura de 71°C (corriente 564). La otra parte es enviada al enfriador con aire, del producto isomerizado EC-602, por medio de las bombas GA-1002 A/B de producto isomerizado a un flujo de 245 gpm (corriente 555).

La corriente entra al enfriador con aire del producto isomerizado EA-602 a 71°C y sale a 55°C (corriente 556), antes de entrar al enfriador, existe un by-pass con el cual, se envía el isómero al vaporizador de regenerante EA-603 (corriente 303), por medio de control de flujo, en el cual se precalienta el isómero, para posteriormente alimentarlo al sobrecalentador de regenerante BH-601 hasta 316°C y retornarlo al sistema de secado de gas hidrógeno FA-604 A/B y al sistema de secado de pentanos/hexanos FA-607 A/B (corriente 310).

Una vez que la corriente sale del enfriador de producto isomerizado EC-602 a 55°C, se somete a un nuevo enfriamiento por el lado de la coraza del EA-611 (enfriador del producto isomerizado), a la salida de este equipo y por medio de una regulación con control de temperatura se envía la corriente a almacenamiento. (corriente 557).

La mezcla de producto de la unidad de isomerización rica en isopentano e isohexano es conducida a las esferas de almacenamiento TVB-601 A/B a 3.6 kg/cm<sup>2</sup> y 38°C, la cual se bifurca para alimentar a cada esfera de almacenamiento.

**TREN DE COMPRESION PARA EL HIDROGENO**



UNIDAD 4, SISTEMA DE DESARROLLO DE LA REFORMA DEL GAS. REFORMA DEL GAS.

**BALANCE DE MATERIA KG MO/H**

COMPONENTE	INICIO DE CORRIENTE	FIN DE CORRIENTE
H2	86.79/26.79	29.09/23.09
C1	3.28/1.28	4.0/1.0
C2	3.89/1.89	4.38/4.38
C3	3.28/1.28	7.24/7.24
C4	1.0/1.0	7.02/7.02
C5	0.8/0.8	1.37/1.37
C6	64.018/64.018	2.4/2.38
C7	170.522/170.522	0.18/0.17
C8	4.534/4.534	0.01/0.01
2ND	57.233/57.233	18.333/18.330
3ND	18.837/18.837	7.037/7.039
4ND	75.086/75.086	1.137/1.148
5ND	12.553/12.553	0.2/0.2
6ND	8.179/8.179	18.245
7ND	26.082/26.082	18.029/18.028
8ND	12.386/12.386	21.811/21.808
9ND	27.259/27.259	98.74/98.76
10ND	57.233/57.233	35.88/35.91
11ND	48.13/48.13	1289/1280
12ND	80.64/80.64	34.03/34.08
13ND	64.0/64.0	8.44/8.44
14ND	64.0/64.0	22.5/22.5
15ND	64.0/64.0	79.53/79.53
16ND	64.0/64.0	6.4/6.4
17ND	64.0/64.0	23.58/23.58
18ND	64.0/64.0	12.53/12.53

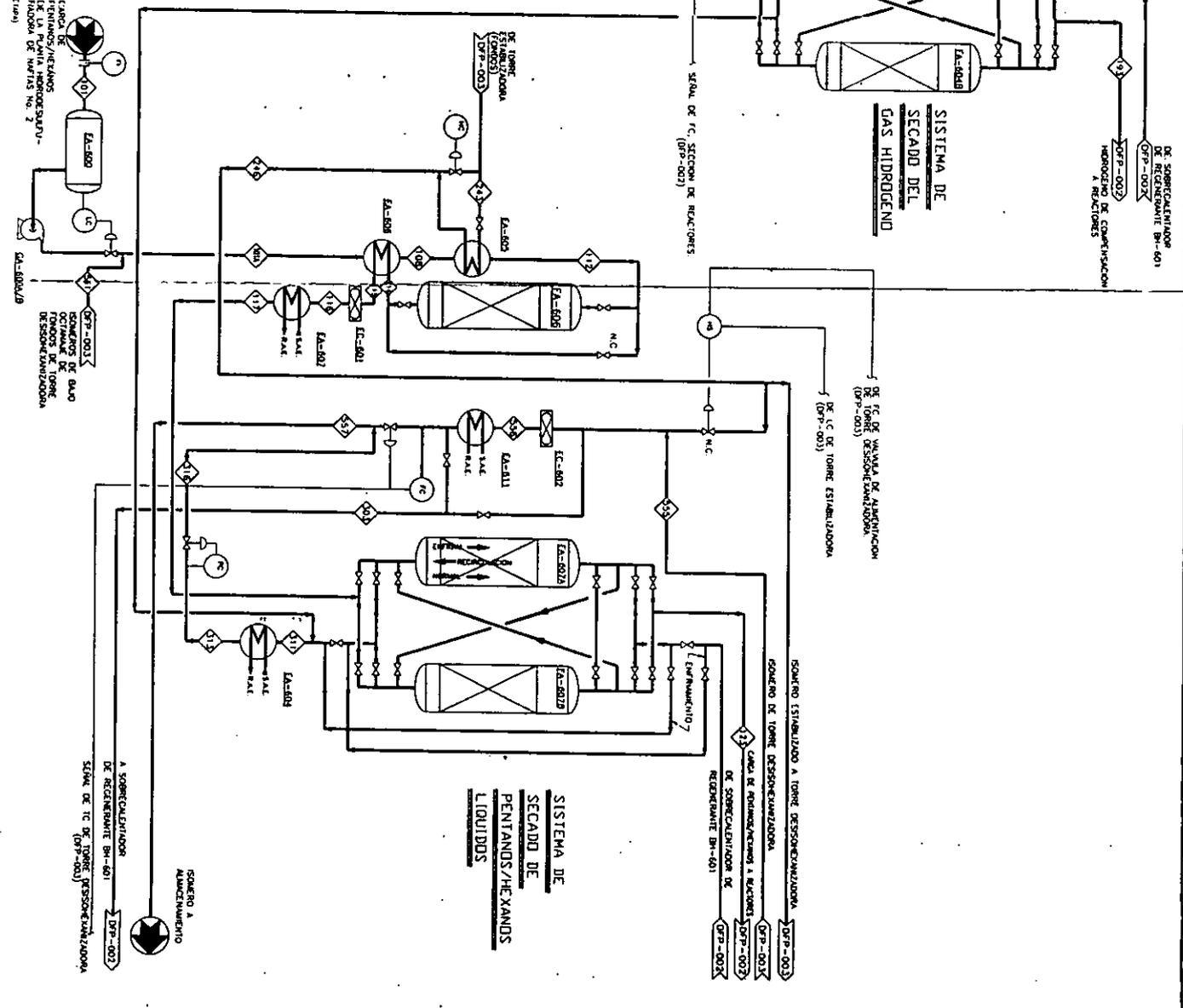
**CORRIENTES PRINCIPALES INICIO DE CORRIENTE**

COMPONENTE	TEMPERATURA °C	PRECISION KG/CM2	FLUIDO KG/H	ENTALPIA MM H2O/G
H2	54.13	35	38	126/38
C1	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C2	48.13	6.4	6.4	1.95
C3	6.33	0.05	0.06	0.09
C4	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C5	48.13	6.4	6.4	1.95
C6	6.33	0.05	0.06	0.09
C7	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C8	48.13	6.4	6.4	1.95
C9	6.33	0.05	0.06	0.09
C10	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C11	48.13	6.4	6.4	1.95
C12	6.33	0.05	0.06	0.09
C13	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C14	48.13	6.4	6.4	1.95
C15	6.33	0.05	0.06	0.09
C16	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C17	48.13	6.4	6.4	1.95
C18	6.33	0.05	0.06	0.09
C19	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C20	48.13	6.4	6.4	1.95
C21	6.33	0.05	0.06	0.09
C22	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C23	48.13	6.4	6.4	1.95
C24	6.33	0.05	0.06	0.09
C25	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C26	48.13	6.4	6.4	1.95
C27	6.33	0.05	0.06	0.09
C28	10.5	10.0	35.5	4.3/7.2
C29	48.13	6.4	6.4	1.95
C30	6.33	0.05	0.06	0.09

**LISTA DE EQUIPO**

**CLAVE SERVICIO CARACTERISTICAS**

CLAVE	SERVICIO	CARACTERISTICAS
CA-001	COMPRESOR	COMPRESOR DE GAS HIDROGENO DE LA 1a ETAPA
CA-002	COMPRESOR	COMPRESOR DE GAS HIDROGENO DE LA 2a ETAPA
CB-001	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-002	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-003	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-004	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-005	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-006	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-007	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-008	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-009	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-010	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-011	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-012	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-013	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-014	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-015	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-016	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-017	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-018	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-019	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-020	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-021	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-022	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-023	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-024	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-025	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-026	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-027	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-028	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-029	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-030	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-031	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-032	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-033	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-034	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-035	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-036	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-037	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-038	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-039	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-040	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-041	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-042	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-043	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-044	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-045	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-046	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-047	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-048	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-049	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-050	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-051	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-052	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-053	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-054	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-055	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-056	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-057	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-058	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-059	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-060	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-061	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-062	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-063	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-064	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-065	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-066	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-067	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-068	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-069	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-070	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-071	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-072	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-073	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-074	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-075	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-076	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-077	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-078	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-079	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-080	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-081	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-082	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-083	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-084	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-085	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-086	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-087	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-088	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-089	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-090	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-091	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-092	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-093	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-094	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-095	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-096	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-097	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-098	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-099	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO
CB-100	COMBUSTOR	COMBUSTOR DE GAS HIDROGENO



**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO 001**

ALIMENTACIONES -

DIBUJO ROE

REVISO ACM

APROBO ACM

INGENIERIA QUIMICA UNAM

F.E.S. CUAUTITLAN

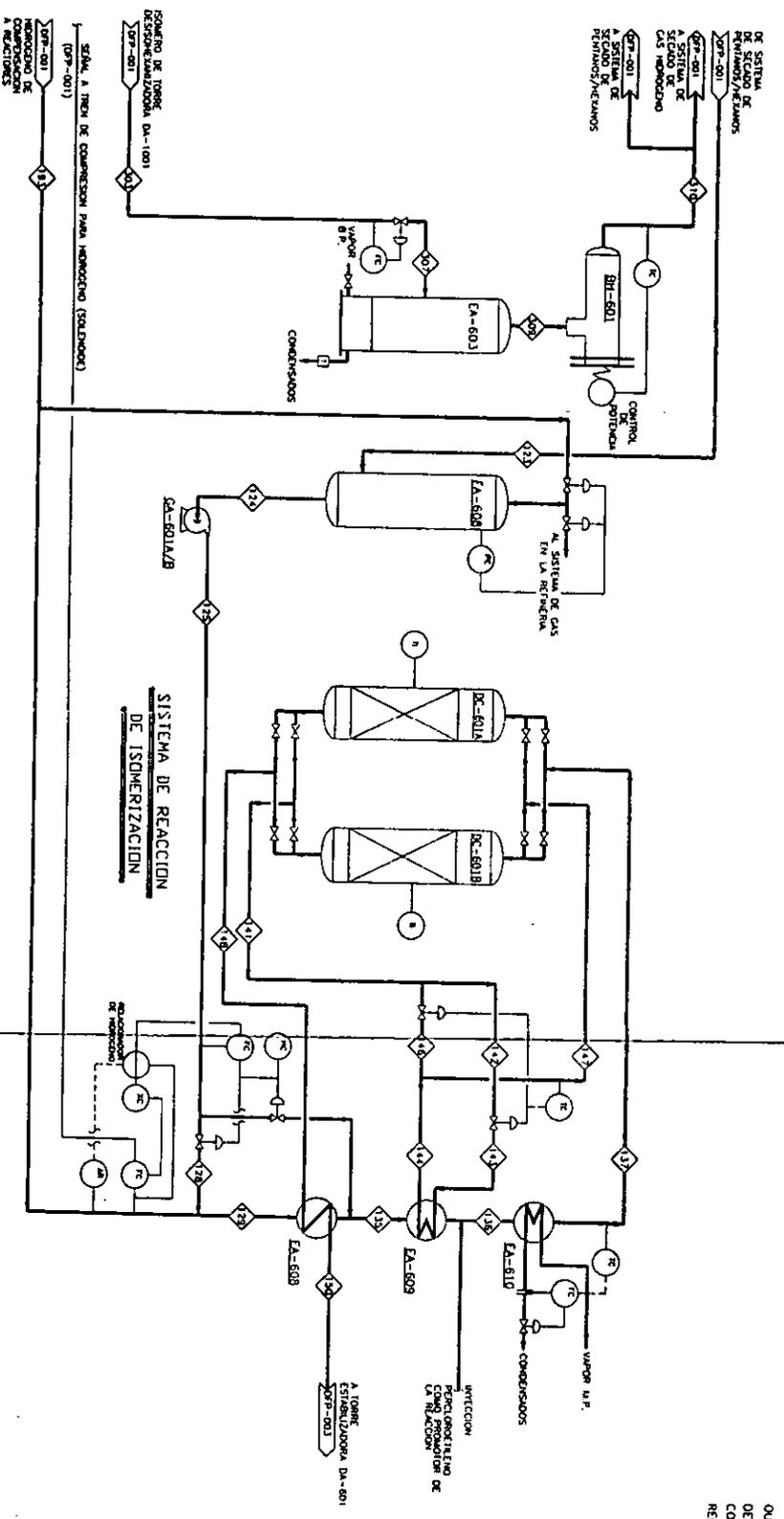
PLANTA ISOMERIZADORA DE PENTANOS Y HEXANOS

REFORMA MC ANTONIO M. MADR

SAJALANCA, GTO.

MEXICO

1988



**CORRIENTES PRINCIPALES INICIO DE CORRIJA**

COMENTE No.	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TEMPERATURA °C	38	38	38	138	125	118	218	218	218
PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	8.6	35.3	35.2	33.5	32.1	30.9	5.2	5.2	5.2
FLUJO Kg/h	48143	48143	48788	48788	48788	48788	1385	1385	1385
ENTALPIA MM KCal/h	0.53	0.53	0.59	3.87	3.14	2.86	0.34	0.34	0.34

**CORRIENTES PRINCIPALES FIN DE CORRIJA**

COMENTE No.	21	22	23	24	25	26	27	28	29
TEMPERATURA °C	38	38	38	165	122	118	318	318	318
PRESION Kg/cm <sup>2</sup>	8.6	35.3	35.2	33.5	32.1	30.9	5.2	5.2	5.2
FLUJO Kg/h	48143	48143	48788	48788	48788	48788	1385	1385	1385
ENTALPIA MM KCal/h	0.53	0.53	0.59	4.88	3.01	2.86	0.34	0.34	0.34

**LISTA DE EQUIPO**

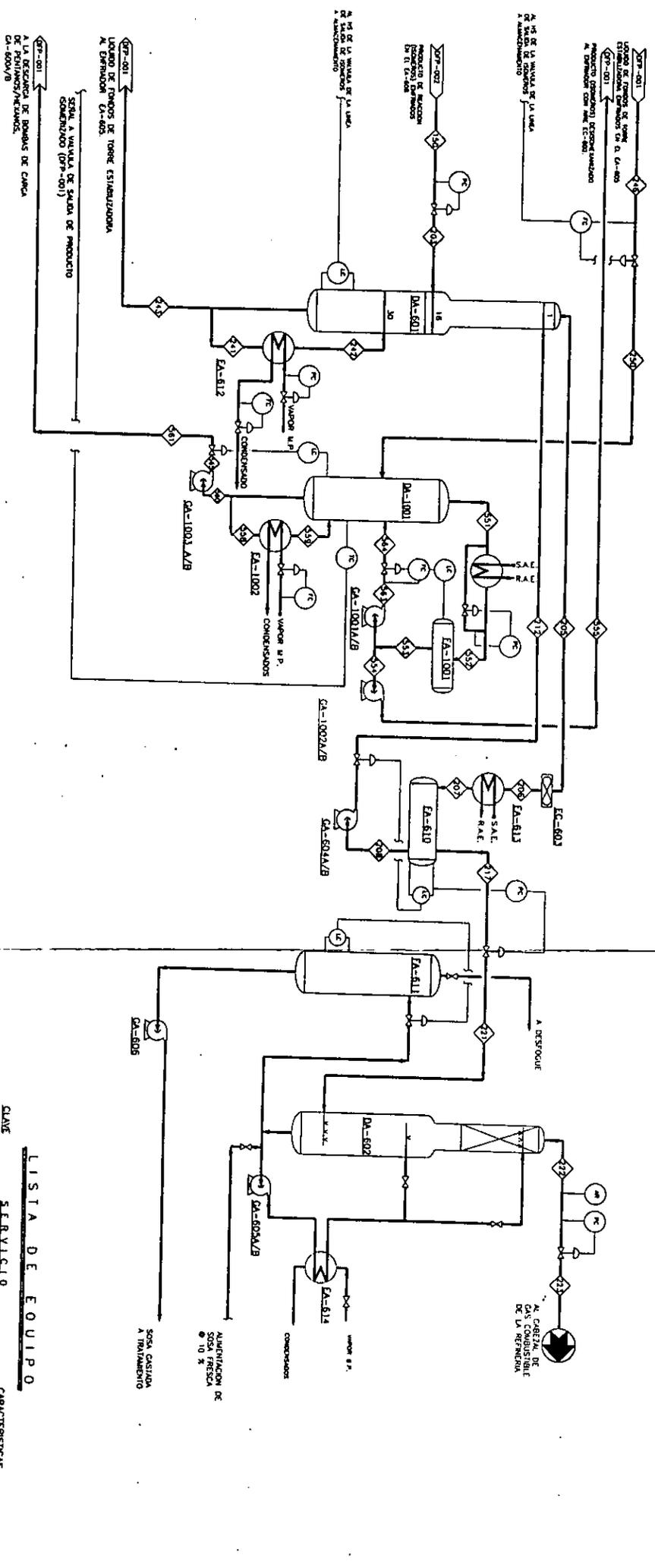
CLAVE	SERVICIO	CARACTERISTICAS
DC-601	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-232 3x
DC-602	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-630 3x 6000
DC-603	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-604	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-155 3x 6000
DC-605	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-606	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-607	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-608	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-609	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-610	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-611	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-612	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-613	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-614	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-615	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-616	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-617	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-618	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-619	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-620	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-621	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-622	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-623	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-624	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-625	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-626	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-627	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-628	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-629	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-630	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-631	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-632	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-633	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-634	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-635	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-636	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-637	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-638	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-639	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-640	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-641	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-642	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-643	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-644	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-645	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-646	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-647	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-648	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-649	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000
DC-650	SEPARACION DE REACTIVOS	DC-242 3x 6000

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO 002  
- REACCION -

PLANTA ISOMERIZACION DE REFINADOS Y HEXANOS  
SALAMANCA, CIO  
RETORNERA INC ANTONIO V AUOP  
MEXICO

F.E.S. CLAUTITLAN  
INGENIERIA QUIMICA UNAM  
1988

DIBUJO ROE REVISO ACM APROBO ACM



**CORRIENTES PRINCIPALES INICIO DE CORRIJA.**

CORRIENTE No.	221	222	241	248	254	261
TEMPERATURA C.	35	34	182	128	71	107
PRESION kg/cm <sup>2</sup>	7.8	8.5	15.3	14.5	1.6	10.8
FLUJO kg/h	1258	1258	45327	45327	34307	10343
ENTALPIA kcal/mol/h	0.11	0.11	4.18	2.96	0.003	0.0008

**CORRIENTES PRINCIPALES FIN DE CORRIJA.**

CORRIENTE No.	221	222	241	248	254	261
TEMPERATURA C.	35	34	183	127	71	107
PRESION kg/cm <sup>2</sup>	7.8	8.5	15.3	14.5	1.6	10.8
FLUJO kg/h	1280	1280	45328	45328	34308	10343
ENTALPIA kcal/mol/h	0.11	0.11	4.18	2.97	0.003	0.0008

**LISTA DE EQUIPO**

CLAVE	SERVICIO	CARACTERÍSTICAS
DA-1001	TORRE ESTABILIZADORA	DA-1001 137 mm, DA-1001 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
DA-1002	TORRE ESTABILIZADORA	DA-1002 137 mm, DA-1002 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
DA-1003	TORRE ESTABILIZADORA	DA-1003 137 mm, DA-1003 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
DA-1004	TORRE ESTABILIZADORA	DA-1004 137 mm, DA-1004 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
DA-1005	TORRE ESTABILIZADORA	DA-1005 137 mm, DA-1005 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-1001	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-1001 137 mm, EA-1001 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-1002	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-1002 137 mm, EA-1002 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-1003	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-1003 137 mm, EA-1003 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-1004	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-1004 137 mm, EA-1004 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-1005	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-1005 137 mm, EA-1005 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
CA-1001	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	CA-1001 137 mm, CA-1001 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
CA-1002	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	CA-1002 137 mm, CA-1002 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
CA-1003	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	CA-1003 137 mm, CA-1003 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
CA-1004	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	CA-1004 137 mm, CA-1004 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
CA-1005	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	CA-1005 137 mm, CA-1005 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-810	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-810 137 mm, EA-810 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-811	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-811 137 mm, EA-811 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-812	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-812 137 mm, EA-812 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-813	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-813 137 mm, EA-813 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-814	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-814 137 mm, EA-814 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-815	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-815 137 mm, EA-815 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-816	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-816 137 mm, EA-816 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-817	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-817 137 mm, EA-817 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-818	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-818 137 mm, EA-818 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-819	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-819 137 mm, EA-819 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-820	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-820 137 mm, EA-820 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-821	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-821 137 mm, EA-821 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-822	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-822 137 mm, EA-822 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-823	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-823 137 mm, EA-823 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-824	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-824 137 mm, EA-824 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-825	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-825 137 mm, EA-825 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-826	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-826 137 mm, EA-826 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-827	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-827 137 mm, EA-827 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-828	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-828 137 mm, EA-828 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-829	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-829 137 mm, EA-829 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-830	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-830 137 mm, EA-830 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-831	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-831 137 mm, EA-831 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-832	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-832 137 mm, EA-832 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-833	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-833 137 mm, EA-833 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-834	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-834 137 mm, EA-834 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-835	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-835 137 mm, EA-835 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-836	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-836 137 mm, EA-836 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-837	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-837 137 mm, EA-837 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-838	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-838 137 mm, EA-838 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-839	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-839 137 mm, EA-839 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-840	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-840 137 mm, EA-840 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-841	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-841 137 mm, EA-841 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-842	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-842 137 mm, EA-842 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-843	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-843 137 mm, EA-843 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-844	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-844 137 mm, EA-844 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-845	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-845 137 mm, EA-845 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-846	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-846 137 mm, EA-846 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-847	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-847 137 mm, EA-847 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-848	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-848 137 mm, EA-848 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-849	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-849 137 mm, EA-849 258 mm 1'-11" 3'-000 mm
EA-850	CONDENSADOR DE LA TORRE DE ESTABILIZADORA	EA-850 137 mm, EA-850 258 mm 1'-11" 3'-000 mm

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO 003  
- ESTABILIZACION Y DESULFURIZACION -

REVISOR: ROE  
APROBADO: ACM

INGENIERIA QUIMICA UNAM

PLANTA ESTABILIZADORA DE SODAS Y REFINADOS  
SUAQUAMICA, CIO

MEXICO  
1998

## 6.5 Descripción de la planta

La unidad de isomerización de gasolinas (pentanos/hexanos); se encuentra integrada por los siguientes equipos:

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
BH-601	Sobrecalentador de regenerante	QT=232 kw
DA-601	Torre estabilizadora	DI <sub>1</sub> =1372mm DI <sub>2</sub> =2386mm TT=24200mm
DA-602	Torre lavadora de gas ácido	DI <sub>1</sub> =800mm DI <sub>2</sub> =2000mm TT=11600mm
DA-1001	Torre desisohexanizadora	DI=28960mm TT=27965mm
DC-601 A/B	Reactores de isomerización	DI=2300mm TT=12100mm
EA-601	Enfriador de gas hidrógeno de la 1ª etapa	Q <sub>1</sub> =0.04 MMkcal/hr
EA-602	Enfriador de gas hidrógeno de la 2ª etapa	Q <sub>2</sub> =0.04 MMkcal/hr
EA-603	Vaporizador de regenerante	Q <sub>1</sub> =0.20 MMkcal/hr
EA-604	Condensador de regenerante	Q <sub>2</sub> =0.38 MMkcal/hr
EA-605	Calentador de la alimentación/fondos de la torre estabilizadora	Q <sub>1</sub> =1.12 MMkcal/hr
EA-606	Calentador de la alimentación/fondos del tanque de agotamiento de azufre	Q <sub>1</sub> =1.08 MMkcal/hr
EA-607	Enfriador de la alimentación	Q <sub>1</sub> =0.49 MMkcal/hr
EA-608 A/B	Primer calentador de la alimentación combinada fría	Q <sub>1</sub> =2.62 MMkcal/hr
EA-609 A/B	Segundo calentador de la alimentación combinada	Q <sub>1</sub> =1.55 MMkcal/hr
EA-610	Calentador de carga	Q <sub>1</sub> =2.62 MMkcal/hr
EA-611 A/B	Enfriador del producto isomerizado	Q <sub>1</sub> =0.48 MMkcal/hr
EA-612	Reservador de la torre estabilizadora	Q <sub>1</sub> =4.05 MMkcal/hr
EA-613	Condensador de la torre estabilizadora	Q <sub>1</sub> =0.36 MMkcal/hr
EA-614	Calentador de sosa clásica	Q <sub>1</sub> =0.20 MMkcal/hr
EA-619 A/B	Pasacilindros de aire de instrumentos	
EA-1001	Condensador de la torre desisohexanizadora	Q <sub>1</sub> =18.9X1.1 MMkcal/hr
EA-1002	Reservador de la torre desisohexanizadora	Q <sub>1</sub> =9.5X1.1 MMkcal/hr
EC-601	Enfriador con aire de la alimentación	Q <sub>1</sub> =1.32 MMkcal/hr
EC-602	Enfriador con aire del producto isomerizado	Q <sub>1</sub> =2.34 MMkcal/hr
EC-603	Enfriador con aire de la torre estabilizadora	Q <sub>1</sub> =1.64 MMkcal/hr
EC-604	Enfriador con aire de ventos	Q <sub>1</sub> =2.06 MMkcal/hr
FA-600	Tanque de alimentación fresca de pentanos/hexanos	DI=5212mm TT=5360mm
FA-601	Tanque de succión del compresor de 1ª etapa del gas hidrógeno de compensación	DI=600mm TT=2300mm
FA-602	Tanque de succión del compresor de 2ª etapa del gas hidrógeno de compensación	DI=600mm TT=2300mm
FA-603	Tanque de agotamiento de gas hidrógeno de compensación	DI=600mm TT=2300mm
FA-604 A/B	Secadores de gas hidrógeno de compensación	DI=600mm TT=2300mm
FA-605	Tanque de purga	DI=300mm TT=1500mm
FA-606	Tanque de agotamiento de azufre	DI=1900mm TT=4100mm
FA-607 A/B	Secadores de la alimentación líquida	DI=1600mm TT=3700mm
FA-608	Tanque de balance para la alimentación al reactor	DI=2800mm TT=7000mm
FA-609	Tanque de inyección de cloruro	DI=1200mm TT=3600mm
FA-610	Tanque receptor de la torre estabilizadora	DI=1400mm TT=4300mm
FA-611	Tanque desgasificador de sosa clásica gastada	DI=762mm TT=3000mm
FA-621	Tanque separador de desfogos de baja	DI=2743mm TT=10800mm
FA-622	Tanque de condensados de alta presión	DI=1372mm TT=5130mm
FA-623	Tanque purga de condensados	DI=1524mm TT=2130mm
FA-624 A/B	Tanque acumulador de aire de instrumentos y planta	DI=1599mm TT=4797mm
FA-625	Tanque separador de desfogos de alta	DI=2134mm TT=6300mm
FA-626	Tanque desgasificador de drenajes causticos	DI=762mm TT=3000mm
FA-1001	Tanque acumulador de reflujo de la torre desisohexanizadora	DI=2438mm TT=7315mm
GA-600 A/B	Bombas de envío de pentanos/hexanos	Q <sub>1</sub> =71.43m <sup>3</sup> /hr ΔP=11.6 kg/cm <sup>2</sup>
GA-601 A/B	Bombas de carga	Q <sub>1</sub> =81.98m <sup>3</sup> /hr ΔP=36.3 kg/cm <sup>2</sup>
GA-602 A/B	Bombas de transferencia de cloruro	Q <sub>1</sub> =1.136m <sup>3</sup> /hr ΔP=2.24 kg/cm <sup>2</sup>
GA-603 A/B	Bombas de inyección de cloruro	Q <sub>1</sub> =0.016m <sup>3</sup> /hr ΔP=20.1 kg/cm <sup>2</sup>
GA-604 A/B	Bombas de reflujo a la torre estabilizadora	Q <sub>1</sub> =45.4m <sup>3</sup> /hr ΔP=4.1 kg/cm <sup>2</sup>
GA-605 A/B	Bombas para la recirculación de sosa clásica	Q <sub>1</sub> =10.0m <sup>3</sup> /hr ΔP=2.1 kg/cm <sup>2</sup>
GA-606	Bomba para transferencia de sosa gastada	Q <sub>1</sub> =12.5m <sup>3</sup> /hr ΔP=4.9 kg/cm <sup>2</sup>
GA-607 A	Bomba del tanque separador de desfogos de alta	Q <sub>1</sub> =50.0m <sup>3</sup> /hr ΔP=7.9 kg/cm <sup>2</sup>
GA-607 B	Bomba del tanque separador de desfogos de baja	Q <sub>1</sub> =50.0m <sup>3</sup> /hr ΔP=7.9 kg/cm <sup>2</sup>
GA-608 A/B	Bombas de condensados	Q <sub>1</sub> =39.75m <sup>3</sup> /hr ΔP=1.763 kg/cm <sup>2</sup>
GA-609 A/B	Bomba para la solución de sosa clásica fresca al 10%	Q <sub>1</sub> =10.0m <sup>3</sup> /hr ΔP=11.2 kg/cm <sup>2</sup>
GA-611 A/B	Bombas de envío de drenajes causticos	Q <sub>1</sub> =12.3m <sup>3</sup> /hr ΔP=2.98 kg/cm <sup>2</sup>
GA-1001 A/B	Bomba de reflujo de torre desisohexanizadora	Q <sub>1</sub> =185m <sup>3</sup> /hr ΔP=1.62 kg/cm <sup>2</sup>
GA-1002 A/B	Bomba de producto isomerizado	Q <sub>1</sub> =61.77m <sup>3</sup> /hr ΔP=6.77 kg/cm <sup>2</sup>
GA-1003 A/B	Bomba de fondos de la torre desisohexanizadora	Q <sub>1</sub> =18.3m <sup>3</sup> /hr ΔP=13.65 kg/cm <sup>2</sup>
GB-601 A/B	Compresores de gas hidrógeno de compensación	Q <sub>1</sub> =300m <sup>3</sup> /hr P <sub>1</sub> =18.4 kg/cm <sup>2</sup> (2ª etapa)
GC-601 A/B	Compresores de aire de instrumentos y planta	Q <sub>1</sub> =407.76m <sup>3</sup> /hr STD/hr P <sub>1</sub> =10 kg/cm <sup>2</sup> MAN
MC-602	Paquete de secado de aire de instrumentos	Q <sub>1</sub> =407.76m <sup>3</sup> /hr STD/hr
MC-604	Unidad de suministro de nitrógeno	
MC-607	Apilador de tanque de sosa al 10%	
TV-601	Tanque de sosa	DI=3660mm TT=3048mm
MM-601	Mezclador en línea de sosa caustica	DI=762mm TT=400mm (2 elementos) Aprox. Ø 21kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 6.1 Lista de equipo de la Planta Isomerizadora de Pentanos y Hexanos

## 6.6 Localización de equipos

La ubicación de los equipos dentro de la planta se distribuye de acuerdo al proceso, por la facilidad de no contar con hornos a fuego directo. Tomando como criterio las distancias recomendadas para la ubicación de los equipos o entre plantas las tablas 6.2 y 6.3 los cuales tiene los siguientes beneficios:

1. En caso de fuego o explosión
  - (a) Minimizar pérdidas económicas
  - (b) Bajo daño por explosión.
  - (c) Baja exposición a la radiación del fuego.
2. Alta dilución de las nubes de gas en caso de fuga. La concentración de un gas disminuye con la distancia de la fuente de emisión.
3. Así como fácil acceso, inspección y mantenimiento al equipo.

DISTANCIAS EN PIES

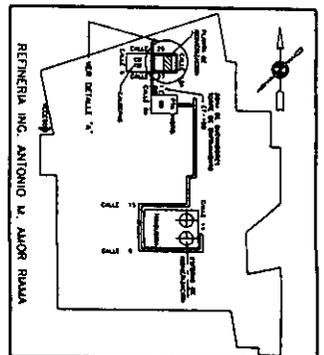
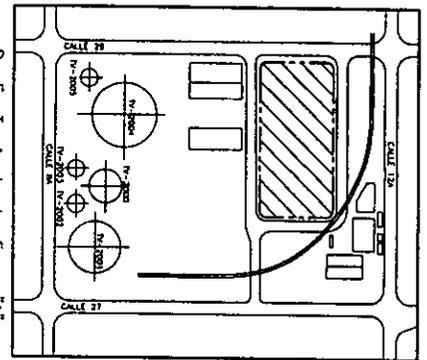
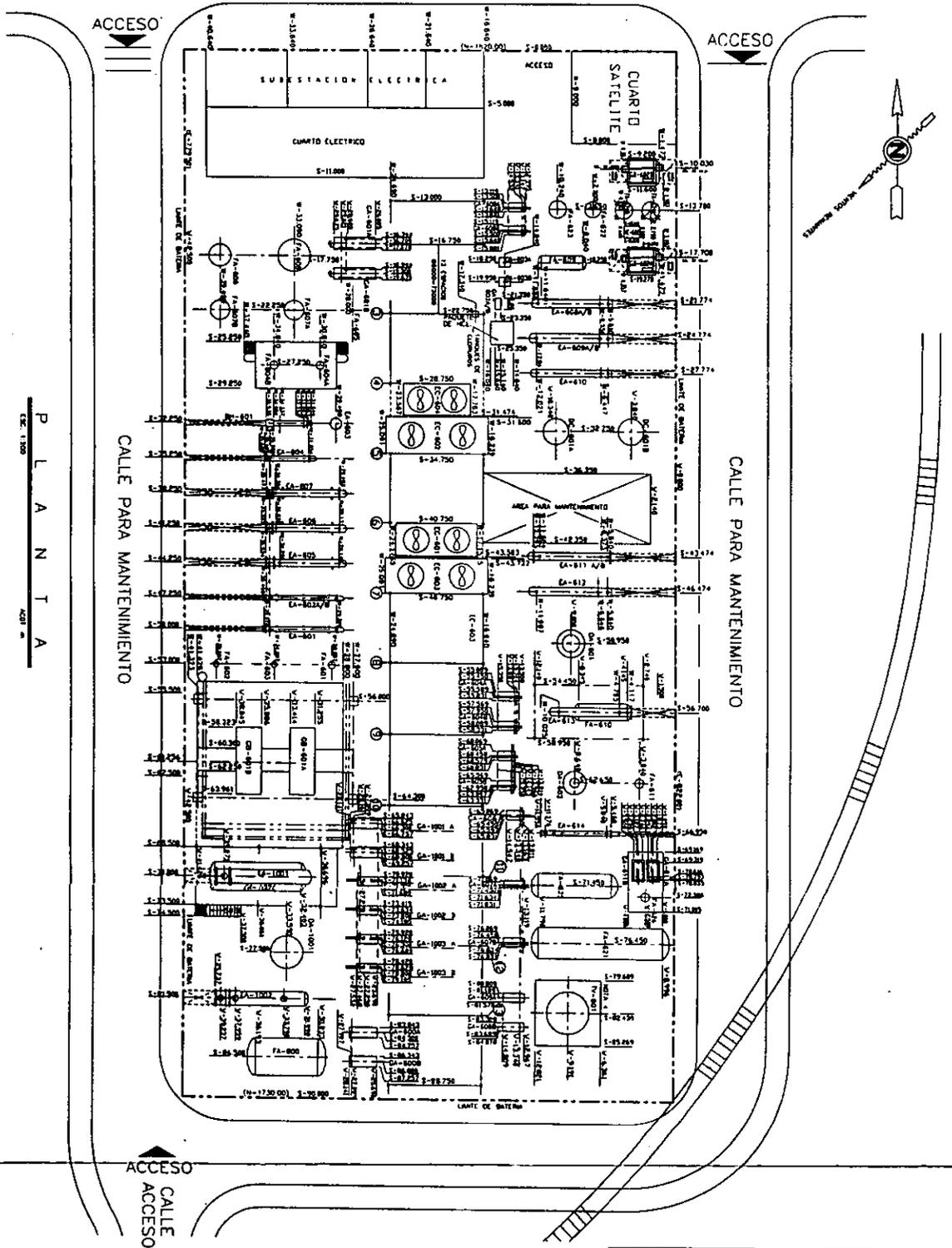
— NO SE REQUIERE ESPACIO

\* ESPACIO EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD Y DIÁMETRO DEL TANQUE (POR FABRICANTE)

TABLA 6.2 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO ENTRE UNIDADES DE PLANTAS PETROQUÍMICAS







LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
01-001	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-002	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-003	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-004	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-005	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-006	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-007	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-008	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-009	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-010	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-011	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-012	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-013	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-014	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-015	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-016	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-017	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-018	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-019	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-020	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-021	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-022	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-023	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-024	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-025	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-026	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-027	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-028	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-029	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-030	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-031	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-032	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-033	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-034	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-035	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-036	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-037	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-038	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-039	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-040	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-041	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-042	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-043	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-044	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-045	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-046	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-047	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-048	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-049	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-050	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-051	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-052	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-053	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-054	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-055	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-056	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-057	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-058	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-059	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-060	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-061	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-062	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-063	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-064	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-065	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-066	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-067	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-068	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-069	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-070	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-071	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-072	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-073	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-074	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-075	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-076	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-077	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-078	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-079	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-080	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-081	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-082	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-083	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-084	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-085	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-086	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-087	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-088	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-089	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-090	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-091	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-092	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-093	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-094	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-095	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-096	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-097	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-098	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-099	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV
01-100	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1000 KVA, 13.8 KV / 0.4 KV

ESC-1-2004-05 ESCI-1-2

PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO			PUNTA SUBESTACION DE REFINERIAS Y HELIADOS SALAMANCA GTO.	
DIBUJO	REVISO	APROBO	INGENIERIA QUIMICA	MEXICO
ROE	ACM	ACM	UNAM	MEXICO

# **CAPITULO 7**

Capítulo 7	Aplicación de los sistemas de detección a la planta isomerizadora de pentanos y hexanos
------------	---

### 7.1 Requisitos mínimos de un sistema de detección.

El sistema de detección es una parte del sistema de seguridad, que hoy en día se ha convertido en una rama especializada e importante para todo tipo de planta industrial, químico, etc.; ya que es el que se encarga de alertar y proteger en caso de un peligro o accidente al personal e instalaciones. El cual tiene que cumplir con ciertos requisitos mínimos para la protección de la planta.

Entre los requisitos que tiene que cubrir encontramos a:

1. Cumplir con códigos establecidos, dentro de los cuales encontramos: NFPA 70, NFPA 72A, NFPA 72D, NFPA 72E, NFPA 72H, NFPA 90A, NFPA 101 y las recomendaciones de los fabricantes de equipos.
2. El sistema de detección debe ser aceptado y certificado por una autoridad que tenga jurisdicción.
3. El sistema de detección operará en forma independiente a todos los sistemas de la planta.
4. El sistema de detección debe cumplir, un grado de automatización.
5. Responder a las necesidades de la planta y proceso que se efectúa.
6. Tomar una acción rápida y eficiente de acuerdo a la variable crítica.
7. El sistema de detección esta compuesto por dispositivos llamados detectores, los cuales son certificados por autoridad que tenga jurisdicción sobre la materia.
8. El número de detectores se obtiene de la información de los manuales de los fabricantes sobre la capacidad de detección, rapidez de detección, material del dispositivo, etc.
9. Los detectores se conectan eléctricamente en un controlador localizado a una distancia segura.

10. Debe cubrir con arreglos de localización de acuerdo a códigos y recomendaciones que garanticen el concepto o principio de operación del dispositivo.
11. Con el propósito de avisar y/o alertar, el sistema de detección cuenta con un sistema de alarmas audibles y visibles (luminosas y sonoras) distribuidas de forma estratégica.
12. El sistema de detección tendrá una lógica de operación cuando ocurra un problema en la planta; de forma general:
  - (a) Detección del problema.
  - (b) Alertar a los operarios.
  - (c) Tomar la acción correspondiente.
13. El sistema de detección en algunos casos podrá ser redundante (emplear 2 o más dispositivos para proteger una área).
14. El sistema de detección, se diseñará con un 30% de más para futuras ampliaciones.

## 7.2 Áreas a proteger

En este punto se trata la aplicación de los sistemas de detección automático, a la planta de referencia, con base a los criterios establecidos en el capítulo 4.

Las áreas a proteger en la Planta Isomerizadora son las siguientes:

AREA-A-PROTEGER	TIPO DE DISPOSITIVO
<input type="checkbox"/> Cuarto satélite.	Humo
<input type="checkbox"/> Bombas (de proceso y servicios auxiliares).	Fuego (flama)
<input type="checkbox"/> Tanques horizontales	Calor
- FA-609 inyección de cloruros	Calor/gas
- FA-610 receptor de la torre estabilizadora	Calor/gas
- FA-625 separador de desfogues de alta	Calor/gas
- FA-621 separador de desfogues de baja	Calor/gas
- FA-600 alimentación fresca de pentanos y hexanos	Calor
- FA-1001 acumulador de reflujo de la torre desisohexanizadora	Gas/calor
<input type="checkbox"/> Tanque vertical	Calor/gas
- FA-606 A/B de agotamiento de azufre	Calor/gas
- FA-608 de balance para la alimentación al reactor	Calor/gas
<input type="checkbox"/> Área de compresores	Gas
- GB-601 A/B Compresores de hidrógeno	Gas
<input type="checkbox"/> Área de secadores de gas y alimentación líquida.	Calor/gas
- FA-604 A/B Secadores de hidrógeno de compensación	Calor/gas
- FA-607 A/B Secadores de alimentación	Calor/gas
<input type="checkbox"/> Área de reactores	Gas
- DC-601 A/B Reactores de isomerización	Gas
<input type="checkbox"/> Área de torres	Gas
- DA-601 Torre estabilizadora	Gas
- DA-602 Torre lavadora de gas ácido	Gas
- DA-1001 Torre desisohexanizadora	Gas

Tabla 7.1 Áreas y equipos a proteger en Planta Isomerizadora de Pentanos y Hexanos

Los riesgos que se pueden presentar en la planta en caso de accidente son:

1. Recipientes desnudos

- (a) Un incremento en la temperatura provoca una vaporización de combustibles volátiles, que pueden llegar a la temperatura de autoignición.
- (b) Posible fuga de gases combustibles, que pueden formar nubes explosivas, que mediante una fuente de energía dan lugar a explosiones.

Dispositivos empleados: detector de temperatura y gas

2. Bombas de proceso y servicio

Equipo de alta presión, considerando el desgaste y sobrecalentamiento mecánico de sellos, tienen un alto riesgo de una fuga de producto e ignición.

Dispositivo empleado: detector de fuego (flama).

3. Torres de destilación y Reactores.

Equipo que puede presentar fuga de producto combustible en estado gaseoso que puede dar lugar a nubes explosivas.

Dispositivo empleado: detectores de gas

4. Cuarto de control

Area que controla la correcta operación de la planta, mediante software especializado, sistemas de control distribuido; en caso de fuego se puede perder parcialmente o total el control de la planta.

Dispositivo empleado: detector de humo

### 7.3 Sistema de detección

Sistema de detección de temperatura

Sistema de detección de gas

Sistema de detección de fuego

Sistema de detección de humo

#### 7.3.1 Sistema de detección de alta temperatura

La detección de alta temperatura en los tanques horizontales y tanque vertical se hará por medio de detectores térmicos compensados de tipo puntual, considerando una cobertura de 16 m<sup>2</sup> por detector.

La operación del detector será a bajas velocidades de incremento de temperatura. Estará compuesto de una funda y varillas internas con diferentes coeficientes de dilatación, cuando la temperatura se incremente lentamente, la funda y las varillas se dilatan provocando el cierre de los contactos.

Los detectores de temperatura se localizarán lo más cerca posible al tanque a detectar y su señal se recibirá en el tablero de contra incendio.

DETECTOR	TEMPERATURA DE OPERACION DEL TANQUE °F	CLASIFICACION DE TEMPERATURAS
1,2	100	Ordinaria
3,4	100	Ordinaria
5	250	Alta
6,7	100	Ordinaria
8,9	100	Ordinaria
10	113	Ordinaria
11	100	Ordinaria
12,13	187	Intermedia
14,15	100	Ordinaria
16,17	162	Intermedia

Tabla 7.2 Temperatura de operación de tanques

La señal de detección de alta temperatura se enviará a manera de adquisición de datos al SCD de la planta isomerizadora vía el gabinete de contra incendio.

DETECCIÓN DE ALTA TEMPERATURA	
DETECTOR N°	DESPLGADO EN EL TABLERO
1,2	"ALTA TEMPERATURA EN FA-600"
3,4	"ALTA TEMPERATURA EN FA-604 A/B"
5	"ALTA TEMPERATURA EN FA-606"
6,7	"ALTA TEMPERATURA EN FA-607 A/B"
8,9	"ALTA TEMPERATURA EN FA-608"
10	"ALTA TEMPERATURA EN FA-609"
11	"ALTA TEMPERATURA EN FA-610"
12,13	"ALTA TEMPERATURA EN FA-621"
14	"ALTA TEMPERATURA EN FA-625"
15,16	"ALTA TEMPERATURA EN FA-1001"

Tabla 7.3 Desplegados en el tablero contra incendio por detección de alta temperatura (display luminoso)

### 7.3.2. Sistema de detección de fuego (flama)

La detección de fuego (flama) se hará con sensores tipo inteligente UV/IR, donde el detector registrará la radiación ultravioleta o infrarroja (que genera la flama) para detectar la presencia de fuego.

El detector debe ser un dispositivo de una sola pieza que contenga un sensor UV, un sensor IR, un procesador de la señal (para identificar la presencia de fuego y/o problema con el dispositivo), una pantalla indicadora que muestre los estados detectados y un revelador de tiempo (permite confirmar si la señal instantánea de fuego es real.).

El detector contará con diodos emisores de luz, fácilmente visibles para indicar operación normal, fuego o falla.

El detector debe ser modulado para permitir fácil reemplazo del modulo sensor UV o IR sin el uso de herramientas especiales, todas las superficies ópticas deben ser fácilmente accesibles para su limpieza.

El detector no deberá responder a falsas alarmas como, arcos de soldadura, superficies calientes y tendrá un cono de visión de 90 grados.

Los detectores se localizarán uno por cada par de bombas, serán colocados en las columnas sobre el rack de tuberías de manera lateral.

Al activarse cualquier detector, se enviará señal al tablero de contra incendio para que automáticamente se abra la válvula de diluvio correspondiente; en el caso de que la automaticidad falle, se podrá hacer la apertura de la válvula de diluvio desde el mismo tablero.

La señal de detección de fuego se enviará a manera de adquisición de datos al SCD de la Planta Isomerizadora vía el gabinete de contra incendio.

El detector debe ser a prueba de explosión y adecuado para intemperie, para usarse en áreas Clase I, Div. 1, Grupo B, aprobado por FM o UL.

DETECCION DE FUEGO (FLAMA)	
DETECTOR No.	DESPLÉGADO EN EL TABLERO
1	" FUEGO EN BOMBAS GA-600 A/B "
2	" FUEGO EN BOMBAS GA-601 A/B "
3	" FUEGO EN BOMBAS GA-602 A/B "
4	" FUEGO EN BOMBAS GA-603 A/B "
5	" FUEGO EN BOMBAS GA-604 A/B "
6	" FUEGO EN BOMBAS GA-605 A/B "
7	" FUEGO EN BOMBAS GA-606 "
8	" FUEGO EN BOMBAS GA-607 A "
9	" FUEGO EN BOMBAS GA-607 B "
10	" FUEGO EN BOMBAS GA-608 A/B "
11	" FUEGO EN BOMBAS GA-609 A/B "
12	" FUEGO EN BOMBAS GA-1001 A/B "
13	" FUEGO EN BOMBAS GA-1002 A/B "
14	" FUEGO EN BOMBAS GA-1003 A/B "

Tabla 7.4 Desplegados en el tablero contra incendio por detección de fuego flama (display luminoso)

### 7.3.3 Sistema de detección de Gas

El sensor de gas combustible será tipo catalítico, funcionará bajo el principio de oxidación catalítica, lo constituyen dos elementos: uno de ellos actúa como parte catalítica y el otro como parte de referencia. Con la presencia de gas combustible, la resistencia del elemento activo se incrementa en proporción a la concentración de gas detectado.

El cambio en la resistencia del elemento de referencia, es usado como base para la determinación del porcentaje de L.E.L: (Límite Bajo de Explosividad) del sensor de gas.

La distribución de los detectores en la planta, se establece en el diagrama 7.1 (diagrama de detección y seguridad); considerándose su funcionamiento de tipo puntual, por lo cual la orientación y localización será hacia los posibles puntos de fuga del equipo a detectar.

La detección de gases hará interfase con el tablero de contra incendio, vía lazos de entrada de 4-20 mA, el controlador de detectores deberá de ser capaz de enviar señal al gabinete de contra incendio.

El sensor deberá ser adecuado para detectar la presencia de gases combustibles generados por Pentanos, Hexanos e Hidrogeno.

Las señales de sensores en zona serán únicamente monitoreados por el tablero de contra incendio y alarmarán en pantalla al detectar condiciones anormales, identificando la zona en que se localiza la alta concentración.

A la detección de bajo o alto nivel de concentración de gas en las zonas de riesgo, desde el tablero de contra incendio, no se ejecutará acción de control sobre los sistemas de protección contra incendio.

Desde el tablero de contra incendio solo se activarán las alarmas y el panel luminoso, identificando él (las) área (s) con alta concentración de mezcla explosiva.

La señal de detección de gas se enviará a manera de adquisición de datos al SCD de la Planta Isomerizadora vía gabinete de contra incendio.

DETECCION POR CONCENTRACION DE GAS	
DETECTOR No.	DESPLÉGADO EN EL TABLERO
1,2	"ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN SECADORES FA-604 A/B "
3	" ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN EL TANQUE FA-606"
4,5	" ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN LOS SECADORES FA-607 A/B "
6	"ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN EL TANQUE FA-608 "
7	" ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN EL TANQUE FA-610 "
8	"ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN TANQUE DE DESFOGUE FA-621 "
9	ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN TANQUE DE DESFOGUE FA-625"
10	" ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN EL TANQUE FA-1001 "
11	"ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN TORRE ESTABILIZADORA DA-601"
12	"ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN TORRE LAVADORA DE GAS ÁCIDO DA-602"
13	" ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN TORRE DESISOHEXANIZADORA DA-1001"
14,15	" ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN REACTORES DE ISOMERIZACIÓN DC-601 A/B"
16 @ 19	" ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS EN COMPRESORES DE HIDROGENO GB-601 A/B"

Tabla 7.5 Desplégados en el tablero contra incendio por concentración de gas (display luminosa)

### 7.3.4 Sistema de detección de humo

El sistema de detección de humo será por medio de sensores tipo ionización, localizados solo en el cuarto satélite de la Planta Isomerizadora.

El detector deberá operar bajo el principio de ionización con cámara de referencia y cámara de trabajo eléctricamente balanceadas, al registrarse presencia de humo, se enviará señal al tablero de contra incendio y al sistema de alarmas para indicar problemas en el cuarto satélite.

Deberá tener una cobertura de mínimo 40 m<sup>2</sup>, rango de temperatura de trabajo de -10 °C - 60°C. Tensión de alimentación de 24 VCD.

La caja donde esté contenido el sensor será adecuada para instalarse en áreas clasificación NEMA 1.

Deberá contar con un diodo con luz indicadora del estado de reposo y/o activación del detector.

La señal de detección de humo (reflejo de que existe un incendio), se enviará a manera de adquisición de datos al SCD de la Planta Isomerizadora vía el gabinete de contra incendio.

DETECCIÓN DE HUMO	
DETECTOR No.	DESPLÉGADO EN EL TABLERO
1 @ 4	"FUEGO EN EL CUARTO SATELITE"

Tabla 7.6 Desplegados en el tablero contra incendio por detección de humo (display luminoso)

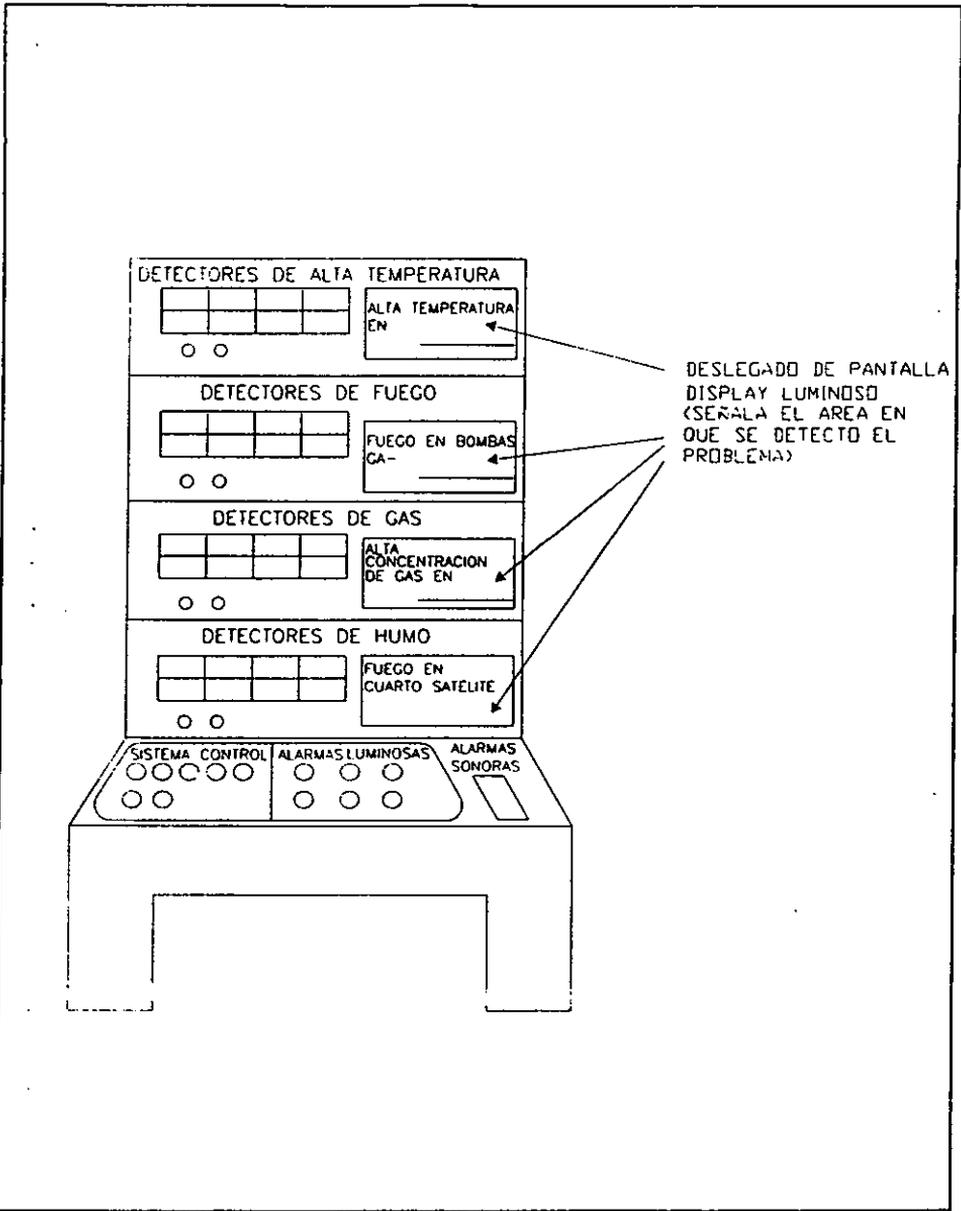


FIG 71 TABLERO DE CONTROL DE DETECTORES			F.E.S. CUAUTITLAN UNAM INGENIERIA QUIMICA 1998
DISEÑO RCE	REVISO ACM	APROBO ACM	

#### 7.4 Sistema General de alarmas

Con el propósito de avisar y/o alertar sobre las condiciones de seguridad en la planta isomerizadora, se colocarán estaciones de alarmas audibles y visibles (luminosas y sonoras) distribuidas en forma estratégica, cubriendo las áreas indicadas. Así mismo se instalarán también estaciones manuales de fuego.

El tablero de contra incendio tendrá como entrada digital de aviso la señal enviada por los detectores de temperatura, fuego (flama), humo y gases. Así, cuando el tablero de contra incendio reciba esta señal, procederá a activar el sistema de alarmas y la acción correctiva correspondiente de acuerdo a la lógica establecida para la zona o áreas en que se detecto el problema. Las señales serán transmitidas también al SCD de la planta a manera de adquisición de datos.

Las alarmas visibles (luminosas) deberán ser del tipo de luz intermitente de 90 destellos por minuto. Las luces serán adecuadas para funcionar a temperatura ambiente. La caja donde estén contenidas las luces debe ser a prueba de explosión y serán de color rojo (tipo sirena).

Las alarmas audibles (sonoras) deberán ser de una intensidad de 115 DB, adecuadas para áreas con atmósferas explosivas. Estas deberán contar con bocinas capaces de producir un sonido diferente para cada tipo de riesgo detectado: sirena-fuego; aullido-alta concentración de gas.

Las estaciones manuales de alarma por fuego deberán ser de acción sencilla, tipo "push-button". El botón debe estar protegido por una carátula que evite su accionamiento accidental. Debe ser un acabado rojo bermellón.

La activación de cualquier alarma podrá ser de manera automática o en forma remota desde el tablero de contra incendio.

## 7.5 Lógica de operación de los sistemas de detección automático

La complejidad de cualquier sistema de detección depende del uso de los datos de salida. El registro de datos permite usar la identificación para localizar el problema en las áreas y asistir con las medidas de seguridad.

En la selección del sistema por lo tanto, es importante saber como la información será usada y proponer los componentes del sistema que se pueden seleccionar.

Los detectores se conectan eléctricamente en un controlador localizado a una distancia segura, libre de gas y combustible; que tenga las facilidades de display y alarmas, registrando los eventos en el dispositivo.

### Lógica de operación del sistema de detección

1. Al activarse un detector enviara una señal (de campo), la cuál se integrará primeramente en un gabinete ("gabinete contra incendio"), a instalar en el cuarto satélite de la planta isomerizadora.
2. De aquí saldrá todo el cableado hacia un tablero de contra incendio (a localizar en el cuarto de control centralizado de la refinería).
3. Del mismo gabinete de contra incendio saldrán todas las señales de los dispositivos de seguridad hacia el gabinete del Sistema de Control Distribuido de la planta localizado en el cuarto satélite.
4. Una vez en el cuarto de control centralizado, las señales se integrarán en un tablero contra incendio.
5. El tablero de contra incendio tendrá la capacidad de monitorear las señales de todos los detectores, procesarlas de acuerdo a la lógica programada y proporcionar las señales de salida con los cuales se activará el sistema correspondiente, según la problemática que se presente, a la señal de detección respectiva.

El tablero contra incendio podrá activar los siguientes sistemas de protección y control:

\* Accionamiento automático o manual del sistema de aspersión con agua (mediante válvulas de diluvio), para el enfriamiento y sofocamiento de incendio del área en que se detecto el problema.

- \* Accionamiento automático o manual del sistema de CO<sub>2</sub> tipo aplicación local, en el cuarto satélite.
- \* Accionamiento automático o manual del sistema de alarmas, para alertar al personal de la planta isomerizadora sobre las condiciones de seguridad e identificar el área donde se detectó el problema.
- \* Señal luminosa en el tablero de contra incendio, identificando el área en problemas.

El tablero de contra incendio deberá ser programado para activar secuencialmente las acciones de control, además deberá ejecutar las acciones de supervisión, prueba y falla de los dispositivos de seguridad, así mismo, el restablecimiento de la condición normal una vez atendida la emergencia.

Notas generales de la lógica del sistema de detección.

- ⊠ El tablero de contra incendio operará en forma independiente a todos los sistemas de la planta. Todas las señales de los detectores que se reciban en el tablero de contra incendio, también se registrarán en SCD de la Planta Isomerizadora manera de adquisición de datos.
- ⊠ El tablero contra incendio deberá integrar todos los controladores requeridos por los detectores instalados en la planta (fuego, alta temperatura, gas y humo).
- ⊠ Las señales serán alimentadas a 24 VCD por medio de un convertidor AC/CD, respaldado por el sistema de fuerza ininterrumpible para el sistema de control de la Planta. Las señales a las luces y alarmas serán también a 24 VCD.
- ⊠ El tablero contra incendio será instalado en el cuadro de control centralizado de la Refinería y se diseñará por una confiabilidad del 99 %.
- ⊠ Se deben considerar fuentes de alimentación para suministro eléctrico a elementos de campo como alarmas, detectores, solenoides, etc., con fuente redundante.
- ⊠ El sistema será diseñado para proteger el proceso de fallas intermitentes, transitorias o permanentes, cualquier falla individual en el sistema no deberá reducir la seguridad o funcionalidad del mismo.

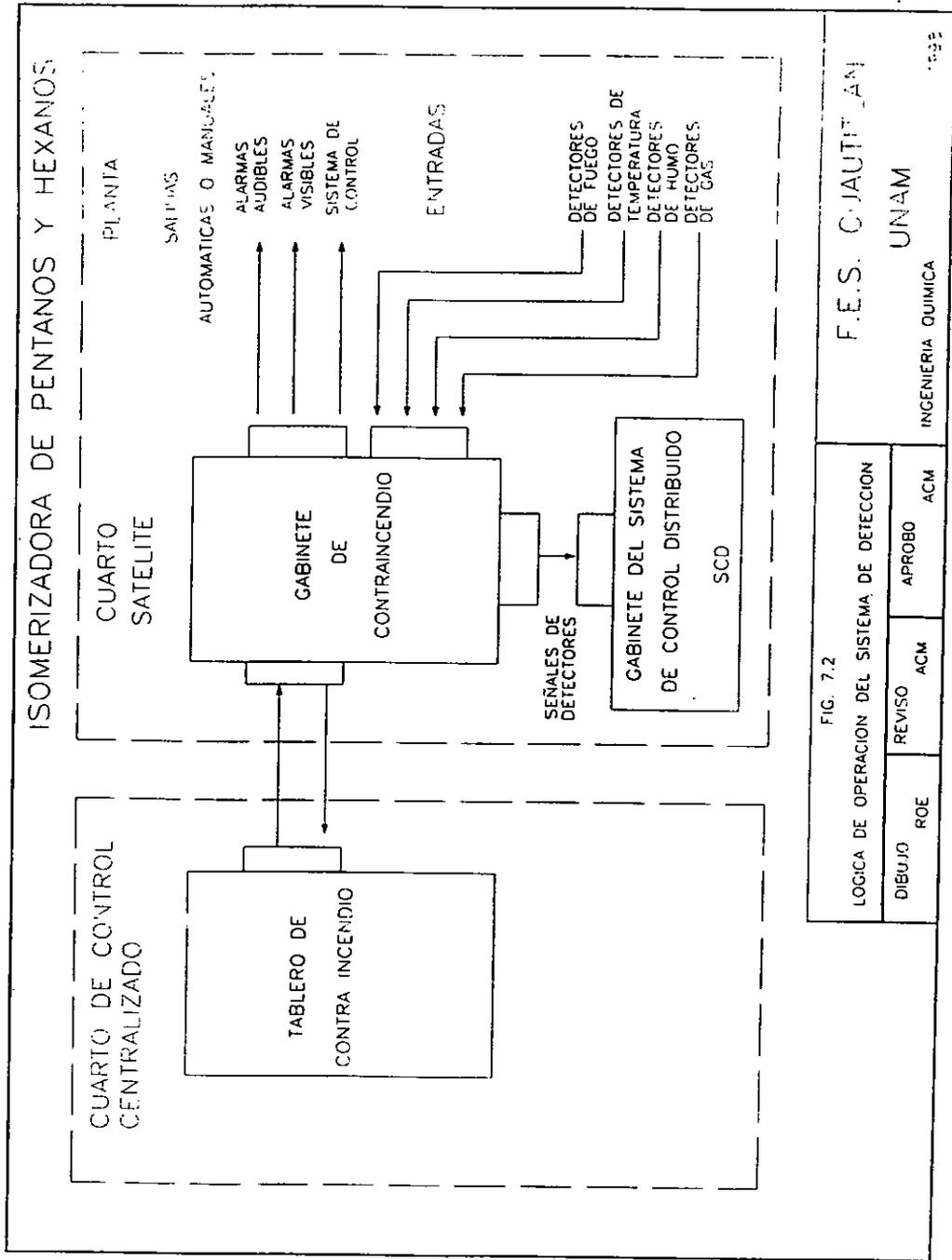


FIG. 7.2

LOGICA DE OPERACION DEL SISTEMA DE DETECCION

DIBUJO ROE

REVISO ACM

APROBO ACM

F.E.S. C. JAUTIER

UNAM

INGENIERIA QUIMICA



# **CAPITULO 8**

Capítulo 8	Conclusión
------------	------------

## 8.0 Conclusiones y recomendaciones

En años recientes, el mundo ha sido testigo de un incremento en el número de accidentes y desastres tecnológicos como; explosiones de gas, derramamientos de combustible; que han causado terribles catástrofes tales como: muertes, daños materiales y contaminación ambiental grave, innecesariamente, por omisión o descuido de las medidas de precaución indispensables.

La forma de controlar este tipo de accidentes es por medio del sistema de seguridad, cuyo objetivo es disminuir el número de ocurrencia de estos desastres. Dentro del sistema de seguridad encontramos al sistema de detección automatizado el cual pretende detectar el problema desde sus inicios y tomar las acciones correspondientes.

Para la implementación del sistema de detección, hay que cubrir una serie de requisitos, dentro de los cuales encontramos:

1. Cumplir con los códigos correspondientes principalmente NFPA 70, 72E.
2. El sistema de detección, esta compuesto de dispositivos llamados detectores, los cuales son certificados por las autoridades correspondientes (NFPA, FM, UL principalmente en Norteamérica). Los dispositivos empleados en este tipo de sistema se clasifican principalmente:
  - Detectores de calor (temperatura).
  - Detectores de fuego (flama).
  - Detectores de gas.
  - Detectores de humo.
3. Los dispositivos se conectan eléctricamente a un controlador.
4. El sistema de detección cuenta con un sistema de lógica de operación y alarma, en caso de un problema

Para la planta Isomerizadora se seleccionaron:

- (a) Detectores de calor (temperatura) para recipientes de almacenamiento de líquidos.
- (b) Detectores de fuego (flama) para equipo de alta presión (bombas).
- (c) Detectores de gas; para equipos de almacenamiento o alta presión de gases, equipos como, torres de destilación y reactores.
- (d) Detectores de humo; para el cuarto de control.

Para minimizar la probabilidad de ocurrencia de un accidente se debe:

- Implementar el adecuado sistema de detección, que pueden alertar en caso de peligro o tomar una acción de control en caso de un siniestro.
- Existen muchos tipos de dispositivos de detección de fuego, calor, humo, flama o gas. Por lo regular, una combinación de estos tipos es el método más efectivo para proveer la protección mas adecuada al fuego en cualquier planta de proceso químico.
- Otro punto importante, es no tratar de economizar por el número mínimo de detectores. Un detector puede ser la diferencia si problema en la planta ocurre.
- El sistema de detección deberá tener la correspondencia apropiada con el sistema de protección y control apropiado, para tomar la acción correspondiente en cualquier siniestro.
- Capacitar a los operadores y trabajadores de la planta, para prepararlos en caso de una emergencia.
- Informar a las poblaciones en los alrededores sobre el peligro de la planta y tener un plan de emergencia con las autoridades correspondientes para definir los trabajos a efectuar en caso de un siniestro.
- Planificar en la construcción de una planta nueva, la posibilidad de alejarla de las zonas pobladas.

# ANEXO A

Apéndice A	Cálculo y estimación de los detectores en el sistema de detección automático
------------	--

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo 4, se consideran los siguientes equipos de riesgo.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	DETECTOR EMPLEADO
DA-601	Torre estabilizadora	GAS
DA-602	Torre lavadora de gas ácido	GAS
DA-1001	Torre desisohexanizadora	GAS
DC-601 A/B	Reactores de isomerización	GAS
FA-600	Tanque de alimentación fresca de pentanos/hexanos.	CALOR
FA-604 A/B	Secadores de gas hidrógeno de compensación.	GAS/CALOR
FA-606	Tanque de agotamiento de azufre.	GAS/CALOR
FA-607 A/B	Secadores de la alimentación líquida.	GAS/CALOR
FA-608	Tanque de balance para la alimentación al reactor.	GAS/CALOR
FA-609	Tanque de inyección de cloruros	CALOR
FA-610	Tanque receptor de la torre estabilizadora.	GAS/CALOR
FA-621	Tanque separador de desfogue de baja.	GAS/CALOR
FA-625	Tanque separador de desfogue de alta.	GAS/CALOR
FA-1001	Tanque acumulador de reflujo de la torre desisohexanizadora.	GAS/CALOR
GA-600 A/B	Bombas de envío de pentanos/hexanos.	FUEGO
GA-601 A/B	Bombas de carga.	FUEGO
GA-602 A/B	Bombas de transferencia de cloruros.	FUEGO
GA-603 A/B	Bombas de inyección de cloruros.	FUEGO
GA-604 A/B	Bombas de reflujo a la torre estabilizadora.	FUEGO
GA-605 A/B	Bombas para la recirculación de sosa cáustica.	FUEGO
GA-606	Bomba para transferencia de sosa gastada.	FUEGO
GA-607 A	Bomba del tanque separador de desfogues de alta.	FUEGO
GA-607 B	Bomba del tanque separador de desfogues de baja.	FUEGO
GA-608 A/B	Bombas de condensados.	FUEGO
GA-609 A/B	Bomba para la solución de sosa cáustica fresca al 10%.	FUEGO
GA-1001 A/B	Bomba de reflujo de torre desisohexanizadora.	FUEGO
GA-1002 A/B	Bomba de producto isomerizado.	FUEGO
GA-1003 A/B	Bomba de fondos de la torre desisohexanizadora.	FUEGO
GB-601 A/B	Compresores de gas hidrógeno de compensación.	GAS

Tabla A-1 Equipo de riesgo de la planta isomerizadora de pentanos y hexanos

A-1 CALCULO DE DETECTORES DE CALOR Y CONCENTRACION DE GAS

TAG	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	ÁREA COBERTA	NÚM DE DETECTORES		
				<table border="1"> <tr> <td>CALOR</td> <td>GAS</td> </tr> </table>	CALOR	GAS
CALOR	GAS					
FA-600	Tanque de alimentación de Fresca Pentanos/Hexanos.	Fluido: Pentanos/Hexanos Long. T-T: 5.360 m $\phi$ Int. 3.212 m Posición: Horizontal T operación: 43°C P operación: 7.0 Kg/cm <sup>2</sup> man	17.21 m <sup>2</sup>	2		
FA-604A/B	Secadores de Hidrógeno de compensación.	Fluido: Hidrógeno Long. T-T: 4.0 m $\phi$ Int. 0.7 m Posición: Vertical T operación: Normal 38 °C P operación: Regeneración 315C 35.9 Kg/cm <sup>2</sup> man Regeneración 17.4 Kg/cm <sup>2</sup> man. (Diseño)	2.80 m <sup>2</sup>	2 (1 por equipo)  2 (1 por equipo)		
FA-606	Tanque de agotamiento de azufre.	Fluido: Pentanos/Hexanos Long. T-T: 4.100 m $\phi$ Int. 1.919 m Posición: Vertical T operación: 121°C P operación: 8.4 Kg/cm <sup>2</sup> man	7.90 m <sup>2</sup>	1		
FA-607 A/B	Secadores de la alimentación líquida.	Fluido: Pentanos/Hexanos Long. T-T: 3.700 m $\phi$ Int. 1.619 m Posición: Vertical T operación: Normal 38 °C P operación: Regeneración 316 °C 6.8 Kg/cm <sup>2</sup> man	6.00 m <sup>2</sup>	2 (1 por equipo)  2 (1 por equipo)		
FA-608	Tanque de balance para la alimentación al reactor.	Fluido: Pentanos/Hexanos Long. T-T: 7.000m $\phi$ Int. 2.832 m Posición: Vertical T operación: Normal 38 °C P operación: 6.4 Kg/cm <sup>2</sup> man	19.82 m <sup>2</sup>	2		

FA-609	Tanque para la inyección de Cloruros.	<p>Fluido: Cloruros  Long. T-T: 3.600m <math>\phi</math> Int. 1.200 m  Posición: Horizontal  T operación: 45 °C  P operación: 1.8 Kg/cm<sup>2</sup> man.</p>	4.32 m <sup>2</sup>	1	1
FA-610	Tanque receptor de la Torre Estabilizadora.	<p>Fluido: Hidrocarburos ligeros  Long. T-T: 4.200m <math>\phi</math> Int. 1.400 m  Posición: Horizontal  T operación: 38 °C  P operación: 14.1 Kg/cm<sup>2</sup> man.</p>	5.9 m <sup>2</sup>	1	1
FA-621	Tanque separador de destilado baja.	<p>Fluido: Hidrocarburos  Long. T-T: 10.800m <math>\phi</math> Int. 2.743 m  Posición: Horizontal. Cap: 60 m<sup>3</sup>  T operación: 200C (Diseño) 86 °C  P operación: 3.5 Kg/cm<sup>2</sup> man (Diseño) 0.5 Kg/cm<sup>2</sup> man.</p>	29.62 m <sup>2</sup>	2	1
FA-625	Tanque separador de destilado de alta.	<p>Fluido: Hidrocarburo  Long. T-T: 6.300m <math>\phi</math> Int. 2.134 m  Posición: Horizontal Cap: 22.5 m<sup>3</sup>  T operación: 86 °C  P operación: 0.5 Kg/cm<sup>2</sup> man</p>	13.44 m <sup>2</sup>	1	1
FA-1001	Acumulador de refugio de la torre desisohexanizadora.	<p>Fluido: Isopentanos e Isohexanos  Long. T-T: 7.315m <math>\phi</math> Int. 2.438 m  Posición: Horizontal Cap: 34.15 m<sup>3</sup>  T operación: 72 °C  P operación: 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> man (máxima)  1.65 Kg/cm<sup>2</sup> man</p>	17.84 m <sup>2</sup>	2	1
DA-601	Torre Estabilizadora.	<p>Fluido: Isopentanos e Isohexanos  Long. T-T: 24.200m <math>\phi</math> Int. 2286/1372 m  T operación: Domo 91 °C  Fondo 165 °C  P operación: 16.8 Kg/cm<sup>2</sup> man (Diseño)</p>	55.31 m <sup>2</sup>		1
DA-602	Torre lavadora de gas ácido.	<p>Fluido: Gas caústico/hidrocarburos  Long. T-T: 11.600m <math>\phi</math> Int. 2.000/0.800 m  T operación: 35 °C  P operación: 9.2 Kg/cm<sup>2</sup> man (Diseño)</p>	23.20 m <sup>2</sup>		1

DA-1001	Torre Desisohexarizadora	Fluido: Isopentanos e Isohexanos Long. T-I: 27.965m φ Int: 2.896 m T operación: Domo 82 °C Fondo 107 °C P operación: Domo 2.0 Kg/cm <sup>2</sup> man Fondo 2.35 Kg/cm <sup>2</sup> man	80.98 m <sup>2</sup>	1
DC-601 A/B	Reactores de Isomerización.	Fluido: Pentanos/Hexanos/Hidrógeno Long. T-I: 12.100 m φ Int: 2.200 m T operación: 260 °C P operación: 34.8 Kg/cm <sup>2</sup> man	26.62 m <sup>2</sup>	2 (1 por equipo)
GB-601 A/B	Compresor de hidrógeno de gas de compensación	Fluido: Gas a comprimir: Hidrógeno 1a. Etapa P entrada: 10.4 Kg/cm <sup>2</sup> abs. P descarga: 21.1 Kg/cm <sup>2</sup> abs. Capacidad (m <sup>3</sup> /Hr): 2683 (1atm, 00C) 2a. etapa P entrada: 20.1 Kg/cm <sup>2</sup> abs. P descarga: 38.4 Kg/cm <sup>2</sup> abs. Capacidad (m <sup>3</sup> /Hr): 2683 (1atm, 00C)	12.17 m <sup>2</sup> por detector 24.37 m <sup>2</sup>	4 (2 por equipo)

Tabla A.2 Cálculo de detectores de calor y gas

Procedimiento:

Detector de Calor

En base a la información de los diferentes detectores de calor, se proponen emplear detectores térmicos compensados.

Para calcular el número de detectores el procedimiento es el siguiente.

1. Se calcula el área a cubrir por equipo.
2. Cada detector tiene un área de cobertura (se considera un área de 16 m<sup>2</sup>)
3. Se divide 1 entre 2 y se obtienen el número de detectores a utilizar.

Ejemplo

Tanque FA-600

FA-600	Tanque de alimentación de Fresca Pentanos/Hexanos.	Fluido: Pentanos/Hexanos Long. T-I: 5.360 m $\phi$ Int. 3.212 m Posición: Horizontal T operación: 43°C P operación: 7.0 Kg/cm <sup>2</sup> man	Area a Proteger 17.21 m <sup>2</sup> PASO 1	Cobertura del Detector 16 m <sup>2</sup> PASO 2	Número de Detectores 2 PASO 3
--------	--	--	---	---	-------------------------------------

Detector de Gas

Para la detección de concentración de gas, se proponen detectores tipo catalítico.

Los gases, que se monitorean tiene las siguientes propiedades:

Nombre común	Formula	Mol. Wt.	B. P. °C	Dens R el. Vap.	F. P. °C	Límites de explosividad					
						LEL %v/v	UEL %v/v	LEL mg/l	UEL mg/l	I.T. °C	
Hexano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	86.2	69	2.97	-21	1.2	7.4	42	265	233	
Hidrógeno	H <sub>2</sub>	2.0	-253	0.07	-	4.0	75.6	3.3	64	560	
Pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72.2	36	2.48	<-20	1.4	8.0	41	240	285	

Donde la alarma se define como el 50% de la concentración equivalente del valor LEL.

Donde los detectores se deben ajustar a las siguientes concentraciones:

Componente	LEL mg/l
Hexano	21
Hidrogeno	1.15
Pentano	20.5

A-2 CALCULO DE DETECTORES DE FLAMA

TAG	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	N.º DETECTORES DE FLAMA
GA-600 A/B	Bombas de envío de Pentanos y Hexanos.	Fluido: Pentanos/Hexanos Gasto Dis: 317.44 gpm P succión: 5.0 Kg/cm <sup>2</sup> man P descarga: 16 Kg/cm <sup>2</sup> man Pot Hidr: 28.95 WHHP Tipo: Centrífuga	1
GA-601 A/B	Bombas de carga.	Fluido: Hidrocarburos Gasto Dis: 361 gpm P succión: 6.1 Kg/cm <sup>2</sup> man P descarga: 42.4 Kg/cm <sup>2</sup> man Pot Hidr: 109 WHHP Tipo: Centrífuga	1
GA-602 A/B	Bombas de transferencia de Cloruros.	Fluido: Percloroetileno Gasto: 1,136 l/hrs (5 gpm) P succión: 0.01 Kg/cm <sup>2</sup> man P descarga: 2.25 Kg/cm <sup>2</sup> man Tipo: Desplazamiento positivo	1
GA-603 A/B	Bombas de inyección de Cloruros.	Fluido: Percloroetileno Gasto: 16 l/hrs (0.070 gpm) P succión: 4.3 Kg/cm <sup>2</sup> man P descarga: 34.4 Kg/cm <sup>2</sup> man Tipo: Desplazamiento positivo	1
GA-604 A/B	Bombas de reflujó a la torre estabilizadora.	Fluido: Hidrocarburos Gasto Dis: 200 gpm P succión: 14.2 Kg/cm <sup>2</sup> man P descarga: 18.3 Kg/cm <sup>2</sup> man Pot Hidr: 6.8 HP (5.1 Kw) Tipo: Centrífuga	1

GA-605 A/B	Bombas para recirculación de sosa cáustica.	<p>Fluido: Sosa Cáustica al 10%</p> <p>Gasto Dis: 44 gpm</p> <p>P succión: 7.4 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>P descarga: 9.5 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>Pot Hidr: 0.76 HP</p> <p>Tipo: Centrífuga</p>	1
GA-606	Bomba para transferencia de sosa gastada.	<p>Fluido: Sosa gastada</p> <p>Gasto Dis: 55.0 gpm</p> <p>P succión: 0.14 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>P descarga: 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>Pot Hidr: 1.1 HP</p> <p>Tipo: Centrífuga</p>	1
GA-607 A	Bomba del tanque separador del destogre de alta.	<p>Fluido: Hidrocarburos</p> <p>Gasto Dis: 220 gpm</p> <p>P succión: 0.5 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>P descarga: 8.4 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>Pot Hidr: 14.4 HP</p> <p>Tipo: Centrífuga</p>	1
GA-607B	Bomba del tanque separador de destogre de baja.	<p>Fluido: Hidrocarburo</p> <p>Gasto Dis: 220</p> <p>P succión: 0.5 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>P descarga: 8.4 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>Pot Hidr: 14.4 HP</p> <p>Tipo: Centrífuga</p>	1
GA-608 A/B	Bombas de condensados.	<p>Fluido: Condensado</p> <p>Gasto Dis: 175 gpm</p> <p>P succión: 0.737 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>P descarga: 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> man</p> <p>Pot Hidr: 2.6 HP</p> <p>Tipo: Centrífuga</p>	1

GA-609 A/B	Bomba para la solución de sosa cáustica fresca al 10%	Fluido: Gasto Dis: P succión: P descarga: Pot Hídr: 4.0 HP Tipo:	Sosa fresca al 10% 44.0 gpm 0 Kg/cm <sup>2</sup> man 11.2 Kg/cm <sup>2</sup> man Centrífuga	1
GA-1001 A/B	Bomba de reflujó de torre desisohexanizadora.	Fluido: Gasto Dis: P succión: P descarga: Pot Hídr: 24.5 HP Tipo:	Hidrocarburos 815.8 gpm 1.88 Kg/cm <sup>2</sup> man 5.5 Kg/cm <sup>2</sup> man Centrífuga	1
GA-1002 A/B	Bomba de producto isomerizado	Fluido: Gasto Dis: P succión: P descarga: Pot Hídr: 15.2 HP Tipo:	Hidrocarburo 272 gpm 1.88 Kg/cm <sup>2</sup> man 8.65 Kg/cm <sup>2</sup> man Centrífuga	1
GA-1003 A/B	Bomba de fondos de la torre desisohexanizadora.	Fluido: Gasto Dis: P succión: P descarga: Pot Hídr: 9.26 HP Tipo:	Hidrocarburo 80.6 gpm 2.65 Kg/cm <sup>2</sup> man 16.5 Kg/cm <sup>2</sup> man Centrífuga	1

**Tabla A-3** Cálculo de detectores de flama

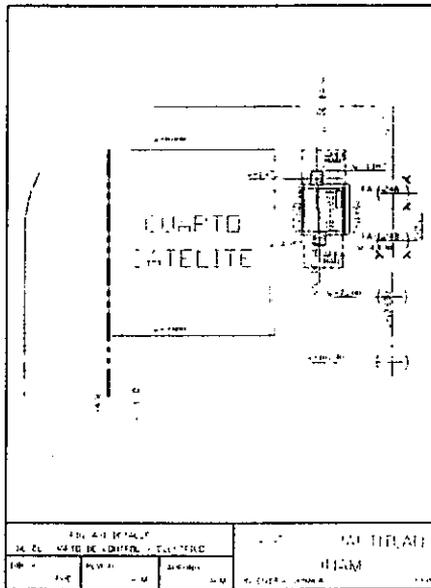
Para los detectores de fuego (flama), se define utilizar detector tipo UV/IR, con un solo detector por equipo es suficiente para su monitoreo.

### A-3 CALCULO DE DETECTORES DE HUMO

Para la detección de humo, se definen detectores tipo ionización, por recomendación en experiencia.

Procedimiento:

1. Se calcula el área a cubrir del cuarto de control
2. Cada detector tiene un área de cobertura (se considera  $40 \text{ m}^2$  mínimo por detector)
3. Se divide 1 entre 2 y se obtienen el número de detectores a utilizar.



De acuerdo a lo anterior se tiene un área de  $72 \text{ m}^2$  de cuarto de control.

Con lo cual se requieren 2 detectores de humo. Pero el cuarto de control por considerarse de suma importancia y tener una mayor seguridad de emplearán otros dos detectores de humo como sistema redundante.

# **ANEXO B**

## DEFINICIONES

### Agente Extintor

Producto que por sus características, se utiliza para la extinción de incendios (agua, espuma, CO<sub>2</sub>, polvos químicos, etc.)

### Alarma

Señal óptica o acústica que llama la atención para indicar la aparición de situaciones de emergencia

### Aprobado

Aceptado por una autoridad que tenga jurisdicción

### Área de riesgo.

Es aquella donde se presenta cualquiera de estas situaciones:

- ⊠ Existen de modo continuo o periódico, concentraciones de gases o vapores inflamables.
- ⊠ Se procesan o manejan gases o líquidos volátiles inflamables, o exista la presencia de combustibles gaseosos, líquidos o sólidos que ofrezcan posibilidad de incendio o explosión.
- ⊠ Es aquella donde se manejan productos tóxicos o corrosivos.
- ⊠ Instalación y/o equipo que opere a altas presiones o temperaturas.

### Aspersor

Boquilla rociadora integrada a la red de agua contra incendio. El rocío producido por estas boquillas tiene una mayor superficie de contacto por unidad de volumen que si se aplicara chorro directo; siendo así más eficiente el enfriamiento. El sistema de aspersión es empleado en instalaciones que son consideradas de alto riesgo.

### Autoridad que tenga jurisdicción

Es una organización departamental responsable para la aprobación de equipo en una instalación o procedimiento.

### "Boil Over "

Fenómeno que se presenta en el incendio de algunos productos (crudos e hidrocarburos pesados) en tanques con el techo abierto, cuando después de un largo periodo de incendio normal se presenta un incremento repentino en la intensidad de fuego, asociada con la explosión de aceite incendiado.

El "boil over" ocurre cuando los residuos de la superficie encendida se vuelven más densos que el aceite no incendiado y descienden debajo de la superficie para formar un lecho caliente, el cual avanza hacia abajo mucho más rápidamente que el líquido que regresa a la superficie. Cuando este lecho caliente, llamado "onda caliente" alcanza agua o emulsión aceite-agua en el fondo del tanque, ésta primero se sobrecalienta y después ebulle casi explosivamente, fluyendo hacia arriba hasta rebosar el tanque.

### Calor

Es energía en tránsito (en movimiento) de un cuerpo o un sistema a otro debido a una diferencia de temperatura entre los cuerpos o sistemas.

### Cisterna

Recipiente estructural de concreto construido sobre o bajo nivel de piso de piso terminado. Su función principal es almacenar agua que va a emplearse en el sistema contra incendio

### Combinación del detector

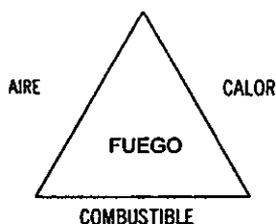
Un dispositivo que responde a una o más fenómenos del fuego, o emplea más de un principio para detectar uno de esos fenómenos.

### Combustible

Es toda sustancia sólida, líquida o gaseosa, capaz de desprender vapores que al combinarse con el oxígeno del aire y alcanzar una determinada temperatura denominada de ignición da lugar a una reacción química que se conoce con el nombre de fuego.

### Combustión

La combustión es básicamente una reacción química simple en la cual se combina continuamente combustible (AGENTE REDUCTOR) y oxígeno en forma libre o combinada (AGENTE OXIDANTE) resultando un proceso de liberación de energía. En general los productos de la combustión pueden dividirse en cuatro categorías principalmente: gases, flamas, calor y humo. El proceso de combustión se representa claramente como el triángulo de fuego.



### Espuma

Dispersión de un gas en un líquido, formando burbujas gaseosas separadas entre sí por películas líquidas. Su eficacia como agente extintor radica en inmovilizar un gran volumen de gas y en adherirse a las partículas sólidas.

### Flama

Luminosidad y producto destructivo de la combustión que acompaña al fuego en una atmosférica rica en oxígeno.

### Fotodiodo Geiger-Muller

Dispositivo compuesto por un cilindro hueco que actúa como electrodo negativo y un alambre delgado que actúa como electrodo positivo, donde el cilindro se llena con un gas de baja presión (0.1 atm.). Este dispositivo se emplea para la detección de partículas ionizadas, en el cual todo fenómeno ionizante da origen a un impulso de salida cuya amplitud es independiente del número del número de iones inicialmente producidos por ese fenómeno.

### Fuego

Oxidación de los productos combustibles con desprendimiento de luz y calor, que es producto de combustión.

### Fuente primaria de abastecimiento

Fuente de abastecimiento que es exclusiva para el sistema de agua contra incendio.

### Fuente secundaria de abastecimiento

Fuente de abastecimiento que no es exclusiva para el agua de contra incendio, sino su utilización es otra. Ejemplo agua de servicios, agua tratada, agua de enfriamiento, etc.

### Gases combustibles

Son gases inflamables que se emplean para ser quemados, combinados en el aire, normalmente se emplean en procesos industriales, sistemas de calentamiento, etc. , los más comúnmente usados son el gas natural y los gases licuados de petróleo.

### Gas Licuado de Petróleo (G.L.P.)

En estas especificaciones se considera como gas licuado de petróleo, aquel cuya composición esta formada predominantemente por cualquiera de los siguientes hidrocarburos o mezcla de ellos: propano, propileno, butano (butano normal o isobutano) butilenos y en menor cantidad hidrocarburos más pesados.

### Gases Inflamables

Cualquier gas que pueda arder en concentraciones normales de oxígeno en el aire.

### Hidrante

Dispositivo para salida de agua, integrado a la red de agua de servicio contra incendio, con una o más tomas para conectar mangueras

### Ignición

Estado de los cuerpos cuando arden o enrojecen por el calor

### Instalación de Alto Riesgo

Es aquel centro de trabajo en el que se manejan materias primas, productos y/o subproductos que puedan acelerar su punto de ignición en presencia de oxígeno.

### Líquidos Combustibles

Son aquellos que tienen su punto de inflamación por arriba de 37.8 °C.

### Líquido Inflamable

Cualquier líquido cuyo punto de inflamación sea menor a 37.8° C y tenga una presión de vapor que no exceda de 2.8 Kg / cm<sup>2</sup> (abs).

### Mezclas explosivas

Son gases o vapores inflamables que mezclados con el oxígeno del aire en proporciones adecuadas, arden o hacen explosión en presencia de una fuente de ignición.

### Monitor

Se da el nombre de monitor o torrecilla a un dispositivo con boquilla, de preferencia regulable, para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de neblina; con mecanismos que permiten girar la posición de la boquilla 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal y a la vez mantenerla estable en la dirección deseada.

### Peligro

Cualquier evento con el potencial de producir un accidente.

### Presión de Vapor

Presión ejercida por un líquido contenido en un recipiente cerrado al evaporarse parte del líquido y establecerse el equilibrio de las fases líquido-vapor.

### Punto de Combustión

Es la temperatura más baja a la cual, bajo condiciones específicas definidas, un producto del petróleo se vaporiza rápidamente en cantidad suficiente para formar sobre su superficie una mezcla aire-vapor, la cual arde continuamente, durante cuando menos 5 segundos, cuando se prende una pequeña flama.

### Punto de Ebullición

Temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido iguala la presión atmosférica.

### Punto de Inflamación

Es la más baja temperatura a la cual, bajo condiciones específicas definidas, un producto del petróleo se vaporiza rápidamente en cantidad suficiente para formar sobre su superficie una mezcla aire-vapor, la cual, produce un "flasheo" o explosión suave cuando se incendia por una pequeña flama.

### Punto de inflamación

Es la temperatura a la cual un líquido inflamable/combustible emite vapores en cantidad suficiente para formar mezclas inflamables con el aire cerca de la superficie del líquido (o la temperatura más baja a la cual la presión de vapor del líquido puede producir una mezcla inflamable) Esta temperatura es siempre menor que su punto de ebullición.

### Red de distribución de agua o red de tuberías

Conjunto de líneas de tuberías formando anillos o circuitos que sirven exclusivamente para conducir el agua contra incendio a los puntos necesarios, en los cuales se conectan los hidrantes, monitores o torrecillas u otros dispositivos.

### Riesgo

Es la probabilidad de que un peligro se convierta en accidente.

### Tanque elevado

Recipiente construido sobre una estructura de apoyo, de concreto o acero, colocado a una altura determinado sobre el nivel de piso terminado, y su función principal es almacenar agua que va a utilizarse en el sistema contra incendio.

### Temperatura de autoignición

Es la temperatura en la cual una mezcla de vapores combustibles y aire arden sin la necesidad de una fuente de ignición.

### Temperatura de ignición

Es la temperatura a la que empieza a desprender vapores un combustible.

### Vapores inflamables

Son aquellos que provienen de la evaporación de líquidos inflamables o combustibles, cuando están expuestos al aire o bajo la influencia de calor.

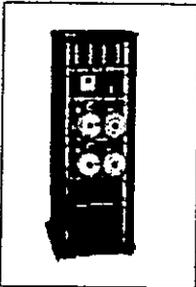
# **ANEXO C**

# CATALOGO DE DETECTORES

## zellweger analytics

### System 16

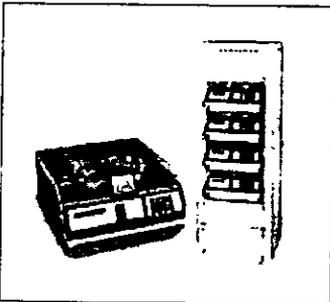
#### Multipoint Toxic Gas Monitor



- Complete diagnostics
- Expandable multipoint coverage
- Sensitive & reliable
- Available for many toxics
- No dynamical calibrations required

### CM4

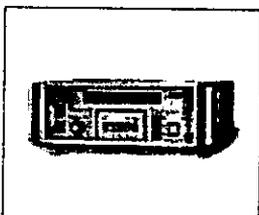
#### Continuous Multipoint Toxic Gas Monitor



- Continuous monitoring on 4 points
- Flexible installation options
- Low maintenance
- Calibration free
- Available for many toxics

## Series 7100

### Toxic Gas Analyzer



- Unmatched accuracy
- User-programmable
- Flexible documentation process
- Fits 19" enclosures
- Choose from dozens of calibrations

## SPM

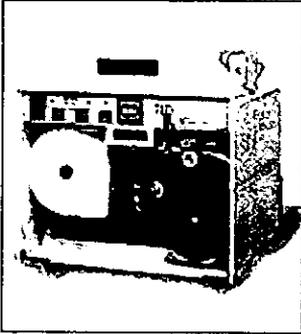
### All Weather Toxic Gas Monito



- Highly specific
- Rugged enclosures
- Over 35 gas calibrations
- Provides physical evidence
- Portable or fixed versions
- Many available options

TLD

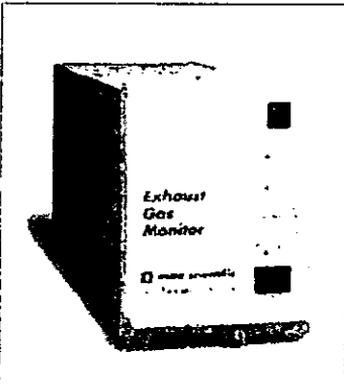
Portable/Fixed Toxic Gas Monitor



- Physical evidence
- ChemKey® flexibility
- PPB sensitivity
- ERT indispensability
- Monitors dozens of gases

EGM

Exhaust (toxic) Gas Monitor



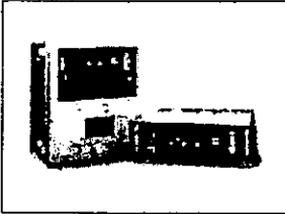
- Stack, scrubber, & tool monitoring
- Stores up to 4 calibrations
- Economical 4-20 mA output
- Available for many gases

## U.V. Type Detection

Measures ozone with absolute determination using ultraviolet absorption

### IN 2000

#### U.V. Ozone Monitoring



- Ambient ozone detection
- Single or Multipoint
- UV technology
- Field-programmable alarm levels ppb sensitivity

## Electrochemical, Catalytic & Infrared Type Detectors, Transmitters, Systems

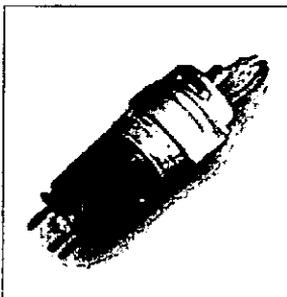
Using the latest detection technology, systems are designed using a combination of the following sensors, transmitters and control systems. Common industrial gases and vapors found in many industries can be monitored.

### Sensors/Detectors

Typically output to DCS, PLC or our transmitters or controllers

#### Searchpoint Optima

##### Advanced Infrared Point Gas Detector



- Lightweight and robust
- Fail safe, field proven
- Full diagnostics
- Fast response
- Low maintenance 5 year guarantee
- Monitors for CO<sub>2</sub>, hydrocarbons & solvents 4-20 mA and
- RS-485 output

## Searchline 500

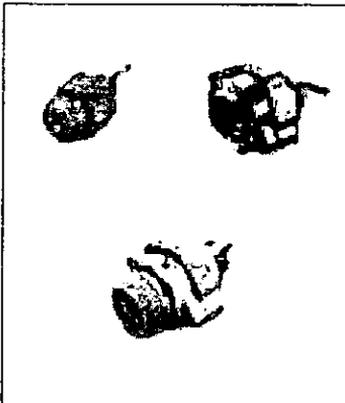
### Infrared Open Path Hydrocarbon Monitor



- Perimeter monitoring
- Immune to poisoning
- Calibration free
- Low operating cost  
4-20 mA output
- Longest ranged device
- High environmental resilience

## Models 600, 704, 705, 780, 811, 910, 911, 980

### Combustible/Toxic Gas Sensor



- Fast response
- High resistance to catalytic poisoning
- Low cost, high performance design
- Low power consumption
- Accurate, trouble-free gas detection
- Corrosion resistant aluminum construction
- 5 year warranty
- For detection of H<sub>2</sub>S, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, combustibles.

## Control Systems

Accepts sensor or transmitter inputs and provides gas concentration display, calibration, relay outputs and 4-20 mA outputs.

### System 57

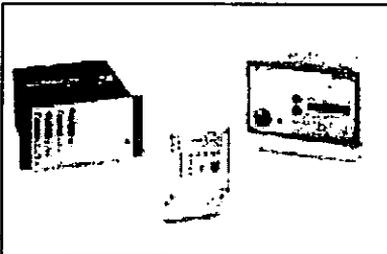
#### Modular Gas Detector Control System

- Accepts bridge and 4-20 mA transmitter inputs
- Provides relay and analog outputs
- Highly flexible
- Programmable alarms
- Simplified controls
- Rack or cabinet mount



## Bias

### Gas Detection Alarm Systems



- Single or multichannel controller up to 4 points
- For both combustible and toxic gas sensors
- Alarm relays for two levels of gas hazards
- Clear display of gas concentrations measured at the sensor
- Internal standby battery option in multi-channel version

## Monitores de gas Combustible y Toxico

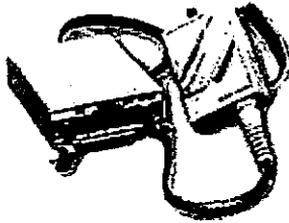
Monitors for toxic gas, oxygen deficiency & combustible gas detection. Industry applications include; chemical/petrochemical, oil & gas, semiconductor, wastewater, pulp & paper, urethane foam, plating & others. Gas detection methods used are: electrochemical, catalytic, Chemcassette® (dry, colorimetric paper tape) & paramagnetic. Accessories & options available.

---

### Isologger®

Personal Toxic Gas  
Monitor

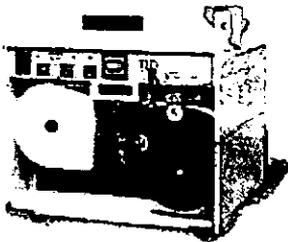
Compact,  
lightweight  
Easy reporting  
PPB levels  
Exposure data  
storage  
Available for  
several  
gases/vapors



---

### ChemKey® TLD

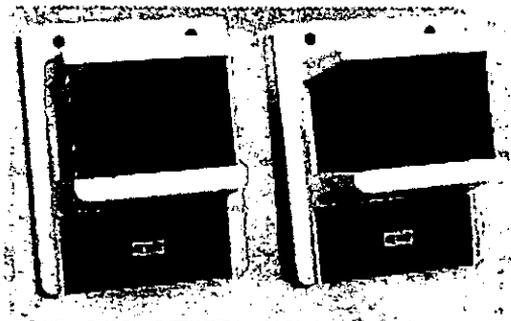
Toxic, Portable or Fixed  
Gas Monitor



Provides physical  
evidence  
PPB Sensitivity  
ERT  
indispensibility  
Available for  
dozens of gases  
No dynamic  
calibration required

## Productos para detección de fuego

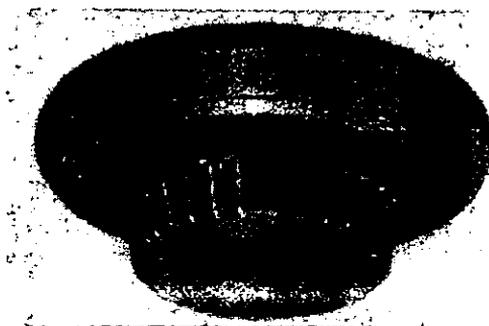
### Modelos DS240 & DS241



Los modelos DS240 & DS241 son detectores de humo de largo alcance y haz proyectado que consisten de un transmisor y un receptor independientes. La orientación interna ofrece flexibilidad en el cubrimiento sin la necesidad de sujetadores. La sincronización automática de la señal y el ajuste del alcance reducen los costos de instalación. La posibilidad de seleccionar el grado de sensibilidad y el tiempo de respuesta de la alarma ofrecen flexibilidad para la instalación.

### Los detectores fotoeléctricos de humo

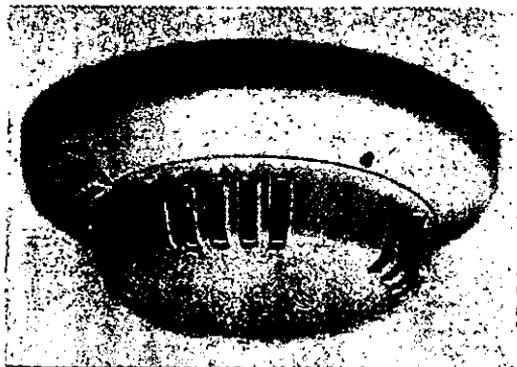
#### Serie DS250



De la serie DS250 incorporan un detector independiente y un diseño de bajo perfil que permite su uso con bases de 2 y de 4 cables. El diseño patentado de cámara ofrece inmunidad superior a falsas alarmas provocadas por polvo. La función de auto-

**diagnóstico Chamber Check TM permite que la sensibilidad pueda verificarse con simplemente mirar el LED del detector.**

**Serie DS280**



**Los detectores fotoeléctricos de humo de la serie DS280 son modelos de bajo perfil con un diseño patentado de cámara que ofrece inmunidad superior a falsas alarmas causadas por polvo. La función de auto-diagnóstico Chamber Check TM permite que la sensibilidad sea verificada con simplemente mirar el LED del detector.**



# DIRECCIONES DE INTERNET DE DISTRIBUIDORES

Sitios de distribuidores de detectores en el servicio de Internet

<http://www.indsci.com/gas.html>

<http://www.ceainstr.com/monitors.htm>

<http://www.biosystems.com/detector/contents.htm>

<http://www.pyromation.com/product.html>

<http://www.protectowire.com/typsys.html>

# **BIBLIOGRAFÍA**

Bibliografía	
--------------	--

Existen muchos grupos que publican normas para la aplicación, instalación y mantenimiento adecuados de detectores automáticos, Los principales grupos y normas aplicables que se deben revisar antes de especificar o instalar detectores automáticos son:

- 1 NFPA 70-1990 Código Eléctrico Nacional
- 2 NFPA 72A-1990 Instalación, Mantenimiento y Uso de Sistema de Protección Local
- 3 NFPA 72D-1990 Instalación, Mantenimiento y Uso de Sistema Patentados de Señales de Protección
- 4 NFPA 72E-1990 Detectores Automáticos de Incendios
- 5 NFPA 72E-1990 Cubre los requerimientos mínimos de rendimiento, ubicación montaje, prueba y mantenimiento de detectores automáticos de incendios
- 6 NFPA 72H-1990 Guía para Procedimientos de Prueba Destinados a Sistemas de Señales de Protección
- 7 NFPA 74-1989 Equipo Doméstico para Alarma de Incendios
- 8 NFPA 74-1989 Contiene información sobre la selección, instalación, operación y mantenimiento para el uso de detectores de humo
- 9 NFPA 90A-1989 Norma para la Instalación de Sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación.
- 10 A Simple Guide to Industrial Gas Detection; a technical publication of z zellweger EM Division

- 11 Protect Your Plant with Fire and Detectors, Adrian Lloyd; Chemical Engineering Progress ; october 1996; pag. 74-78.
- 12 Sistemas para Agua de Servicio Contra Incendio Petróleos Mexicanos, Norma No. 2.431.01, Tercera Edición 1986.
- 13 Especificación para las protecciones contra incendio en tanques de almacenamiento de la subdirección de transformación industrial; Petróleos Mexicanos; GPEI-SI-3600
- 14 Curso de Ingeniería de Proyecto en Instrumentación y Control; impreso en el Instituto Mexicano del Petróleo; Subdirección de Desarrollo Profesional; División Editorial
- 15 Lineamientos Generales de Diseño de Sistemas Contra Incendio para Plantas de Proceso; Juan Manuel Godínez Álvarez; Cuautitlan Izcalli, Edo. de México 1987.
- 16 Tesis Metodología para la Elaboración de Estudios de Análisis de Riesgo en Instalaciones de Almacenamiento y Distribución de Productos Destilados; Humberto González Maldonado; Cuautitlan Izcalli, Edo. de México 1996.
- 17 Industrial Risk Insurers (IRI) I.M. 2.5.2. June 3, 1991
- 18 ECISIO, S.A. DE C.V. Equipo Contra Incendio y Seguridad Industrial Olmeca, S.A. de C.V., Catálogo Sistema de Detección de Humo