



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

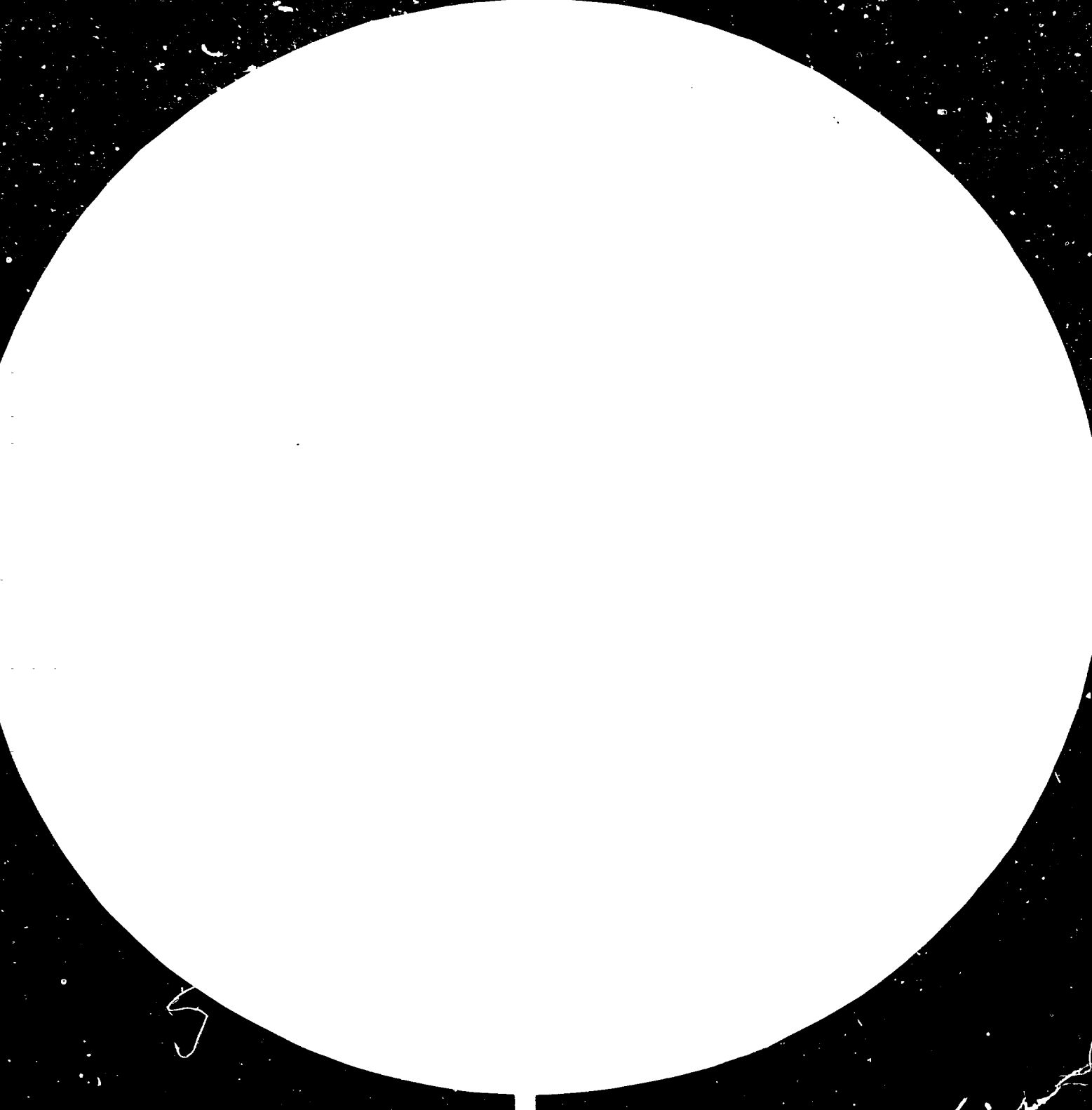
FAIR USE POLICY

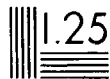
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





2.8

2.5

3.2

2.2

4.0

2.0

5.0

1.8

Resolution Test Chart
1.0 1.1 1.25 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.5 2.8 3.2 4.0 5.0

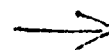
10440



PETROQUIMICA BAHIA BLANCA S. A. I. C.

70669

fitze



1981

SEDE CENTRAL: Cangallo 1858 7° - 1037 Buenos Aires - Tel. 40-0846/0865 - 45-9884 - Rep. Argentina - Telex 2-1450

PLANTA: Direc. Postal Cas. Correo 565 - 8000 Bahía Blanca - Tel. 70841/2/3 - Pcia. Buenos Aires - Rep. Argentina - Telex 81-880

PROYECTO CNUDI/ARG/75/021

Petroquímica Bahía Blanca, Argentina.

INFORME SOBRE VIAJE DE ESTUDIOS: ALEMANIA, NORUEGA,
ESPAÑA Y BRASIL

19 OCTUBRE AL 3 DICIEMBRE 1980

Enclosed please find copies of the final report submitted by the following fellows, on the study tour they carried out in Germany, Norway, Spain and Brazil, from 19 October to 3 December 1980 and which was included under the above mentioned Project:

- Castro, José N.	Noruega.
- Sagues, Sebastián	Alemania, Noruega.
- Sánchez, Osvaldo	Alemania, Noruega.
- Borioli, Osvaldo	Noruega.
- Francesconi, José	Alemania, Noruega.
- Santiago, Juan	Alemania, Noruega.
- Lacalle Montero, Alejandro	Alemania, Noruega.
- Rodríguez, Carlos	España, Alemania, Noruega.
- Cardozo, Reynaldo	España, Brasil.
- Haberstroh, Carlos	España, Brasil.
- Bravo, Alberto	España, Brasil.
- Rimoli, Juan	España, Brasil.
- Zamponi, Adalberto	España, Brasil.
- Bilbao, Juan Carlos	España, Brasil.
- Moretti, Norberto	Alemania, Noruega.
- Spósito, Néstor	España.
- Duranti, Alberto	España, Brasil.
- Sánchez Belmonte, Armando	España, Brasil.
- Paulik, Eugenio	España, Brasil.

1- ANTECEDENTES

El éxito de toda planta nueva depende en gran medida de la gente que tiene que operarla, especialmente en la etapa de comisionado y puesta en marcha.

Evidentemente, una empresa ya establecida puede confiar en la experiencia acumulada de parte del personal, sin embargo este no es el caso de Petroquímica / Bahía Blanca S.A.I.C., pues :

a- Esta es la primer Planta de etileno de estas características en el país.

b- Esta es la primer Planta de Petroquímica Bahía Blanca S.A.I.C.

c- La zona de radicación no posee personal con experiencia en este tipo de proceso, en la cantidad y calidad necesarias.

En consecuencia PBB ha considerado que los equipos noveles de puesta en marcha/ necesitan ver, aprender, trabajar en conjunto , realizando de ser posible prácticas en plantas en operación.

Por esta razón se incluyó en el Contrato de Ampliación de Planta con el proveedor técnico, una cláusula por la que éste último se comprometió a realizar las/ necesarias gestiones para llevar a cabo esta práctica y la coordinación, mediante un representante del entrenamiento .

En otro orden se realizaron las gestiones necesarias ante el P.I.D.C.O.P. para/ cumplimentar este entrenamiento por medio del programa de becas.

Las condiciones en que se llevó a cabo la gestión distaban de ser las óptimas , si se considera que el presupuesto total para el año 1980 no era suficiente pa-

7//4...

ra este esfuerzo de carácter extraordinario . Sin embargo la excelente disponibilidad del organismo rector del programa y el amplio consenso de la necesidad/ de llevar a cabo el entrenamiento, obviaron dificultades.

Las misiones fueron 3, 2 de ellas con destino a la Planta de Empetrol, Tarragona, Barcelona, España, y la restante en las oficinas de LINDE A.G. Munich, y en la Planta de VEBA OEL en Düsseldorf.

En ambos casos actuó como Coordinador el Ingeniero Carlos Rubén Rodríguez, Superintendente de Operaciones de Petroquímica Bahía Blanca S.A.I.C.

2- DESARROLLO DE LA BECA

El entrenamiento para el grupo compuesto por profesionales y técnicos de las áreas de Operaciones, Técnica e Ingeniería, se inició con una inducción a cargo de los especialistas de la empresa proveedora de tecnología para nuestra planta, en la primera semana de la misión en Munich; luego se completó con una práctica de 3 semanas de duración en las instalaciones de VEBA OEL en Düsseldorf.

A pedido de VEBA OEL se sometió un diagrama de flujo de proceso y una descripción de la Planta de PBB en Bahía Blanca.

Se especificó además que el proveedor de tecnología (LINDE) nombraría una persona como responsable del grupo ante la Empresa que fue, el Sr. Dieter Hoffmann, quien será el futuro Encargado de la Puesta en Marcha de P.B.B. por parte de LINDE A.G.

///5...

Se permitió a los becados utilizar la información técnica considerada necesaria para comprender la información, siguiendo las instrucciones del personal de la Empresa.

El grupo que recibió training en las plantas de Empetrol, Tarragona (España)/ estuvo constituido por personal del Departamento de Operaciones, de Ingeniería/ de Proceso y de Mantenimiento.

El primer grupo de 5 personas permanecieron del 27-10-80 al 25-11-80, y desarrollaron su tarea específicamente en la Planta de Etileno II, cubriendo el siguiente programa :

1- OPERACION DE LOS HORNOS DE CRAQUEO

- * Puesta en Marcha.
- * Variables a controlar.
- * Personal involucrado.
- * Limpieza de tubos y TLX.

2- COMPRESOR DE GAS CRAQUEADO, ETILENO y PROPILENO

- * Puesta en Marcha.
- * Control de vibraciones.
- * Sistema de Condensado y Vacío.
- * Sistema de Lubricación.
- * Emergencias.

///6...

3- BOMBAS CRIOGENICAS

- * Procedimiento de arranque.
- * Uso del metanol para evitar congelamiento.
- * Mantenimiento.

4- ALMACENAJE Y MOVIMIENTO DE ETILENO

- * Bombeo a muelle.
- * Despacho de Camiones.
- * Preparación de cañerías previo ingreso con etileno.
- * Facilidades de carga y descarga de etileno.
- * Control de incidentes en estas operaciones.

5- HIDROGENACION Y SECADO

- * Control de la temperatura en los reactores de Hidrogenación.
- * Carga de Catalizador - Su manejo.
- * Carga del Tamiz Molecular.
- * Regeneración del Tamiz Molecular.

6- SECTOR FRACCIONAMIENTO

- * Torre Demetanizadora - Formación de Polímeros.
- * Torre Deetanizadora - Limpieza de reboilers.
- * Separación de Etileno.

///6...

3- BOMBAS CRIOGENICAS

- * Procedimiento de arranque.
- * Uso del metanol para evitar congelamiento.
- * Mantenimiento.

4- ALMACENAJE Y MOVIMIENTO DE ETILENO

- * Bombeo a muelle.
- * Despacho de Camiones.
- * Preparación de cañerías previo ingreso con etileno.
- * Facilidades de carga y descarga de etileno.
- * Control de incidentes en estas operaciones.

5- HIDROGENACION Y SECADO

- * Control de la temperatura en los reactores de Hidrogenación.
- * Carga de Catalizador - Su manejo.
- * Carga del Tamiz Molecular.
- * Regeneración del Tamiz Molecular.

6- SECTOR FRACCIONAMIENTO

- * Torre Demetanzadora - Formación de Polímeros.
- * Torre Deetanizadora - Limpieza de reboilers.
- * Separación de Etileno.

///7...

- * Aspectos de Seguridad.

7- SEGURIDAD DE PLANTA

- * Procedimientos de Emergencia.
- * Lucha contra fuego.
- * Elementos de lucha contra el fuego.
- * Personal involucrado.

8- PREPARATIVOS DE PUESTA EN MARCHA

- * Limpieza de equipos y cañerías.
- * Secado Sección Criogénica.
- * Pruebas de Hermeticidad de equipos.
- * Personal y tiempos involucrados.

9- PUESTA EN MARCHA

- * Organigrama de la Puesta en Marcha.
- * Distribución del Personal Supervisor y Operarios.
- * Tipos de Turnos.
- * Personal de Mantenimiento
- * Personal Asesor de Puesta en Marcha.
- * Equipos Críticos.

///8...

El segundo grupo de personas que trabajó durante el período que va del 17-11-80 al 17-12-80, cubrió aspectos diferentes , ya que estuvo formado por personal -/ del Departamento Técnico y de Mantenimiento .

En el aspecto técnico el programa fue el siguiente :

1- PROCESOS

- * Tratamiento
- * Tanque de Etileno.
- * Manipuleo de Etileno.
- * Compresores.
- * Generación de Vapor de Proceso.
- * Reactores de Hidrogenación.
- * Sistema de Refrigeración (Agua de Enfriamiento)
- * Tratamiento de Agua (Planta de Tratamiento)
- * Sector Fraccionamiento.

2- COMPUTACION

- * Data Logging.
- * Partes de Operación.
- * Registro de Datos.
- * Control.
- * Programas aplicados al proceso.

///9...

3- SEGURIDAD DE PLANTA

- * Organigrama del Sector Seguridad.
- * Equipos.
- * Lucha contra incendio.
- * Diseño - aspectos de seguridad.

Estos programas fueron ampliamente desarrollados con el personal de Operaciones de las Plantas de Etileno de Tarragona, obteniendo además bibliografía propia de las plantas, como ser Manuales de Compresores, Procedimientos de Trabajos, Planillas Operativas, Esquemas de Muestreo en Planta, Partes Diarios Operativos, etc- permitiendo de esta manera una comparación mas profunda con lo que nosotros hemos realizado.

El personal afectado a las tareas de Inspección y Mantenimiento de Planta desarrollaron el siguiente programa :

- 1- Hornos - Vida Util de los Tubos y Métodos de Soldadura.
- 2- Fichas de Inspecciones periódicas de equipos prioritarios.
- 3- Limpieza de TLX.
- 4- Válvulas de Seguridad , clasificación e inspecciones periódicas.
- 5- Enfriadores y Equipos de intercambio calórico.
- 6- Equipos Críticos - Ejemplo : Compresores.
- 7- Refrigerantes soldados.
- 8- Radiografiado (Técnicas)

///10...

- 9- Recepción de Materiales (Almacén)
- 10- Corrosión en Condensadores.
- 11- Problemas en Compresor de Gas Craqueado por arrastre de soda.
- 12- Política de Stocks - Elementos de Taller.
- 13- Organización Taller Mecánico.
- 14- Aislación - Tipo - Colocación.

3- BENEFICIOS DE LA BECA CUMPLIDA

Como síntesis del programa de actividades cumplido puede decirse que los beneficios derivados de la beca han sido múltiples. Para mayor claridad se adjuntan parte de los Informes, que se estiman representativos de la práctica realizada , y como ejemplos suficientes.

Es necesario realzar que si bien nuestro personal tiene conocimientos técnicos amplios sobre la producción de etileno, nunca ha operado una planta de este tipo; el poder haber asistido en la parada y puesta en marcha de la misma, ha permitido asegurar los conocimientos técnicos y esto tiene, para un grupo de puesta en marcha, un valor inestimable y que hará, sin lugar a dudas, que se permita trabajar con seguridad y eficiencia. Objetivos primordiales de un grupo operativo.

En el análisis final debemos mencionar que el suceso de una puesta en marcha, parada normal o actitud ante una emergencia , depende del entrenamiento, estabilidad -/

///11...

emocional y experiencia previa de los supervisores y operarios encargados de operar la planta. De allí nuestro objetivo de capacitación para el grupo de supervisores que tendrán la responsabilidad de realizarlo.

I N D I C E

I- EXPERIENCIAS RECOGIDAS DURANTE LA PARADA Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA

- 1- ANTECEDENTES
- 2- ORGANIZACION DE LA PARADA
- 3- SECUENCIA DE PARO DE LA TURBINA DE GAS CRAQUEADO
- 4- ESTADO DE LA PLANTA PARADA
- 5- TRABAJOS ADICIONALES DE REPARACION DURANTE LA PARADA
- 6- SITUACION DE LA TURBINA LUEGO DE LA INSPECCION
- 7- PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA
 - 7.1. PUESTA EN MARCHA DE HORNO DE CRAQUEO PARA PRODUCCION DE FUEL GAS
 - 7.2. PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR PARA FUEL GAS
 - 7.3. PUESTA EN MARCHA DEL RESTO DE HORNOS
 - 7.4. COMPRESOR DE PROPILENO - PUESTA EN MARCHA
 - 7.5. COMPRESOR DE ETILENO - PUESTA EN MARCHA
 - 7.6. PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR DE GAS CRAQUEADO

II ALGUNOS DETALLES OPERATIVOS OBSERVADOS Y RECOMENDACIONES

- 1- HORNOS
- 2- COMPRESORES DE REFRIGERACION
- 3- SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN INTERCAMBIADORES DE CALOR
- 4- METANOL
- 5- FILTROS DE INTERCAMBIADORES PLACA
- 6- SISTEMA DE SODA
- 7- BOMBAS FRIAS
- 8- DEETANIZADORA

///...

///2...

- 9- REHERVIDORES
- 10- HIDROGENACION
- 11- SEPARADORA DE ETILENO (DA 381)
- 12- SENSORES DE VIBRACION - COMPRESORES
- 13- CONTROL DE ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS
- 14- REFUERZOS DE MATERIALES

III- OBSERVACIONES DE LA PLANTA

1- HORNOS

- 1.1. ALIMENTACION ETANO
- 1.2. VAPOR DE PROCESO
- 1.3. HOGAR
- 1.4. BAFFLES
- 1.5. NIVELES VISUALES DE DOMO DE LOS TLX
- 1.6. CONTROL DE TUBOS DE LOS HORNOS DE CRAQUEO
- 1.7. INYECCION DE AZUFRE A LOS HORNOS
- 1.8. CONTENIDO DE ETILENO EN EL ETANO DE ALIMENTACION
- 1.9. ALGUNAS CONSIDERACIONES DE PUESTA EN MARCHA DE HORNOS
- 1.10. DECOQUIZADO - OBSERVACIONES
- 1.11. PROBLEMAS EXPERIMENTADOS EN HORNOS (MANTENIMIENTO)
 - 1.11.1. COLECTORES DE SALIDA DE GAS CRAQUEADO
 - 1.11.2. CODOS DE FONDO DE SERPENTINES
 - 1.11.3. BRIDAS DE SALIDA DE HORNOS
 - 1.11.4. TEMPERATURA DE LOS COILS
- 1.12. LINEA DE GAS CRAQUEADO

///...

///3...

2- BOMBAS DE SERVICIO CALIENTE

3- EMERGENCIAS

4- SECADO Y SOPLADO

5- COMPRESORES

5.1. SISTEMA DE ACEITE

5.2. INYECCION DE ACEITE DE LAVADO

5.3. BUFFER GAS

6- TORRE DE LAVADO CAUSTICO

6.1. CARBONES

7- TORRES DE DESTILACION

I- EXPERIENCIAS RECOGIDAS DURANTE LA PARADA Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA

DE VEBA OEL EN DUSSELDORFF - ALEMANIA

1- ANTECEDENTES

Durante nuestra estadía en la Planta de Etileno II de la Empresa VEBA OEL A.G./ en Gelserkirchen Buer de Alemania Federal, se tuvo la oportunidad de presenciar una parada de planta, provocada por problemas mecánicos de la turbina de Gas -/ Craqueado, y luego su puesta en marcha, después de que fue corregido el inconveniente. Las secuencias vividas en esta oportunidad se describen a continuación/ en forma somera .

La semana del 2 al 9 de noviembre , se presentaron problemas con el eje de la / turbina del compresor de gas craqueado en valores elevados de desplazamiento -/ (30 a 50 micrones de desplazamiento radial)

El 10-11-80 la vibración alcanzó a aproximadamente 70 μ , por lo que consideró que podría estar el acoplamiento pegado, por lo que decidieron llevar la máquina a condiciones de " surge " puesto que se dice que cuando se produce éste, el acoplamiento se despega y puede mejorar , evitando una parada de planta fuera / de programación, evidentemente la prueba no dio el resultado previsto, decidiéndose parar la planta y efectuar una inspección a los acoplamientos y al resto / de la máquina.

2- ORGANIZACION DE LA PARADA

///...

///2...

Al conocerse la criticidad del estado del turbocompresor , que determinó la decisión del paro de la planta para inspeccionar la turbina, se efectuó una reunión / con personal de los distintos departamentos, a los efectos de organizar la parada y realizar algunos trabajos mientras se llevaba a cabo la inspección y eventual / reparación de la turbina o compresor. La reunión tuvo lugar el 10-11-80 , cuando/ las vibraciones en la máquina indicaban aproximadamente 60 μ , donde fueron decidi- das las tareas mas importantes que se llevarían a cabo.

3- SECUENCIA DEL PARO DE LA TURBINA DE GAS CRAQUEADO

El procedimiento de paro de la turbina se organiza como si se tratara de una para- da normal de planta, y en cuanto a la turbina en sí, se procede reduciendo carga/ de gas craqueado hasta que se llega a la velocidad de giro mínimo, para conectar/ el motor auxiliar de giro . Se deja enfriar girando a bajas revoluciones con el / motor auxiliar, con el circuito en marcha, por aproximadamente 48 horas, y luego/ se para definitivamente para iniciar las tareas de inspección de internos.

4- ESTADO DE LA PLANTA PARADA

En el momento en que se logra parar la turbina de gas craqueado, todos los hornos quedan en línea con vapor de proceso, sin alimentación de hidrocarburos, excepto/ un horno que continúa craqueando nafta, para producir gas para ser quemado como-/ Fuel Gas, evitando de esta forma consumir gas natural o de refinería que se com-/ pra de otros productores . Normalmente este gas es utilizado solo en emergencias/ cuando no se tiene hornos disponibles para craquear nafta.

En algunas oportunidades han tenido que quemar propano o butano, para mantener -/ el sistema de Fuel Gas en operación. El horno que queda en marcha se mantiene con una relación pS/HC muy elevada, para evitar que el horno se encoque al ritmo nor- mal, y a su vez poder reducir la carga de nafta, craqueando solo la necesaria pa- ra producir el Fuel Gas que necesita el sistema . Este gas craqueado producido en

///3...

tra al sistema de enfriamiento de gas craqueado y con la válvula de entrada al compresor de gas craqueado cerrada, se desvía el flujo a la succión de un compresor de gas que luego lo deriva a la línea de Fuel Gas, mientras que el exceso de gas se quema desde la descarga del compresor a la antorcha. Este compresor es eléctrico y cuenta con un sistema de antisurging propio, que lo mantiene protegido ante cualquier problema de falta de gas.

En cuanto a las máquinas de los circuitos de refrigeración con propileno y etileno quedan en marcha junto con la separadora de Etileno, si la parada no dura más de 2 días. Este procedimiento se aplica para no perder etileno, puesto -/ que al parar los compresores, la separadora de etileno se pone fuera de especificación.

Las máquinas de etileno y propileno están guiadas por motores eléctricos de 11 y 16,5 MW , siendo estos los motores mas grandes de Europa, y esta es la razón por la cual prefieren mantenerlos en marcha y no provocar problemas en la red/ eléctrica común de Europa.

Las torres de destilación restantes se sacan de servicio, dejándose inventario en los recipientes y asegurar luego una rápida puesta en marcha, lo cual se verifica durante la puesta en marcha presenciada.

5- TRABAJOS ADICIONALES DE REPARACION DURANTE LA PARADA

Como ya fuera mencionado en el punto 2 , se procede a realizar los siguientes/ trabajos durante el tiempo que dura la parada , y que se detallan a continuación :

5.1. ANTORCHA : Reparación de recipientes y quemadores.

5.2. TLX : Abrir para limpieza de conos cuando se paran los hornos de craqueo.

///4...

- 5.3. SPLITTER C₃ / C₄ : Efectuar limpieza anual de fondo de torre y últimos platos del fondo (se efectúa anualmente) . Reemplazar válvula de bloqueo de uno de los rehervidores que se conectan con la torre (salida de gases del rehervidor)
- 5.4. HORNOS DE CRAQUEO: Inspección refractarios en hornos que queden fuera de operación y eventualmente reparar.
- 5.5. TURBINA DE GAS /: Normalmente si se localiza el inconveniente en la máquina, se trabaja durante las 24 horas sin parar, hasta terminar , pero ese horario está sujeto a la aprobación del Sindicato, el que solo permite trabajo normal sin sobretiempos.

6- SITUACION DE LA TURBINA LUEGO DE LA INSPECCION

Debido a que no se detecta la falla de la máquina, se decide parar el horno que/ había quedado craqueando para Fuel Gas, y además las máquinas de refrigeración / de Propileno y Etileno, quedando los sistemas mencionados con inventario para la Puesta en Marcha, tal como el resto de la planta.

Mientras tanto se prosigue con el trabajo de detección del inconveniente que origina el paro de la planta, pero como luego de una exhaustiva inspección se dice/ no haber encontrado daños importantes y tan solo algunas raspaduras en cojinetes y que la turbina no presenta mayores inconvenientes, se decide marchar la planta el día lunes 17-11-80, por lo que el día anterior a la mañana se comienza a calentar el horno, el BA 101/1 para producir fuel gas, secuencias que se describen en los puntos subsiguientes.

7- PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA

7.1. PUESTA EN MARCHA DE HORNO DE CRAQUEO PARA PRODUCCION DE FUEL GAS

Se comienza a calentar el horno según secuencia de encendido de FELAS (Pro

///5...

veedor del horno) y cuando hay aproximadamente 200 °C en el arco radiante se comienza a inyectar vapor de proceso a los serpentines (40 % a los tubos del precalentador de nafta 1 ra. y al 60 % a la 2 da. convección).

Luego se continúa calentando hasta que se lo lleva a régimen , produciendo vapor de alta a la red, y con una temperatura de transferencia de 750 °C.

El vapor de proceso que en principio se enviaba a las chimeneas, se cambió hacia la torre de quenching, cuando la salida de transferencia está a aproximadamente a 250 °C (Este procedimiento difiere del nuestro en Bahía Blanca debido a que se craquea etano en lugar de nafta).

Con el horno a 750 °C , se comienza a inyectar nafta a los 4 serpentines / se abren mas quemadores y luego que se estabiliza, se incrementa la temperatura de transferencia a 810 °C . El gas craqueado que comienza a producirse se enfría en la torre de quenching y se envía a la antorcha cuando / los gases salen de la cabeza de la misma.

La secuencia entre comienzo de alimentación y estabilización de carga, lleva aproximadamente 7 a 10 minutos, mientras que la estabilización de temperatura de salida , aproximadamente 45 minutos, puesto que la respuesta de la temperatura de salida del horno siempre es lenta.

En el momento que ingresa la nafta , la temperatura de transferencia baja/ hasta casi 745 °C , para luego recuperarse , dando inicio al período de estabilización que se menciona.

Luego el horno así en estas condiciones comienza a producir gas que deberá utilizarse en la planta como Fuel Gas, y para lo cual será necesario poner en marcha el compresor para Fuel Gas.

7.2. PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR PARA FUEL GAS

Quando el horno se estabilizó y la producción de gas se deriva desde la to

///6...

re de quenching hacia la antorcha, se prepara el G.B. 841 para comprimir este gas. Se alinea la recirculación, succión del mismo, agua de refrigeración al motor, etc. y luego se pone en marcha.

En el momento que el compresor comienza a entrar en régimen de operación/ se observa en el panel de la Sala de Control, que la presión en el colector de Fuel Gas comienza a cerrar la entrada de gas que se estaba recibiendo de otras plantas hasta quedar completamente bloqueada.

La puesta en marcha es muy sencilla y requiere solo 3 personas al principio, las que deben coordinar las operaciones de estabilizar el compresor/ hasta habilitar su descarga a la línea de Fuel Gas.

7.3. PUESTA EN MARCHA DEL RESTO DE LOS HORNOS

Luego que los sistemas se han estabilizado, se continúa poniendo en marcha el resto de hornos, para llevarlos a stand-by con vapor de proceso, y con una temperatura de transferencia de 750 °C, quedando de esta manera preparados para recibir alimentación de nafta.

7.4. COMPRESOR DE PROPILENO - PUESTA EN MARCHA (T9 /11 / 81 - 09.00 HS.)

Se marchó con las recirculaciones todas abiertas con muy poca agua de enfriamiento abierta en los condensadores de 3 ra. etapa para ayudar a incrementar el gas a la máquina y llegar a régimen mas rápidamente.

Debido a que no existía necesidad de frío en la planta, el propileno que estaba en los evaporadores no producía la suficiente cantidad de gases, por lo que resultó muy difícil la regulación de presiones y caudales, manteniendo en cuenta que es un motor de velocidad constante y no una turbina, el que hace girar el compresor.

Hubo varios surging causados por excesiva presión de descarga al quedar a veces muy cerradas las válvulas de agua de enfriamiento a los condensadores de descarga de 3ra. etapa y vencía la relación de compresión, por lo que había que estar regulando continuamente el flujo de agua a los condensado-

///7...

res. Pero como además al abrir agua de enfriamiento se condensaba mas propileno, en ciertos momentos llegaba a faltar gas, por lo que se producían variaciones por esta causa.

Cuando mas o menos se pueden mantener presiones y caudales (con válvulas / de recirculación practicamente todas abiertas) se pone en marcha el motor del compresor.

En el momento de la puesta en marcha y durante ella, los niveles de propileno en los separadores de 1ra. , 2da. y 3ra. etapa se tratan de mantener / 10, 20 y 30 % respectivamente. El nivel en el separador de 1ra. etapa para / mantener frío el gas de recirculación que ingresa a aproximadamente 100 ° / C desde la descarga de 3ra. etapa, como recirculación para mantener el - / compresor fuera de surging. El nivel en el separador de 2da. etapa para - / luego preparar suministro de C₃ al consumidor inmediato, que será el con- / densador de C₂ cuando se marche esta máquina.

Y el de 3ra. etapa para mantener suficiente suministro de propileno al se- / parador de 2da. etapa, que momentaneamente será el único consumidor de pro- / pileno.

Cuando se marcha la máquina de etileno y debido a que se produce flujo de / etileno a través de equipos que tienen propileno, se produce un aumento mo- / mentaneo de gas debido al intercambio térmico, para luego nuevamente vol- / ver a estabilizarse.

Las dos máquinas de refrigeración se mantienen en marcha, recirculando en / forma mas o menos estable, debido a que el intercambio térmico es estable / pero muy escaso, por lo que se debe esperar hasta que se marche el compre- / sor de gas craqueado para estabilizar el proceso en forma conveniente.

///8...

7.5- COMPRESOR DE ETILENO - PUESTA EN MARCHA

Cuando se pone en marcha, también se mantienen las válvulas de recirculación totalmente abiertas, y se nota en el compresor de propileno que los flujos de las descargas comienzan a subir al igual que las presiones, debido a que comienza a llegar mas gas, producto de la evaporación de propileno en los enfriadores de etileno del circuito de refrigeración.

La máquina entró perfectamente en marcha sin ningún problema (solo entró en surging dos veces) . Otra alternativa que cabe destacar es que al estar el personal abocado a la tarea de puesta en marcha del compresor de etileno, descuidaron momentaneamente el compresor de propileno, que tenía estranguladas las válvulas de agua de enfriamiento y debido a que estaba recibiendo el ingreso de calor del compresor de etileno y también porque las válvulas de recirculación estaban abiertas en manual y no en automático, hizo que comenzara a subir de tal manera / la presión de descarga de 3ra. etapa, que superó la relación de compresión, por lo que entró otra vez en surging.

De inmediato se abrieron algo mas las válvulas de agua de enfriamiento (entrada) con lo que se solucionó el problema.

Luego las dos máquinas fueron llevadas a regimen sin ningún problemas, y en dos horas lograron poner en regimen.

7. 6- PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR DE GAS CRAQUEADO (17-11-80)

La turbina comenzó a calentarse a las 02.00 hs. y aproximadamente a las 6,30 hs / se elevan las revoluciones que eran de 500 rpm. En ese momento la turbina se encontraba con todos los circuitos de aceite en marcha desde la medianoche, y el -/

///9...

sistema de vacío recirculando al condensador de superficie, con un vacío de 0.780 kg/cm². abs., mientras que el nivel se mantenía manualmente por las válvulas de / bloqueo del controlador de nivel de salida, a recuperación de condensado en aproximadamente 50 %. Una sola bomba de condensado estaba en marcha con su correspondiente entrada de agua de sello de empaquetadura, evitando así ingreso de aire.

A las 7,50 hs. se aumentó vapor a la turbina para llegar a 1.000 rpm., observándose que el vacío se incrementa hasta aproximadamente 0,8 kg/cm². abs.

Los reciclos de la máquina se encuentran todos abiertos y el nivel del condensador de superficie aumenta como consecuencia de mayor ingreso de vapor, por lo que se abre mas la salida de condensado. Durante la puesta en marcha, el operador compresorista debe efectuar cambios de filtros de aceite de control y que se encuentran ubicados cerca de la turbina, para ello cuenta con las herramientas indispensables , como ser llaves fijas, llaves regulables, solvente para lavado de cartuchos. Se observa que al efectuar el cambio de filtros, estos se encontraban llenos completamente y sin aire, pero además se controló cuidadosamente la presión / de los manómetros indicadores, precauciones que en definitiva evitan una parada / de la turbina.

Además se controla el correcto desplazamiento de los brazos de palanca del regulador de velocidad, como así también de la leva de las válvulas de entrada de vapor. A las 8,00 hs. se ponen en marcha mas hornos, llegando a un total de 5 hornos , / para aumentar el caudal de gas para la puesta en marcha del compresor de gas craqueado. Pero la cantidad de hornos a poner en marcha, depende de la antorcha de / piso , por ser limitada a una capacidad de solamente 60 tn/hs. , por lo que es observado cuidadosamente el incremento de flujo a la misma.

A las 8,30 horas se continúa elevando las rpm de la turbina y en el término de 30 minutos llevan las revoluciones a 4750 rpm, en este lapso de tiempo se abre totalmente la circulación de gases a través del circuito de soda y MEA para comenzar / con el tratamiento de gases craqueados, mientras se ajustan los reciclos para llevar la máquina a un regimen fuera del límite de surging.

Mientras se trabaja con la máquina , el compresorista cuenta con una información/ completa de puesta en marcha , además de la curva de calentamiento, que incluye /

///10...

las velocidades críticas del compresor y de la turbina, información que es obtenida directamente del manual del fabricante de los equipos.

Cuando la máquina se estabiliza , se comienza a poner en marcha la torre DA 311 -/ (desetanizadora) , teniendo la entrada al secador de gas de proceso TA 331 cerrada , con HS 3301 (válvula automática de corte) y enviando el gas de descarga del compresor por el PRCA 3301 a la antorcha que controla la presión de descarga del / compresor cuando los secadores de gas craqueado están fuera de uso, mientras que / para aprovechar el gas y no quemar todo el gas a la antorcha, por medio del HC 3301 se deriva gas craqueado a Fuel Gas , de manera de reducir la entrada de gas de o-/ tras plantas. La torre DA 311 demora aproximadamente 2 hs. en entrar a régimen -/ (hidrogenación se encuentra todavía en by-pass) y este tiempo se debe a que al / principio se tienen algunos problemas con el reflujo, hasta que se logra equili- / brar el calentamiento de fondo de los rehervidores , para luego entrar muy rápido/ en regimen normal de operación. En cuanto la corriente de fondo de esta torre que- da libre de etano y etileno, se habilita esta corriente a la DA 501 (Despropaniza- dora) y se comienza a poner en marcha la misma. Esta última secuencia comienza -/ inmediatamente, se logra un regimen de reflujo y vapor , mas ó menos estable. Desde la DA 501 se prosigue con la DA 601 (Desbutanizadora) y se procede de igual mane- ra que en la DA 311 y DA 501 en cuanto a estabilización de reflujo y calefacción / del rehervidor , observándose que son muy rápidas en entrar en regimen. Inmediatamente que DA 311 se estabiliza , se comienza a preparar hidrogenación pa- ra puesta en marcha, además de la secuencia de alimentación de las torres DA 501 / y DA 601, que se mencionan.

Hidrogenación se mantiene con N_2 a 20 kg/cm². presurizada mientras permanece para- da, manteniendo el by-pass a esta unidad abierta. Luego se comienza a presurizar / el circuito y cuando se logra presurizar, comienzan a calentar la alimentación al/ primer reactor.

Esta operación debe efectuarse lentamente, esperando al principio que la reacción/ comience antes de efectuar mayores incrementos de temperatura. Aquí se elevó muy / rápidamente la temperatura , puesto que estaban apurados por poner en marcha, lle- gando a 80 °C , por lo que se produjo un " run away " que debió ser superado con/

///10, ..

inyección de H_2S para cortar esta reacción incontrolada .

Se observa que la reacción se descontrola en un solo sector del catalizador , puesto que el resto de termocuplas del lecho no detectaron el incremento. Cabe destacar que el catalizador llevaba operando un año en la planta, y desde entonces no han tenido problemas.

En el momento en que se comienza a alimentar a Hidrogenación, cerrando por supuesto, el by-pass de esta unidad , se cierra casi completamente el desvío de gases -/ craqueados a Fuel Gas por medio del HC 3301 ya mencionado, derivando todo el gas / a la antorcha por medio de PRCA 3301, para evitar que el N_2 fluya al colector de Fuel Gas y provoque alteraciones en la temperatura de transferencia de hornos, luego cuando se piensa , por experiencia, que este se ha evacuado, se vuelve a estabilizar el HC 3301. De cualquier manera algo de N_2 siempre pasa al sistema de Fuel Gas, evidenciándose , como ya se mencionara, en los hornos la disminución de las / calorías entregadas, en el descenso violento de temperatura de transferencia.

Luego de que se normalizó y controló el run-away , volvieron a elevar la temperatura rápidamente y otra vez se produjo un pequeño run-away, donde la temperatura llegó a $340\text{ }^\circ\text{C}$, controlándose otra vez de la forma ya mencionada. Se observa en general, que los controles automáticos actúan muy bien y la planta se normaliza en -/ forma rápida , a pesar de las variaciones propias de la p esta en marcha.

Inmediatamente que el cromatógrafo de salida de los reactores indica ausencia de acetileno, se comienza a ingresar el secador de Gas Craqueado TA 331, entrando desde ese momento a alimentar la torre DA 341 (Desmetanizadora) y además los condensadores de los circuitos de refrigeración comienzan a trabajar, por lo que también se recibe líquido desde FA 333 , 334 , 335 y 336, separadores de líquidos de las / secciones de preenfriamiento y bajas temperaturas, mientras tanto el PRC 3402 comienzan a controlar la presión de la torre, comenzando a desviar metano hacia el / circuito de enfriamiento de gas craqueado.

Entre tanto se observó que la torre DA 311 hubo un calentamiento excesivo en el -/ perfil de temperatura de la torre, que dio como resultado un incremento de C_3 , en el orden del 1,5 % .

///11...

Por esta razón se aumentó reflujo a la torre , observándose que respondió correctamente al apreciarse que el C_3 comenzó a bajar y así también el perfil de la torre, de todas maneras el control en cascada del cromatógrafo con el reflujo se maneja en forma manual y no en automático, puesto que se dice que no tiene un control eficiente debido a que crea demasiadas perturbaciones en la torre.

Cuando el fondo de DA 341 se encuentra en especificación, o sea libre de metano, se habilita la alimentación a DA 381 (Separadora de Etano-Etileno) , con lo que comienza ya la separación de etileno.

Al principio el etileno producto evidencia un contenido de etano de aproximadamente 2000 ppm, pero se decidió licuar totalmente la producción y enviarla a tanque de etileno porque se produciría dilución con producto de muy buena especificación (500 ppm. de etano) como máximo.

El producto no podía correrse como gas porque evidentemente no habría dilución -/ y afectaría a los consumidores que reciben normalmente etileno gaseoso, proveniente del compresor de etileno y del evaporado desde el tanque de almacenaje.

Inmediatamente que el fondo de DA 381 se encontró libre de etileno se comienza a preparar el horno de etano para craquear el reciclo y de esta manera controlar el nivel de fondo de DA 381 con la alimentación al horno. A medida que se va poniendo en regimen la planta, y llevando a su máxima capacidad se hará necesario alimentar el segundo horno con etano para craquear el reciclo.

///12...

II - ALGUNOS DETALLES OPERATIVOS OBSERVADOS Y RECOMENDACIONES

1- HORNOS

En el inicio del calentamiento de éstos, solo es necesario una baja presión de Fuel Gas a los quemadores, para que las llamas sean muy suaves, pero lo suficiente como para que los quemadores trabajen bien, inspirando aire atmosférico.

2- COMPRESORES DE REFRIGERACION

Las válvulas mariposas en la succión de estas máquinas se mantienen abiertas siempre , y se les retiró el automatismo de control de succión por presión , quedando solo el control de antisurging, que actúa por bajo flujo, / puesto que se dice que tuvieron muchos problemas de oscilaciones en las máquinas con el sistema de control que llegó con el diseño, es además solo efectiva la regulación para un 60 - 80 % de la capacidad de las máquinas y / no para un 100 % , porque a esta capacidad no son necesarias y las válvulas de succión permanecen completamente abiertas.

3- SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN INTERCAMBIADORES DE CALOR

Se recomienda analizar cada caso en particular, debido a posibilidades de contaminación con circuitos de menor presión del lado hidrocarburos. Por ejemplo , es conveniente que en los sistemas de aceite de turbinas, el lado agua sea el de menor presión que el de aceite, pues ante alguna pérdida por lo tubos, el agua podría ingresar al circuito con los problemas que/

///13...

podrían provocar una parada .

Además en una parada de planta es conveniente bloquear y drenar el agua de estos intercambiadores, evitando así ingreso de agua de enfriamiento.

Normalmente en los equipos en que la presión de entrada de agua de enfriamiento/ es mayor, la regulación de agua de enfriamiento se hace con la válvula de entrada al equipo.

Otro ejemplo son los intercambiadores de calor de los circuitos de refrigeración - especialmente en la segunda etapa del compresor de etileno - donde en una oportunidad se dice que hubo parada de planta debido a ingreso de agua de enfriamiento al sistema por una pérdida, por eso es conveniente regular como ya se mencionó, con la entrada de agua. El resto de los equipos de planta hay que analizar-los en forma particular, ya que puede presentarse el mismo problema en otras partes del proceso.

4- METANOL

Se debe tener cuidado con el metanol puesto que hay experiencias de que por estar contaminado con agua, en una planta se llegó a inyectar hasta 6 m3. de agua a la torre de etileno. Por eso antes de autorizar la descarga, hay que ver el resultado del muestreo que se efectúa evitándose el inconveniente que se menciona.

5- FILTROS DE INTERCAMBIADORES PLACA

Se producen taponamientos al principio de todas las puestas en marcha, normalmente a las 3 ó 4 semanas, al desprenderse el asbesto de los platos si estos estuvieran sellados con material, tapando los filtros entre la torre y equipo, por lo que hay que hacer un back flush, cerrando la válvula en el fondo de la torre/ y drenando hacia la antorcha.

Cuando las torres de la zona criogénica, se paran, también se efectúa esta opera

///14...

ción, para evitar que por evaporación se concentre el fondo con hidrocarburos pesados y el rehervidor deje de funcionar , debido al incremento de densidad.

6- SISTEMA DE SODA

En la planta de VEBA OEL A.G. , se trabaja con una concentración del 4 % de hidróxido de sodio total, incluyendo carbonatos, y se mantiene una concentración / de hidróxido de sodio libre en el fondo de 1.5 a 1.6 % sin carbonatos. Hasta el presente no han tenido mayores inconvenientes bajo esta forma de operar el sistema.

7- BOMBAS FRIAS

Se abren las válvulas de venteo a la antorcha desde la descarga de las bombas ,/ se mantiene la válvula de descarga cerrada y luego se abre muy poco la válvula / succión, para que una pequeña cantidad de líquido entre a la misma, manteniendo/ la presión lo mas baja posible, por lo que sub-enfría las partes metálicas, con/ ello se logra luego, poner las bombas en marcha sin problemas.

Se deben además mantener las bombas de reserva frías para poder usarlas inmediatamente en caso de ser necesario, sin tener que esperar para enfriarlas.

8- DEETANIZADORA

Cuando se paran las torres de destilación que pueden contener hidrocarburos, que debido a su presión de vapor podría llegar a congelar los rehervidores, mantiene bajo observación muy estricta la temperatura de fondo de las mismas. Cuando esta baja demasiado , se calienta con vapor hasta lograr un incremento de temperatura y luego vuelve a bloquearse el rehervidor.

Las torres deben cerrarse completamente para tratar de mantener las presiones lo mas alta posible y por sobre las de temperatura de congelamiento de condensado / de vapor, que podría encontrarse en los rehervidores que trabajen con vapor.

///15...

De todas maneras los rehervidores en cada parada son drenados para evitar acumulación de condensado.

9- REHERVIDORES

El tiempo de trabajo de los rehervidores es de 7 a 8 meses por un ciclo completo de 3 rehervidores, por lo que deben cambiarse cada 2 1/2 meses cada uno.

La secuencia de preparación y limpieza es la siguiente:

- a- Cortar el vapor drenando el condensado del fondo.
- b- Cerrar la válvula de fondo, que conecta con la torre.
- c- Con la válvula de gases de torre abierta, drenar los hidrocarburos pesados a la antorcha y luego cerrar la válvula contra la torre.
- d- Conectar línea de vapor por el fondo y venteo por la parte superior, por aproximadamente un día. La conexión de vapor es de Media Presión y 1" de diámetro que se desconecta cuando la torre está en operación, mientras que a la salida del rehervidor se coloca un cono especial (luego retirar el casquete superior del rehervidor), que está conectado a una línea de venteo que va hasta la cabeza de la torre.
- e- Luego llenar el rehervidor con tolueno y dejarlo por 1 ó 2 días para diluir / polímeros livianos; si no se usa el tolueno, el tiempo de limpieza es el doble porque se empasta la lanza de limpieza y se hace muy difícil el trabajo / la gasolina de pirólisis no puede usarse debido a que la tensión de vapor es muy elevada, y hay peligro de explosión por emanación de gases.
- f- Drenar luego y evacuar el tolueno.
- g- Efectuar limpieza con lanza con agua a presión.

///16...

En esta planta se inyecta inhibidor de polimerización a la torre depropanizadora que es NALCO 4512, de manera que en el producto de fondo esté concentrado en 50/ ppm. El producto se inyecta puro a los sistemas, debido a que es muy peligroso / contra la piel y la inhalación de vapores por lo que se ha desechado su dilución con gasolina y así evitar los riesgos mencionados.

10- HIDROGENACION

Los enfriadores de salida de gases de los reactores mantienen siempre la válvula de agua de enfriamiento de reserva cerrada, por medio de HC (control manual) y en caso necesario ésta se abre.

La unidad cuenta con inyección de H_2S y solo se usa durante la puesta en marcha/ o cuando el compresor de gas craqueado por alguna razón entra en surging, y el / flujo a través de hidrogenación baja considerablemente. Debido a ello hay posibi- lidad de run-away , por lo que se evita el inconveniente desactivando el catali- zador con H_2S .

La reacción de hidrogenación se sigue a través del AR (Analizador cromatográfi- co) que a lo largo del tiempo ha demostrado que son muy confiables, pero a pesar de ello también se controla con muestras de laboratorio.

Además se sigue de cerca el Δt a través de los lechos que dan información muy -/ exacta del logro de una reacción adecuada. Es práctica y norma del personal de/ operaciones observar el último valor de temperatura de reacción obtenido antes / de parar la planta y se trata durante la puesta en marcha de acercarse a este Δt sin pérdidas de tiempo.

La t a través de los lechos no puede con exactitud establecerse, puesto que de- pende directamente de la concentración de acetilenos, por lo que normalmente se/ trabaja con una concentración de estos en la salida entre 1 a 2 ppm. de lo con-/ trario se hidrogena una cantidad importante de etileno, por lo que es sumamente/ importante acercarse a un valor económicamente seguro. La especificación es a- / proximadamente de 5 ppm. de acetilenos como máximo.

Cuando hay producción de green oil, se envía al tanque de slop y han encontrado/

///17...

que en esta planta la producción es muy baja.

11- SEPARADORA DE ETILENO (DA 381)

Es muy importante cuando se marche el compresor de etileno, que la válvula de reflujo se encuentre completamente cerrada, puesto que de lo contrario se evaporará violentamente el fondo de la torre al fluir gases calientes por el rehervidor, -/ puesto que el líquido de fondo se encuentra ya en ebullición y podrían llegar a / dañarse los platos por una violenta evaporación. El et. entra como reflujo en la torre previamente entregó su calor al rehervidor para condensarse y proviene de la descarga de 3ra. etapa del compresor de etileno, de allí la observación mencionada.

12- SENSORES DE VIBRACION - COMPRESORES

Han sido retirados de las máquinas los cortes por alta vibración por desplazamientos radiales, debido a que habían tenido muchas paradas por falsa indicación de / los sensores. Solamente quedaron conectados los sensores de desplazamiento axial.

13- CONTROL DE ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS

Es recomendable que el control se efectúe lo mas cerca posible del límite permitido para hacerlo mas económico.

Si se obtienen productos mas puros que los requeridos, los costos involucrados -/ son mayores, lo cual no tiene una justificación económica. El límite se obtiene / con la experiencia, teniendo en cuenta un margen razonable de seguridad, evitando así que los productos salgan fuera de especificación ante variaciones del proceso.

14- REFUERZOS DE MATERIALES

Es importante que durante la parada de planta , se observen bridas de equipos y / cañerías, puesto que se expanden y contraen.

///18...

Principalmente durante la puesta en marcha, si se enfrían los equipos muy bruscamente, hay posibilidad de pérdidas debido a la contracción de los materiales, lo/cuales ya fueron observados durante la puesta en marcha que se presenció.

En los casos en que se producen pérdidas en bridas, se trata de reapretar los bu-lones , dando normalmente resultado.

Por esta razón los operadores de las distintas áreas efectúan una inspección minu-ciosa de todos los equipos, cañerías y accesorios involucrados.

/// 19...

III - OBSERVACIONES DE LA PLANTA

1- HORNOS

1.1. ALIMENTACION ETANO

Proviene del fondo del splitter de C_2 pasando por un PIC que controla la expansión del etano en el tren de intercambio, entregando aquí su capacidad frigorífica. Este flujo total se registra y luego entra al colector de alimentación de etano al horno. El etano también puede enviarse a Fuel Gas cuando está fuera de especificación (por contenido alto de etileno).

El etano entra a cuatro coils que alimentan al horno por FRC, los que a su vez cuentan con solenoides en sus cabezas, y que son accionadas/por paradas generales de emergencia. El etano entra al banco de convección superior donde recibe el primer calentamiento. Las válvulas de control de alimentación de etano son de muy fácil acceso, desde plataformas en el parral, por lo que se hace muy fácil el trabajo de mantenimiento.

Cuando sale de la convección se mide su temperatura antes que ingrese el vapor de proceso, también se cuenta con medición de temperatura de la mezcla, antes de ingresar a la segunda convección.

Luego a la salida de la segunda convección y antes de ingresar a la radiación, también hay termocuplas para cada coil de manera de seguir muy de cerca la transferencia en los bancos de convección.

Antes que el gas craqueado salga del horno existen también termocuplas que se encuentran ubicadas antes que el gas recorra los últimos tres tubos de radiación y de tal forma lograr un control mas eficiente y parejo del calor suministrado.

/// 20...

1.2. VAPOR DE PROCESO

Este sistema cuenta también con válvulas de control, las que son verificadas una a una antes de ponerlas en operación son de muy fácil acceso al igual que las válvulas de control de etano.

1.3. HOGAR

Se tuvo oportunidad de ingresar a un horno parado y se pudo apreciar un muy buen estado de los refractarios, salvo algunas paredes que se encuentran separadas, donde se observó, se han llenado con Kaowool (material aislante) .

Se observó que las mufflas de los quemadores están rajadas, pero en operación no parece afectar la eficiencia del quemador que funcionan correctamente.

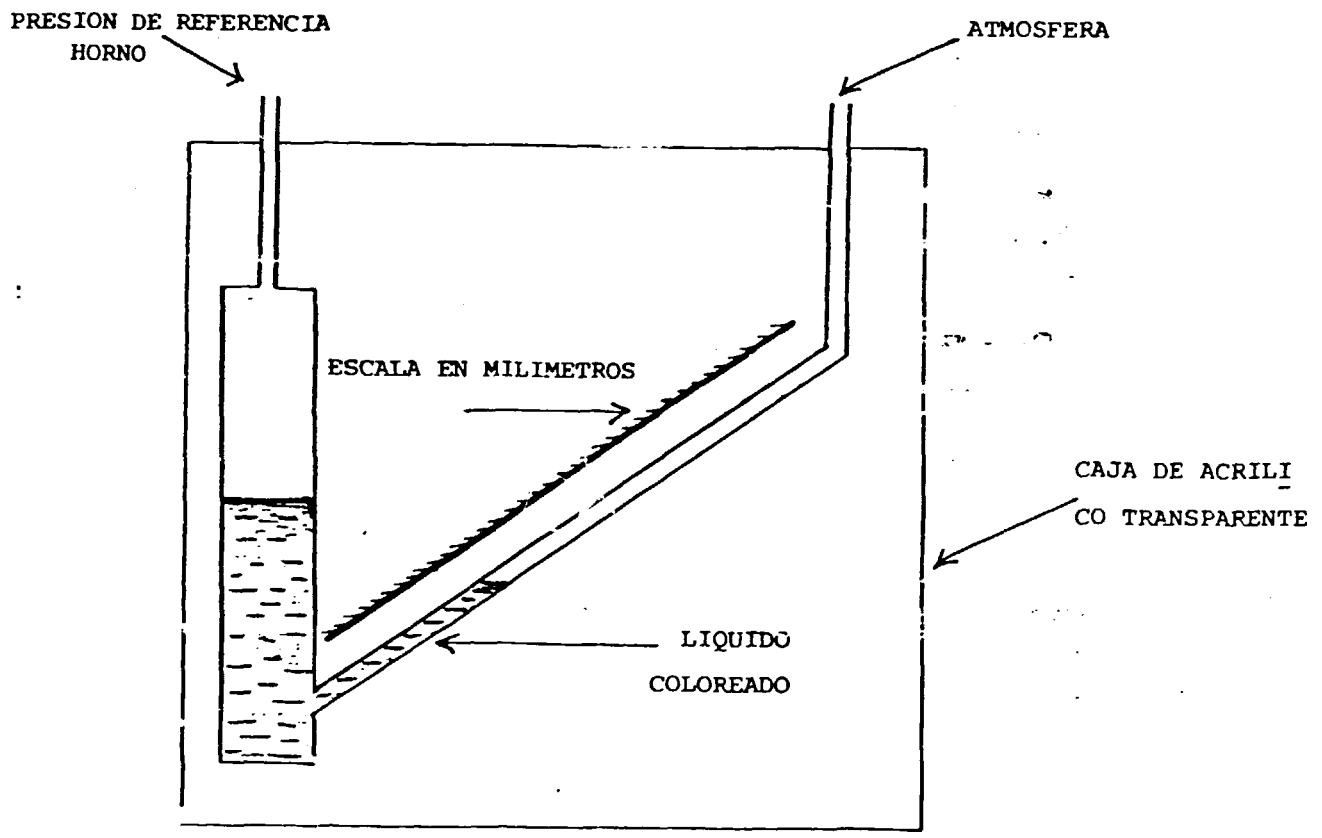
En cada horno se ha instalado medidores de O_2 en la parte superior del arco radiante. La toma es un caño común con un largo de aproximadamente 10 / cm. dentro del arco radiante del horno.

El tomamuestra de gas craqueado se efectúa con una válvula espada, que consta de una válvula de bloqueo sobre la línea de gas craqueado que, además / tiene un dispositivo de empaquetadura a través del cual se introduce el tubo con válvula para la muestra.

El tiraje de los hornos se mide con indicadores especiales que están instalados en lugar de los manómetros convencionales , como los que tenemos instalados en nuestra Planta de Bahía Blanca.

/// 21...

GRAFICO I



MANOMETRO TIRAJE HORNO

///22...

1.4. BAFFLES

En la zona de convección se están instalando baffles para reducir la temperatura de gases de salida a la chimenea. Esto se debió a que el sellante de amianto que había instalado SELAS, se fue perdiendo a causa del flujo de gases de combustión, lo que provocó una canalización de los mismos por los costados de la pared, por ello la temperatura de salida a la chimenea subió a través del tiempo, hasta aproximadamente 290 °C. Con el agregado de los baffles en la zona de convección se logró conducir los gases en forma eficiente, reduciéndose la temperatura a 200 °C aproximadamente.

Se piensa efectuar el mismo arreglo en el resto de los hornos.

1.5. NIVELES VISUALES DE DOMO DE LOS TLX

Estaban montados de acuerdo al diseño de la planta, pero debido a los problemas que tuvieron con pérdidas de vapor, etc., decidieron retirarlos, colocando indicadores locales, y en Sala de Control, los que trabajan en forma correcta. El sistema es del tipo de Ap Cell. Para que comience el instrumento a indicar correctamente desde el inicio de la puesta en marcha, se debe llenar completamente los domos hasta asegurarse que la toma de alta se llene, y luego volver el nivel a la normalidad, antes de arrancar, con este procedimiento se logra en todo momento, contar con la información del nivel del domo sin necesidad de esperar a que la toma de alta se llene de condensado, para lograr indicación correcta. Este procedimiento se deberá aplicar en Bahía Blanca con el sistema que se cuenta actualmente instalado en las calderas F-9001/9002/9003.

1.6. CONTROL DE TUBOS DE LOS HORNOS DE CRAQUEO

///23...

Se lleva un control muy estricto del estado de los tubos y para ello se efectúan lecturas de temperaturas en planta y panel de control, cada 2 (dos) horas. En cuanto a la medición con el pirómetro óptico se efectúa una (1) vez/por turno en los últimos tres (3) tubos de la zona radiante, antes de que -/los gases craqueados salgan del horno. Según información de la gente de operaciones los pirómetros WILLIAMSON no han dado buenos resultados, por lo que no los recomiendan.

Los espesores de pared de tubos de los hornos solo se miden cuando ha habido alguna rotura en los serpentines.

1.7. INYECCION DE AZUFRE A LOS HORNOS

Se efectúa mediante el agregado de nafta virgen con azufre , para mantener / un contenido de aproximadamente 100 ppm. en la alimentación.

Se ha probado de trabajar con y sin azufre, siendo el resultado muy significativo. Sin azufre el horno se tuvo que decoquizar en 2 semanas, y con azu-/fre duró 10 semanas en operación antes de decoquizar.

La inyección se efectúa a flujo constante, mediante un orificio y antes / de que la alimentación entre a la zona de convección.

1.8. CONTENIDO DE ETILENO EN EL ETANO DE ALIMENTACION

El contenido de etileno en el etano es motivo de un incremento importante de coque en los hornos, por lo que es necesario que la torre DA 381 (Separadora de Etileno) sea mantenida en especificación, evitando el inconveniente./

1.9. ALGUNAS CONSIDERACIONES DE PUESTA EN MARCHA DE LOS HORNOS

Al principio de la puesta en marcha del sistema de vapor de los hornos (TLX/ Steam -drum) , se encuentra con presión de N_2 , por lo que siempre están -/

///24...

protegidos contra oxidación (presión = 8 kg/cm².)

Se llena con agua los domos para llenar las columnas de los indicadores de nivel, desplazando el N₂ de los equipos . De esta manera los indicadores/ comienzan a indicar desde el principio de la operación mencionada en 1.5.

El horno antes de encenderse, se ventila abriendo todas las ventanas de observación y el tiraje para eliminar hidrocarburos.

Cuando se está seguro que no hay hidrocarburos dentro del horno, se comienza a encender quemadores, según secuencia de encendido de CELAS.

El aumento de temperatura es de 50 a 70 °C . por hora.

Debido a que no tienen nivel visual de agua en los domos, han instalado -/ alarmas de temperatura en los TLX (salida de gases craqueados), puesto / que si faltara agua en ellos, el primer indicio es ascenso violento de temperatura en este punto.

El incremento de temperatura al principio es de 50 °C por hora, hasta los/ 100 °C, es decir que suben hasta 100 °C en dos horas, y luego continúan -/ a 70 °C por hora.

Cuando se encienden los quemadores, al principio se mantienen llamas muy / suaves, es decir a la presión de quemadores lo mas baja posible, pero lo / suficiente para que el quemador funcione bien. Las llamas son ascendentes/ por la pared , cuando la presión es baja y calientan en forma pareja, toda el área de refractarios.

El vapor que se produce al principio cuando se marcha el horno, se ventea/ desde el domo del TLX, y luego por un venteo de 1" de diámetro antes de entrar al colector de alta presión.

Luego cuando se llega a una temperatura de 200 °C en el arco radiante, se/ comienza a inyectar vapor de proceso y con todo el sistema venteando a la/ chimenea. El vacío trata de mantenerse en aproximadamente 10 mm. C.A.

Se continúa elevando la temperatura en el horno y cuando llegan a aproximadamente 250 °C se cierra la descarga a la chimenea y se habilita directamente a la torre de quenching.

///25...

En nuestro caso, si se haría así, se evaporaría mucho hidrocarburo, que es necesario, para mantener los sistemas de recirculación de C_5^+ en marcha.

Cuando se llega a aproximadamente 750/780 °C se comienza a entrar con alimentación. Antes de abrir alimentación a cada horno, lo primero que se hace es controlar el recorrido total y libre de las válvulas de alimentación de hidrocarburos, para asegurarse que la alimentación ingresará a cada uno de los serpentines sin ningún problema. Si esto no se realiza y hubiera alguna deficiencia, o las válvulas fallarían en abrir, podría llegarse a quemar tubos / debido a que prácticamente cuando se abre alimentación al horno, los foguistas deben habilitar rápidamente todos los quemadores para evitar descensos bruscos de temperatura de transferencias, y es en estos momentos en que se pierde comunicación entre el panelista y el foguista.

Hay que tener mucho cuidado cuando el vapor de alta presión se envía a la línea, porque si no se purgan bien los puntos muertos, se puede entrar con N_2 al colector, pudiendo llegarse a parar la planta por falta de vacío en los condensadores de superficie, puesto que es sabido que el vapor de las turbinas es de Alta Presión.

Al principio del arranque se abre el drenaje del domo para tener la suficiente cantidad de agua de refrigeración en el economizador, de tal manera hay que mantener abierta un poco la válvula de control de nivel.

Además es muy importante drenar convenientemente la línea de HPS para evitar entrada de agua al sistema, lo que provocaría golpes de ariete.

Hay que tener mucho cuidado con el agua que puede acumularse en las tomas de las placas orificio de los medidores de etano, puesto que darán una lectura errónea del flujo. Por eso es importante que se drenen convenientemente las tomas antes de poner en uso el instrumento., el agua que se menciona no llega con el etano de reciclo, sino que proviene de la condensación del vapor de proceso que siempre queda en uso cuando se corta alimentación de etano.

///26...

1.10 DECOQUIZADO - OBSERVACIONES

La decisión de decoquizar un horno se toma cuando la temperatura de los tubos de la zona radiante llega a los siguientes valores :

- * 975 °C temperatura pared entrada radiación.
- * 1020 °C temperatura pared salida radiación.

También puede ser necesario parar, debido a exceso de Δp a través del TLX , / cuando la presión de entrada a la zona de convección llega a 8 kg/cm². ó entrada a la radiación a 4 kg/cm².

Las recomendaciones que se dan para este procedimiento son las siguientes:

- 1- Cortar la alimentación lentamente hasta llegar al 40 %.
- 2- Abrir algo de vapor de proceso a la convección de precalentamiento de hidrocarburos para proteger los tubos , mientras se mantiene el mismo flujo de vapor de proceso por su alimentación normal. Se agrega algo de aire a / los quemadores para reducir temperatura, a la vez que se baja presión a cada uno de los quemadores, según las necesidades.
- 3- Cuando la temperatura de salida de transferencia está en 780 °C , se corta la alimentación.
- 4- Continuar reduciendo la temperatura de transferencia hasta que se llega a / 630 °C a razón de 50 °C / hora.

NOTA :

Mientras se está reduciendo la temperatura, el flujo de vapor se reduce - / lentamente hasta el 50 % del diseño. El flujo de agua a través del precalentador debe mantenerse de tal manera que no se supere la temperatura de diseño de los tubos, igual criterio deberá aplicarse con los tubos del sobrecalentador de vapor.

///27...

Además hay que observar que la temperatura del gas de combustión a la entrada de la convección del precalentador de agua de alimentación, para que no supere los 310 °C , y en la del sobrecalentador de vapor de Alta Presión no sea mayor de 410 °C , cuando no hay flujo por los tubos

Además para reducir las temperaturas del horno se apagan quemadores.

Cuando el horno llega a aproximadamente 650 °C , se abre la línea de salida del horno a decoquizar a la chimenea, cerrándose la salida a la torre. Es importante durante esta operación que siempre haya mayor presión del lado del horno para evitar inversión de flujo y que por ello ingrese gas craqueado a la chimenea. Durante la operación de decoquizado solo se mantiene la válvula de bloqueo a la torre cerrada y no se coloca brida ciega, y nunca han tenido problemas.

También en este momento se prepara la línea de aire de decoquizado, girando el codo de aire y conectándolo a la alimentación.

- 5- Cuando el horno tiene 630 °C se comienza a inyectar aire y cierra algo de vapor de proceso a serpentines de convección, dejándolos abiertos solo 1/4 de vuelta.

La cantidad de aire inicial es de aproximadamente 20 m³/hs. hasta que al final llega al máximo que es de aproximadamente 300 m³/hs.

El aire se aumenta lentamente siempre que sea necesario, observando la colocación de los tubos, puesto que si hay exceso se pondrían brillantes hasta llegar al blanco, donde se torna peligroso. El procedimiento para evitar dañar el tubo es cortar inmediatamente aire.

Se deben chequear y anotar las temperaturas de pared de tubos, y las que involucran al resto del equipo.

- 6- Las temperaturas de los tubos en la sección radiante, se deberán mantener iguales ajustando la cantidad de quemadores en cada pared radiante.

- 7- Cada 2 horas se controla el contenido de CO₂ , mediante el método ORSAT y a-

///28...

demás con muestras de Laboratorio. La muestra tiene un enfriador para condensar el vapor y tomar la muestra seca.

Un contenido de CO_2 de 2-3 % indica inicio de la combustión de coque, además de la visualización en el horno del frente de llama.

Si el contenido de CO_2 baja, se incrementa la entrada de aire hasta que nuevamente se normaliza la combustión, luego se continúa abriendo aire, -/ hasta que se llega a aproximadamente 20 % de O_2 , en la salida del TLX a la chimenea. Luego se sigue aumentando la temperatura hasta llegar a 800 °C / manteniéndose por 24 hs. y máximo flujo de aire, observando siempre si hay post-combustión de coque no quemado, mediante chequeo de temperatura de tubos, a la vez que análisis de CO_2 en la salida del TLX.

Durante el decoquizado no se quema todo el coque, sino que algo se rompe / y lo arrastra el vapor, es por esta razón que se mantiene el vapor y el aire por 24 hs. y de esta forma asegurarse de que todo el coque está eliminado.

Normalmente los hornos se enfrían luego de finalizado el quemado del coque se quita el cono de entrada al TLX y se limpia debido a que hay en ellos / acumulación de coque. Luego se sopla con aire o N_2 todos los serpentines / para asegurarse de que no ha quedado algo de coque a los codos. En nuestro caso se puede usar el aire de decoquizado abriendo individualmente cada -/ serpentín, para asegurarse libre pasaje. La instalación es muy simple, colocándose un cono especial con un codo, que tiene una válvula de apertura / rápida para hacer el soplado.

Si hubiese taponamiento de serpentines por coque, y no se puede soplar con aire, se abre un poco de vapor de proceso al mismo y cuando condensa, se abre el aire para que el efecto sea más enérgico. Los TLX solo quedan en / línea durante el decoquizado y en los hornos que craquean etano, se encucian solo con el coque que se desprende de los tubos del horno, por lo que se hace muy fácil la limpieza con el uso de agua a presión.

Normalmente en hornos de etano se observa que no se eleva la temperatura de

///29...

salida de los TLX, pero si se observa incremento en la caída de presión a través del equipo, debido a la acumulación de coque en la entrada del mismo.

Si hubiese desprendimiento de coque de los tubos a causa de una parada de emergencia, se observará que el Δp a través del equipo aumenta considerablemente, por lo que se hará necesario parar para limpiar, armar, decoquizar y luego desarmar para limpiar nuevamente.

Por último soplar con N_2 para eliminar restos de coque y por último armar para puesta en marcha.

Al principio, se decoquizaba y luego se marchaba sin soplar, pero debido a que en varias oportunidades debieron parar para limpiar el TLX por arrastre de coque, se decidió aplicar el soplado con aire o N_2 , con lo que se eliminó el problema.

Este procedimiento de soplado se realiza de la siguiente manera:

Cuando se termina el decoquizado, se enfría el horno y se procede a limpiar mecánicamente el TLX, mientras que en la salida de los gases craqueados del horno se coloca una cañería provisoria con una válvula de apertura rápida. Por una conexión con válvula se inyecta N_2 a los serpentines del horno, presurizándose hasta aproximadamente 6 kg/cm², luego haciendo uso de la válvula, se ventea casi instantáneamente el N_2 a la atmósfera, lo que hace que se elimine completamente los restos de coque que pueda haber quedado en los serpentines, esto se repite 2 ó 3 veces, hasta que finalmente cuando se asegura la limpieza de los tubos se acopla el cono al TLX cuando se finaliza su limpieza.

Luego de aplicar este procedimiento, se eliminó el problema como ya fuera mencionado.

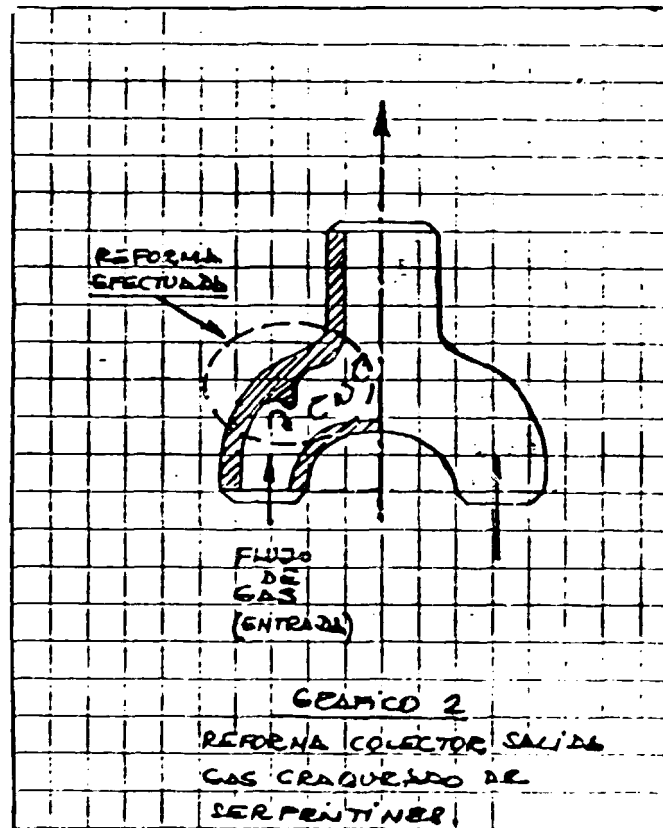
1.11. PROBLEMAS EXPERIMENTADOS EN HORNOS (MANTENIMIENTO)

1.11.1. COLECTORES DE SALIDA DE GAS CRAQUEADO

///30...

Ha sido necesario modificar internamente la conformación de este accesorio, debido a que se producía una elevada erosión del codo de salida, provocado por la elevada velocidad del gas craqueado. Se solucionó el problema agregando un saliente cóncavo que hace que provoque turbulencia en el flujo de hidrocarburos y vapor, evitando así el choque del flujo, contra el codo

GRAFICO II

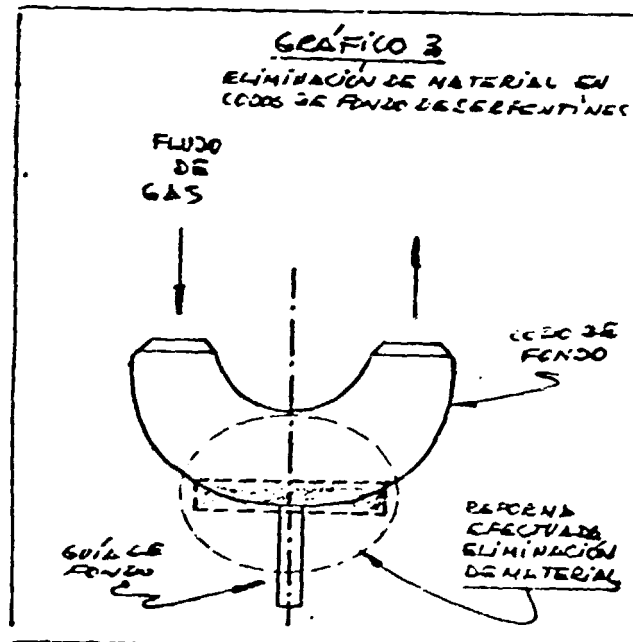


///31...

1.11.2. CODOS DE FONDO DE SERPENTINES

Se han encontrado fisuras en el material de los codos originados en/ excesivas tensiones que soporta el material, debido a la Δt excesiva que se generaba a causa del exceso de material que se agregaba para/ alojar la guía. Ahora se ha eliminado el exceso de material y se ha/ solucionado el problema. Las rajaduras se originaban de adentro ha-/ cia afuera.

GRAFICO III



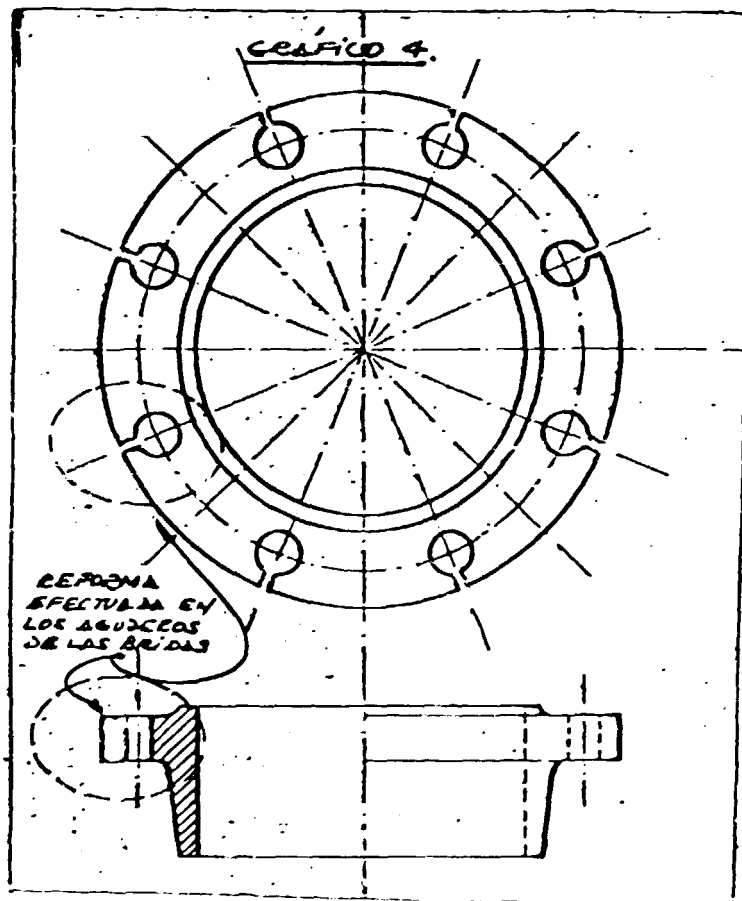
///32...

1.11.3. BRIDAS DE SALIDA DE HORNOS

Las bridas a la salida de los hornos, luego del paso del tiempo se deforman, haciendo imposible colocar el anillo metálico (junta) cada vez que se desarman. Esto se debe al Δt entre la temperatura de salida del horno y el aire del ambiente. Para evitar esto se han colocado chapas protectoras alrededor de las mismas, con lo que el problema -/ quedó resuelto.

Además se han cortado hacia afuera los agujeros de las bridas para eliminar tensiones.

GRAFICO IV



///33...

1.11.4. TEMPERATURA DE LOS COILS

Es muy importante que las diferencias de temperatura de los coils durante las paradas y puestas en marcha, sean lo menos brusca posibles. Aproximadamente un $t = 30 \text{ }^\circ\text{C /hs.}$ es ideal. En las plantas de Etileno II todavía tienen los tubos originales en algunos hornos, después de 15 años de operación, debido a los cuidados que se han tenido a este respecto.

1.12. LÍNEA DE GAS CRAQUEADO

Han tenido problemas con los soportes deslizantes en la línea, por lo que se recorre la línea durante las puestas en marcha, colocando gatos hidráulicos para levantar la línea cuando el soporte se trava.

2- BOMBAS DE SERVICIO CALIENTE

Estas se pusieron en marcha con agua luego de lavar los recipientes y líneas para efectuar las pruebas de rendimiento.

Normalmente se procede a mantener el equipo de reserva caliente, haciendo pasar algo de líquido desde la descarga de la bomba, por el by-pass de 1" de diámetro de la válvula de retención. La cantidad necesaria para esto deberá ser lo suficiente para mantener el equipo caliente y sin hacerlo girar en sentido inverso a la rotación normal.

3- EMERGENCIAS

Para una mejor guía de las operaciones durante una emergencia, se pintan de rojo las válvulas manuales que hay que cerrar en la planta, y los instrumentos en la Sala de Control también se señalizan de rojo..

Además las válvulas de control se señalizan para identificarlas según sean sin ai-

///34...

re, abre o cierra, de tal forma el operador puede tomar acción rápidamente. Para ayudar al panelista e instrumentista cuentan con una advertencia magnética / que se coloca debajo del mismo indicando instrumento fuera de uso por reparación. Los hornos que se marchan se indican con estas plaquetas magnéticas, de tal forma tienen inmediatamente información clara de la situación y no se cometen errores / cuando se cuenta con una cantidad importante de hornos de craqueo.

4- SECADO Y SOPLADO

Al inicio del soplado con el compresor, las válvulas de seguridad, no se colocan venteando a la atmósfera con el aire que envía el compresor, los reciclos completamente abiertos, lo mismo que venteos y drenajes, lo que ayuda a eliminar suciedad y agua que hubiere en las cañerías.

El secado se efectuó en la planta con aire a 4 ATA y un flujo de 10.000 Nm/h. hasta un valor de aproximadamente - 40 °C, y mayor, calentando el aire hasta 50 °C ó 80 °C, según el sistema involucrado, debido a la composición de los materiales de equipos y cañerías.

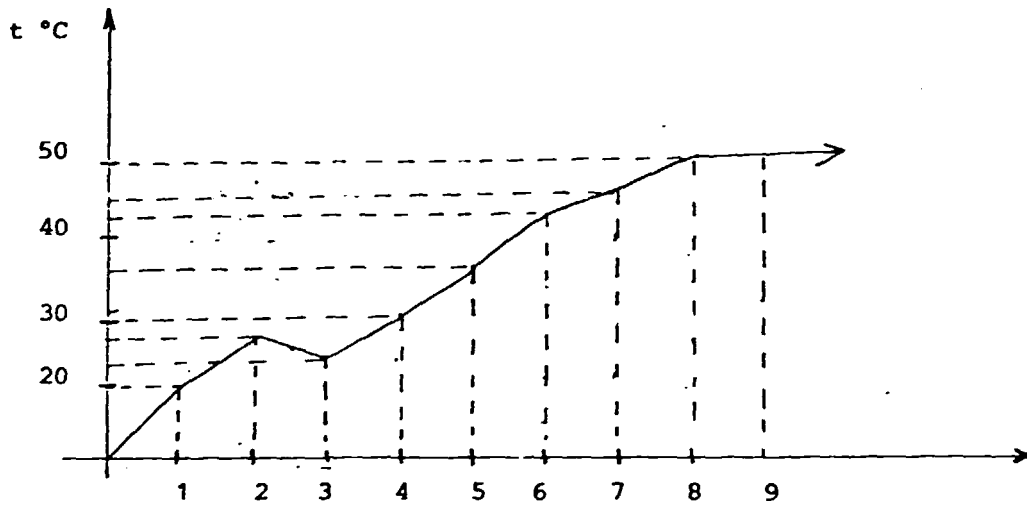
Se utilizan las líneas de secado y además aire proveniente de sectores ya secados estas líneas de aire están previstas en el diseño, siendo cinco en total.

Se debe marcar el sentido del flujo de aire en los P&I para evitar errores, y siempre en el sentido de flujo normal en filtros, en cuanto a los recipientes hay -/ que hacerlo desde el equipo a las líneas, para evitar ingresar con suciedad a los mismos.

El tiempo empleado fue de 4 semanas y el control del secado de distintos sistemas se va graficando para verificar el grado de avance de tarea.

///35...

GRAFICO V



EJEMPLO DE GRAFICO UTILIZADO PARA SECADO

Hay que tener cuidado con la temperatura de secado, puesto que si es muy alta podría hacer que el poliuretano de las líneas reaccione y rompa la aislación exterior.

Los intercambiadores de placa siempre están bridados en las líneas de entrada y se sopla hasta lograr que las líneas queden limpias, y luego se coloca malla fina de al filtro de entrada, hasta que por último se acopla la línea y se continúa el secado a través del intercambiador.

5- COMPRESORES

///36...

5.1. SISTEMA DE ACEITE

El sistema tiene semejanzas a todos los sistemas ya conocidos, excepto que no se cuenta con sistemas de emergencia para el aceite de sello, como se tiene / en Bahía Blanca. Solo el circuito de lubricación tiene un tanque elevado que / protege los cojinetes en caso de parada de la máquina.

5.2. INYECCION DE ACEITE DE LAVADO

No se utiliza en las plantas de craqueo de nafta. La razón por la cual se inyecta en Bahía Blanca es principalmente debido a la deposición de alquitrán y no de polímero, según fue observado por el personal de LINDE

5.3. BUFFER GAS

Solamente utilizan N_2 durante la puesta en marcha, y luego cambian a gas dulce de la 5ta. etapa del compresor de gas craqueado.

Cada vez que se deba hacer pasar gas, aunque sea aire para secar la máquina / por ejemplo, y aunque no haya necesidad de hacerla girar, se deberá marchar / el sistema de aceite, puesto que en caso de que el compresor gire a causas / del flujo, estará protegido con lubricante. Además deberá asegurarse que el / flujo de aire o gas que pase por la máquina se haga en el sentido correcto, / para prevenir daño en los cojinetes de empuje.

El compresorista cuenta con una información completa de la máquina, como ser: detalles de puesta en marcha según el fabricante, curvas de puesta en marcha / con tiempos según velocidad y calentamiento de la máquina, un panel con alarmas acústicas, sistema de comunicación con la Sala de Control con parlantes / teléfono y una sala confortable para su alojamiento, que tiene además un sistema de comunicación adecuado, con calefacción a vapor con termostato.

Las válvulas de las líneas de purga de la turbina y el compresor, tienen vástagos extendidos para hacerlas mas accesibles y además están marcadas en un / cartel para asegurar rapidez y seguridad de operación.

///37...

6- TORRE DE LAVADO CAUSTICO

6.1. CARBONATOS

Hasta el momento han tenido problemas con formación de carbonatos en la torre de tratamiento, debido a que se mantiene la concentración de NaOH lo suficientemente elevada como para evitar la precipitación de éstos. Normalmente se trata de usar el 80 % del total del NaOH .

El control se efectúa con el NaOH libre en el fondo de la torre.

Los instrumentos de este sector se encuentran protegidos eléctricamente contra congelamiento (- 22 °C temperatura en invierno)

Las bombas de proceso que conducen soda están protegidas contra salpicaduras de cáustico del sello, en caso de pérdida, evitando así riesgos al personal.

Las muestras se toman en recipientes de acero inoxidable con manguito, para evitar salpicaduras, además los tomamuestras están protegidos contra congelamiento.

El sistema de nivel de fondo es diferente que en Bahía Blanca, debido a que no hay un baffle divisorio, por lo que el hidrocarburo que se acumula en el fondo se drena desde un punto ubicado por encima del nivel de soda cáustica. Esto hace que el control de nivel de fondo se hace a través de un controlador de interfase, debido a la presencia de hidrocarburos.

Cuando hay una puesta en marcha, el sistema puede ponerse en marcha, recirculando antes de tener hidrocarburos en la torre.

También durante una parada de planta, según el período de duración de la parada, se puede dejar en marcha sin ningún inconveniente.

7- TORRES DE DESTILACION

Cuentan con inyección de N_2 en todas las torres a los efectos de purgarlas para entrega a Mantenimiento en caso de reparación, no tienen entrada de vapor y las conexiones de N_2 son permanentes, pero con un carretel que debe ser desconectado cuando se entra a la torre o se encuentra en marcha.

///38...

En algunas torres como la separadora de propano-butanos, se produce deposición de polímeros en la parte inferior, lo que hace necesario una limpieza por año de los últimos platos.

I N D I C E

- * ORGANIGRAMA DEL SECTOR PROCESO
- * HORNO DE CRAQUEO
- * PREPARATIVOS PARA LA PUESTA EN MARCHA
- * PUESTA EN MARCHA
- * DECOQUIZADO
- * SECUENCIA DE DECOQUIZADO
- * COMPRESORES
- * LAZO DE CONTROL
- * VAPOR DE SELLO
- * SISTEMA DE LUBRICACION
- * GAS DE SELLO (GAS BUFFER)
- * FLUSHING OIL
- * TRAMPAS DE ACEITE DE SELLO
- * TABLERO BENTLY NEVADA
- * COMPRESOR DE GAS CRAQUEADO

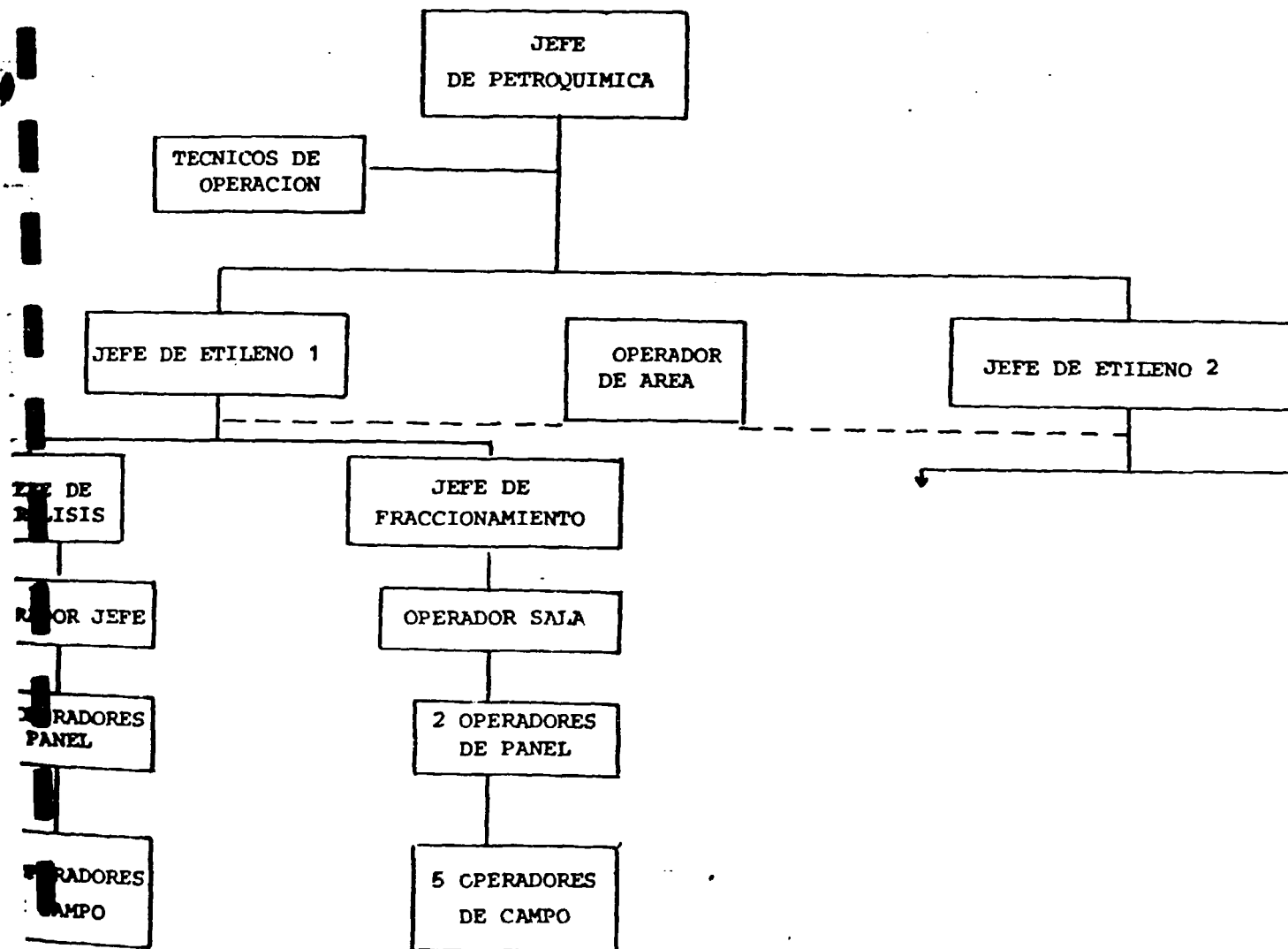
- * OBSERVACION DE PUESTA EN MARCHA DE RUTINA
- * PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR DE GAS CRAQUEADO
- * GENERACION DE VAPOR DE PROCESO
- * SISTEMA DE SECADO DE GAS CRAQUEADO
- * HIDROGENACION
- * ZONA DE BAJA TEMPERATURA Y FRACCIONAMIENTO
- * TORRE DEETANIZADORA
- * SEPARADORA DE ETILENO
- * SEPARACION DE PROPILENO, PROPANO , BUTANO
- * SISTEMA DE ANTORCHA
- * ALMACENAJE DE ETILENO

- * DOSIFICACION DE AMONIACO
- * DEPOSITOS DE INHIBIDORES
- * DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD
- * DETECTORES DE ESCAPES DE GASES
- * DESEMPEÑO DEL PERSONAL DE OPERACIONES

EMPETROL es una Empresa de propiedad del Gobierno Español, la cual posee en Tarragona, dos plantas gemelas de 325.000 tn/año de producción de Etileno cada una, a partir de craqueo de naftas.

Su Ingeniería, al igual que la nuestra, pertenece a la Empresa Linde A.G.

El Organigrama del Sector Operativo, responsable del control de la planta/ de Etileno es :



///2...

1- Los Operadores de Campo se distribuyen de la siguiente forma :

- a- 2 Operadores para Hornos.
- b- 1 Operador para Caldera y Condensado.
- c- 1 Operador para MEA y Secado.
- d- 1 Operador ayudante de puesto b y c .
- e- 1 Operador para Compresor de Gas Craqueado.

2- Operador Jefe : Cumple una función similar a la de nuestro Jefe de Turno.

3- Operador de Area: Cumple una función similar a la de nuestro Superintendente de Turno.

4- En la zona fría están distribuidos los operadores, de la siguiente manera:

- a- 1 Operador para Compresor de Etileno y Propileno, incluido el circuito de -/ Propileno. En emergencias colabora con el Compresorista del Compresor de / Gas Craqueado.
- b- 1 Operador para destilación, incluido el circuito de etileno.
- c- 1 Operador para el Sector de Hidrogenación de Acetileno, Secado y Metanación.
- d- 1 Operador para Hidrogenación de Propileno, Torre de Propano y Eutano.
- e- 1 Operador para Hidrogenación de Gasolina.

///3...

* HORNO DE CRAQUEO

En Tarragona disponen de 11 hornos, de los cuales 9 son alimentados con nafta , y los 2 restantes con etano. Los mismos son de fabricación holandesa KTI, muy similar a los de licencia SELAS.

Los hornos de etano cuentan con 4 serpentines en la zona radiante y 80 quemadores.

El control de alimentación de etano, al igual que el de vapor de dilución, es individual a cada serpentín, desde Sala de Control mediante un FIC, contando además con indicación de flujo en planta.

Un TRCA actuando sobre la presión de gas combustible, controla la temperatura de salida de gas craqueado del horno.

El control de alimentación de agua al domo del TLE., se realiza mediante un controlador de nivel LICA, contando además con un sistema de corte individual del horno, por bajo nivel en el domo.

El TLE, llamados BORSIG, son de carcasa y tubos , y están en forma lateral al horno, debido a que la salida del gas craqueado es por la parte inferior del horno (zona radiante).

Este hecho facilita la limpieza del TLE, evitando ensuciar el horno durante la operación de hidrojet.

Los serpentines están soportados por su parte superior, por medio de resortes calibrados y regulables manualmente, que permiten la dilatación de los tubos.

La salida de vapor saturado del domo del TLE, se sobrecalienta en la caldera y / no en el horno.

El etano alimentado al horno tiene una pureza de 99,94 % / 99,99 %, el resto son ppm. de metano, propano, propileno y etileno.

* PREPARATIVOS PARA PUESTA EN MARCHA

1- Los tubos se soplaron con vapor, ingresando por el primer pasc de la zona de/

///A...

convección hasta la brida desacoplada de entrada al TLE.

- 2- El TLE se sopló con vapor en sentido contrario, ingresando por una línea auxiliar a la de gas graqueado.

Esta operación de soplado con vapor, se efectuó en forma individual en cada / horno, durante 24 horas continuas. Se dejó enfriar otras 24 horas y nuevamente se sopló con vapor otras 24 horas.

Esta operación de soplado se realizó en tres oportunidades..

- 3- Los equipos y cañerías del sistema de generación de vapor de alta presión - / (TLE- Domo) fueron limpiados químicamente con ácido cítrico al 1 % y a 70 - 80 °C .

- 4- En la línea de gas combustible, se efectuó un soplado con aire a 5 kg/cm 2. / de presión, hasta cada quemador.

- 5- Concluidas las operaciones de limpieza de limas, se realizó la comprobación / de instrumentos, secuencias operativas de puesta en marcha, verificación de / fallas, etc.

- 6- El secado del refractario del horno se efectuó en base a lo expresado por KTI y consultado con Linde.

Los mecheros se encendían (comenzando desde las hileras interiores) en forma alternada y cruzados entre hileras.

La temperatura se incrementaba a razón de 50 °C por hora, y al llegar al punto de la curva de mantener estable la temperatura del refractario, se hacían/ rotaciones de quemadores para verificar si existían taponamientos de pastillas y probar de esta manera todos los quemadores.

Durante la operación de secado, el aumento de presión en el domo por el vapor producido en el TLE, fue utilizado para verificar aperturas correctas de las/ válvulas de seguridad.

- 7- Concluido el secado del refractario del horno, se comenzó a disminuir la temperatura a razón de 50 °C por hora, hasta apagar todos los mecheros.

Posteriormente y una vez frío el horno, se presurizaba con nitrógeno. Esto -/

///5...

fue debido a que la puesta en marcha de la planta estaba prevista para un tiempo posterior al secado.

///6...

• PUESTA EN MARCHA

La operación de puesta en marcha se realizó según la siguiente secuencia operativa :

- 1- Verificar nivel correcto en domo del TLE.
- 2- La verificación de cada instrumento, secuencias de marcha, fallas, cortes, ya/ había sido realizada con anterioridad.
- 3- Abrir únicamente la entrada de aire en quemadores de la hilera inferior, para/ regular la depresión en el horno en 5 mm. de columna de agua, también se deben abrir las mirillas inferiores.
- 4- Verificar prueba de explosividad en el hogar.
- 5- Purgar y presurizar línea de F.G.
- 6- Verificar esté habilitado el paso de gases desde TLE a chimenea.
- 7- Encender quemadores de hilera inferior, comenzando por los extremos y regulando encendido de los quemadores, para lograr un incremento de temperatura de -/ 50 °C por hora.
- 8- El control de temperatura se realiza en los hornos en la zona de radiación con indicación en Sala de Control.
- 9- Ajuste de depresión en el horno a medida que se prenden quemadores.
- 10- A 150 °C de temperatura en los hornos de la zona radiante, se comienza inyección de vapor en primer paso de zona de convección (serpentín de etano).
- 11- Alcanzado un valor de temperatura de 100 °C , a la salida del TLE, comienzan / a incrementar caudal de vapor al horno, en función del aumento de temperatura/ por indicación de TRCA en línea de salida.
- 12- Al llegar a 180 °C a la salida del TLE, se desvía la corriente de vapor hacia la torre de quenching.

///...

13- Normalizada la temperatura en 750 °C en TRCA de salida del horno, se inyecta un 50 % de carga de etano , manteniendo el exceso de vapor.

El 50 % restante, se incrementará en aproximadamente 1/2 hora.

14- Al ingresar con carga de etano, se encienden quemadores en función de la temperatura (TRCA)

Al llegar al 70 % del valor de carga de etano, comenzaron a reducir el caudal de vapor de proceso al primer paso de la zona de convección, incrementando simultáneamente la carga de etano hasta 100 %, estando en estas condiciones totalmente cerrado el ingreso del vapor mencionado.

15- A medida que sale la carga al horno, se lleva la temperatura de salida (TRCA) a la de craquing (830 °C)

* DECOQUIZADO

El aumento de temperatura de un serpentín, es la pauta de un pronto decoquizado. Es muy difícil guiarse por diferencial de presión. Lo más evidente es el valor de temperatura.

Puede ocurrir que estando en operación normal, la temperatura de salida de uno de los serpentines comience a subir, mientras que los tres restantes se mantienen en su mismo valor. Ante esto se deberá :

- 1- Verificar valor correcto del instrumento.
- 2- Verificar carga de etano y vapor a ese serpentín.
- 3- Bajar gas, e ir apagando mecheros sobre ese serpentín.

Si a pesar de todo ello , continúa el aumento de temperatura, será necesario sacar de servicio el horno para decoquizado.

Cada 40 - 45 días de operación de un horno, es necesario sacarlo de servicio para decoquizarlo, y cada 5-6 decoquizados se hace una limpieza mecánica del TLE.

La demora para un decoquizado de horno y TLE, desde que se corta etano de alimentación hasta quedar en servicio nuevamente, es de aproximadamente 5-6 días.

///8...

* SECUENCIA DE DECOQUIZADO

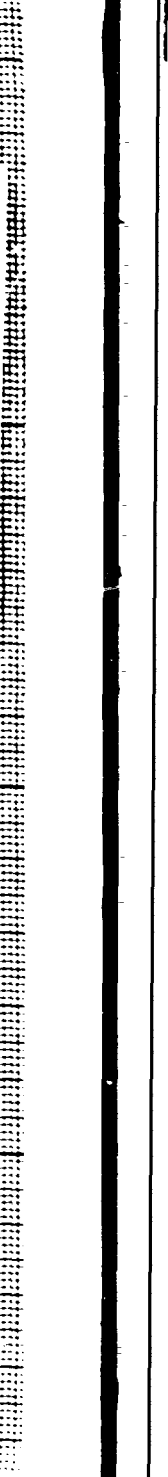
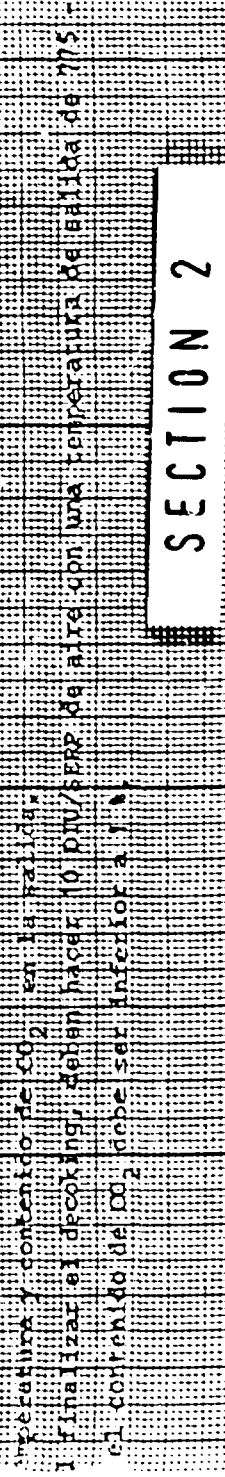
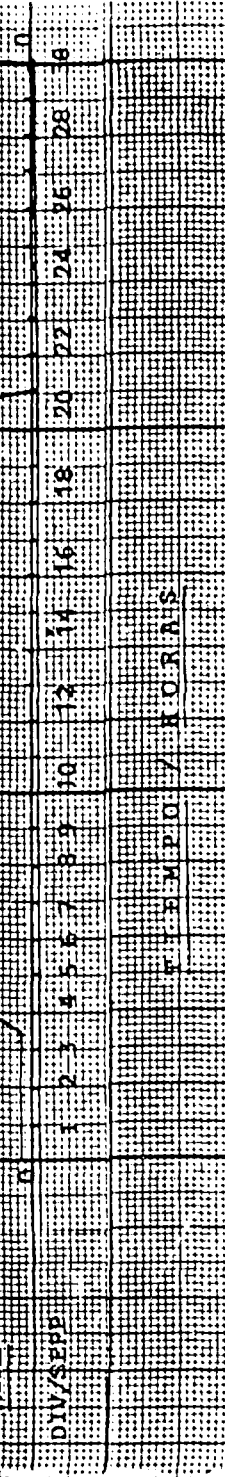
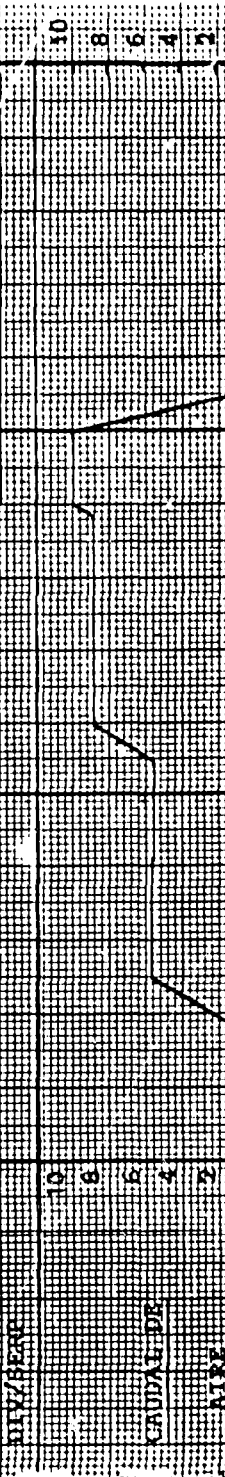
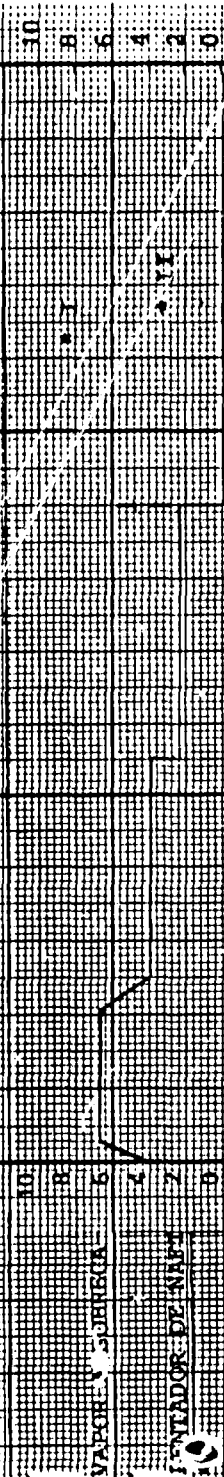
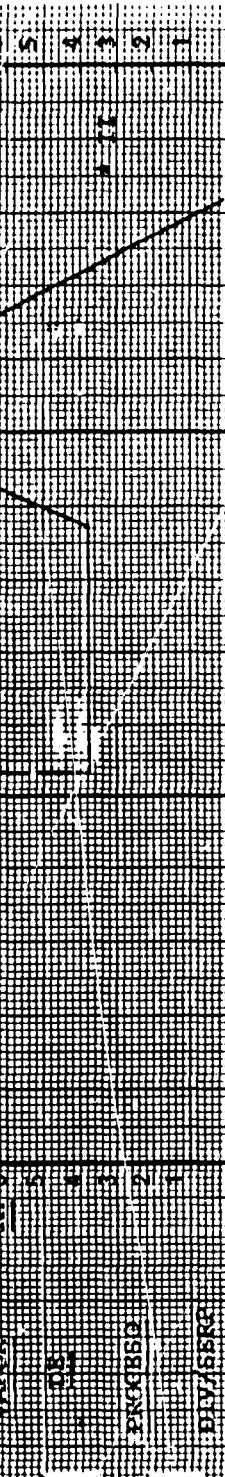
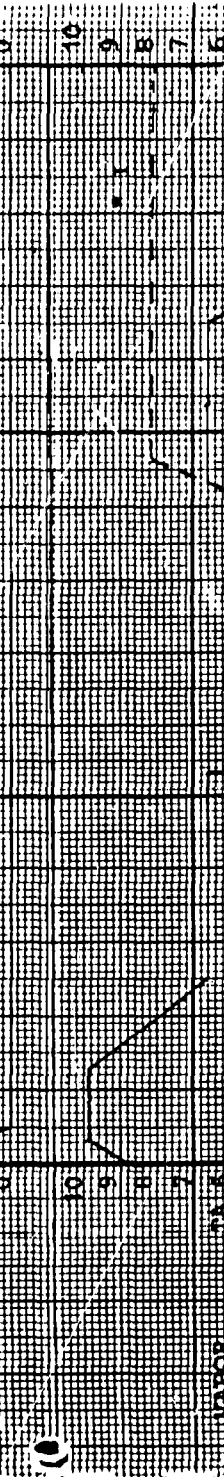
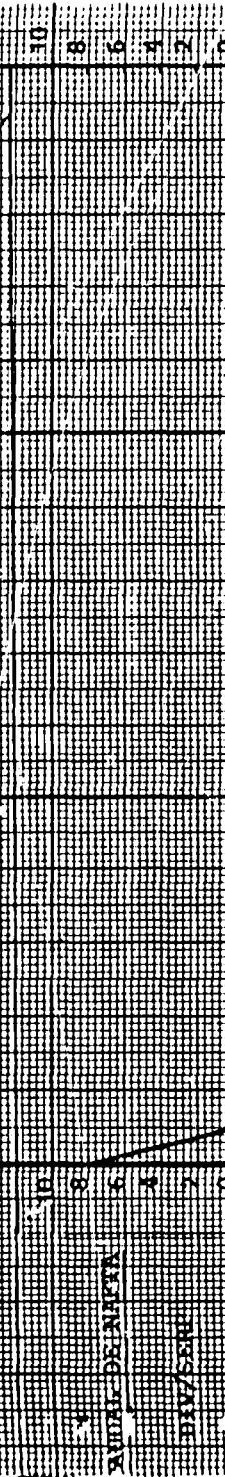
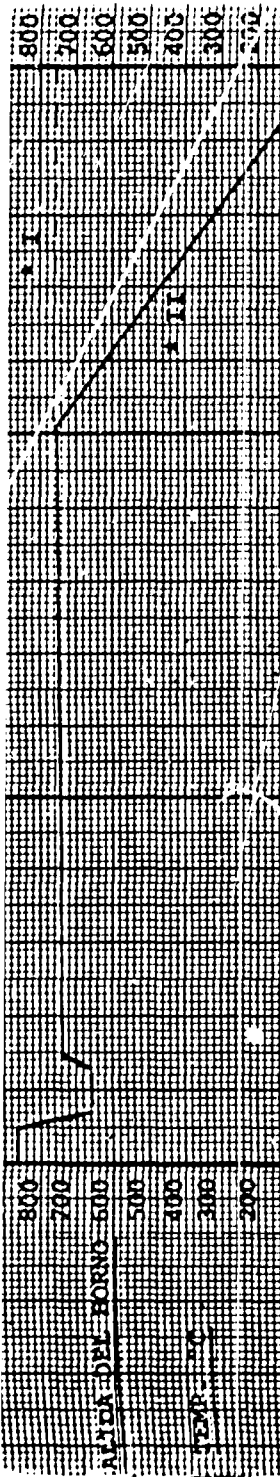
Se comienza a disminuir carga de etano, y simultaneamente se aumenta el caudal de vapor de proceso, manteniendo la temperatura para decoquizado en 780 °C .

Para ello será necesario apagar algunos quemadores en función de esta temperatura. Una vez cortada la alimentación de etano, mantener por 10 minutos circulando vapor de proceso hacia la torre de quenching, desviando posteriormente esta corriente por línea de decoquizado.

En estas plantas de etileno, se dispone de cañerías de purga contra la válvula de habilitación a la torre de quenching, con el fin de purgar el condensado acumulado en esta cañería (tramo neutro) durante el proceso de decoquizado.

Este condensado de no ser eliminado, provoca problemas en la torre de quenching. Es importante durante el decoquizado no superar los 800 °C de entrada al TLE, revisar los tubos por si hay puntos calientes, la temperatura en pared del tubo (pirómetro) no mayor de 1045 °C .

Si son superadas estas temperaturas, o si hay puntos calientes, reducir enseguida el flujo de aire al serpentín afectado.



1) NO BORSIL HYDRO ETILING
 2) Usar el grafico general de decoking, como una guía. Los tiempos con aire son variables y de
 3) caudal de vapor depositado en los tubos. Se puede modificar los tiempos de aire en función d
 temperatura y contenido de CO₂ en la salida.
 4) Finalizar el decoking, deben hacer 10 DIV/SERP de aire con una temperatura de salida de 775.
 el contenido de CO₂ debe ser inferior a 1.

TIEMPO DE HORAS

SECTION 2

SECCION 2

PRUEBA DE VALVEDAS DE SEGURIDAD

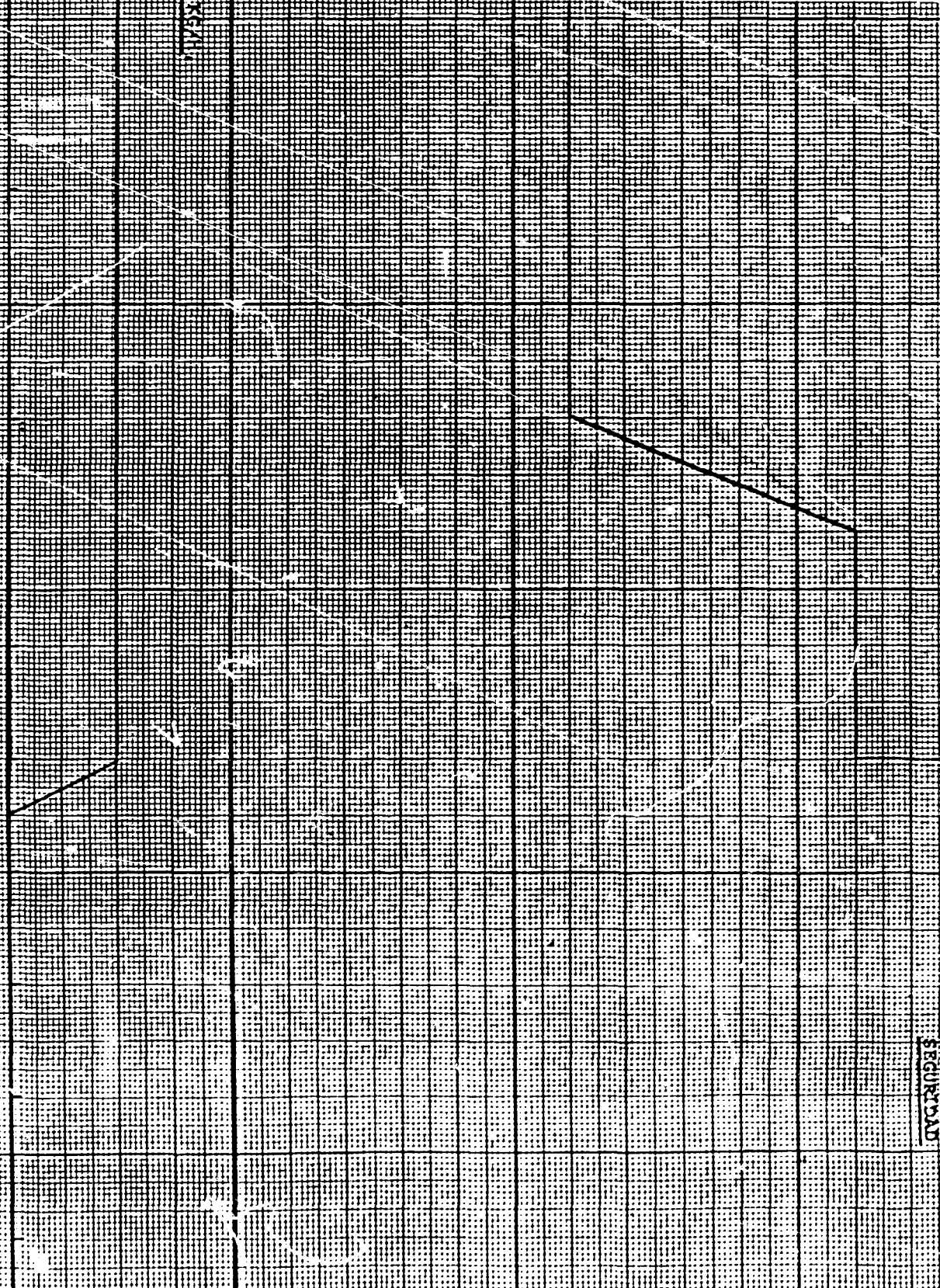
HORAS

94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106

40 60 80 100 120

SECTION 2

DR. DE. ERICSSON. KSA



COMPOSICIÓN DEL EFLUENTE DE HORARIOS

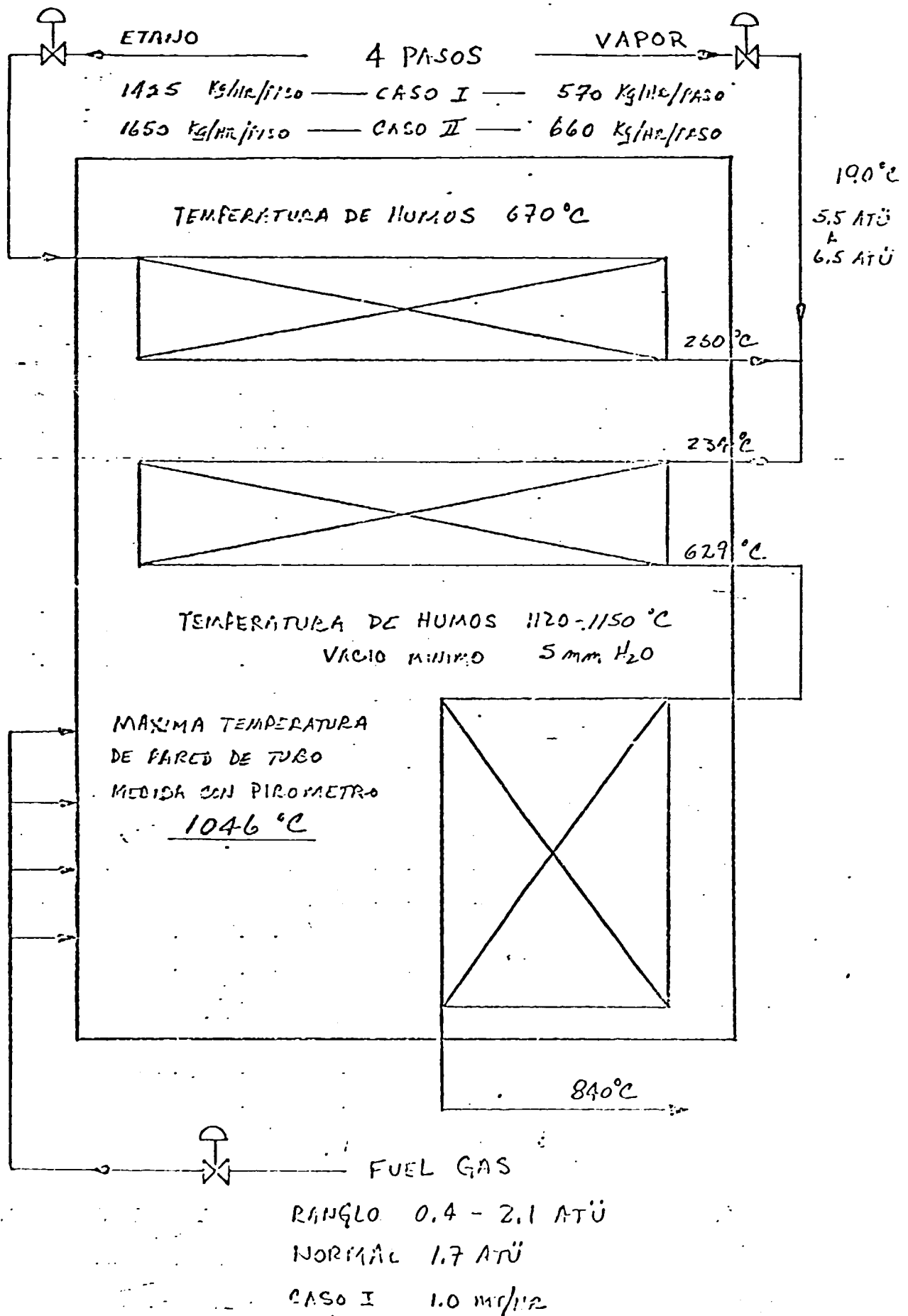
	DISEÑO CASO I		DISEÑO CASO II	
	% PESO	KG/H	% PESO	KG/H
HIDROGENO	0'95	1.248'2	0'80	1.093'2
METANO	16'65	22.684'7	14'30	19.541'5
ACETILENO	0'55	751'6	0'35	478'3
ETILENO	26'70	36.760'2	24'70	33.253'6
ETANO	4'20	6.739'5	4'90	6.559'4
PROPANO	0'60	819'9	0'40	546'6
PROPILENO	11'30	16.442'0	14'50	20.224'8
PROPANO	0'40	546'6	0'20	273'3
C4 ACETILENO	0'05	68'3	0'05	68'3
BUTADIENO	3'70	5.052'2	4'30	5.876'4
BUTENO	3'30	4.373'0	4'25	5.807'8
BUTANO	0'30	410'0	0'50	683'3
C5 PON	3'99	5.452'5	3'65	4.867'7
C6+ PON	1'96	2.678'4	2'51	3.020'2
BENCENO	9'00	12.298'7	6'95	9.497'5
TOLUENO	3'80	5.197'9	4'70	6.670'0
XILENO	1'50	2.047'8	1'70	2.323'2
C8+ AROM	5'10	6.969'4	6'84	9.347'2
PESADOS	5'0	7.789'3	4'32	5.971'8
IA POR/NAFTA				
PROPILENO/ETILENO		0'42		0'60
ACETILENO/PROPILENO		0'0407		0'0236

TEST F-1001 28/XI/47

% PESO	KG/H.	TM/DIA	TRANSFORMACION EN PROCESO	EXTRAPOLACION TRAB PROCESO TM/pi	
0'964	1.317'4	39'6	↓	40	
13'912	19.011'3	456'3		460	
0'419	572'6	13'7		910	
25'207	34.476'4	827'0	↓	430	
3'765	5.115'0	123'5			30
13'642	18.642'4	447'4	↓	270	
0'463	632'7	15'2			870
C ₄ 17'83	24.365'4	591'0	↓	870	
GASOL 16'41	23.150'6	555'6			224'8
F.O. 6'855	9.367'6	324'8			

TRRICO 3. D'6 EXPERIMENTAL + 0'57
 0'50
 0'0307

HORNO DE ETANO



///10...

* COMPRESORES

El Compresor de gas craqueado dispone de 5 etapas, siendo ésta la diferencia con el nuestro.

El tablero local se encuentra ubicado en una Sala presurizada, siendo éste el lugar de residencia de los Operadores de Area.

Tienen 2 operadores con responsabilidad, uno sobre el compresor de gas craqueado y otro sobre el de etileno y propileno. Actuando conjuntamente en la puesta en marcha de cualquiera de ellos.

Además de los operadores, intervienen el Jefe de Turno de la Zona Caliente, un hombre de Inspección de Mantenimiento para grabar vibraciones durante la puesta en marcha, que ante algún problema puede ser luego analizada, un Instrumentista y un Mecánico.

Tienen un gráfico con los valores máximos de vibraciones en base al mayor valor. Con este gráfico, al cabo de un tiempo, pueden ver la evolución del aumento de vibraciones.

Han tenido, y tienen problemas de alta temperatura de cojinete axial, principalmente con el de propileno, en el cual se reformó la caja porta cojinetes, donde se colocaron mas zapatos. En base a estos resultados será instalado en los demás compresores.

A causa del arrastre de soda, han tenido que cambiar el aro de aluminio del sello laberíntico, por uno de acero inoxidable, que según ellos, no presentan problemas con la dureza del material.

Las tres turbinas Worthington trabajan a condensación total. En los condensadores han tenido problemas de corrosión en lado tubos, ocasionados según ellos, por el agregado de amoníaco en el agua de alimentación a caldera, aconsejando agregar morfina en lugar de hidrazina para control de pH de agua de alimentación a calderas.

Los tres compresores Elliott tienen motor de giro y disponen de indicador digital de rpm. en el panel local, el cual resulta muy útil en las operaciones de puesta en marcha, al estar ubicado en lugar visible.

///11...

La diferencia con el de PBB, es que el de gas craqueado tiene 5 etapas. Durante la puesta en marcha, el corte por desplazamiento axial , entre 500 y 1.500 r.p.m. , se encuentra anulado. Por altas vibraciones, no tiene corte de seguridad, solo alarma. Tampoco -/ corta por altas temperaturas. Otro de los cortes por seguridad del equipo es por alto nivel de condensado/ de superficie. Las tres maquinarias disponen de llaves de transferencia de control, desde / panel local a Sala de Control.

* LAZO DE CONTROL

Inicialmente el sistema de control era similar al nuestro, pero fue modifica do el diseño debido a que tenía una respuesta muy lenta, provocando la entra da de surge de la máquina. La modificación consiste en eliminar la acción conjunta del PIC con FIC so- / bre la válvula de recirculación, quedando solamente la acción del FIC sobre/ dicha válvula, y en el caso de primera etapa el PIC con el SIAS. El sistema de control de cuarta etapa quedó solamente el FIC sobre la recir- / culación. (Ver Nota adjunta sobre sistema de control)

Con esto lograron un muy buen control sobre el compresor, quedando el lazo / simplificado. Es importante destacar que los 3 compresores por diseño regu- / lan la succión de primera etapa en forma automática , con la velocidad del / compresor.

El compresor de propileno dispone además en campo, de un P.H.C. en la suc- / ción de 2° y 3° etapa, un F.H.C. en succión de 1° y 2 ° y en descarga de 3° / etapa.

En el compresor de etileno, un controlador manua? HC en campo sobre la suc- / ción de 1° y descarga de 2°, 3° y 4° etapa.

La succión de 2°, 3°y 4° etapa cuenta con un PHC.

El compresor de gas craqueado, además de un FHC en la línea de by-pass de 3 ° a 1° etapa, dispone de un PIC en la succión de 4° etapa, que descarga a an-/

///12...

torcha algún exceso de presión que perjudicaría los sellos. Esto es debido a que al pararse el compresor se igualará la presión de 5 ° etapa con la de 4°.
Entre estas etapas hay una torre de Secado con Glicol.

EMPRESA NACIONAL DEL PETROLEO, S. A.

COMPLEJO DE TARRAGONA

Asunto: SISTEMA DE CONTROL DE LOS COMPRESORES

Lo que sigue es una discusión detallada sobre el Sistema de Control de los Compresores, las causas por las cuales funcionan en condiciones diferentes a las previstas en diseño, las desventajas de esta forma de actuación y los cambios de control requeridos para mejorar el sistema. Estudiaremos en detalle el caso del compresor de Raw-Gas y al final lo extenderemos para KT-4001 y KT-4101.

I) Control de las tres primeras etapas del compresor K-240.

Se efectúa actualmente de la forma siguiente:

PRC-2401 es un Controlador de rango partido. De 3-9 psi envía una señal a un selector para que actúe la válvula de reciclo. El rango de control de velocidad del governor es de 9-15 psi.

FRC-2401 controla el flujo de impulsión de tercera etapa a fin de mantener el flujo mínimo requerido para evitar bombeos. Este Controlador envía una señal de 3-9 psi para actuar la válvula de reciclo. La otra mitad de rango partido (9-15 psi) no se usa y es un rango de control muerto.

En teoría la señal mínima del PRC-2401 y FRC-2401 controla la posición de la válvula de reciclo.

En la práctica esto no es así. El rango de 3-9 psi del PRC-2401 nunca envía una señal mínima para actuar la válvula de reciclo. Aunque este sistema de control es operable, tiene desventajas que se comentarán en este informe.

En primer lugar, procederemos a detallar las razones por las cuales esta señal de 3-9 psi del PRC-2401 nunca se usa. Hemos de considerar dos casos: Puesta en Marcha y Operación Normal.

- Puesta en marcha . - Para efectuar la puesta en marcha de KT-2401 es necesario poner PRC-2401 y FRC-2401 en manual y abrir completamente la válvula de reciclo.

Tras el arranque se aumenta la velocidad de KT-2401 hasta la mínima del governor (3700 rpm). A continuación, es necesario abrir

.../...

suavemente el paso del gas de cracking a la sección fría procurando que el consumo de vapor sea lo más bajo posible. Para ello, los controladores PRC-2401 y FRC-2401 deben ser operados en manual durante varias horas. Sin embargo, y como base de discusión, supondremos que estos controladores están en automático y analizaremos las dos situaciones siguientes:

- A/. Operación en ciclo cerrado (sin Raw Gas a la sección fría).
 Con un horno croqueando nafta, la presión de espiración de la 1ª etapa mantiene en $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ enviándose el Raw Gas a la antorcha a través del PIC-2027. En estas condiciones, el PRC-2401 no puede bajar la presión de la 1ª etapa, ya que actúa mandando una señal cada vez mayor, hasta llegar al máximo (9psi), para cerrar la válvula de reciclo. Pero durante este tiempo, el FRC-2401 debe mantener un caudal mínimo para evitar bombeo por lo que enviará una señal más baja (3-9 psi) y por tanto tendrá el control de la válvula en estas condiciones. Si en algún momento, el PRC-2401 mandase una señal para cambiar la válvula de reciclo a una posición más cerrada, y de este modo reducir la presión de aspiración, inmediatamente el FRC-2401 mandará una señal inferior para reponer la válvula a su posición inicial. Por otra parte, en esta situación aumentaría el consumo de vapor, ya que actuaría el segundo rango del PRC-2401 (9-15 psi) demandando más velocidad a la turbina.
- B/. Operación en ciclo abierto (enviando Raw Gas a la zona fría).
 A fin de alcanzar una presión suficiente en la impulsión de la 5ª etapa (28 Kg/cm^2) para un correcto funcionamiento de la sección fría y de reducir y mantener la presión de aspiración de la primera etapa en $0,20 \text{ Kg/cm}^2$ (PIC-2027 cerrado) la velocidad de KT-2401 debe incrementarse desde 3700 rpm a 4000 rpm aproximadamente. Esto requiere una señal de 11 psi del PRC-2401. En estas condiciones el PRC envía siempre máximo de señal ($> 9 \text{ psi}$) al selector de mínima y el FRC-2401 controlará la válvula de reciclo.

Podemos deducir que en el supuesto de que el control de la máquina se realizara automáticamente durante la fase de puesta en marcha, el PRC-2401 no tendría ninguna acción el control de la válvula de reciclo.

- Operación normal. - Durante operación normal KT-2401 mantiene una presión de impulsión de 5ª etapa de 33 Kg/cm^2 . Esta presión es fijada por los requerimientos de la sección fría. La presión de aspiración de la 1ª etapa se mantiene en el valor de diseño

(0.2 Kg/cm²) mediante control de velocidad de la turbina. A fin de mantener estas condiciones, y dependiendo de la carga actual de la planta, el rango de trabajo del governor es de 4.000 a 4.600 rpm. Esto representa una señal del PRC-2401 de 11 a 14 psi, lo que supone que no actuará sobre la válvula de reciclo. Por ejemplo, supongamos que la unidad está operando con siete hornos y que inesperadamente se paran tres. Con objeto de mantener la presión de succión, la señal del PRC-2401 debe descender desde 14 (4.600 rpm) a 11 psi (4.000 rpm), pero no decrecerá suficientemente para entrar en el rango de control de la válvula de reciclo (3-9 psi), ya que esto supondría una velocidad inferior a la necesaria (4.000 rpm) para mantener la alimentación a la sección fría (presión entre 28-33 Kg/cm²) y el gas inicia la antorcha a través del PIC-2027.

Hasta ahora, hemos analizado las razones por las cuales la señal del PRC-2401 no actúa nunca sobre la válvula de reciclo. Veamos a continuación las desventajas que supone esta desviación respecto a diseño:

- El rango de control de velocidad (3700-4850 rpm) está calibrando en un rango de 6 psi (9-15 psi) en lugar de hacerlo en 12 psi (3-15 psi). Con este estrecho rango de operación, cualquier pequeño cambio en la señal de aire resulta en un gran cambio de velocidad. Para solucionar este problema, es necesario fijar la banda proporcional de PRC-2401 con un punto de consigna de 450 (máximo 500). Con este punto de consigna en la banda proporcional (casi muerto), el controlador no responde lo suficientemente bien como para obtener un control del proceso suave.
- El FRC-2401 opera en un rango de 3-9 psi. La otra mitad de este rango (9-15 psi) no se usa. Esto resulta en el mismo problema mencionado en apartado anterior. Con la banda proporcional ajustada para operar en estas condiciones, cuando la válvula de reciclo está cerrada y el caudal disminuye, ésta no se abre con la suficiente rapidez para evitar bombeo.
- Este sistema de rango partido para la válvula de reciclo puede confundir a los operadores durante la puesta en marcha. El operador debe poner en manual y abrir, no solamente el FRC-2401, sino también el PRC-2401, para poder abrir la válvula de reciclo.

La solución de este problema es sencillo e igual para los tres compresores KT-2401, KT-4001 y KT-4101. Consiste en recalibrar el rango del governor de cada turbina para una señal de 3-15 psi. El sistema correcto de control podría ser el siguiente (ver croquis):

.../...

FRC-2401 envía una señal de 3-15 psi al governor para mantener la presión de aspiración.

FRC-2401 envía una señal de 3-15 psi a la válvula de reciclo para mantener el caudal mínimo requerido para evitar bombeo.

II) Control de 4ª y 5ª Etapas del Compresor de Raw-Gas.

Este sistema funciona actualmente como sigue:

- El controlador de presión de aspiración de 4ª etapa, PIC-2421, envía una señal de 3-15 psi a un selector de mínima para que éste actúe la válvula de reciclo de 5ª a 4ª etapa, FRC-2402. Este controlador, situado en la impulsión de la 5ª etapa, envía una señal de 3-15 psi al selector de mínima mencionado anteriormente, para actuar la válvula de reciclo y mantener el flujo mínimo requerido para evitar bombeo.

En teoría la señal mínima del PIC-2421 y FRC-2402 controla la posición de la válvula de reciclo.

Este sistema de control no es correcto, porque supone que la presión de aspiración de 4ª etapa es una variable de control del proceso. Esta presión no es una variable a controlar y puede cambiar según el diseño actual del compresor y la carga de la Planta. Por ejemplo, según diseño la presión de aspiración de 4ª etapa es $6,75 \text{ Kg/cm}^2$, pero la presión actual de operación según la capacidad de la Planta, es de $7,5$ a $8,5 \text{ Kg/cm}^2$. En la práctica PIC-2421 siempre envía la señal máxima (15 psi), porque la presión actual es más alta que la de diseño.

Pero si la presión actual fuese, por ejemplo de 6 Kg/cm^2 , PIC-2421 demandaría mantener la válvula de reciclo más abierta de lo que requiere FRC-2402, a fin de mantener la presión de $6,75 \text{ Kg/cm}^2$ en la aspiración de 4ª etapa, lo cual no tiene interés práctico y además exigiría un mayor consumo de vapor en la turbina.

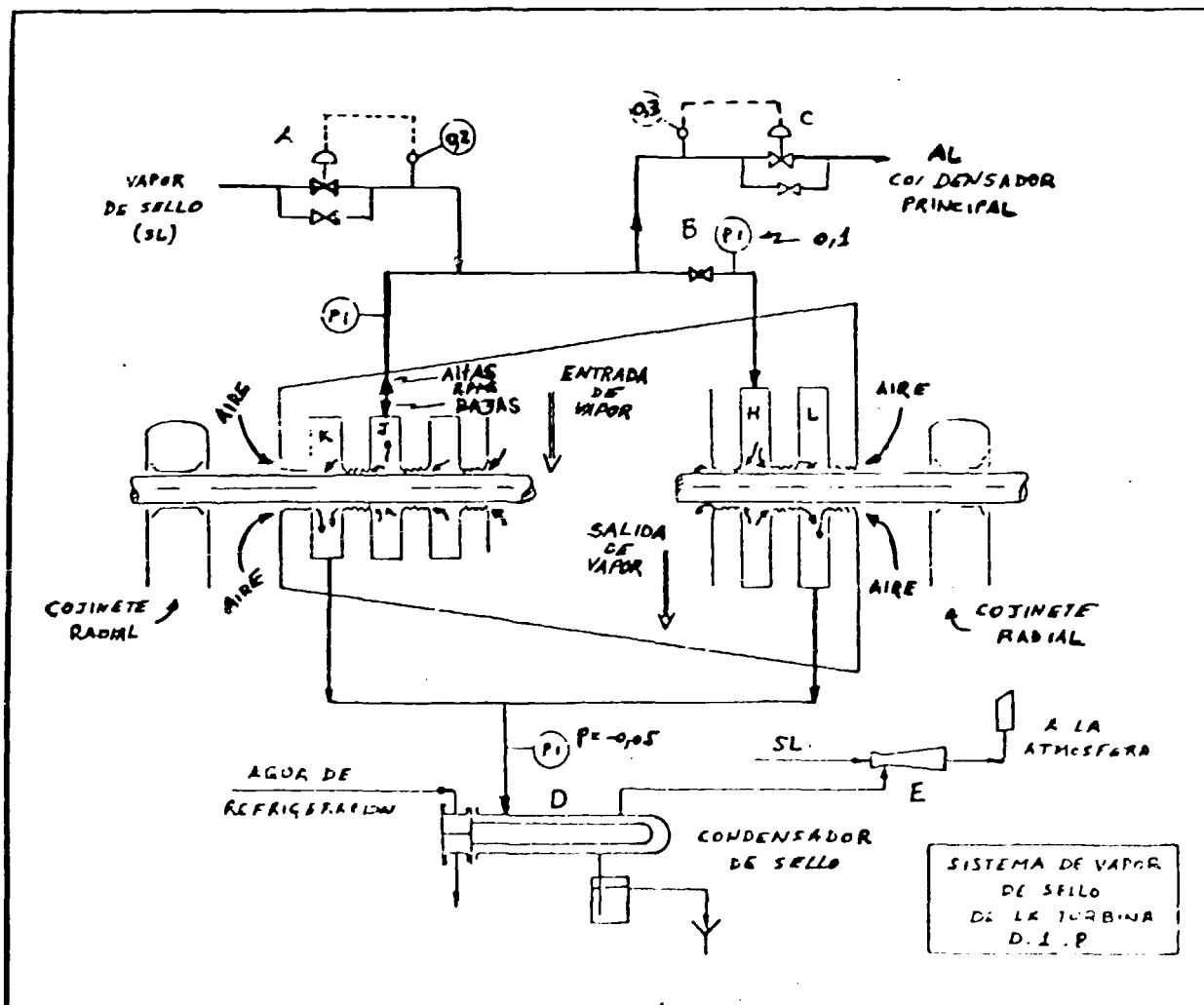
Para corregir este problema de control en K-2401 y K-4101, la solución es muy sencilla, y consiste en desconectar los PIC y eliminar los selectores de mínima, con lo cual FRC-2402, FIC-4103 y FIC-4104, tendrían el control directo de las válvulas de reciclo respectivas.

///13...

* VAPOR DE SELLO

Se utiliza como vapor de sello, la pérdida propia de la máquina, disponiendo de una línea de vapor de baja presión con un P.C. para puesta en marcha, y un PC -/ que controla el exceso de presión descargando el condensador.

Ver página 21 del Manual de Compresores.



///14...

* SISTEMA DE LUBRICACION

Cada compresor dispone de una consola de lubricación . La instrumentación es similar a los de PBB . A diferencia de los nuestros disponen de una válvula de cambio/ de filtro independiente de la de cambio de enfriador.

Los depósitos de aceite disponen de una cañería de 6 " de venteo de gas a atmósfera que sobrepasa el techo de la sala de compresores.

Periodicamente el aceite es centrifugado, para ello disponen de una centrífuga portátil ALFA LAVAL.

En la consola de lubricación del compresor de propileno, han tenido inconvenientes de alta presión, en línea de aceite de descarga de bombas, originado por una deficiente instrumentación que no respondió al aumento de presión por cambio de bomba. Este exceso de presión provocó rotura de niple de toma de presión, lo que originó/ un gran incendio, debido a que la pérdida de aceite entró en contacto con una cañería de vapor.

Por esta causa se modificó la instrumentación . La válvula de control de presión / de descarga de las bombas, (carecían de controlador) eran de tipo diafragma autoregular.

La válvula de seguridad en la línea de descarga no era de apertura rápida.

Características de las válvulas de control y de seguridad, anterior y posterior a/ la modificación de instrumentación.

Esta modificación fue realizada en las 3 consolas de lubricación, obteniendo muy / buen resultado.

VALVULA ANTERIOR

Marca : FISHER

Tipo : 1 B/AR

VALVULA DE CONTROL ACTUAL

Marca : FISHER

Tipo : 667 ED.

VALVULA DE SEGURIDAD ANTERIOR

Marca : SAPAG consolidate

Tipo : 1906 K3

CONTROLADOR ACTUAL

Marca : FISHER

Tipo : 4160

///15...

Serie : 7214153

VALVULA DE SEGURIDAD ACTUAL

ALL WEILER

El circuito no dispone del sistema para emergencias presurizado con Nitrógeno / (RUN DOWN TANK) . Cuentan con una bombita eléctrica que arranca ante un corte/ de energía.

* GAS DE SELLO (GAS BUFFER)

En los 3 compresores hay conexión externa para gas de sello. La inyección en el/ de etileno y propileno es a causa de la baja temperatura de succión , que traería problemas en los sellos mecánicos.

* FLUSHING OIL

Disponen de cañerías para inyección de aceite de lavado en las carcazas y en caños de succión de cada etapa.

Este sistema no es usado actualmente, solo durante un breve período en una de / las plantas de etileno.

No han tenido mayores inconvenientes , a excepción de una oportunidad en que se encontró formación de polímeros en una de las etapas, que fue eliminado con un jabón tipo ácido.

Ver composición de aceite de lavado que disponen .

ENPETROL
Tarragona

12⁰⁰

SOLICITUD DE TRABAJOS ESPECIALES AL LABORATORIO URGENCIA

				TOMA MUESTRA
O	A	B	C	
			X	REALIZACION

Muestra de	gasolina	Aromáticos				
CLAVE (Unidad o tanque)	644-02	644-11				
Estireno	5.93	6.02				
Benceno	27.34	37.01				
Tolueno	15.14	19.90				
Etil benceno	0.65	2.42				
Xileno	9.57	9.83				
Nota:	quedar en reserva para análisis de los de Col. de					

Necesario por: Investigación proceso.

SOLICITANTE	Nombre: <u>L. Fontanals</u>	Autorizado por:	Enviar los resultados a:	El Técnico
	Unidad / Opto. <u>T-2</u>		1) <u>L. Fontanals</u>	
	Fecha: <u>27-12-79</u> Hora: <u>1130</u>	<u>LFV.</u>	2)	Fecha:

URGENCIA (O) = Durante el turno en que se solicita. (A) A las 8 h. siguientes.
(B) = A: día siguiente. (C) = A determinar.

Blanco = Laboratorio Amarillo = Petición irle Rosa = Resguardo para peticionario.

Transmitido por Consola Si No
Pasado al Farte
Transmitido por teléfono

EN PETROL
LABORATORIO
TARRAGONA

PLANTA DE OLEFINAS - 2, Y U. IFP - 644


MUESTRAS DE LIQUIDOS COMBUSTIBLES Y GASES

Fecha 10 / 11 / 80

DENOMINACION	Gasolina eliment. IFP	Fondo columna raron	Gasolina mezcla	Gasolina pesada	Gasolina ligera	Cuscut oil	Fuel-oil a la caldera	Fuel-oil producto	Fondo estabil. C - 2501	Fondo desbura- nizado.
CLAVE AE	643-02	643-09	643-23	643-12	643-30	2001	1814	2008	2502	5503
HORA			7			5	5	5	5	5
Densidad			0,8426			0,9018	0,9724	0,9350	0,8817	0,8190
P. Inicial			53						67	
5%			68						84	
10%			76						90	
20%			83						97	
30%			90						103	
50%			104						123	
70%			127						153	
80%			142						171	
90%			158						193	
95%			168						206	
P. Final			176						220	
% Residuo			0,7						1,2	
% Recogido			99,0						98,0	
Gomas totales										
Gomas actuales										
Gomas potencial.										
Periodo inducc.										
Ind. dienos			0,9							
Doctor			N.º 1							
SH ₂										
Mercaptanos										
Azufre ppm %							2,48			
N.º Bromo										
P. Inflamación										10,0
Presión Vapor										(1)
Color										
P - arafinas										
O - lefinas										
N - aftenos										
A - romáticos										
Viscos. 50° C cl.							38,0			
P. Congelación							50			
							-21			

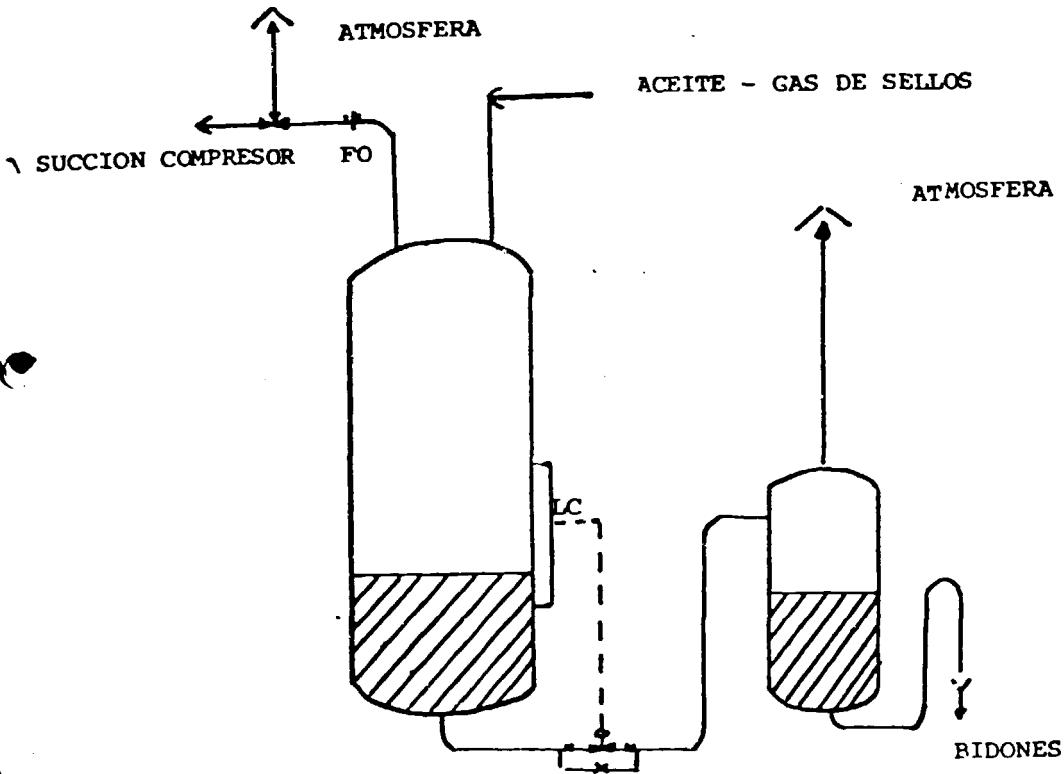
DENOMINACION	Gas del C-3	Hidro- geno	Gas del C-7
CLAVE AE	643-04	643-05	643-08
HORA			2008
HORA			5
Dens. (gas/aire)			
Hidrógeno			
Viscos a 50° C est.			
P. Inflamación			10,0

OBSERVACIONES (1) Se comunicó
por teléfono

EL TECNICO


Bianca = C. Control Estimo. Amarilla = Laboratorio. Rosa = Dto. Petroquímica. Azul = Procesos.

///...



///...

///16...

* TRAMPAS DE ACEITE DE SELLO

Tienen una pérdida de aceite de sello de 200 litros/día en los tres máquinas (6 cuerpos en total). Este aceite no lo recuperan, a pesar de ser limpio, que con un stripping y poco tratamiento se podría usar nuevamente al quedar eliminado -/ los contaminantes ácidos.

No se realizaba cambio de aceite al circuito. Como la pérdida era de 200 lt/día/ se reponía esta misma cantidad, y en caso de ser necesario agregaban más para -/ mantener nivel en depósito de aceite.

En EMPETROL, el sistema es diferente al nuestro. No se envía a antorcha el gas/ de la trampa, porque en caso de trabarse iría aceite a la línea de antorcha.

Tampoco se envía la salida de aceite de la trampa a bidones o tambores portátiles, ya que en caso de quedar abierta, dejará salir gas al tambor colector.

La mezcla gas-aceite de pérdida de sellos pasa a un colector, que dispone de un controlador de nivel. El gas se escapa por la parte superior del colector (a / través de un F.O.) a la succión de primera etapa del compresor de gas craqueado o bien a la atmósfera por sobre el techo de Sala de Compresores.

El aceite recuperado en este colector, pasa a otro recipiente a través de un -/ controlador de nivel.

///17...

* TABLERO BENTLY NEVADA

En varias ocasiones ha ocurrido que al irse la tensión del sistema de Bently Nevada (Monitor de desplazamientos y vibraciones), y caer todas las señales a cero, cuando se restablece la tensión, el monitor de desplazamiento se va a tope de escala y produce la parada de la máquina.

Esto es una avería típica cuando se abre la tapa del Bently Nevada y se despresuriza la cabina.

Por lo tanto Electricidad está procediendo a realizar una modificación que consiste en la instalación de un " Relais " en línea con el presóstato que controla la presurización de la cabina.

Con esta modificación al producirse una despresurización, ya sea por apertura de la cabina o por caída de presión de la red de aire de presurización, las señales del monitor caerán a cero. Pero también se desenergizará el " relais " de forma que al restablecerse la presión quedará sin tensión el monitor.

Lo que se deberá hacer es :

- 1- Colocar en by-pass el ZIAS, luego se procederá a rearmar la tensión a la caja -, por medio del by-pass del P.S.L.

NOTA : Para evitar una parada se requiere primero, colocar el by-pass del ZIAS antes de colocar el by-pass del P.S.L.

Al normalizarse el funcionamiento del ZIAS, se procederá a quitar los by-pass.

* COMPRESOR DE GAS CRAQUEADO

OBSERVACION DE PUESTA EN MARCHA DE RUTINA

La línea de vapor de alta 110 kg/cm² estaba caliente, purgando por venteo a silenciador. La válvula trip estaba lista para operar (cerrada).

La posición de la multiválvula se encontraba toda abierta.

El compresor y la turbina giraban con el motor de giro a 4 R.P.M.

///18...

La presión de entrada del vapor de sello era de 0,8 kg/cm².

El vacío del condensador de superficie era de 32 cm. Hg. , se encontraban puestos en servicio los 4 eyectores y el de partida.

Se comenzó a abrir la válvula trip lentamente hasta 500 RPM (en el tablero había una persona de Mantenimiento Mecánico anotando vibraciones)

En estas condiciones se bloquearon las purgas de calentamiento de línea. Se mantuvo durante 15 minutos en 500 RPM. La temperatura de los TI locales eran :

TI Sello : 35 °C

TI Radial: 35 °C en extremo de los cuerpos sellos y cojinetes.

TI Axial : 33 °C

El gas buffer se encontraba habilitado.

Las válvulas de recirculación estaban en automático desde el tablero de Sala de Control.

El control de RPM se encontraba en manual , manejado desde Sala de Campo . La indicación es de sistema digital.

Luego se continuó incrementando entrada de vapor (abriendo trip.) y a 1500 RPM se habilitó la válvula exclusiva de vapor de extracción.

A 3000 RPM y 35 cm. Hg se reguló el vapor a los eyectores del condensador de superficie, luego se cerró el de puesta en marcha, y mas adelante abrieron un juego de los de operación.

A 3300 se efectuó la apertura total de válvula trip y tomó control el SIC desde / el tablero de Sala de Campo. El vacío llega a operación normal 70 cm/Hg. Luego se iguala la señal con la Sala de Control y se efectúa la transferencia.

La presión diferencial de acéite de sello a los 3 cuerpos era de 3,5 kg/cm².

El sistema de eyectores y enfriador del condensador de superficie y el de vapor -/ de sello se encuentra en la plataforma , cercanos a la máquina. El enfriador del / sistema de eyectores del condensador de superficie es diferente al nuestro, con -/ respecto a la circulación de condensado proveniente del condensador de superficie. Este se divide en 2 entradas a cada compartimiento del enfriador.

///19...

La temperatura de retorno de aceite a operación normal era de 50 °C a 55 °C.

La presión de entrada de aceite de lubricación es de 1,3 kg/cm. y temperatura de 46 °C al filtro tiene una malla de 10 μ .

El vacío del condensador de vapor de sello es de 0,05 kg/cm². y la presión de entrada del vapor al eyector es de 2,5 kg/cm².

* PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR DE PROPILENO

- 1- Se calientan las líneas de vapor hasta la válvula trip , venteando por silenciador.
- 2- Se pone el Sistema de Lubricación en servicio.
- 3- La turbina se encuentra girando con motor eléctrico de giro a 12 RPM.
- 4- Se pone en marcha la bomba de recirculación de condensado, del condensador a/ tratamiento, y se abre el by-pass de la válvula de recirculación.
- 5- Habilitar el eyector de puesta en marcha (32 cm de Hg)
- 6- Se comienza a abrir la válvula trip , al pasar los 12 RPM se desembraga el / motor de giro y luego se para pulsando la botonera del motor.
- 7- Se lleva a 500 RPM y se lo deja durante 20 minutos.
- 8- Durante el período que se lleva a 500 RPM se habilita el sistema de vapor de/ sello.
- 9- Se habilita un juego de eectores de operación.
- 10- Se puentea el corte por desplazamiento axial.
- 11- Los reciclos se encuentran , la válvula automática abierta y su by-pass abier to.
- 12- La entrada de propileno líquido al separador de succ ión de 1° etapa se en- / cuentra cerrada manualmente (esto se hace por seguridad, peligro de alto ni- vel) . No obstante todos los separadores tienen indicación de nivel en Sala/ de Control.
- 13- Transcurridos los 20 minutos a 500 RPM se comienza a incrementar velocidad -/ hasta llegar a 1500 RPM (tiempo 10 ")

///20...

- 14- Se mantiene en 1500 RPM durante 10 " . Se saca el eyector de puesta en marcha y cierra el by-pass de la válvula de recirculación.
- 15- Se habilitan los cortes por desplazamiento axial.
- 16- Se continúa incrementando las RPM con válvula trip, hasta apertura total de / ésta.
- 17- A 5.050 RPM toma control el gbernor y se incrementan las RPM desde tablero / local.
- 18- Estabilizada la máquina se iguala la señal desde la Sala de Control y se transfiere el SIAS a ésta.
- 19- Los PIC de 2° y 3° se encuentran desde el arranque en automático, manejados - desde la Sala de Control.
- 20- Se cierran los by-pass de los reciclos.

TURBINA KT 001 Y COMPRESOR DE RAW GAS

DIA:

SISTEMA DE VAPOR								COJINETES				VIBRACIONES Y DESPLAZAMIENTO				COJINETES 2 + 3 ETAPA				COJINETES 1 ETAPA				COJINETES 4° + 5° ETAPA							
W. C. D. 21221	ENTRADA DE VAPOR de 110 kg/cm ²		VAPOR PRIMERA ETAPA		VAPOR DE EXTRACCION		VAPOR DE SALIDA		RADIAL LADO DE ENTRADA		RADIAL LADO DE SALIDA		ARIAL ENTRADA		ARIAL SALIDA		LADO DE VAPOR	LADO DE ESCAPE	IMPULSION		IMPULSION		RADIAL		RADIAL		IMPULSION		IMPULSION		
TI	PI	PI	TI	PI	TI	PI	TI	PI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	YIA	YIA	ZIAS	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	
2401	2443	2434	24102	2443	24105	2447	8207	24103	24105	24101	24103	2407	2408	2401	2410	2410	2407	2408	2401	2410	2410	2410	2409	2470	2470	2470	2474	2478	2478	2442	2448
mm	°C	kg/cm ²	kg/cm ²	°C	kg/cm ²	°C	kg/cm ²	°C	°C	°C	°C	mm	mm	mm	°C	°C	mm	mm	mm	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
450	473	107	40	273	16	52	63	85	69	54	62	MAX	10/50	20/60	0.11	71	84	57	55	82	87	57	55	69	59	55	81				

VIBRACIONES Y DESPLAZAMIENTO									1° ETAPA			2° ETAPA			3° ETAPA			4° ETAPA			5° ETAPA			ACEITE				RECICLOS						
2 + 3 ETAPA			1 ETAPA			4° + 5° ETAPA			ASPIRACION	IMPULSION	IMPULSION	ASPIRACION	IMPULSION	IMPULSION	ASPIRACION	IMPULSION	IMPULSION	ASPIRACION	IMPULSION	IMPULSION	ASPIRACION	IMPULSION	IMPULSION	ASPIRACION	IMPULSION	IMPULSION	IMPULSION	IMPULSION	IMPULSION	IMPULSION	IMPULSION	IMPULSION	IMPULSION	IMPULSION
YIA	YIA	ZIAS	YIA	YIA	ZIAS	YIA	YIA	ZIAS	PI	PI	TI	PI	PI	TI	PI	PI	TI	PI	PI	TI	PI	PI	TI	PI	PI	TI	PI	PI	TI	PI	PI	TI	FR	FR
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/cm ²	kg/cm ²	°C	kg/cm ²	kg/cm ²	°C	kg/cm ²	kg/cm ²	°C	kg/cm ²	kg/cm ²	°C	kg/cm ²	kg/cm ²	°C	kg/cm ²	kg/cm ²	°C	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
18/16	57/54	10.04	20/20	73/19	0.08	27/73	24/26	10.23	0.20	1.5	92	1.1	3.7	92	3.3	8.4	9.8	8.3	17.8	100	15.8	30.5	101	16.5	6.7	2.3	64	6.3	6.7					

TURNO DE DIA:
 TURNO DE TARDE:
 TURNO DE NOCHE:

NOTAS:

CAMPO

EN PETROL Complejo de Tarragona

DATOS DE CAMPO - PUESTO 7

FECHA:

COMPRESOR K-4001 Y TURBINA KT-4001

HORA	REVOL. RPM	VIBRACIONES Y DESPLAZAMIENTO									SHH			EXTRACCION A SH			ESCAPE		AGUA REF. Salida E-8202 TI-8213 °C	INERTES de E-8205 FI-8209 Kg/cm ²
		ETAPA 1a. y 2a.			ETAPA 3a. y 4a.			TURBINA			FI-4013 Ml/hr.	PI-4057 Kg/cm ²	TI-4029 °C	FI-4014 Ml/hr.	PIC-40116 Kg/cm ²	TI-4033 °C	PI-8229 PI-4058 mmHg	TI-4030 °C		
		VIA- 4001 M	VIA- 4002 M	ZIAS- 4001 mm.	VIA- 4003 M	VIA- 4004 M	ZIAS- 4002 mm.	VIA- 4005 M	VIA- 4006 M	ZIAS- 4003 mm.										
7.00	1650	35132	59149	0.27	36128	35135	0.08	31141	20/28	-0.20	6.1	100	1	4.6	40.5		12	57	-	
9.00																				
11.00																				
13.00																				
15.00																				
17.00																				
19.00																				
21.00																				
23.00																				
1.00																				
3.00																				
5.00																				

HORA	TEMPERATURAS DE COJINETES										ACEITE						
	ETAPA 1a. y 2a.				ETAPA 3a. y 4a.				TURBINA		SALIDA E-4013 °C	LUB. PI-4093 Kg/cm ²	MANDO PI-4081 Kg/cm ²	SELLO POI-4096 Kg/cm ²	SELLO POI-4099 Kg/cm ²		
	APOYO		EMPUJE		APOYO		EMPUJE		APOYO							EMPUJE	
TI-4046 °C	TI-4048 °C	TI-4050 °C	TI-4052 °C	TI-4054 °C	TI-4056 °C	TI-4058 °C	TI-4060 °C	TI-4075 °C	TI-4077 °C	TI-4080 °C	TI-4082 °C	TI-4044 °C					
7.00	85	83	72	67	68	66	56	55	88	91	51	58	43	3.4	6	4	4
9.00																	
11.00																	
13.00																	
15.00																	
17.00																	
19.00																	
21.00																	
23.00																	
1.00																	
3.00																	
5.00																	

TURNO MAÑANA: TURNO TARDE: TURNO NOCHE:	COMENTARIOS:
---	--------------

S.O.F. (39) 6.78

DATOS DE CAMPO - PUESTO 7

FECHA:

COMPRESOR K-4101 Y TURBINA KT-4101

HORA	REVOL RPM	VIBRACIONES Y DESPLAZAMIENTO					SH			SL a KT-4101			ESCAPE		Aguo Ref SALIDA	INERTES DE			
		COMPRESOR			TURBINA		FI-4106 ml/hr	PI-4120 kg/cm ²	TI-4119 °C	FI-4107 ml/hr	PIC-4166 kg/cm ²	TI-4120 °C	PI-8244 PI-4123 mmHg	TI-4121 °C	E-8206 TI-8224 °C	E-8607 FI-8210 kg/hr			
		YIA-4101 H	YIA-4102 H	ZIAS-4101 mm	YIA-4103 H	YIA-4104 H											ZIAS-4102		
7.00																			
9.00																			
11.00																			
13.00																			
15.00																			
17.00																			
19.00																			
21.00																			
23.00																			
1.00																			
3.00																			
5.00																			

HORA	TEMPERATURAS DE COJINETES								ACEITE										
	K-4101				KT-4101				SALIDA E-4104 TI-4133 °C	LUB. PI-4146 kg/cm ²	SELLO PDI-4161 kg/cm ²	MANDO PI-4133 kg/cm ²							
	APOYO		EMPUJE		APOYO		EMPUJE												
	TI-4135 °C	TI-4137 °C	TI-4139 °C	TI-4141 °C	TI-4052 °C	TI-4054 °C	TI-4056 °C	TI-4058 °C											
7.00																			
9.00																			
11.00																			
13.00																			
15.00																			
17.00																			
19.00																			
21.00																			
23.00																			
1.00																			
3.00																			
5.00																			

TURNO MAÑANA:

COMENTARIOS:

TURNO TARDE:

TURNO NOCHE:

///21...

* LAVADO CAUSTICO

No tienen demasiados inconvenientes con esta torre. En parte , el sistema es diferente al nuestro, ya que el agregado de condensado en la parte superior, por ser / ésta un gran caudal, se recircula.

No tienen problemas de taponamiento, por ser mínima la formación de carbonatos. Por diseño no tenía demister la torre, por lo que se notaba arrastre de soda que / ocasionó daños en el compresor. Recientemente han colocado el demister , notándose la eficiencia del mismo, pero aún no han podido verificar el estado del compresor. Trabajan con soda al 20 % con una concentración de soda libre en el fondo de 2 % / y de 10 % de soda total ($CC_3 Na_2 + S Na_2$) . Estos análisis los hace el operador / de planta por titulación. Ver escrito de control analítico de la columna de lavado cáustico.

En la torre de neutralización han tenido problemas de taponamiento ocasionado por / los hidrocarburos de doble enlace (diolefinas.-).

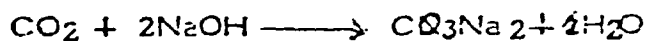
El sistema de control de pH era similar al de PBB, y han tenido muchos problemas / a causa de no ser constante el caudal de fondo de la torre de lavado, que provoca / ba variaciones en la alimentación de ácido, no lográndose una buena neutralización. Este inconveniente, fue solucionado en parte, colocando un depósito (pulmón) don / de llegaba el fondo de la torre de lavado cáustico, y de este se alimentaba a cau / dal constante a la neutralizadora, permitiendo por lo tanto una efectiva y constan / te neutralización.

CONTROL ANALITICO DE LA COLUMNA DE LAVADO CAUSTICO

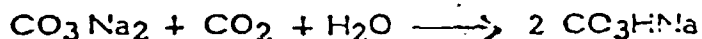
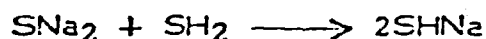
Como consecuencia del envenenamiento por SH_2 del catalizador de hidrogenación ocurrido el 27/9/77, creemos interesante iniciar un control analítico en la columna de lavado caústico que evite la repetición de estos problemas, y permita un mejor aprovechamiento de la sosa utilizada.

La misión de esta columna en el proceso de fabricación de etileno, es asegurar que el gas a la cuarta etapa de compresión no contenga más de 1 ppm. de SH_2 y CO_2 , que son un veneno temporal para el catalizador de Hidrogenación. El endulzamiento de gases se hace fundamentalmente en la columna de MEA quedando la de sosa como seguridad para el caso de que alguna cantidad de los venenos se escapara del lavado con aminas.

Las reacciones principales dentro de la columna son:



y en el caso de que toda la sosa quedase neutralizada se darían las siguientes reacciones:



sin embargo no se debe llegar a este caso, que supondría un grave riesgo de envenenamiento del catalizador. Para evitarlo, recomendamos un análisis periódico de la sosa gastada que se saca de fondo de la columna 2701 hacia la U-de Neutralización de Sosa. Estos análisis deberán ser realizados por el operador de campo responsable del área. Valores de referencia para estos análisis, pueden ser 2% de SOSA LIBRE (NaOH) y 10% de SOSA TOTAL (NaOH + combinada en forma SNa_2 + combinada en forma de CO_3Na_2). El primero nos asegura un buen aprovechamiento de la sosa, y el segundo un grado de dilución adecuado.

CONTROL ANALITICO DE LA COLUMNA DE LAVADO CAUSTICO 661-C-27METODO ANALITICO

1. - Tomar 5 cm³ de sosa mediante una pipeta y llevarlos a un matraz (erlenmeyer) de 250 cm³.
2. - Diluir en 50 cm³ de agua aproximadamente.
3. - Añadir 5 gotas de Fenolftaleína.
4. - Valorar con ácido sulfúrico 0'5 N hasta que desaparezca totalmente el color violeta de la Fenolftaleína.
5. - Anotar el volumen de ácido gastado, llamándole A cm³ en el estadillo.
6. - Añadir al mismo matraz 10 gotas de Anaranjado de Metilo.
7. - Seguir valorando con ácido sulfúrico hasta que se observe un cambio de color de anaranjado a violáceo.
8. - Anotar el volumen de ácido gastado, llamándole B cm³, en el estadillo.

CALCULOS (a realizar sobre el estadillo especialmente confeccionado).

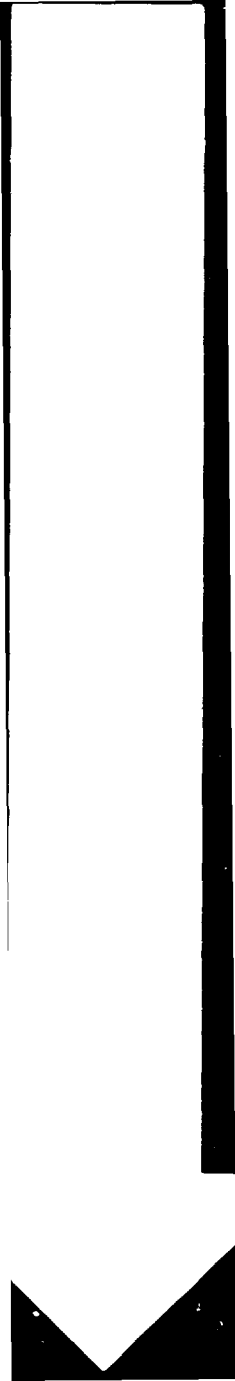
$$\% \text{ Sosa libre} = \frac{2 \times A - B}{3}$$

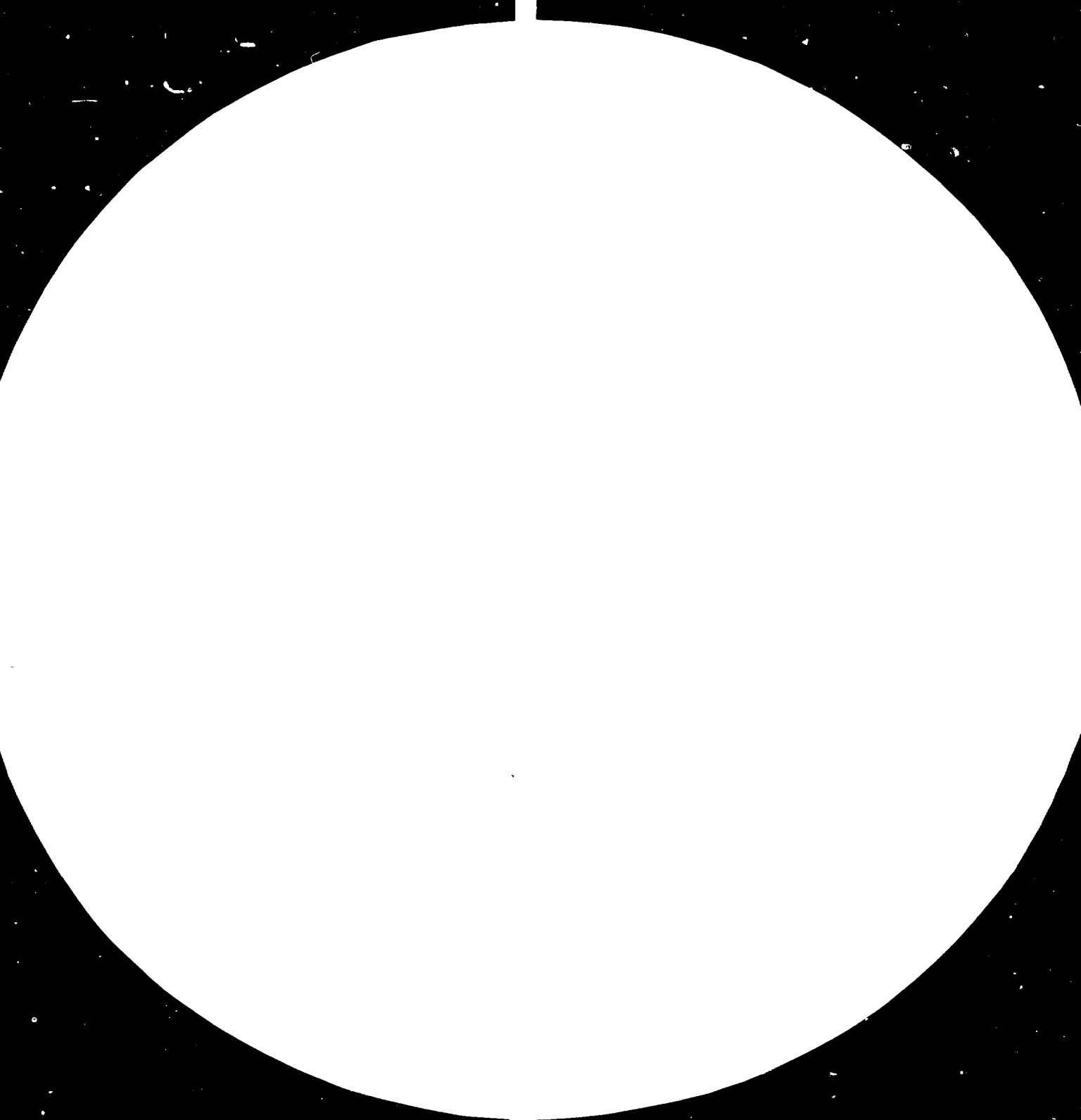
$$\% \text{ Sosa total} = \frac{B}{3}$$

Ejemplo: En un análisis hemos gastado 16'7 cm³ de ácido con fenolftaleína (A) y 27 cm³ con Anaranjado de Metilo (B).

$$\% \text{ Sosa libre} = \frac{2 \times A - B}{3} = \frac{2 \times 16'7 - 27}{3} = \frac{6'4}{3} = 2'1$$

$$\% \text{ Sosa total} = \frac{B}{3} = \frac{27}{3} = 9$$







MS. PUBLISHED BY THE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS

1963 O-373-800-1

ORIENTACIONES CUALITATIVAS PARA EL CONTROL ANALITICO DEL

LAVADO CAUSTICO

A continuación se den unas guías de tipo cualitativo que permiten interpretar el control analítico que se realiza en la columna de lavado caústico, indicándose las acciones a tomar en todas las circunstancias operatorias que pueden presentarse.

Los datos analíticos de la sosa de fondo, ó sosa gastada son:

- % peso en sosa libre
- % peso en sosa total

Los diferentes casos que pueden presentarse y las acciones a tomar son:

- 1) % Sosa libre < 2
% Sosa total < 10

ACCION: Aumentar aportaciones de sosa y condensado

- 2) % Sosa libre < 2
% Sosa total = 10

ACCION: Aumentar aportaciones de sosa y condensado.

- 3) % Sosa libre < 2
% Sosa total > 10

ACCION: Aumentar aportación de sosa y condensado.

- 4) % Sosa libre = 2
% Sosa total < 10

ACCION: Reducir aportación de condensado

- 5) % Sosa libre = 2
% Sosa total = 10

ACCION: Ninguna; la columna trabaja bien

- 6) % Sosa libre = 2
% Sosa total > 10

ACCION: Aumentar aportación de condensado.

- 7) % Sosa libre > 2
% Sosa total = 10

Control analítico de la sosa

MPETROL

ACCION: Reducir aportación de condensado
Reducir aportación de sosa

8) % Sosa libre \leq 2
% Sosa total = 10

ACCION: Reducir aportación de sosa y condensado

9) % Sosa libre $>$ 2
% Sosa total $>$ 10

ACCION: Reducir la aportación de sosa.

NOTA: Todas estas acciones son perfectamente válidas en régimen estacionario; no lo serán si ocurren cambios en la Planta tales como 1) Poner o quitar horno en funcionamiento. 2) Variaciones importantes en el azufre de la carga a la Unidad. 3) Si existen disturbios en la columna de MEA.

-VIGILAR SIEMPRE EL CONTENIDO EN SH₂ EN CAJEZA DE COLUMNA SI SOBREPASASE EL VALOR DE 1 ppm. AUMENTAR LA APORTACION DE SOSA.

///22...

♦ GENERACION DE VAPOR DE PROCESO

No tienen mayores problemas en este sistema.

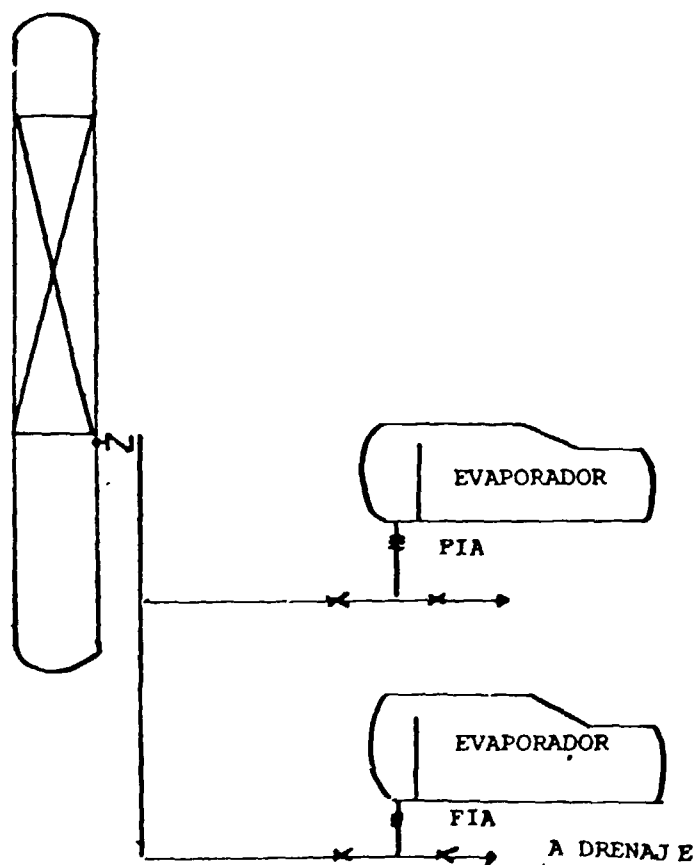
En la torre despojadora no han tenido diferencial de presión, por lo que nunca se ha lavado ni abierto para inspección.

Tienen inyección de soda en el condensado de reposición de nivel , y en la línea/ de entrada de agua a parte superior de torre despojadora.

Pero practicamente este agregado de soda no se usa, solamente se inyectaba OHNa / durante la puesta en marcha .

La purga continua de los generadores de vapor, se recuperaba enviando este caudal a la torre. En caso de valor alto de conductividad, las purgas continuas se en- / vían a drenaje.

Ver dibujo.



///23...

* SISTEMA DE SECADO DE GAS CRAQUEADO

El procedimiento de secado, es diferente al de PBB. Entre 4° y 5° etapa del compresor de gas craqueado, disponen de un sistema de glicol logrando un Dew Point de - / - 40 °C . Posteriormente el gas pasa por secadores a base de alúmina.

* HIDROGENACION

El proceso es diferente al de PBB. Los reactores son adiabáticos, enfriados con metanol por tener punto de ebullición mas bajo que el agua.

No tienen mayores problemas de operación. El aceite verde lo envían a un recuperador similar al D- 2007 de PBB .

Antes de una puesta en servicio de hidrogenación, se hace un control del lazo de seguridad para verificar su correcto funcionamiento.

* ZONA DE BAJA TEMPERATURA Y FRACCIONAMIENTO

Es distinto al de PBB, previamente la corriente es alimentada a la torre deetanizadora y luego de ser sub-enfriado se alimenta a la demetanizadora.

El H_2 y CH_4 son extraídos separadamente, siendo aprovechadas ambas corrientes en el tren de intercambio de zonas de enfriamiento y pre-enfriamiento.

* TORRE DEETANIZADORA

No tiene mayores inconvenientes operativos. El problema es la formación de polímeros en los rehervidores, tiene 3, 2 de los cuales están en servicio.

El inhibidor de polimerización (NALCO N 4512 - 40 ppm.) en relación con la alimentación) lo inyectan a la torre por debajo del plato de alimentación.

Tienen inconvenientes con el cierre hermético de las válvulas de bloqueo por la -/ circulación de polímeros.

Está en estudio colocar una válvula de doble asiento con inyección de gasolina en guías y neutro a antorcha entre ambos asientos.

///24...

Para favorecer la limpieza de los tubos de los rehervidores, ya que en algunas oportunidades han tenido que utilizar Broca por la imposibilidad de hacerlo con -/ hidro-jet , disponen de una línea de ingreso de gasolina por la parte superior, / siendo eliminado a antorcha por la parte inferior del rehervidor que está calefac cionado con vapor.

Las condiciones operativas de esta torre son :

Presión : 32 kg/cm².

Temp. de fondo: 100 °C .

Temp. de cabeza : - 38 °C.

COMPOSICION DE PRODUCTO DE FONDO

Propano	2,23
Propileno	78,87
Ciclopropano	100 ppm.
Propadieno	2,7
Metil Acetileno	2,37
Butenos total	5,94
Butanos total	0,83
Butadieno 1 - 3	6,11
Butadieno 1 - 2	0,04
Pentano total	
C ₄ Acetilenos	0,21
C ₅ ⁺	1,13

* SEPARADORA DE ETILENO

Los inconvenientes que han tenido, es la formación de hidratos en los platos su- periores, lo que han solucionado con la inyección de metanol.

///25...

Disponen de dos entradas de metanol, uno en pileta N° 86 y otra N° 25.

Un problema que han tenido y que aún perdura, es que a causa de pérdida por sellos del compresor también ingresó aceite a la torre, provocando inconvenientes a causa del congelamiento de éste. Lo han solucionado con inyección de metanol en forma -/ intermitente, ya que se lograba destapar la zona congelada, pero a los días aparecía nuevamente el taponamiento en platos inferiores.

A causa de este alto agregado de metanol fue necesario sacar de operación el horno y en el caso de PBB anular además el envío de fondo (en caso de que lo hubiere de torre a D-4901.

Es importante destacar, que cuentan a diferencia de FBB, de un analizador continuo de metano, etano y acetileno en la corriente de salida de cabeza, luego del / E-4002.

* SEPARACION DE PROPILENO, PROPANO, BUTANO

A diferencia de PBB el propileno se hidrogena. No tienen mayores inconvenientes en la operación de la torre de propileno, y tienen un diferencial de temperatura distribuido en 5 puntos.

Los F.Q. tienen un separador de gases para evitar indicación errónea.

En la torre depropanizadora tienen una cañería para inyectar inhibidor de polimerización, pero no tienen mayormente problemas de la formación de polímeros, y en algunas inspecciones de los rehervidores, se notaron en perfecto estado.

En la torre debutanizadora tampoco hay formación de polímeros. En la nafta de carga tienen muchos aromáticos que hacen de antipolimerizante.

A pesar de no tener inconvenientes, las tres torres disponen de un rehervidor auxiliar.

* SISTEMA DE ANTORCHA

Es similar al de PBB, con la salvedad de que para evaporar el líquido acumulado en el separador (D-8802) circula por el intercambiador, metanol que ha sido previamente calentado con vapor de baja presión.

Disponen además de una antorcha baja, para quemar pequeños escapes de gases.

///26...

* ALMACENAJE DE ETILENO

El depósito de etileno tiene una capacidad de 9.000 tn. No tienen mayores inconvenientes operativos. La diferencia importante es que la desgasificación del tanque no la / retornan al circuito de etileno, sino que por medio de 2 compresores alternativos - / SULZER lo envían a la línea de consumidores (la presión de esta línea es de 30 kg.) descarga de 4° etapa a satélite) y de no poder mandar a consumidores, se envió a antorcha.

Disponen. de 3 bombas para carga de camiones, y 3 para alimentar los evaporadores.

El diferencial de temperatura en el seno del líquido, se mantiene en el orden de los 5 a 7 °C y no recirculan el líquido en forma continua.

En planta disponen solamente para carga de camiones, y para cargar 18 tn. a los mismos solo se demoraba media hora.

Los 2 evaporadores de etileno son recipientes rectangulares abiertos, con un rebalse de condensado a un recuperador , que lo envía a Servicios Auxiliares por medio de -/ bombas. En estos equipos, en dos oportunidades, se pinchó el caño de etileno, y les/ resultó fácil detectarlo enseguida, debido a las características del equipo.

Las válvulas de seguridad están equipadas con un sistema de inyección de vapor, con/ el fin de disipar los gases ante una apertura de válvula por exceso de presión.

Trabaja por temperatura , es decir un sensor detecta la baja temperatura , abriendo/ la válvula automática de inyección de vapor. Ver dibujo.

El tanque además, está equipado con una inyección automática de etileno gaseoso , de nitrógeno.

En la zona de puerto disponen de otro tanque de almacenaje de etileno líquido. Se encuentra equipado para carga y descarga de buques. Además un pequeño circuito cerrado de propileno para licuar el gas evaporado.

Es de las mismas características que el de planta, en cuanto a control y no lo re-/ circulan en forma constante.

Los brazos cargadores son accionados hidráulicamente, y disponen de un sistema de / seguridad , que ante un exceso de flujo, corta automáticamente el pasaje de etileno líquido.

///27...

* DOSIFICACION DE AMONIACO

El sistema que era similar al de PBB, fue modificado a causa de no poder mantener estable el valor de pH.

Ver esquema.

* DEPOSITOS DE INHIBIDORES

La solución es preparada en un deposito y mezclada mediante una bomba centrífuga de recirculación. Para la dosificación a los equipos, disponen de dos bombas alternativas.

El inhibidor NALCO es almacenado en unos containers de acero inoxidable, desde donde se envía al depósito mezclador.

POR BAJA T ° ABRE
POR AL ARO DE 6"
PERFORADO

EJE

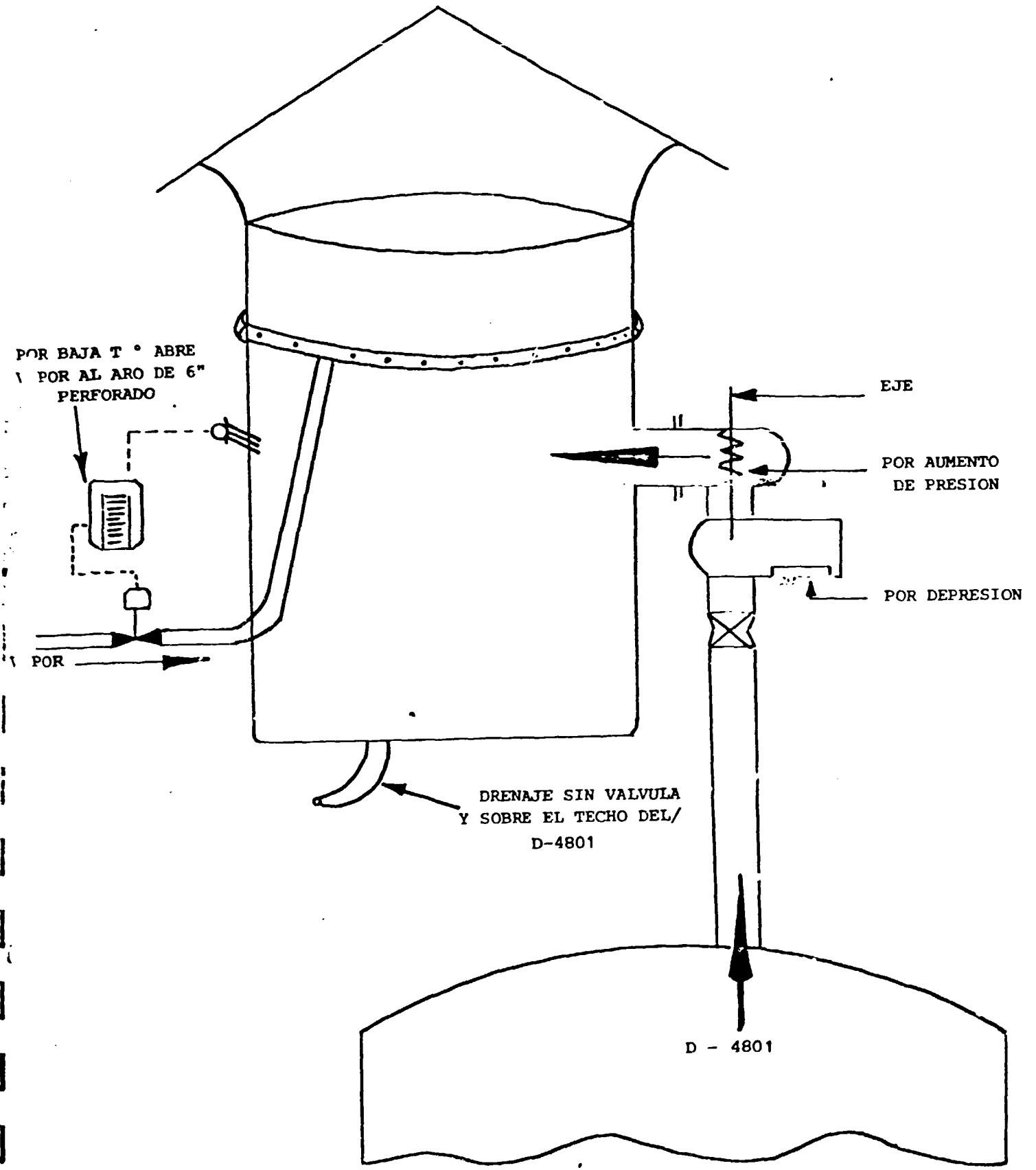
POR AUMENTO
DE PRESION

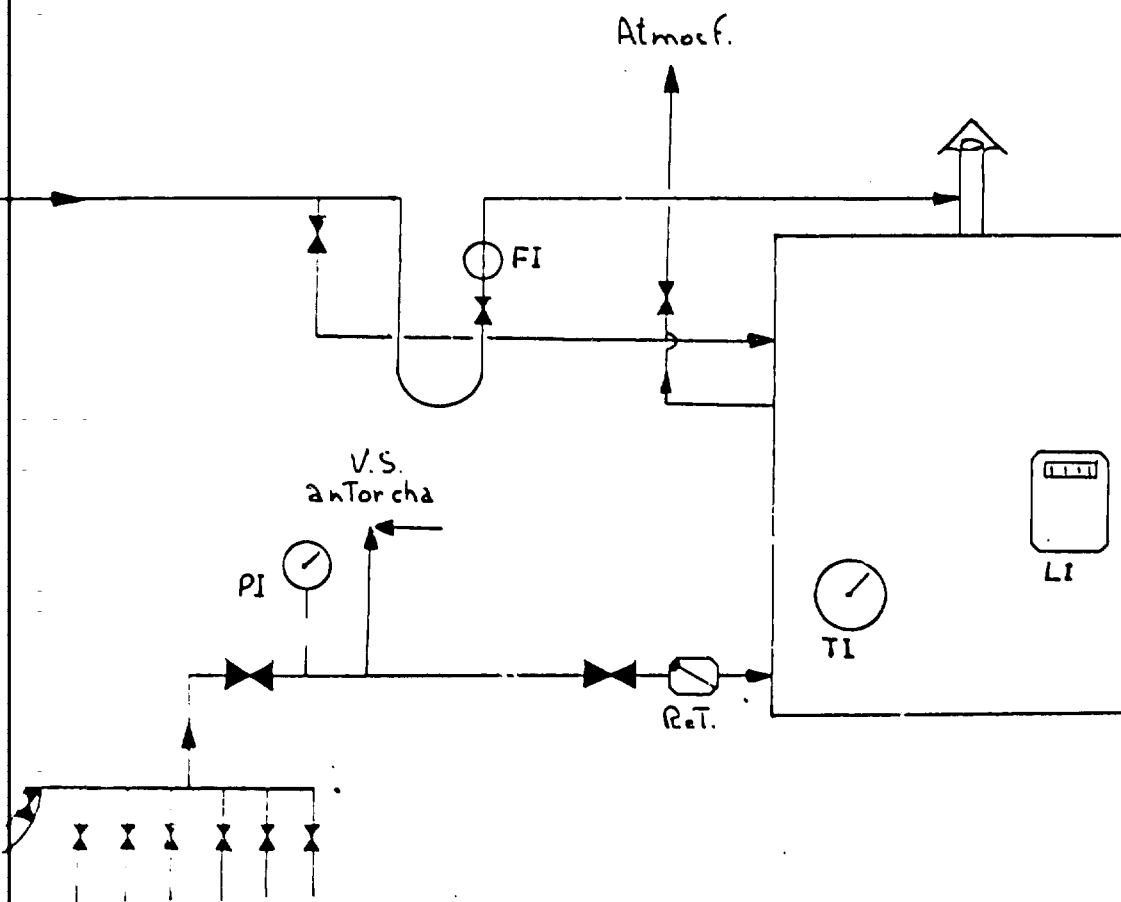
POR DEPRESION

POR

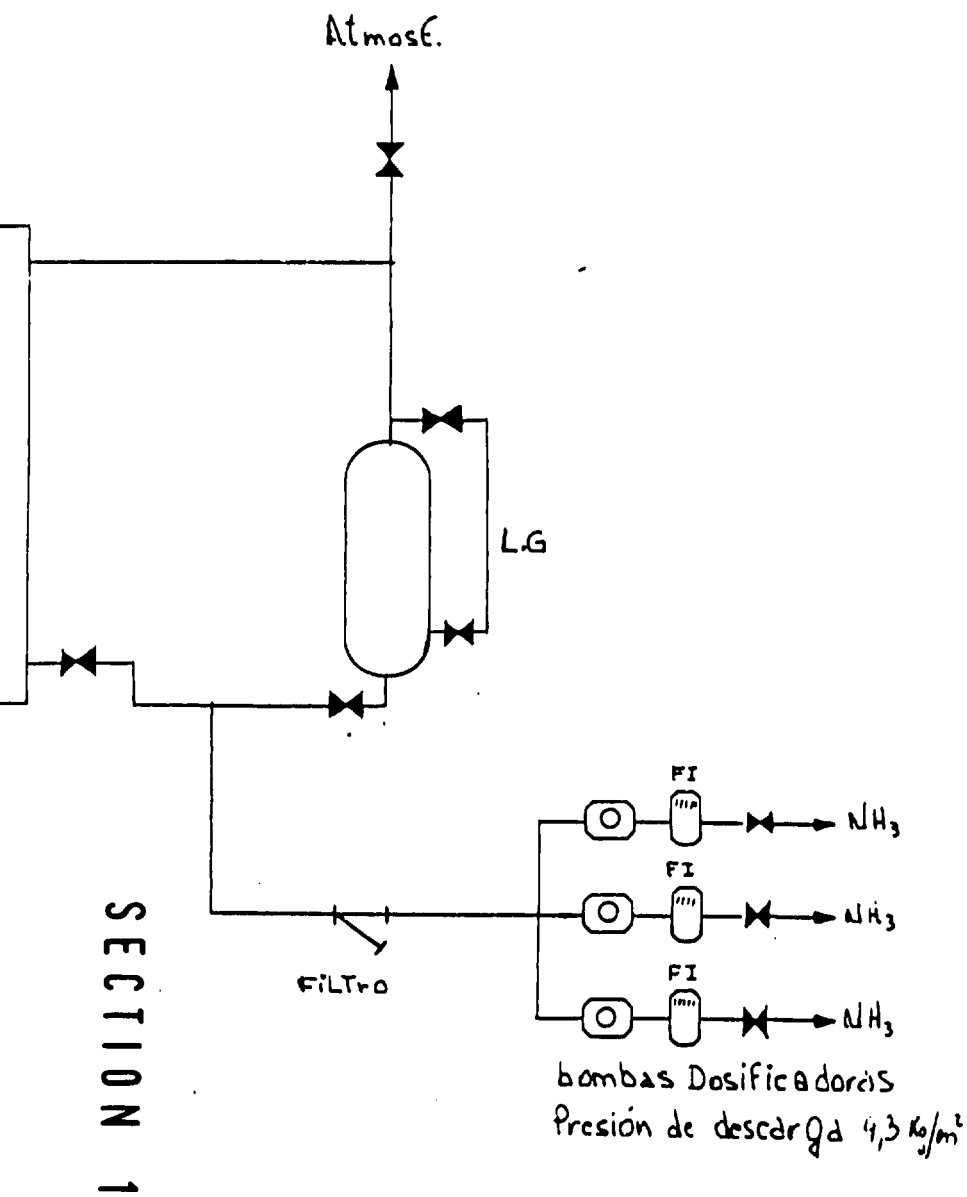
DRENAJE SIN VALVULA
Y SOBRE EL TECHO DEL/
D-4801

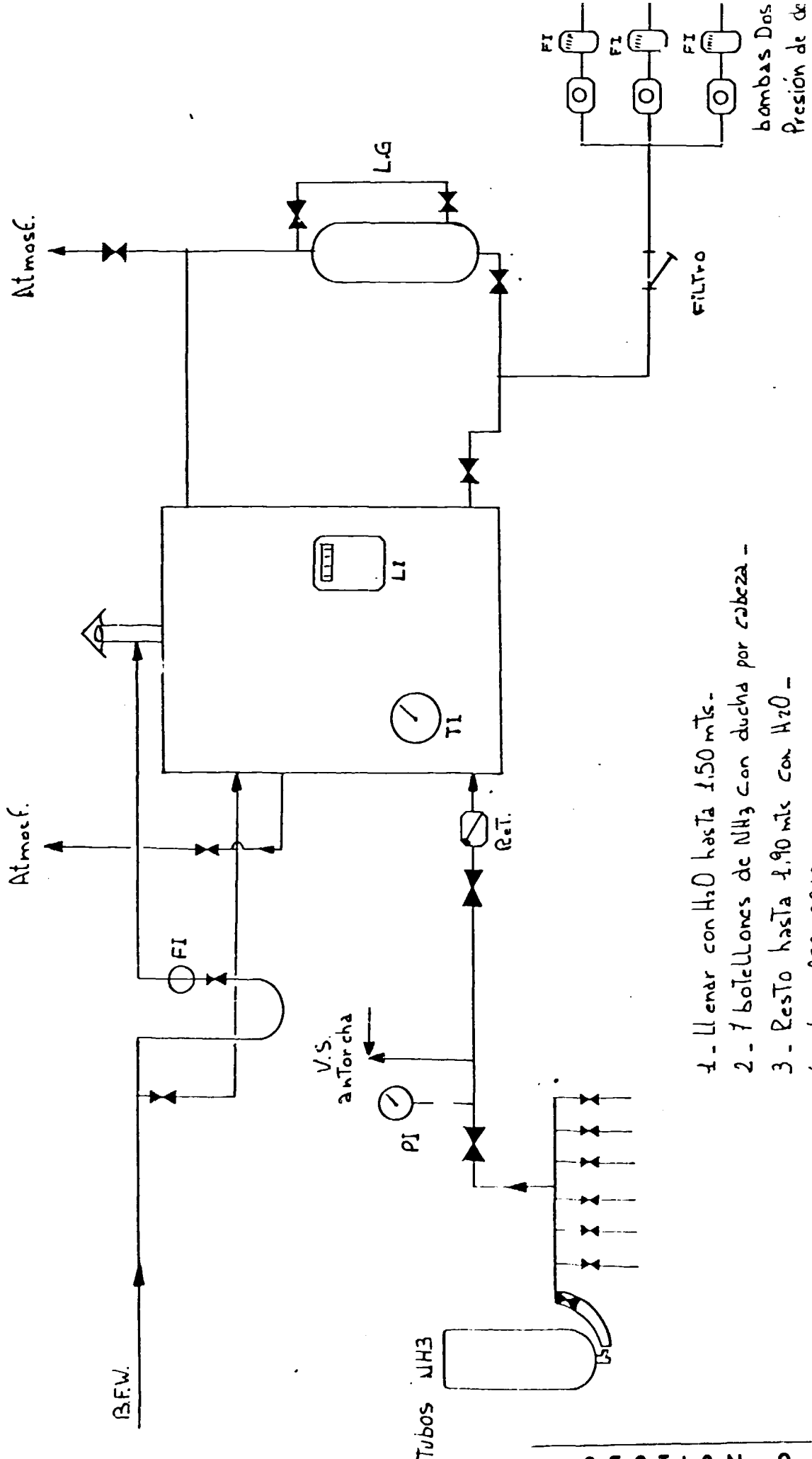
D - 4801





- 1 - Llenar con H_2O hasta 1.50 mts.
- 2 - 7 botellones de NH_3 con ducha por cabeza -
- 3 - Resto hasta 1.90 mts con H_2O -
- 4 - $\delta = 0.950 - 0.960$ -
- 5 - No pasar de $50^\circ C$ de T° el depósito -





- 1 - Llenar con H₂O hasta 1.50 mts.-
- 2 - 7 botellones de NH₃ con ducha por cabeza -
- 3 - Resto hasta 1.90 mts con H₂O -
- 4 - $\delta = 0.050 - 0.060 -$
- 5 - No pasar de 50°C de T° el depósito -

SECTION 2

///28...

El equipo de medición a los consumidores de etileno (7 plantas satélites) es un MASS FLOWMETER DIVISION , TYPE LB 1 , BS & B

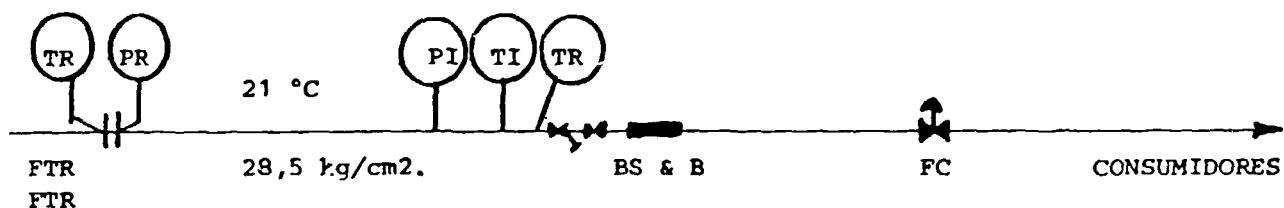
Este equipo de medición da muy buen resultado.

En panel de Sala de Control disponen de los siguientes instrumentos.

- 1- Registrador de caudal de C_2H_4 a Plantas Satélites.
- 2- Registrador de temperatura de C_2H_4 a Plantas Satélites.
- 3- Integrador de caudal de C_2H_4 a Plantas Satélites.

El registro de caudal máximo lo transmite un instrumento con indicación corregida / de presión y temperatura.

Sobre la línea a la planta satélite, hay una válvula automática FC (V) que corrige/ un brusco consumo por parte de algún consumidor que perjudicaría la presión en lí- / nea y variación de caudal a los demás consumidores.



///29...

* DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD

El Departamento de Seguridad es un Departamento de STAFF que depende directamente del Director de Fábrica, siendo independiente de Producción, Mantenimiento y Administración.

Según lo expresado por ellos, debe haber competencia entre Mantenimiento y Producción para detectar mejor los problemas referentes a seguridad.

Comprende también la Vigilancia policial del complejo, aún siendo ésta una empresa contratada, depende del Jefe de Seguridad.

En cuanto a trabajos por contrato, la seguridad está a cargo de supervisión de -/ Mantenimiento.

El personal de Seguridad está formado por 4 personas en cada turno (hay 5 turnos) 4 en planta y 1 en la zona de tanques de almacenaje.

Las 4 personas son : 1 contraamaestre y 3 operarios, en el turno diurno se agrega / el Jefe de Seguridad y 1 Supervisor de Seguridad. Responden al Jefe de Turno (Superintendente nuestro) cuando se encuentran en turno, y durante el día del Jefe / de Seguridad y Director de la Empresa.

El grupo de seguridad en tiempo libre, efectúa trabajos de Mantenimiento de los -/ equipos de seguridad; en planta todos los extintores están protegidos por bolsas / de nylon, los trabajos de mantenimiento son recargar equipos o repararlos, instruir al personal y hacer vigilancia en planta, si ven una pérdida de gas por válvula / avisan esta infracción al Supervisor en forma inmediata y escrita .

Hay un comité formado por un delegado del Sindicato, un delegado de la Empresa y / el médico.

Los accidentes se discuten diariamente con el Directorio (son informativos). Si/ el tema es por accidente repetido, se hace una reunión monografiada.

Se aconseja que al cabo de algún tiempo de marcha, el Departamento de Inspección/ debe absorber al Departamento de Seguridad. Por ejemplo en DOW no hay equipos con-

///30...

tra incendios (fijos) y son los mismos operadores los que combaten el fuego, y acá tienen una sola persona que dirige.

* PLAN DE EMERGENCIA

1- En caso de conato (pequeñas emergencias) se resuelve por personal de turno de / Seguridad.

El personal general de planta fue entrenado durante 6 meses (el personal que/ forma el plantel de seguridad)

Ahora el personal que ingresa es capacitado durante 2 semanas, ya que la práctica la realizará junto con sus compañeros, quienes los pondrán al tanto de -/ las situaciones de emergencia.

Se les enseña principalmente, a no tirar agua al horno, compresor, equipo ca-/ liente, etc. y a no tratar de combatir una cañería encendida antes de cerrar la válvula de bloqueo.

2- Existen 3 procedimientos de aviso :

a) Por aviso telefónico : Punter directo - que avisa a un teléfono del Departam-
ento de Seguridad, quedando en este aparato indicado el lugar de origen -/
del llamado.

b) Por radio teléfono, con 3 canales :

b 1 : Canal N°1 : es el de seguridad, ubicado en los autos.

Este canal tiene 2 frecuencias, una normal de hasta 100 /
km. y otra de frecuencia modulada en Planta. Esta F.M. -/
tiene la ventaja de tener poca interferencia, y además se
habla de aparato a aparato.

b 2 : Canal 2 y 3 : Son de producción.

3- El tercer aviso es por teléfono normal (internos) ubicados en planta.

///31...

* DETECTORES DE ESCAPES DE GAS

Solamente cuentan con ellos en la zona de compresores.

La cortina de protección de hornos y calderas del resto de la planta, está hecha con lluvia de agua pulverizada, una película muy fina que se ve hacia el otro lado. El agua está a 12 kg/cm². , 1,5 mts. de altura y 20 mts. de ancho.

Si el fuego de gas es a presión demasiado alta o mayor, puede pasar la cortina.

El vapor no se usa porque puede quemar a una persona, y en emergencias no podrá/ pasar por esa cortina, mientras que si es agua se puede pasar a través de ella.

Además en casos de emergencia es importante y vital que el vapor no se tire.

Hay también un sistema de lluvia de agua bajo el 1° piso de la Sala de Compresores, debido a problemas que puede ocasionar un incendio en el circuito de aceite de lubricación. Esta niebla de agua está sobre el sistema de lubricación.

En cada bomba crítica (S.O.H.P.) debe haber un carro extintor de 50 kg. de polvo . 1 tonelada de C₂ H₄ equivale a 1 tonelada de T.N.T.

En la Sala de Control se ha instalado un detector de humo, que en caso de incendio de cables, detecta el lugar.

En los cargadores hay una válvula de corte de flujo por exceso de caudal al romperse un brazo cargador.

11/32..

DESEMPEÑO DEL PERSONAL DE OPERACIONES

Se desempeñaban en el Sector, 2 Operadores de Campo, 2 Operadores de Panel y 1 Jefe de Turno.

El encendido de los quemadores se efectuaba en forma manual mediante el uso de una / garrafa portátil acoplada a una manguera con pico, que una vez encendida se acercaba la llama al orificio del quemador, que por efecto de la depresión del horno, se introducía la llama permitiendo de esta forma el encendido del quemador.

Este sistema de encendido se efectuaba hasta los 500 °C de temperatura de hornos. Posteriormente se continuaban encendiendo, abriendo directamente el gas del quemador que por efecto de la radiación (+ 500 °C) se autoencendían.

Cada encendido del quemador era señalado en una placa de telgopor ubicado en el -/ panel de Sala de Control.

Mediante el uso de un sistema de radio, el tablerista se comunicaba permanentemente/ con los operadores y viceversa.

I N D I C E

1- ANTECEDENTES

2- DESARROLLO

2.1. PROCESOS

2.1.1. TRATAMIENTO CAUSTICO

2.1.2. TANQUE DE ETILENO

2.1.3. SISTEMA DE BRAZOS LARGADORES DE LPG

2.1.4. COMPRESORES

2.1.5. GENERACION VAPOR DE PROCESO

2.1.6. HORNOS

2.1.7. DEETANIZADORA

2.1.8. REACTORES DE HIDROGENACION (ADIABATICOS)

3- COMPUTACION

3.1. DATA LOGGING

3.1.1. PRIMARIAS

3.2. BALANCES

3.3. PARTES DE OPERACION

3.4. ESPECIALES

3.5. CONTROL

3.6. PROGRAMAS APLICADOS A PROCESOS

4- SEGURIDAD

4.1. SEGURIDAD DE PLANTA

4.1.1. ORGANIGRAMA DEL SECTOR

4.1.2. EQUIPOS

4.1.3. LUCHA CONTRA INCENDIO

4.2. ASPECTO DE SEGURIDAD DE DISEÑO

INFORME ESTADIA EMPETROL

1- ANTECEDENTES

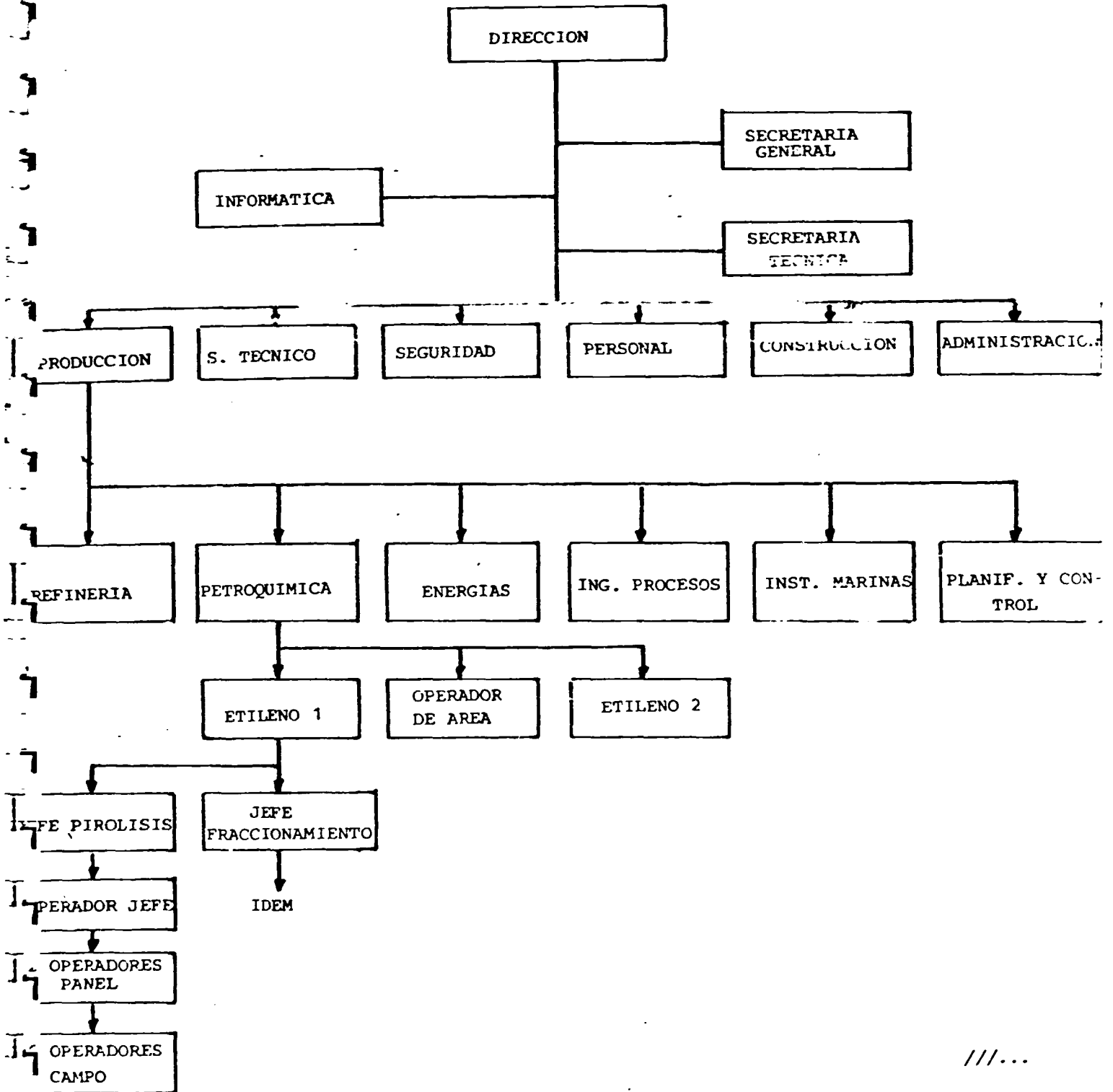
Empetrol es una Empresa propiedad del estado del gobierno español, y fue formada por la fusión de las Empresas Sotello, Escombrera y Entasa.

En Tarragona , Empetrol posee dos plantas de etileno de 325.000 Tn/año / cada una de ellas. La materia prima utilizada para producir es nafta, a pesar de que en la planta cuentan con hornos de etano donde se realiza el etano de recicló.

El organigrama del Complejo de Tarragona es el siguiente:

///...

/// ...



///...

///2...

El objetivo principal de mi estadía en Empetrol fue analizar fundamentalmente desde el punto de vista de Ingeniería de Proceso y de seguridad en diseño y operación de planta aquellos sectores que por sus características pudieran asimilarse al proceso de PBB.

El primer día, el Jefe de Capacitación brindó una exposición acerca del organigrama y la estructura de la Empresa, y a posteriori se realizó una visita guiada por todo el Complejo.

En función del programa de capacitación oportunamente elaborado, de manera especial con el Jefe de Ingeniería de Procesos y el de Seguridad Industrial, todos nuestros comentarios serán divididos en tres grandes temas: Procesos, Seguridad y Computación.

2- DESARROLLO

2.1. PROCESOS

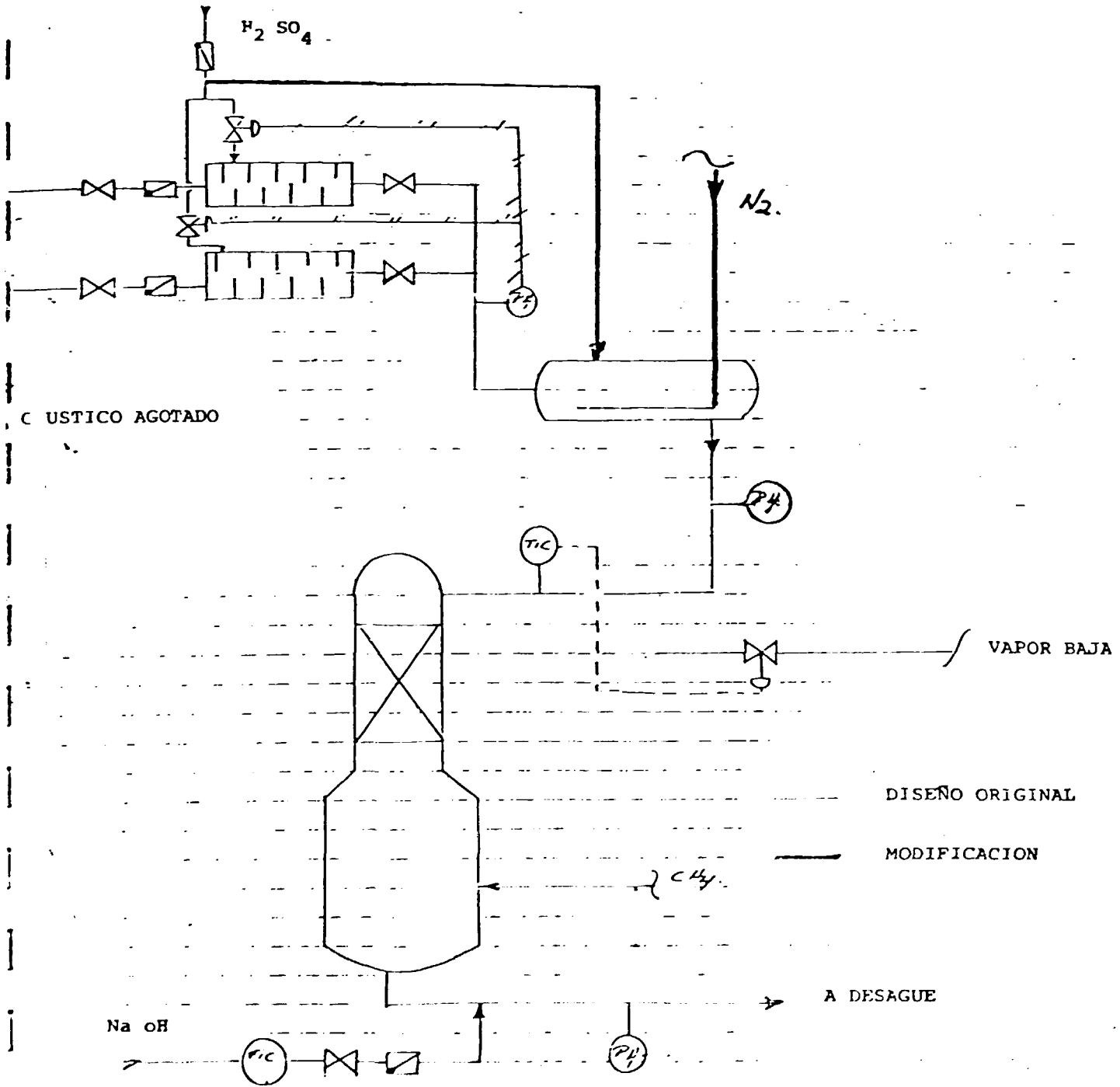
A los efectos de realizar el plan de trabajo durante la estadía en Empetrol, se realizó un análisis comparativo del flow-sheet de PBB y Empetrol en conjunto con el Jefe de Ingeniería de Proceso de la Empresa española. De dicho análisis los temas tratados y las conclusiones son las siguientes:

2.1.1. TRATAMIENTO CAUSTICO

- * El diseño original de la torre de tratamiento cáustico de Empetrol, no contemplaba el demister en el domo de la misma. Los múltiples problemas surgidos por el arrastre de Na OH a la 4° etapa del compresor de gas crackeado los obligó a instalar el demister, solucionando el problema.
- * Los problemas mas graves detectados hasta el momento fueron principalmente en la zona de neutralización. El sistema de Empetrol es el siguiente:

///...

1113...



///A...

* Fundamentalmente debieron soportar el taponamiento continuo del relleno de la torre de neutralización con polímeros formados a causa de la condensación de hidrocarburos en la torre de tratamiento cáustico, asociado al efecto catálico de HONa .

En ciertas oportunidades el período de operación de dicha torre no llega a superar las 48 horas, y de allí la importancia del TK colector intermedio (no existe en el diseño de PBB) que -/ les permite sacar de operación la torre de neutralización sin / necesidad de parar la planta. La limpieza de la torre de neutralización les demanda aproximadamente entre 48 - 72 horas.

A los efectos de atenuar el problema se colocó un blanketing -/ con N_2 en el TK intermedio, disminuyendo de esta manera la producción de polímeros, pero no lograron solucionar totalmente el problema , dado que actualmente cada 20 - 30 días necesitan -/ realizar una limpieza de la misma.

* El control del pH de la neutralización se efectúa a la salida / de los mezcladores, sin embargo han tenido constantemente problemas de fluctuaciones en los valores del mismo, por lo cual / el sistema no ha podido funcionar nunca en automático. Actualmente están proponiendo se realice la neutralización en el TK / intermedio agitando toda la masa con N_2 , a los efectos de lograr una perfecta homogenización de la solución y de esta manera poder controlar la inyección de $\text{H}_2 \text{SO}_4$ en forma automática.

* Originariamente los mezcladores eran de SS - 304 pero a causa / de los graves problemas de corrosión sufridas por las mismas ,/ optaron cambiarlo por un tubo de acero al carbono revestido interiormente en teflón y con los baffles internos del mismo material. Los resultados obtenidos fueron óptimos.

* Por las mismas razones anteriormente apuntadas debieron ser ebo / nitadas las líneas a la salida de los mezcladores, del tanque /

///...

///5...

intermedio y de la torre neutralizadora.

- * La experiencia de Empetrol indica que las condiciones óptimas de operación de la torre neutralizadora para un correcto despoja- / miento de los gases ácidos es de $T = 70^{\circ} C$ y $pH = 4-5$ en la corriente de entrada.

2.1.2. TANQUE DE ETILENO

- * Empetrol no ha tenido problemas de rollover a pesar de que el TK no se recircula. En cambio en ciertas oportunidades a causa de / la inmovilización del TK el producto se estratifica y la concentración de los contaminantes no es uniforme, haciendo el producto fuera de especificación. En tales circunstancias antes del -/ despacho se requiere recircularlo.

2.1.3. SISTEMA DE BRAZOS LARGADORES DE LPG

- * Poseen línea de balance al TK y a la antorcha.
- * Normalmente antes de la carga del camión cisterna, si este no está desgasificado, se le hace un análisis de los gases, para evitar contaminar el TK de la planta.

2.1.4. COMPRESORES

- * Se analizó y discutió con el asesor de equipos rotativos de Empetrol el método aplicado por ellos para la realización de un test/ de performance y rendimiento para los compresores, sin embargo su experiencia práctica les indica que la validez y aplicabilidad de los resultados obtenidos es relativa dado que normalmente es difícil detectar cual es la fuente del problema, la turbina o el compresor. El elemento mas confiable a estos fines es un medidor del par instalado en el acoplamiento.

2.1.5. GENERACION VAPOR DE PROCESO

- * El sistema de control de nivel de los generadores de vapor es si-

///...

///6...

milar al de PBB. Vale decir que cada generador cuenta con un deflector con rebosadero , donde está ubicado el control de nivel y las purgas del sistema. Este sistema así/ dispuesto le presentó a Empetrol los siguientes inconvenientes.

- * Si el caudal de purgas es pequeño se corre el riesgo de que los tubos del generador se queden sin nivel.
- * Para garantizar que los tubos estén permanentemente cubiertos era necesario mantener un gran caudal de purgas con lo cual las pérdidas eran apreciables.

Adoptaron como solución mantener un gran caudal de purgas pero a lo efectos de minimizar las pérdidas optaron por / enviar parte de las purgas a la T- 1701 (torre de stripping) con lo cual parte del agua se recupera, además a -/ causa de la diferencia de presión se produce un flash que permite ahorrar vapor de stripping.

2.1.6. HORNOS

* TOMAMUESTRA DE GAS CRACKEADO

El sistema original de tomamuestra de Empetrol, separaba / la fracción líquida del gas de cracking a 10 °C y la devolvía a la línea de transferencia (Ver diagrama 1). Los dos inconvenientes mas graves que presentaba este sistema/ eran :

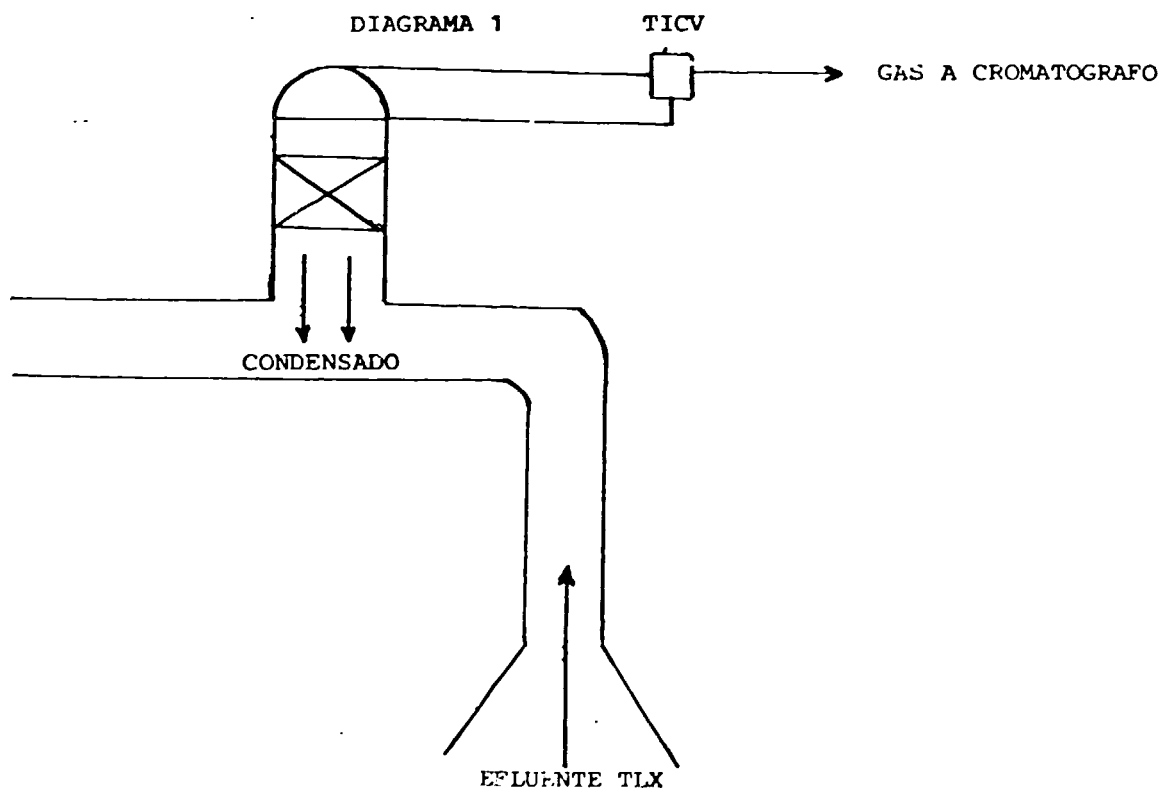
- * La información obtenida era cualitativa , dado que el error introducido al despreciar la corriente de condensado era importante.

///...

///...

* Normalmente el líquido condensado que retornaba a la línea de transferencia en contacto con el gas crackeado caliente se solidificaba obstruyendo el tomamuestra.

DIAGRAMA N° 1

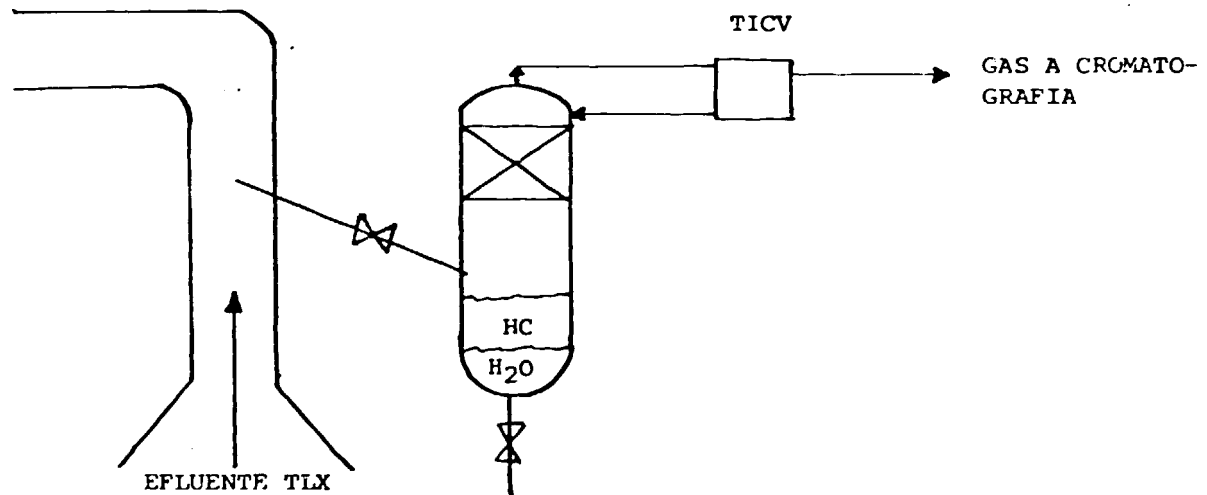


///...

///8...

El sistema actualmente implantado es el mostrado en el diagrama N° 2 . El mismo permite obtener una mezcla completa del gas cra_{ck}eadado separada en 2 fracciones, una gaseosa y otra líquida esta_{bi}lizada a 10 °C . La cromatografía, referida a la totalidad de la muestra permite una información cuantitativa mucho mas preci_sa.

Además esta modificación del sistema tomamuestra les ha permiti_{do} operar todo un ciclo del horno de 35 ds, sin que se presenta_{ran} problemas de obstrucción como en el sistema original.



///...

///9...

2.1.7. DEETANIZADORA

- * Los reboilers en la torre deetanizadora tienen instaladas/ válvulas block and bleed, con la descarga de la misma a la antorcha.
- * La frecuencia de limpieza de los reboilers es cada 6 semanas aproximadamente.
- * La limpieza dura aproximadamente 48 horas, y la realizan / con gasolina mientras tienen circulando vapor para que la/ temperatura de limpieza oscile entre 80 ° y 100 ° C . Normalmente se retira entre 150 - 200 kg. de polímeros por re boiler.
- * Esta limpieza previa facilita la limpieza posterior con hidroj_{et} en el caso que se quiera realizar, dado que la experiencia indica que sin la misma, el hidroj_{et} es muy difícil, por la dureza del depósito.

2.1.8. REACTORES DE HIDROGENACION (ADIABATICOS)

- * En Empetrol normalmente estos reactores presentan problemas de que las temperaturas se les disparan y se les forman zonas con puntos calientes.
- * La técnica que utilizan para enfriarlos es presurizarlas / con N₂ y despresurizarlas rápidamente a antorcha.
- * Con este método por ejemplo, para hacer descender la temperatura de 85 °C a 40°C deben realizar la operación mencionada de 6 a 8 veces.
- * Actualmente están previendo la instalación de una línea de etileno líquido conectada a la de N₂, de manera tal de inyectar un producto con una temperatura de - 10 °C.

///...

///10...

3- COMPUTACION

La computadora es una PDP 11 y realiza basicamente las siguientes tareas

3.1. DATA LOGGING

3.1.1. PRIMARIAS

- * Toma de datos y escritura o archivo.
Generalmente los datos tomados por la computadora se adecúan a las necesidades de cada sector (Procesos, Operaciones, Inspección de Equipos, etc.)
- * Valores puntuales.
- * Programas auxiliares

3.2. BALANCES

- * En primera instancia los programas estaban confeccionados para -/ que la máquina por su cuenta realizara los balances, pero la experiencia al cabo de un tiempo de uso, les indicó que los errores / cometidos eran muy grandes dado que la computadora no podía detectar algunas anomalías propias del proceso, como por ejemplo / el reciclo de alguna corriente de producción. Por lo tanto se dispuso que antes de realizar el balance, la computadora presente en el video los datos tomados, de manera que puedan ser chequeados / y en caso de ser necesario corregidos por el operador encargado / de realizar los balances. Una vez finalizada esta tarea el mismo/ operador ordena a la máquina la confección de los mismos.
- * El programa de balances contempla que para los valores de caudal/ inferiores al 10 % del fondo de escala del caudalímetro, la computadora los corrige a " 0 " para la realización del balance.
- * Los balances que realizan son :

///..

///11...

- * Materia.
- * Fuel- Gas.
- * Vapor.

3.3. PARTES DE OPERACION

La computadora está programada para dar partes de operación de las siguientes unidades:

- * Hornos.
- * Reactores de Hidrogenación de C_2 .
- * Reactores de Hidrogenación de C_3 .

3.4. ESPECIALES

Dentro de los programas así denominados por Empetrol, se destaca el de " Sistemas de Bloqueo ". Este es un programa que registra con / una exactitud de 20 decks (20 / 1000 seg.) el momento exacto y la causa real que provoca la parada de la planta, o activa los siste- / mas de seguridad de los reactores de Hidrogenación. Es sabido que / ante una falla en un sistema que pueda originar la parada de una - / planta la concatenación de hechos en un período pequeño de tiempo / es muy grande, de manera tal que es muy difícil detectar a través / de registradores - indicadores cuales fueron las causas y cuales - / los efectos. Desde la implementación de este programa , Empetrol ha podido establecer fehacientemente, cada vez que ha ocurrido una e- / mergencia, el origen de la misma y tomar así las medidas correcti- / vas adecuadas.

3.5. CONTROL

Las únicas funciones de control que realiza la computadora, hasta / el momento son :

///..

///12...

- * Hornos : Relación de vapor/ alimentación.
- * Reactores de Hidrogenación C₃ : Relación H₂/ MAPA

La aplicación de estos sistemas en Empetrol introdujo un ahorro considerable en el consumo de vapor e hidrógeno, y permitió una operación mas estable de ambos sistemas.

3.6. PROGRAMAS APLICADOS A PROCESOS

- * Fundamentalmente la mayoría de los trabajos se orientan a la zona de hornos, con el objeto de optimizar el período de operación de los mismos entre deckoking. Los resultados obtenidos de la aplicación del mismo, fueron altamente beneficiosos, dado que de 25- 32 ds. de operación, lograron prolongarlos hasta casi 60 días, a pesar de que en el programa se utilizaron datos de diseño de la composición de salida de hornos y no reales , por los problemas ya / explicados en los tomamuestras originales.
- * Su experiencia indica que las dos variables mas importantes a tener en cuenta para la duración del ciclo son caudal y temperatura de salida de horno.
- * Los TLX son el cuello de botella de la operación de planta.
- * Del análisis realizado por personal de Empetrol, en base a la recolección de datos durante mas de un año, se halló que los TLX sufren un ensuciamiento acelerado durante los primeros días de operación posterior a una limpieza.

4- SEGURIDAD

4.1. SEGURIDAD DE PLANTA

4.1.1. ORGANIGRAMA DEL SECTOR

Cuenta con un Jefe de Seguridad, con el título de Ingeniero/

///...

///13...

Industrial y especializado en Seguridad en cursos realizados en España y en el exterior, depende directamente del / Director del Complejo. Del Jefe de Seguridad dependen 1 -/ técnico en seguridad, una secretaria y 5 hombres por turno cuya responsabilidad es la de realizar tareas de manteni-/ miento preventivo de los equipos de seguridad y lucha contra incendio, además de estar patrullando continuamente la planta, dado que el control de Vigilancia de Planta es responsabilidad exclusiva de este departamento de seguridad, / mientras que el de Portería y cerco perimetral es contratado, pero bajo supervisión de este Departamento de Seguri-/ dad.

- * No cuentan con brigadas de incendio. Todo el personal de / la planta incluido el de administración reciben una ins- / trucción de lucha contra incendio de 40 horas de las cua- / les el 40 % es teoría y el 60 % práctica, realizada en una playa de entrenamiento contruida al efecto.
- * En caso de que la emergencia supere las disponibilidades y posibilidades de lucha del sector, tienen constituido un gru- po de lucha permanente , integrado por 20 personas, con una capacitación superior a la del resto y que fueron seleccionados unicamente por el caracter del puesto de trabajo/ de forma tal que el mismo, en caso de necesidad, pueda ser abandonado sin introducir un riesgo mayor en la planta.

4.1.2. EQUIPOS

RESPIRACION AUTONOMA

- * Cuentan con 60 equipos MSA en servicio, y 20 botellones de repuesto.
- * La carga de dichos equipos es realizada por ellos con un / compresor BAUER. Aproximadamente tardan 15' para cargar un

///14...

botellón de 6 lts. Piensan instalar una batería de botello-
nes de mayor tamaño para acelerar la carga en caso de emer-
gencia y evitar la espera necesaria para disipar el calor de
compresión.

- * Por razones de seguridad han eliminado los equipos de línea/
desde que han hecho interconexiones entre la línea de aire /
de instrumentos y la de N₂, para utilizar este último en ca-
so de emergencia.

4.1.3. LUCHA CONTRA INCENDIO

- * Los vehículos no cuentan con depósito de agua.
- * En general son equipos espumígenos (para incendio en líqui-
dos inflamables).
- * Cuentan con 4 extintores de polvo químico seco de 200 kg.
- * Tienen distribuidas estratégicamente en aquellos sectores -/
donde pueden existir fugas de gases, lavas de vapor. Su ex-
periencia indica que son de suma utilidad para disipar peque-
ñas y medianas fugas.
- * La experiencia del personal de seguridad indica que el único
elemento apto hasta el momento, para sofocar incendios de ga-
ses es el polvo químico seco.
- * El único incendio grande que tuvieron fue en las consolas de
lubricación en los compresores, utilizaron espuma tipo AFFF/
(light water) para contener el derrame y luego apagaron la/
fuga de gases del sello del compresor, que era la que mante-
nía el incendio, con un extinguido de polvo químico seco de/
10 kg.
- * La playa de entrenamiento cuenta con facilidades para simu-
lar incendios en combustibles líquidos y gaseosos. Para los/

///...

///15...

primeros disponen de un tanque abierto con cámara generadora de espuma, bateas pequeñas para la utilización de extinguidores , y sistemas de cañerías con válvulas para incendio en / altura con pérdidas. Para el caso de gases cuentan con el de nominado árbol de navidad (cañerías con derivaciones en 3 / direcciones con sus respectivas válvulas de bloqueo). La pla ya cuenta a su vez con un depósito de combustible líquido y / otro de LPG, además de instalaciones de lucha contra incen- / dio.

- * En dichas instalaciones tuvimos oportunidad de presenciar y / participar de una práctica de extinción de un incendio de ga ses con extinguidores de polvo químico s.e.b. Además se nos / mostró como opera un deflector contruido por ellos para for- mar cortinas de agua. El sistema desarrollado es muy elemen- tal y se acopla a las mangueras de incendio, obteniéndose u- na cortina de agua en forma de semicírculo de aproximadamen- te 8 metros. Empetrol piensa instalar este sistema para ais- lar la zona caliente (Hornos) del resto de la planta.
- * La circulación de vehículos por la planta está terminantemen- te prohibida en aquellos sectores tipificados como clase 1 / división 1 , o clase 1, división 2. En caso de necesidad , / Empetrol recomienda el uso de arrestallamas de 42 mallas / - plg² . En el resto de la planta esta permitido y no se exige el uso de arrestallamas.
- * La experiencia les indica que las herramientas antichispas / no son absolutamente seguras, por lo tanto utilizan comunes / pero en áreas peligrosas trabajan en mojado.
- * Entre todas las Empresas del Complejo de Tarragona han esta- blecido un acuerdo de ayuda mutua en caso de emergencia, por

///...

///16...

lo tanto han resuelto adoptar las Normas de Codificación de TKS de almacenaje de la NFPS.

4.2. ASPECTO DE SEGURIDAD EN DISEÑO

- * Todas las válvulas de seguridad que descargan a la atmósfera/ cuentan con un anillo a su alrededor con vapor, en modo especial para las válvulas del TK de etileno, en este caso el vapor sirve para diluir y disminuir la densidad del etileno y / disiparlo en caso de una descarga en la válvula, además de evitar posibles problemas de congelamiento en la misma. El sistema actúa con un presóstato que está calibrado a una presión un poco inferior a la de apertura de la válvula de seguridad.
- * La experiencia de Empetrol demuestra que por lo menos 4 ó 5 / veces al año las válvulas de seguridad del TK de etileno so- / plan por distintos motivos (fallas en la alimentación eléc- / trica de la planta, parada de los sopladores, etc.)
- * No recomiendan en la zona criogénica , válvulas de seguridad/ de material de bajo punto de fusión (por ejemplo Al) a pe- / sar que sea muy apto para servicio a bajas temperaturas , da- / do ,que en caso de incendio se deterioran facilmente, trans- / formándose en una tubería de descarga. Actualmente están du- / plicando todas aquellas válvulas críticas para la operación / de la planta, de manera de no pararla, como ha acontecido has- / ta el momento, cada vez que una de ellas sopla y luego no cie- / rra.

* PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS DE PLANTA

Se recomienda realizar un seguimiento de la resistencia de las piquetas puesta a tierra cada 2 ó 3 años, como así también -/ controlar la continuidad de todas las conexiones y la resisti- / vidad del terreno.

INFORME ESTADIA EN PLANTA VEBA-CHEMIE OLEFINANLAGE III

TEMARIO:

- 1.- Introducción (descripción general del proceso)
- 2.- Anexo I: compresores
- 3.- Anexo II: tratamiento cáustico
 secado
 hidrogenación
 inhibidores
- 4.- Anexo VII: sección de bajas temperaturas
 sección de separación
 aplicaciones de la computadora

Ing. Juan A. Santiago

Ing. Alejandro D. Lacalle

Ing. José D. Francesconi

INTRODUCCION:

La Planta de etileno consta de 15 hornos para el craqueo de nafta y dos hornos / para el craqueo de etano. Los hornos poseen dos secciones. En la primer sección/ (convección) se precalienta la materia prima, el agua que posteriormente se utiliza rá para la generación de vapor y se sobrecalienta el vapor generado. En esta sección se aprovecha el calor contenido en los gases de combustión.

En la segunda sección (radiación) se produce la reacción de craqueo a expensas // del calor radiante emitido por muflas que operan combustionando gas natural, meta- no e hidrógeno. Las muflas están ubicadas en dos de las paredes laterales del hor- no y los serpentines de reacción son tubulares y dispuestos en posición vertical.

En los hornos de craqueo de nafta, la nafta ya precalentada entra a la zona de / convección en cuatro corrientes a través de cuatro válvulas de control, luego reci- be el aporte del vapor de proceso (utilizado para reducir la presión parcial de hi- drocarburos y de tal forma favorecer las reacciones primarias) y posteriormente se le adiciona una corriente proveniente del etano de reciclo, luego de lo cual se di- rige a la zona de radiación del horno donde tiene lugar la reacción de craqueo e- levándose la temperatura a 810°C en la salida.

En cuanto a los hornos de craqueo de etano, en ellos se procesa el etano de reci- clo proveniente del fondo de la torre separadora de etileno y luego de su paso por la sección de enfriamiento. El etano entra al horno por la sección de convección/ en cuatro corrientes, luego de un primer paso por dicha sección se le adiciona va- por de proceso y posteriormente al segundo paso por la sección de convección entra a la zona radiante del horno, a la salida de la cual la temperatura es de 835°C.

A la salida de cada horno, el gas craqueado proveniente de los hornos alimenta- / dos con nafta y el de los hornos alimentados con etano es atemperado en un TLE // (transfer line exchanger) que aprovecha el contenido energético de la corriente pa- ra generar vapor de alta presión.

Las corrientes de gases craqueados, luego de salir del TLE son reunidas en una ú- nica corriente que se dirige a la segunda etapa de atemperamiento que tiene lugar/ en una torre que recibe por el fondo dicha corriente de gases craqueados y por el/

tope una corriente líquida de hidrocarburos proveniente de la condensación de los / componentes más pesados del mismo gas craqueado que luego de ser enfriado sale por / el tope de la torre. El mayor efecto de enfriamiento es producido por una corrien- / te de aceite que opera en circuito cerrado. La inyección de aceite se efectúa por / la parte superior de la torre por lo que el contacto con el gas craqueado se produ- / ce en contra corriente. El aceite es colectado en el fondo de la torre y luego de / ser filtrado y enfriado es reinyectado a la torre. Las pérdidas de aceite son com- / pensadas con una corriente de aceite fresco.

El gas craqueado a una temperatura de 125°C, se dirige desde el tope de la torre / de atemperamiento hacia enfriadores que operan con aire impulsado a través de venti- / ladores (fin-fan) enfriándose a 60°C, de allí el gas craqueado es enviado a conden- / sadores desde los cuales el gas craqueado pasa a la sección de compresión mientras / que el condensado formado pasa a un recipiente donde luego de mezclarse con el con- / densado proveniente de la sección de compresión se separan los hidrocarburos del a- / gua. Los hidrocarburos son enviados a la torre estabilizadora de aromáticos mien- / tras que del agua una parte se recicla a la torre de atemperamiento y otra parte se / dirige a la sección de generación de vapor de proceso. En esta última sección el / agua es calentada en tres intercambiadores en serie luego de lo cual es enviada a / una torre en donde se despojan los hidrocarburos que pudieren permanecer en el agua. / Este agua, luego de su paso por intercambiadores del tipo caldereta, se convierte en / el vapor de proceso que es inyectado luego del primer paso de la materia prima por / la sección de convección.

Retomando la corriente de gas craqueado, la misma luego de salir de los condensa- / dores ingresa a la primer etapa de compresión.

El compresor de gas craqueado consta de cuatro etapas con sus respectivos inter- / enfriadores y knock-out-drums en donde se separa el condensado. Este compresor es / accionado por dos turbinas, la primera trabaja laminando vapor desde 102 ata (vapor / de alta presión) a 20 ata (vapor de media presión), en cuanto a la segunda turbina / trabaja con vapor de media presión a condensación total. Entre la tercera y cuar- / ta etapa de compresión está situada la sección de eliminación de gases ácidos.

Montada sobre el mismo eje del compresor de gas craqueado se ubica una etapa que / comprime la corriente de etano-etileno luego de su hidrogenación.

La remoción de gases ácidos se efectúa en dos etapas. Se realiza una primera extracción de CO_2 y SH_2 en una unidad de MEA (monoetanolamina) en la cual se reduce // el contenido de SH_2 a 10 o 20 ppm y el nivel de CO_2 a 5 o 10 ppm.

La monoetanolamina es regenerada en otra unidad y reciclada a la torre. El gas// craqueado pasa luego a una torre de tratamiento cáustico, donde se realiza la extrac-
ción final de gases ácidos con NaOH.

Esta unidad está diseñada de manera tal que puede realizar la extracción total del gas ácido de la corriente de gas craqueado, en caso de mal funcionamiento de la uni-
dad de MEA.

La torre cuenta, tal como en PBB condos recirculaciones, de solución de NaOH, infe-
rior y superior y adicionalmente, con una recirculación del agua de la sección supe-
rior de lavado del gas craqueado.

Luego de la IV etapa de compresión se efectúa el secado del gas craqueado. A di-
ferencia del proceso de PBB la eliminación de humedad se realiza en 2 etapas, un //
primer secado por absorción con glicol y un segundo secado por adsorción en lechos/
de alumina..

A continuación el gas craqueado pasa a través de la primer etapa de preenfriamien-
to, reduciéndose su temperatura a -15°C ; temperatura a la cual ingresa a la 2ª eta-
pa de secado. Aquí el adsorbente utilizado es alumina activada y el sistema consta
de 2 lechos en paralelo, uno en operación, mientras el otro es regenerado. En esta
etapa se reduce el nivel de humedad a valores menores de 4 - 5 ppm H_2O .

Como ya fue mencionado, entre la torre de glicol y los lechos de alumina, se en-//
fría la corriente de gas craqueado hasta una temperatura de -15°C . Esta etapa es /
la primera correspondiente al preenfriamiento, que es realizado con propileno. Tal/
como es común en los diseños de Linde, la planta de Veba Oel cuenta con dos circui-//
tos de refrigeración, uno cerrado de propileno y otro abierto de etileno. El cir-//
cuito de etileno condensa contra el de propileno y el de propileno con agua de en-//
friamiento.

El circuito de propileno dispone de un compresor centrífugo de tres etapas impúl-
sado por un motor eléctrico. Los niveles de temperatura y presión son los siguien-
tes:

P (ata)	17,1	3	1.22
T (°C)	+ 5	- 20	- 40

El sistema abierto de etileno cuenta también con un compresor centrífugo de tres/ etapas, impulsado por un motor. Los niveles de temperatura del ciclo de etileno // son iguales a los que posee PBB, es decir: - 56°C, - 80°C y - 100°C y la condensa- / ción se efectúa contra propileno de - 40°C.

Como se indicó el preenfriamiento se efectúa con propileno llevando la temperatu- ra del gas, luego del secado a las condiciones de ingreso a la deetanizadora, por / el tope de la cual se separa una mezcla de productos livianos que son conducidos ha- cia la hidrogenación. El fondo de dicha torre, formado por propileno y más pesados se envía a su vez hacia un tren de separación que permitirá obtener una mezcla de C₃ además de butano y nafta de pirólisis.

La eliminación del acetileno de la mezcla de C₂ y más livianos se realiza mediante la hidrogenación con catalizador de baja temperatura (Paladio soportado sobre alúmi- na) en reactores adiabáticos de lecho fijo.

El sistema está compuesto por tres reactores ubicados en serie, cargados en catali- zador ICI 3801, aunque la reacción se lleva a cabo solo en los dos primeros, alimen- tandose gas frío al tercer reactor. Paralelamente, a los dos primeros, se hallan // ubicados otros dos reactores de iguales características, listos para entrar en fun- / cionamiento en caso de activación rápida o necesidad de regeneración del cataliza-// dor.

El calentamiento del gas de entrada al primer reactor se realiza, como en PBB in- / tercambiando calor con vapor de alta presión.

La temperatura de inicio de la reacción es de 80 - 90°C y la presión de operación/ de 24 ata.

La hidrogenación se lleva a cabo con el H₂ que contiene la misma corriente de C₂ / a ser hidrogenado.

Luego de la hidrogenación, la corriente liviana se envía a la quinta etapa del com- presor de gas craqueado, donde se eleva su presión a 31 ata. A continuación se efectúa un secado adicional, en un lecho de tamices moleculares a fin de remover las últimas /

trazas de humedad y obtener un punto de rocío de -100°C (equivalente a menos de 1 ppm de H_2O).

Luego se disminuye la temperatura a -50°C con etileno de -56°C y la fracción líquida obtenida se envía a la demetanizadora, ingresando en el plato número 22. La fracción gaseosa se enfría adicionalmente con etileno de -80°C y se alimenta a la demetanizadora en el plato 26. La columna demetanizadora fue diseñada para trabajar a baja presión, por lo que el nivel térmico es inferior a la instalada en PBB / que es de alta presión. En dicha columna se separa por el tope la fracción de hidrógeno y metano y por el fondo la mezcla etano-etileno que se envía hacia el splitter de etileno.

La fracción de tope se recircula intercambiando calor con el gas craqueado y por último se usa como combustible en los hornos de craqueo. También de esta zona sale una corriente rica en hidrógeno que pasa por un proceso de conversión del CO que pueda contener el metano y se utiliza en la hidrogenación de la fracción de C_3 .

La alimentación al splitter de etileno se efectúa en el plato número 31. A la línea de alimentación se puede agregar metanol que se emplea en caso de formación de hielo, colectándose en la corriente de etano que sale por el fondo. Esa corriente de etano se recicla y como ya fue mencionado, se alimenta a los hornos de craqueo.

El etileno producto se obtiene por el tope de la torre y se trabaja con un circuito abierto de refrigeración, atraviesa distintas etapas de intercambio mediante las cuales se obtienen las bajas temperaturas requeridas para la separación descritas.

El producto final se obtiene luego de la tercera etapa del compresor de etileno a una temperatura de 30°C y una presión de 18.5 ata.

Como ya mencionamos, el fondo de la demetanizadora, que contiene productos pesados, se envía a un tren de fraccionamiento, cuya primera etapa es la columna depropanizadora que separa por el tope la fracción de C_3 y por el fondo la fracción de C_4 y / más pesados. Esta última va hacia una columna prefraccionadora, que recibe además los hidrocarburos condensados en la compresión del gas craqueado. En dicha torre se separa por el tope el contenido de livianos recirculándose a la tercera etapa del compresor y por el fondo sale la corriente de compuestos de alto peso molecular que son luego separados en la debutanizadora y estabilizadora de C_5 .

La fracción de C_3 obtenida por el tope de la depropanizadora es hidrogenada a fin de eliminar el propadieno y metil acetileno presentes en la misma.

La hidrogenación de la fracción de C_3 es del tipo denominada "de cola" en la cual el H_2 para llevar a cabo la reacción proviene de la corriente de reciclo separada en la demetanizadora, previo paso por una unidad de metanación.

El sistema de hidrogenación consta de 3 reactores adiabáticos, dos de ellos ubicados en serie y el tercero ubicado en paralelo al primer reactor. El reactor en stand by permite regenerar el catalizador sin interrumpir la operación de la Planta.

Luego de la hidrogenación la corriente ingresa a una columna donde se eliminan los restos pesados que pueda contener y por último se cruza a una columna de despojo en la que se quitan los restos livianos. Por el fondo de dicha columna se obtiene el producto C_3 que es una mezcla de propano y propileno que será procesada en una Planta vecina.

Por último, la capacidad de licuación de etileno es de 15 toneladas por hora y la capacidad de evaporación es de 50 toneladas por hora (igual a la producción de la // Planta). Disponen de un tanque de almacenaje de etileno de 10.000 metros cúbicos // de capacidad aislado con lana mineral. El evaporador de etileno está calentado con propileno que a su vez es calefaccionado con vapor.

Hay también un tanque de propileno que trabaja a 200 - 400 mm de agua y a una temperatura de $-45^{\circ}C$.

2.- ANEXO I: COMPRESORES

A- Compresor de gas craqueado (DEMAG):

- Sistema de inyección de gas buffer: en este compresor la inyección se efectúa según se detalla en el Esquema I adjunto o sea a través de una válvula de control que opera en función de una diferencia de presión entre el gas que se dirige hacia los sellos y el aceite contaminado que deja el sello. Adicionalmente cada uno de los dos sellos de cada carcasa posee una válvula globo con un manómetro colocado aguas arriba de forma tal que el caudal a enviar a los sellos se regula manualmente.

Durante la operación normal del compresor cada uno de los manómetros colocados en las líneas hacia los sellos indicaba una presión de 0.5 Kg/cm^2 .

En la Planta Veba-Chemie Olefinanlage III el sistema de gas buffer está conectado a una línea de nitrógeno para el caso en que no se disponga de gas purificado para usar como gas buffer. Esta contingencia tiene lugar cuando por algún motivo (como/ por ejemplo en la puesta en marcha de la Planta) no se encuentra en operación la // sección de tratamiento cáustico.

Cabe destacar que este sistema difiere del existente en PBB, que cuenta con una / válvula controlada para cada una de las tres carcasas pero no cuenta con la posibilidad de regular independientemente el gas que se inyecta a cada sello. Por otra / parte PBB no posee las facilidades para la inyección de nitrógeno utilizable como / gas buffer.

- Instrumentación: el control de presión en el compresor de Veba es del tipo de velocidad variable con un instrumento controlador de presión en la succión de la primer etapa actuando en cascada con el controlador de velocidad (governor).

El instrumento controlador de presión además actúa conjuntamente con un controlador de flujo, la señal mínima que pase a través de un selector accionará la válvula de recirculación (protección anti-surge). Si bien este sistema descrito es idéntico al existente en PBB, en la práctica los lazos de control no funcionan de la misma manera. En efecto, el instrumento controlador de presión en la succión de la // primer etapa tiene acción solamente sobre el governor y el controlador de flujo es/

el único instrumento que tiene acción sobre la recirculación.

Tanto la recirculación de cuarta etapa como la de quinta etapa trabajan con la señal de instrumentos controladores de flujo ubicados en sus respectivas descargas.

En PBB el lazo de recirculación de cuarta etapa está controlado por un instrumento controlador de presión en la succión y un instrumento controlador de flujo en la descarga. Cualquiera de las dos señales (la que sea menor) comandará la válvula de recirculación.

- Sensores de vibraciones: existe indicación y registro de los sensores de vibración/axiales y radiales en sala de control. El registro pertenece en el caso de los sensores radiales al de la mayor vibración detectada por cada uno de los pares (colocados en un ángulo de 90° entre sí). La lectura normal en el registrador de vibraciones radiales es de 20 μ . La alarma por alta vibración tiene un set a 30 μ . El // máximo valor admisible para este sensor es de 50 - 60 μ . Durante nuestra estadía/ en la Planta de Veba, al detectarse una vibración de 70 μ se decidió parar el compresor de gas craqueado y por ende la Planta.
- Sistema de limpieza en operación del condensador de superficie: el esquema II ilustra el dispositivo utilizado para la remoción de los depósitos blandos formados en/ el interior de los tubos de agua de enfriamiento. El mismo consiste en una bomba / centrífuga con succión en la salida del agua de enfriamiento y con descarga en la / línea de entrada de agua de enfriamiento. El sistema posee una cámara en la descar/ ga de la bomba (A) que permite la introducción de esferas de material esponjoso /// (diámetro = 10 mm), de forma tal que al pasar por el interior de los tubos provocan la remoción de los depósitos blandos. Además el sistema cuenta en la línea de sali/ da del agua de enfriamiento con una segunda cámara (B) que permite la recuperación/ de las esferas utilizadas en la limpieza. La frecuencia de esta operación es de // aproximadamente una vez por mes.
- Planilla de toma de datos: en la Tabla I y Esquema III se detallan los valores ob/ tenidos de las lecturas en los instrumentos situados en el panel local. Dichos va/ lores fueron tomados durante la estabilización del compresor en su puesta en marcha. Los valores que figuran en la columna II permanecieron luego constantes.

- Cabe destacar que ninguna de las carcazas del compresor de gas craqueado posee (en Veba) inyección de aceite de lavado (flushing-oil). En esta planta no se observaron problemas de formación de polímeros en las ruedas del compresor.
- Sistema de vacío en el condensador de superficie: operan con vapor de media presión 18.6 Kg/cm^2 . El vacío logrado en el sistema es de $- 0.89 \text{ Kg/cm}^2$ y cabe destacar // que en este sistema se observaron instalaciones superiores a las existentes en PBB/ como por ejemplo tubos de conexión entre las empaquetaduras de las válvulas y el // sistema de eyectores con el objeto de evitar el ingreso de aire al sistema.
- Sistema de condensado: durante la puesta en marcha de la turbina, y como el caudal de vapor que pasa a través de la misma es pequeño (solamente a los efectos de calentamiento) una vez hecho nivel en el condensador de superficie, la bomba de condensado recircula toda el agua al condensador. Durante esta operación la válvula operada eléctricamente en la succión de la primer etapa permanece cerrada. Debido a la pequeña cantidad de vapor circulada a través de la turbina, el agua de enfriamiento a la salida del condensador de superficie es de solamente 25°C .
- Sistema de aceite de emergencia: la Planta de Veba cuenta solamente con un rundown/tank de aceite de lubricación, no contando con un dispositivo que supla durante una emergencia aceite a los sellos.

B- Compresor de propileno (Elliott):

El compresor de propileno de la planta de Veba es accionado por un motor eléctrico. Debido fundamentalmente a esta característica poseen en la succión de cada una de las etapas válvulas operadas eléctricamente que permiten (mediante su apertura / en la puesta en marcha) que el motor arranque a plena carga.

Las tres etapas de compresión, tal como ocurre en el compresor de PBB están reunidas en una sola carcaza.

Además de la válvula accionada eléctricamente, cada etapa posee en la succión una válvula de control que opera regulando la presión de entrada. PBB cuenta con las / mismas facilidades a excepción de la entrada a primer etapa en donde no posee dicha válvula.

Durante la puesta en marcha de esta unidad se observaron problemas de surge en este compresor debido a la falta de enfriamiento en los condensadores de descarga de la tercer etapa. Es decir, al aumentar la presión en el depósito, disminuía el caudal por lo que el compresor entraba en surge. Luego de aumentar el caudal de agua en los enfriadores se solucionó el problema.

- El depósito que recibe el condensado de los enfriadores en la salida de la tercer // etapa posee un sistema de doble válvula de seguridad con válvulas esclusa y su co-// rrespondiente interlock.
- Sistema de inyección de gas buffer: tal como se detalla en el esquema IV Figura A // el compresor de propileno consta con una inyección de gas buffer a cada sello, dicha inyección se realiza mediante sendas válvulas de control. La válvula que envía gas buffer al sello de baja presión, opera mediante la presión diferencial producida entre el gas que se dirige al sello y el aceite efluente del sello. La válvula que envía gas buffer al sello de alta presión opera mediante la presión diferencial producida entre la línea de balance del compresor y el aceite efluente del sello.

Pese a que la presión existente en los dos sellos es similar, debido a la existencia de la línea de balance, esta pequeña diferencia ocasionaría problemas de flujo / si se instalase solo una válvula con una posterior bifurcación hacia los dos sellos. En efecto al existir una mayor presión en el sello situado en el lado de alta pre-// sión el caudal de buffer gas recibido, evidentemente sería menor que el caudal recibido por el sello situado del lado de baja presión.

Cabe destacar que debido a la ausencia de instalaciones de inyección de buffer /// gas en PBB, el Ing. Kilianski aconseja en nota de día 3 - 7 - 80 la instala- // ción de una sola válvula con posterior bifurcación a los dos sellos para cubrir dicha falencia.

- Instrumentación: al igual que lo descrito para el compresor de gas craqueado las // válvulas de reflujo de cada una de las tres etapas son comandadas unicamente por los controladores de flujo. PBB para estos lazos de control posee además del controlador de flujo un controlador de presión. Cualquiera de las dos señales (la mínima) / comandará la apertura de la válvula de recirculación.

- Agua de enfriamiento: la regulación del caudal de agua en los enfriadores pertenecientes al condensador en la descarga de la tercer etapa se efectúa a través de la válvula de ingreso de agua y con la válvula de salida totalmente abierta, esta acción es tomada para permitir el rápido escape de los gases hacia la torre de enfriamiento ante una eventual falla en los tubos.

En el esquema V pueden observarse los valores de presión y temperatura alcanzados / en la estabilización de la unidad. Dichos datos fueron tomados del panel local de la sala de compresores.

C- Compresor de etileno (Elliott):

Al igual que el compresor de propileno, este compresor es accionado mediante un / motor eléctrico. Posee tres etapas distribuidas en dos carcazas.

La primera y segunda etapa están agrupadas en una carcaza, mientras que la tercera se sitúa en la restante.

- Cada una de las etapas posee en la succión válvulas accionadas electricamente / contando además con válvulas automáticas que controlan la presión en la succión. PBB posee el mismo sistema a excepción de la primer etapa que no posee válvula / de control.
- Sistema de gas buffer: tal como se detalla en el Esquema IV Figura B este compresor cuenta con facilidades similares a las existentes para el compresor de / propileno. PBB no cuenta con las facilidades de inyección de gas buffer.
- Recirculaciones: al igual que lo acontecido en el compresor de gas craqueado y en el de etileno, si bien en el lazo original las válvulas de recirculación eran accionadas por la señal mínima transmitida por un controlador de flujo en / la descarga y un controlador de presión en la succión, en la práctica la válvula de recirculación recibe señal solamente del instrumento controlador de flujo.
- En la tabla III - Esquema VI se detallan los valores obtenidos en el panel local de la sala de compresores.

- Agua de enfriamiento: la regulación del caudal de agua en los enfriadores pertenecientes al condensador en la descarga de la tercer etapa se efectúa a través de la válvula de ingreso de agua y con la válvula de salida totalmente abierta, esta acción es tomada para permitir el rápido escape de los gases hacia la torre de enfriamiento ante una eventual falla en los tubos.
- En el esquema V pueden observarse los valores de presión y temperatura alcanzados / en la estabilización de la unidad. Dichos datos fueron tomados del panel local de la sala de compresores.

C- Compresor de etileno (Elliott):

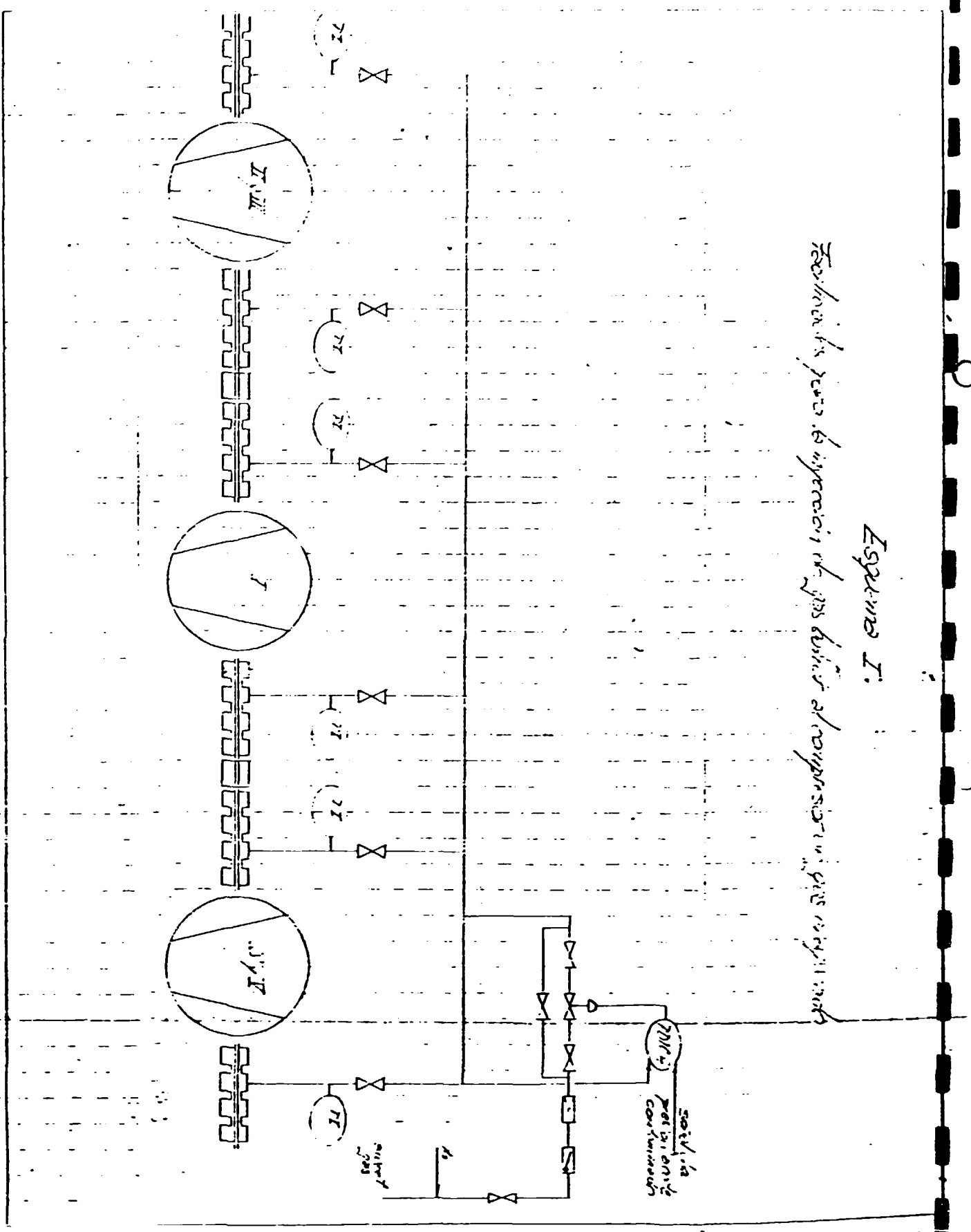
Al igual que el compresor de propileno, este compresor es accionado mediante un / motor eléctrico. Posee tres etapas distribuidas en dos carcazas.

La primera y segunda etapa están agrupadas en una carcaza, mientras que la tercera se sitúa en la restante.

- Cada una de las etapas posee en la succión válvulas accionadas electricamente / contando además con válvulas automáticas que controlan la presión en la succión. PBB posee el mismo sistema a excepción de la primer etapa que no posee válvula / de control.
- Sistema de gas buffer: tal como se detalla en el Esquema IV Figura B este compresor cuenta con facilidades similares a las existentes para el compresor de / propileno. PBB no cuenta con las facilidades de inyección de gas buffer.
- Recirculaciones: al igual que lo acontecido en el compresor de gas craqueado y en el de etileno, si bien en el lazo original las válvulas de recirculación eran accionadas por la señal mínima transmitida por un controlador de flujo en / la descarga y un controlador de presión en la succión, en la práctica la válvula de recirculación recibe señal solamente del instrumento controlador de flujo.
- En la tabla III - Esquema VI se detallan los valores obtenidos en el panel local de la sala de compresores.

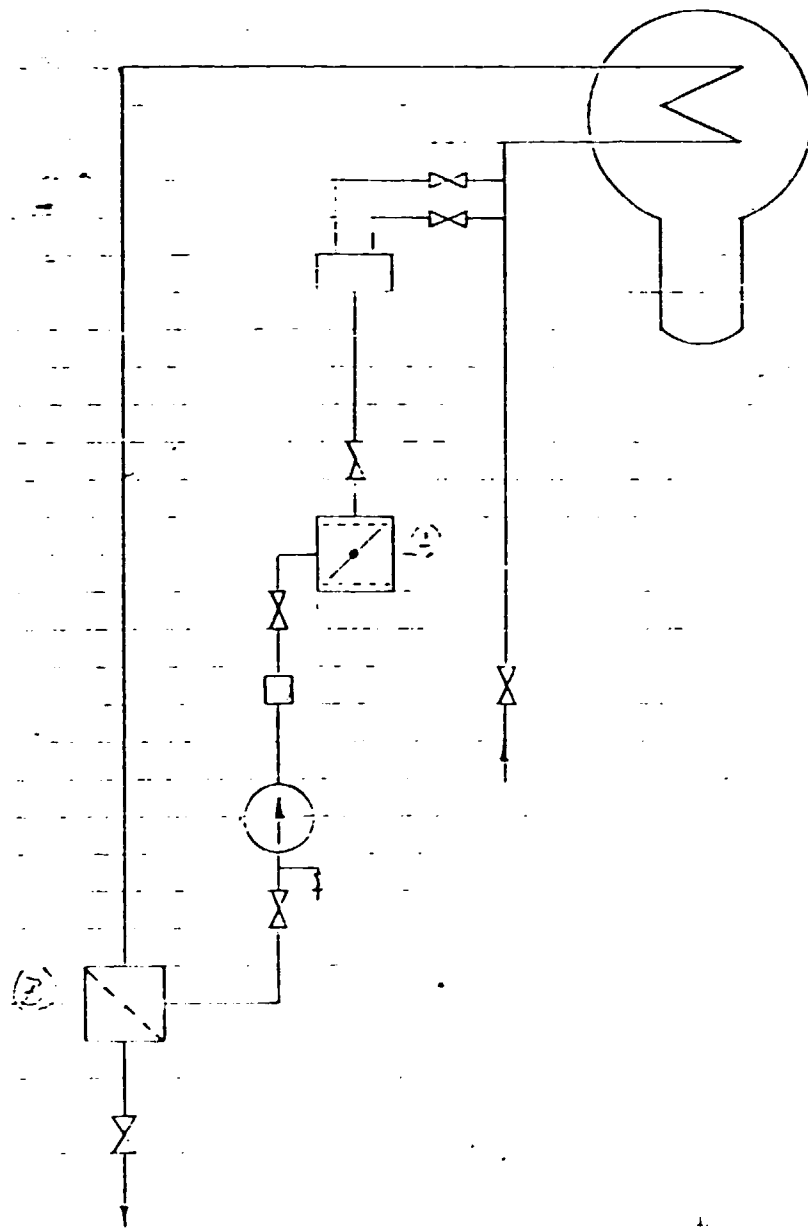
Experiencia para la operación de las válvulas de compresión en gas refrigerante

Esquema I.



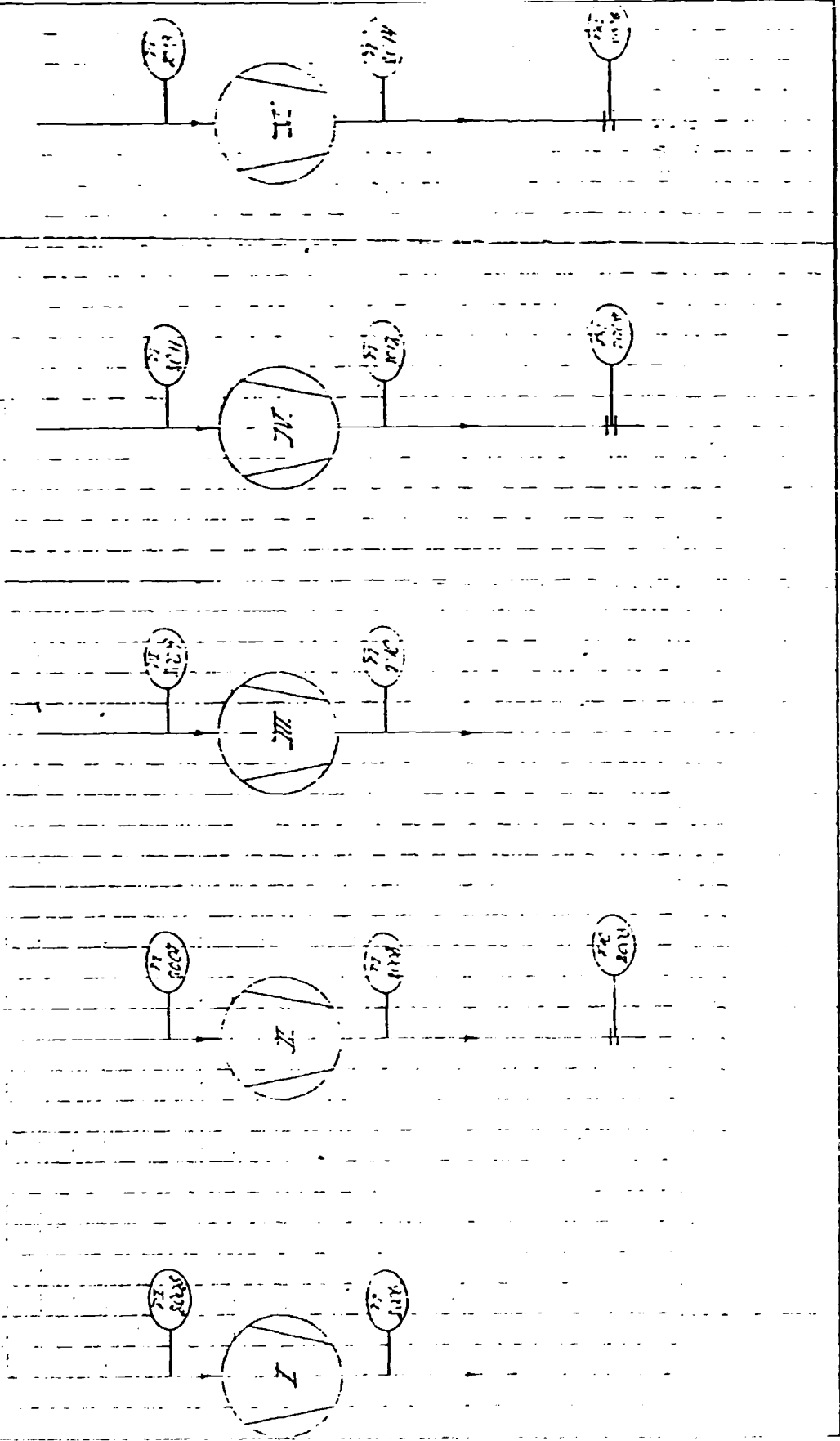
Esquema I

Sistema de limpieza del condensado de refinería



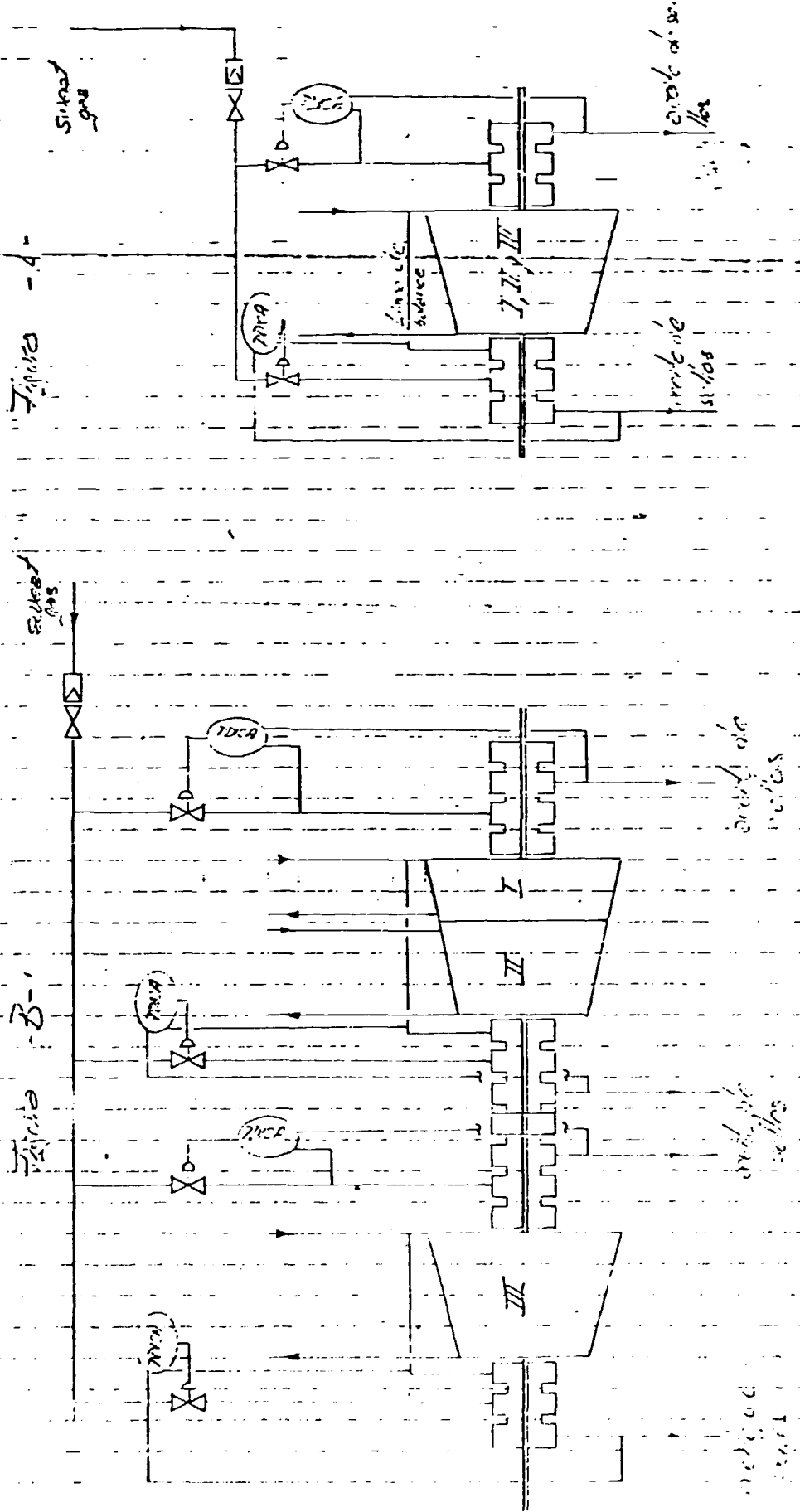
Esquema III.

Ubicación e instrumentos de: curvados (ver fotos I)



Esquema II

Sistema de inyección de gas a los compresores de chorro y propulsión



gas

gas

gas

gas de escape

gas de escape

gas de escape

gas de escape

gas de escape

TABLA I

Valores tomados del panel local del compresor de gas craqueado durante su puesta en marcha (en estabilización).

	I	II	
PI 2005	0.25 bar	0.25 bar	
PI 2006	2.2 Kg/cm ²	2.1 Kg/cm ²	
PI 2007	1.8 Kg/cm ²	1.8 Kg/cm ²	
PI 2008	5.6 Kg/cm ²	5.6 Kg/cm ²	
PI 2009	5 Kg/cm ²	5 Kg/cm ²	
PI 2010	13.3 Kg/cm ²	13.3 Kg/cm ²	
PI 2011	10.4 Kg/cm ²	10.4 Kg/cm ²	
PI 2012	25 Kg/cm ²	25 Kg/cm ²	
PI 2013	19 Kg/cm ²	19 Kg/cm ²	
PI 2014	30 Kg/cm ²	30 Kg/cm ²	
FIC 2003	66 x 2300 Nm ³ /hr	69 x 2300 Nm ³ /hr	(valor de se 66)
FIC 2004	62 x 2300 Nm ³ /hr	70 x 2300 Nm ³ /hr	(valor de se 67)
FIC 2005	64 x 2300 Nm ³ /hr	70 x 2300 Nm ³ /hr	(valor de se 63)
FI 8104	72 x 2.5 T/hr	73 x 2.5 T/hr	
FI 8106	88 x 800 Kg/hr	86 x 800 T/hr	
PIA 8112	- 0.9 Kg/cm ²	- 0.9 Kg/cm ²	(valor de s - 0.
Revoluciones	5000 rpm	5000 rpm	
TRA 8107	465°C	465°C	
TR 8109	300°C	300°C	
TRC 8137	290°C	290°C	

TABLA II

Valores tomados del panel local del compresor de propileno luego de la estabilización de la unidad.

PI 4108	1500 mm.c.a.
PI 4109	2.3 Kg/cm ²
PI 4110	6.3 Kg/cm ²
PI 4111	16.2 Kg/cm ²
FIC 4101	72 x 700 Nm ³ /hr
FIC 4102	60 x 1400 Nm ³ /hr
FIC 4103	72 x 1800 Nm ³ /hr

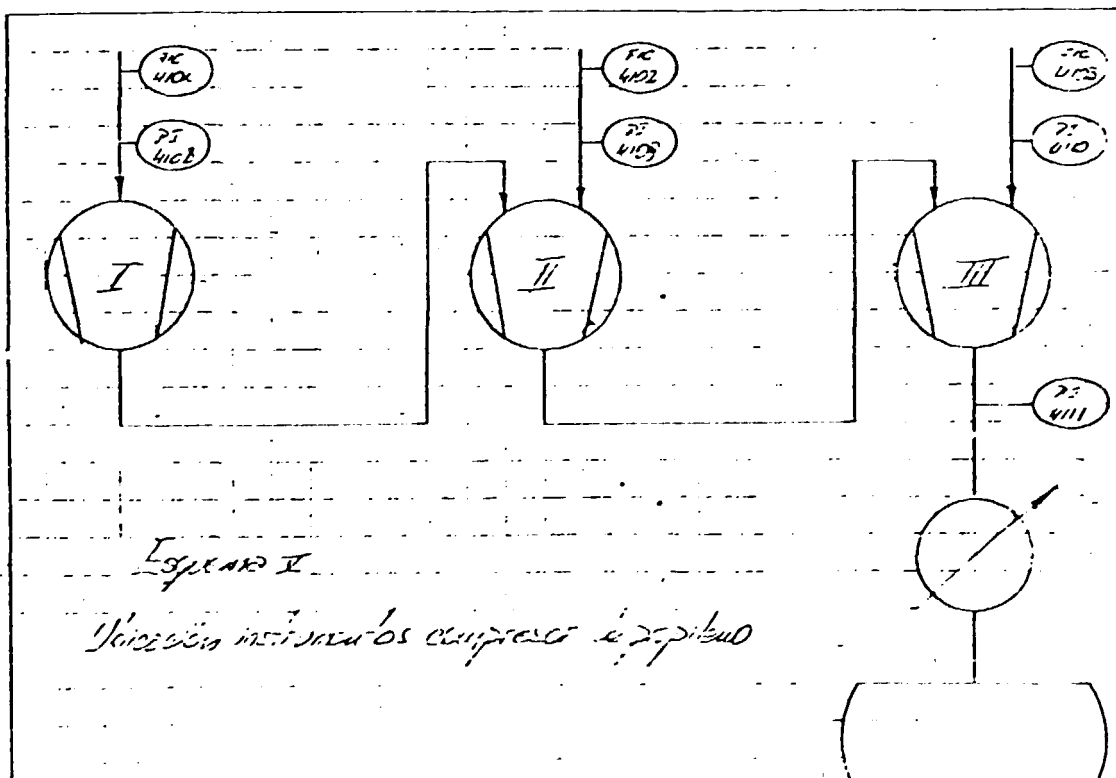
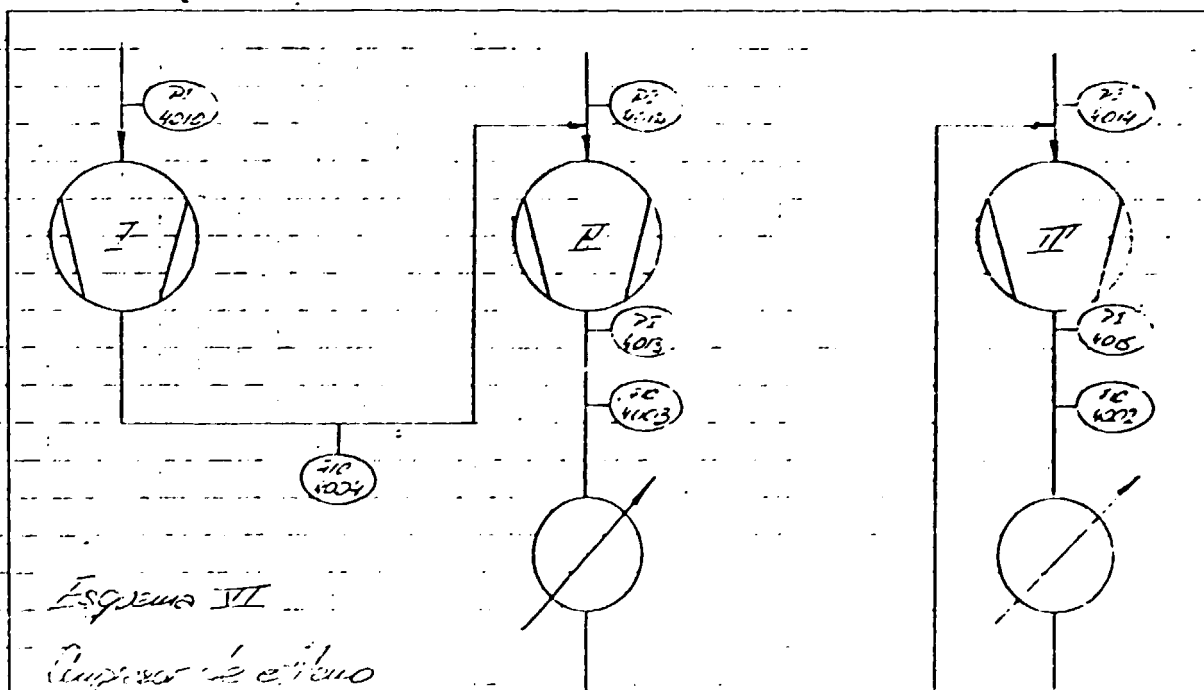


TABLA III

Valores tomados del panel local del compresor de etileno luego de la estabilización de la unidad.

PI 4010	1.5 Kg/cm ²
PI 4012	4.9 Kg/cm ²
PI 4013	6.5 Kg/cm ²
PI 4014	6.2 Kg/cm ²
PI 4015	18.0 Kg/cm ²
FIC 4002	50 x 4000 Nm ³ /hr
FIC 4003	55 x 700 Nm ³ /hr
FIC 4004	76 x 300 Nm ³ /hr



3.- ANEXO II: TRATAMIENTO CAUSTICO-SECADO-HIDROGENACION-INHIBIDORES

A- Tratamiento cáustico:

La remoción de gases ácidos se lleva a cabo en 2 etapas. Se efectúa un primer // tratamiento con mono etanol amina y de allí se envía el gas a una torre de trata- / miento cáustico, a diferencia de PBB que efectúa esta operación de purificación en una única torre de tratamiento cáustico.

Dicha torre, en la Planta de Veba posee dos recirculaciones de solución de NaOH/ como en PBB, utilizándose una concentración de NaOH de 5% en el ciclo superior y / 1-2% en el inferior.

La concentración de la soda fresca utilizada es de 50%. En la parte superior, // un porcentaje del agua alimentada, para lavado del posible arrastre de cáustico // por el gas craqueado, es recirculada.

Esta recirculación permite ahorrar energía con respecto al caso de PBB puesto // que en Veba cuando hay bajo contenido de CO₂ y SH₂ en el gas, se utiliza menos /// cáustico, luego es posible recircular más agua en el tope con menor consumo de /// agua fresca.

En la línea de cabeza de la torre de cáustico hay instalado analizador continuo/ de CO₂. En Veba, este analizador es más necesario que en el caso de PBB, puesto / que pueden tener variaciones en la eficiencia del tratamiento con MEA, lo que im- / plicaría una rápida variación en el contenido de gases ácidos en la alimentación / a la torre de cáustico.

Con el instrumento citado es posible detectar este problema y tomar las medidas/ necesarias, como puede ser el aumento de caudal de NaOH fresco.

Respecto a la formación de espuma, no se han registrado problemas en la T-23, pe- ro si en la unidad de MEA.

Arrastre de cáustico: el diseño original de Linde no contaba con Demister en la/ parte superior de la T-23. Se produjeron, entonces problemas de arrastre de cáus- tico, los que se solucionaron luego de la instalación del Demister.

Deposición de carbonatos en el fondo: no se ha registrado hasta el momento. Solo / ocurriría si se utilizara el NaOH hasta agotamiento total.

La torre T-23, cuenta con inyección de N_2 por la parte inferior para el purgado / de la misma.

Todos los instrumentos asociados al tratamiento cáustico se hallan aislados y calefaccionados. Todos los indicadores de nivel incluyen drenaje hasta el piso, de / acero inoxidable, $\phi = 1"$.

Operación: cada dos horas los operadores toman muestras del ciclo superior e infe-/ rior, realizando ellos mismos la determinación del contenido de alcali total y NaOH libre.

En la tabla I se presentan datos de concentración de gases ácidos a la entrada y / salida de las dos etapas de purificación. Se deduce de ella que la mayor parte del CO_2 y SH_2 es removido en la torre de MEA, efectuándose un "pulido" en la torre de // cáustico. Esta última asume la carga del tratamiento en caso de falla de la unidad de MEA.

ELIMINACION DE GASES ACIDOS

Fecha	QE 22001		QE 22002		QE 23001	
	Entrada Unidad MEA		Entrada Trat. cáustico		Salida Trat. cáustico	
	SH_2 (ppmv)	CO_2 (ppmv)	SH_2 (ppmv)	CO_2 (ppmv)	CO_2 (ppmv)	SH_2 (ppmv)
1	190	38	25	3	<1	<0.1
2	260	60	60	3	<1	<0.1
3	230	5	<1	4	<1	<0.1
4	90	6				
5	230	32	<1	<1	<1	<0.1
6	230	50	<1	2	<1	<0.1
7	300	40	25	3	<1	<0.1

B- Secado:

- a) Secado del gas craqueado: la eliminación de agua del gas craqueado se realiza en / dos etapas, difiriendo bastante del proceso de PBB.

Se realiza un primer secado con glicol. En esta torre a la cual se alimenta el gas craqueado, descarga de la cuarta etapa de compresión, se realiza la extrac-// ción de la mayor parte de la humedad a una temperatura de 20°C y presión de 26,5 ata. De 800 - 300 mg H₂O/M³ de gas el contenido de agua se reduce a 15 - 5 mgH₂O/ M³gas. Luego, se enfría el gas hasta - 15°C y previa separación de condensado se realiza un segundo secado en lechos de alumina activada, reduciéndose el conteni- do de humedad a valores menores de 4 - 5 ppm. El sistema está compuesto por dos lechos en paralelo, uno en operación y el otro en regeneración.

El contenido de humedad del gas craqueado es muy variable; puede fluctuar en- tre 300 mg/lt y 900 mg/lt debido a variaciones de la temperatura de entrada a la torre de glicol.

El ciclo de operación de los lechos de alumina es de 72 hs. Si se operara has ta capacidad total se podría alcanzar aproximadamente 1 semana de ciclo de opera ción.

No poseen analizador continuo de humedad a la salida de los lechos de alumina, ni en la torre de glicol. Se realizan controles mediante toma de muestras.

DATOS DE HUMEDAD

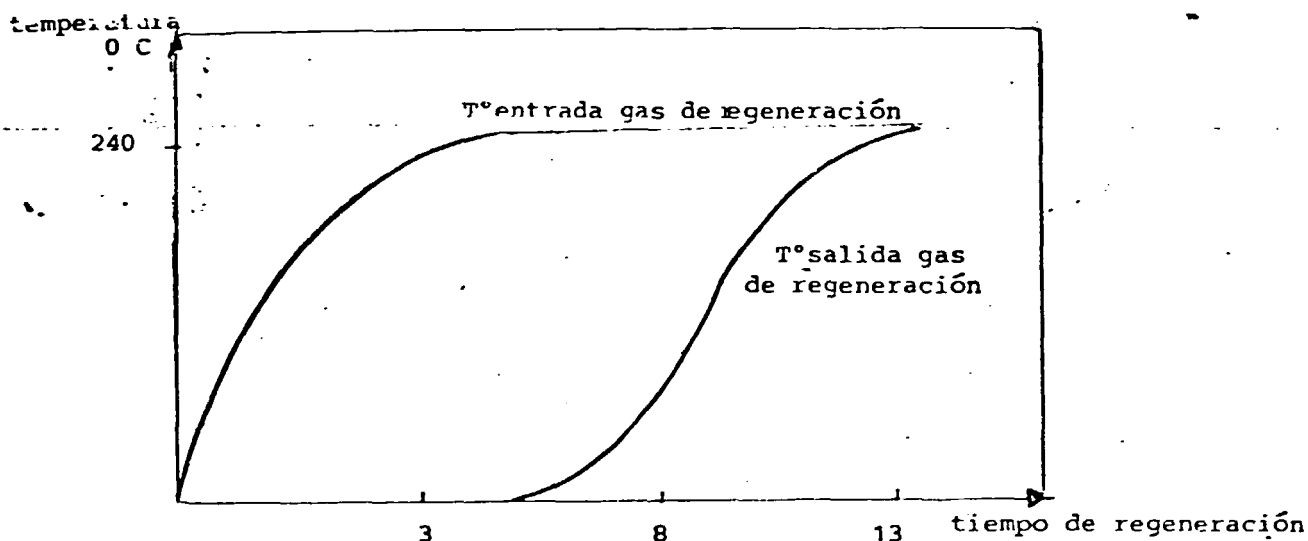
Muestreo	1	2
H ₂ O entrada torre de glicol mg/M ³	690	310
H ₂ O salida torre de glicol mg/M ³	11	6
Salida de secador mg/M ³ con alumina	7	< 5

b) Secado de la corriente de C_2 : la corriente de C_2 descarga de la V. etapa de compresión pasa a través de un último lecho de secado, con tamices moleculares donde se remueven las trazas de humedad que pudieran haber quedado en el gas, luego de las dos primeras etapas de secado del gas craqueado.

La regeneración de este lecho, (no existe lecho de reserva) se realiza cada 3/ semanas.

No se toman muestras de gas a la salida del mismo.

PERFILES DE TEMPERATURA DURANTE LA REGENERACION



C- Hidrogenación:

Como se vió en la descripción general del proceso existen dos etapas en la hidrogenación de los compuestos diénicos.

Hidrogenación de la corriente de C_2 : Luego de efectuada la separación de C_2/C_3 en la torre deetanizadora, se elimina el acetileno de la corriente de C_2 en un sistema de tres reactores adiabáticos en serie. El sistema cuenta, además, con otros dos reactores de iguales características, en stand-by, ubicados a paralelo a los dos // primeros.

La hidrogenación se produce con el H_2 que contiene la misma corriente de C_2 .

La especificación de C_2H_2 en etileno producto es: 5ppm máximo.

Hidrogenación de la corriente de C_3 : la corriente de cabeza de la torre de separación de C_3/C_4 debe ser hidrogenada a fin de eliminar el propadieno y metil acetileno. Esto se lleva a cabo en dos reactores adiabáticos en serie, existiendo un reactor de reserva ubicado en paralelo al primer reactor.

La hidrogenación, del tipo denominado "de cola" se lleva a cabo con el H_2 alimentado a cada reactor. El H_2 proviene de la última etapa de enfriamiento del producto de cabeza de la torre separadora de C_1/C_2 , pasado previamente, por una sección / de metanación donde se elimina el CO que pudiera arrastrar.

Dada la similitud del proceso de PBB, con la primera etapa de hidrogenación en Ve ba, la descripción y comentarios siguientes se refieren a la hidrogenación de la // corriente de C_2^- .

De los tres reactores en serie del sistema, solo se utilizan para la reacción los dos primeros. El tercer reactor se halla cargado con catalizador pero se le alimenta gas frío, no produciéndose reacción alguna.

El catalizador utilizado en la actualidad es ICI-38-1. La edad del catalizador / es de 7 años con sucesivas regeneraciones cada dos años.

El tiempo de uso, desde la última regeneración es de 1 año. Han probado también/ el catalizador CCI y la conclusión es que ambos dan una performance equivalente.

Los contenidos normales de acetileno son los siguientes:

entrada al primer reactor: 3000 ppm

salida del primer reactor: 60 ppm

salida del segundo reactor (= salida tercer reactor) 1 ppm

La pérdida de etileno durante operación normal es menor que el 1%.

Regeneración: se realiza cada dos años, aunque no sea totalmente necesaria, puesto/ que de esta forma se aprovechan las paradas programadas de Planta y se evita el riesgo de una parada por envenenamiento del catalizador.

La regeneración del catalizador se efectúa "in situ", puesto que los reactores han

sido diseñados para soportar la temperatura necesaria.

Para efectuar la regeneración poseen dos reactores de reserva, ubicados en paralelo, con los cuales se continua operando, si es necesario, sin necesidad de parar la Planta.

La operación de regeneración demora aproximadamente 1 semana. Cada uno de los // reactores posee una cañería de alimentación de aire, vapor, y N_2 los cuales pasan / previamente por dos hornos de regeneración para calentamiento.

Pasos seguidos en la regeneración:

- 1) Se calienta el reactor y masa de catalizador hasta $100^{\circ}C$.
- 2) Se calienta con vapor hasta que no se detecten más hidrocarburos en la salida.
- 3) Se introduce aire para la combustión final de pólimeros y coque.

Facilidades adicionales:

- Inyección de SH_2 : Cada uno de los reactores posee una cañería para inyección de SH_2 a fin de envenenar el catalizador durante las puestas en marcha o posibles "run away". La inyección es comandada mediante dos HS (hand swicht) instalados en sala de control.
- Analizador de CO: mide en forma continua la concentración de CO en la corriente de alimentación a los reactores. Esto permite prever variaciones en la actividad del catalizador por modificaciones en el nivel de CO, y corregir en consecuencia la // temperatura de entrada a los reactores.

El CO aumenta cuando se inyecta metanol en la zona fría notándose en el analizador en un lapso de 10 - 15 minutos. Los valores registrados en operación normal / oscilaban entre 500 y 250 ppm.

Operación:

- * Durante la puesta en marcha se presurizaron los reactores con N_2 , con la válvula / B en posición cerrada y la C abierta descargándose el gas de cabeza de la deetanizadora a antorcha a través del PRCA 330] que actúa en ese momento como control de / presión de la quinta etapa de compresión.

* Luego de presurizados los reactores, se cerró la válvula C al mismo tiempo que se abrió la válvula B.

* A continuación, con los enfriadores con agua ya en funcionamiento, se incrementó / la temperatura de entrada al primer lecho hasta 80°C a la cual comenzó la reac-// ción.

Habitualmente la temperatura de inicio de reacción oscila entre 90 y 80°C.

* Se produjo entonces un "run away" elevándose rápidamente la temperatura en una // termocupla del lecho hasta 315°C.

Esta situación se corrigió inyectando SH_2 a través de los HS existentes para tal / fin, envenenándose el catalizador. De esta forma se moderó rápidamente la reac-// ción. Luego, se elevó nuevamente la temperatura a 130° 160°C, estabilizándose / en 140 - 145°C.

En la tabla II se especifican datos de temperatura, ΔT y niveles de CO para cada / reactor en condiciones ya estabilizadas de operación.

La explicación sobre la probable causa del "run away" dada por el personal técni / co de Veba es que el bajo flujo (había solo 6 hornos en operación) produjo un // excesivo tiempo de contacto en alguna zona del lecho (canalización) y consecuen- / temente hidrogenación de etileno. Siendo, además insuficiente el flujo para re- / mover el calor de la reacción.

De acuerdo a la opinión del técnico de Linde, el "run away" se produjo debido a // que, luego de alcanzada la temperatura de reacción no se aumentó la temperatura / de entrada con suficiente cuidado y lentitud.

Una vez que se estabilizó la reacción el ΔT en el primer reactor era mayor que el / teórico (para la hidrogenación del acetileno) 53°C.

El ΔT en el segundo era aproximadamente normal (10.6°C). De esta manera se situa- / ron del lado de la seguridad (con respecto a que se hidrogenaba todo el acetile- / no) hasta contar con los análisis de laboratorio (no consideraban totalmente con / fiable el analizador continuo) no importando en ese momento que se hidrogenara / algo de etileno.

En caso de emergencia (shut down) abre primero la válvula C (by pass del siste- /

na) luego con un pequeño retardo cierra la válvula B (entrada de gas al sistema) y abre la válvula A (depresurización del sistema hacia la antorcha). Una válvula de retención, tal como en PBB, impide el retroceso de gas.

- El HC que controla la salida adicional de agua de los enfriadores está normalmente cerrado y es solo abierto si se produce un "run away" y se necesita capacidad / adicional de enfriamiento.

Control por computadora: a fin de reducir la hidrogenación de etileno, se implementó el control por computadora de los reactores, controlándose la temperatura de entrada, en función del ΔT de la reacción para la hidrogenación de acetileno.

Actualmente, el lazo de control se encuentra desconectado, controlándose los mismos en forma manual.

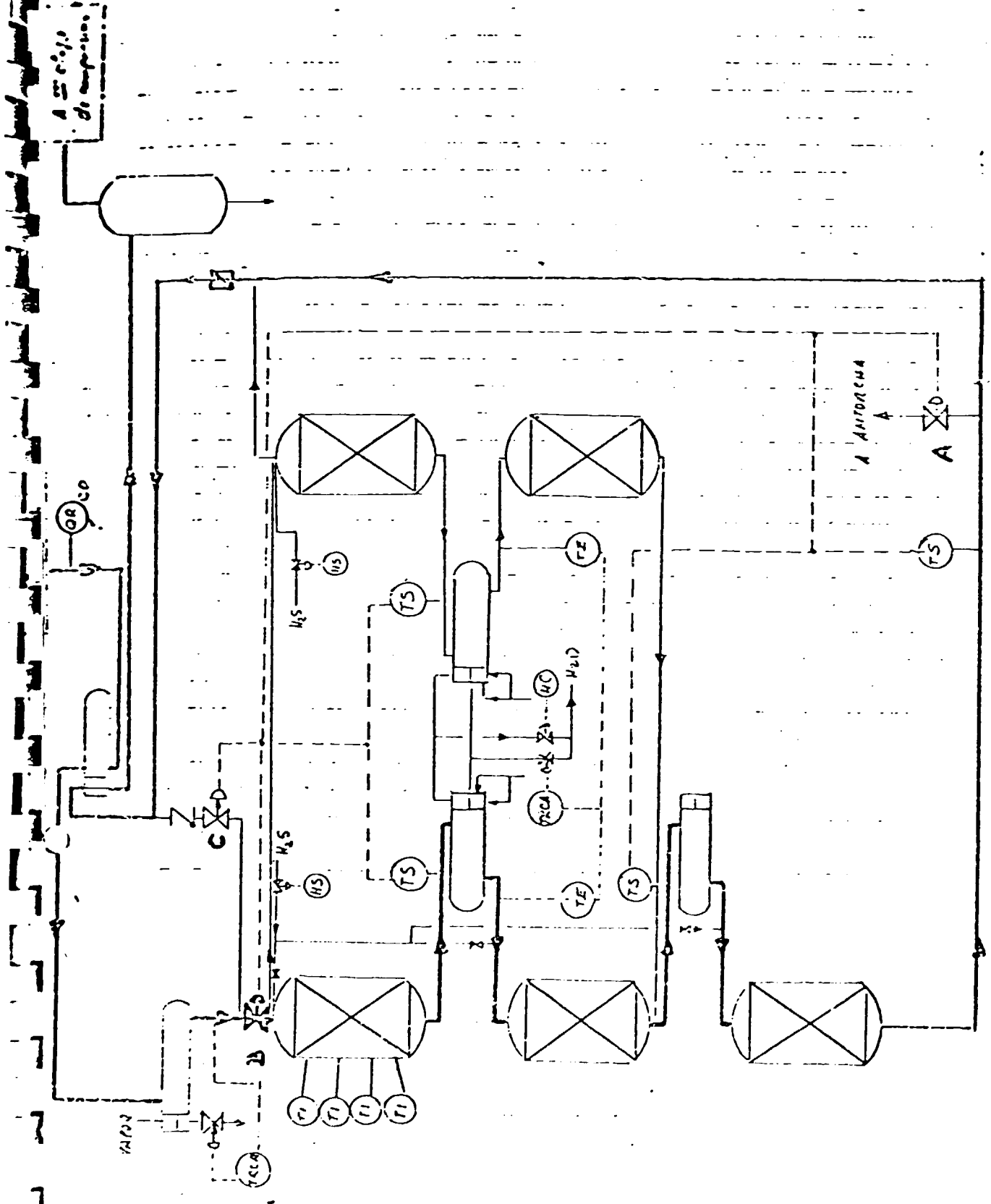
PERFIL TERMICO EN REACTORES DE HIDROGENACIÓN DE C₂ - TABLA II

Contenido de CO entrada 1° reactor	500 ppm		350 ppm		300 ppm	
	Reactor 1	Reactor 2	Reactor 1	Reactor 2	Reactor 1	Reactor 2
Temp. entrada °C	91,5	89,2	92,5	98,3	94,3	97
TI 1 °C	107	92	108	100	105	99
TI 2 °C	106	94	106	100	104	99
TI 3 °C	123	91	125	104	121	101
TI 4 °C	120	94	122	110	115	104
Temp. salida °C	125,5	96,4	119,4	108,6	116,4	102,4
$\Delta T = T^{\circ}\text{entrada}$ $- T^{\circ}\text{salida}$	34	7,5	26,9	10,4	22,1	5,4
T Total	41,5		37,3		27,5	

Los datos fueron obtenidos durante la operación estable del sistema.

Concentración de C₂H₂ entrada al 1° reactor 3000 ppm
 salida al 1° reactor 60 ppm
 salida 2° reactor (= salida 3° reactor) < 1 ppm

Las termocuplas TI 1, 2, 3 y 4 se hallan ubicadas en el interior de los reactores en forma equidistante.



ESQUEMA SISTEMA DE HIDROTERMIA

D- Inhibidores usados en área de proceso:

- a) Inhibidor de coquificación en hornos de craqueo
- b) Inhibidor de corrosión
- c) Inhibidor de polimerización

a) Inhibidor de coquificación en hornos de craqueo de etano:

a.1- Inyección de nafta con azufre

La inyección fue realizada desde la puesta en marcha inicial de la Planta, //
 - Túego no tienen experiencia en Olefin III sobre la diferencia entre inyectar/
 o no, azufre en los hornos.

El contenido de azufre en la nafta puede variar desde 100 hasta 6000 ppm. //
 No se mide el caudal inyectado; la línea posee un orificio de restricción.

a.2- Nalco 5264

Con el fin de aumentar la longitud de corrida de los hornos se realizaron ///
 pruebas inyectando Nalco 5264 en el horno N°6 (de nafta). Luego de un cierto
 tiempo de operación se produjo la falla simultánea de casi todos los tubos, /
 de ese único horno. Los técnicos de Veba suponen que esa falla estaría rela-/
 cionada con la inyección del inhibidor. Se están realizando estudios meta-//
 lúrgicos a fin de aclarar el tema.

b) Inhibidores de corrosión:

b.1- En torre de Quench Oil se inyecta Nalco 161 AC en la línea de cabeza de la to-
 rre de quench oil (4 - 5 ppm sobre el total de la corriente) juntamente con /
 morfolina para controlar el pH. El punto de condensación de la morfolina es/
 más próximo al del producto de cabeza que el del NH_3 .

En la Planta de Olefin I tenían inyección de NH_3 en la línea de cabeza pero /
 encontraron NH_3 en el etileno producto. Luego en las Plantas Olefin II y Ole-
 fin III cambiaron a morfolina.

No se ha registrado nunca corrosión en la línea de cabeza de la torre de quench.

b.2- En sistema de generación de vapor de proceso

- En la torre de generación de vapor de proceso se detectaron problemas de co-/rosión, así como en los intercambiadores y generadores de vapor de proceso. Por tal motivo se decidió la inyección de Nalco 165 - AC.

Se inyectaron 3 ppm en base al caudal total de agua de proceso.

La corrosión en los generadores de vapor se manifestó fundamentalmente en la interfase líquido-vapor. Para evaluarla se medía el contenido de Fe en el / agua.

- Para proteger la zona de vapor se inyecta Nalco 353 el cual forma un film / protector sobre la cañería.

Dosis: Se inyecta hasta detectar trazas (1 - 2 ppm) en el condensado.

c) Inhibidor de polimerización:

Para reducir la formación de polímeros en la sección de fraccionamiento utilizan / el inhibidor Nalco 45 - 12. Este inhibidor no contiene deactivador de O_2 , ni de-/activador de metales.

Como el manejo de este producto es peligroso, se recibe en containers que se conec-
tan directamente a la bomba dosificadora y se inyecta sin diluir. De esta forma / se evita la operación de mezclado con el diluyente.

Se inyecta el inhibidor en los siguientes puntos:

- Torre separadora de C_2/C_3 : Inyección en la tubería de alimentación líquida.
- Torre separadora de C_3/C_4 : Inyección en la torre, en el plato N°16

La inyección de inhibidor, en esta torre no estaba prevista en el diseño origi-
nal. Se realizó luego de 3 años de operación. La inyección se practicó al prin-
cipio en el plato N°23 y luego se cambió al plato N°10. Esto se debe a que el /
mayor ensuciamiento se produce en los 4 - 5 primeros platos del fondo de la to-
rre.

La longitud de corrida de los reboilers aumentó de 5 - 6 semanas, sin inyección, hasta 13 - 14 semanas con inyección de aproximadamente 100 ppm.

La dosificación (100 ppm) se basa en la corriente fondo del splitter de C_2 .

Este caudal se divide en dos, inyectándose el 50% en la torre de C_2/C_3 y el 50% en la torre de C_3/C_4 .

La dosificación se realiza a través de orificios de restricción.

La longitud de corrida de la torre es de 1 1/2 años. Luego de este período / se debe parar para la limpieza de los platos.

El procedimiento seguido en Veba para la limpieza de los reboilers es el siguiente:

- 1) Inyectar vapor en el lado producto durante 1 día.
- 2) Llenar, el lado producto, con tolueno durante 1 - 2 días. De esta forma / el polímero se vuelve más sólido.
- 3) Luego, drenar.
- 4) Abrir el reboiler y comenzar la limpieza con hidrojeteo.

Sin el uso de tolueno, el tiempo de limpieza con hidrojeteo era de aproximadamente el doble.

Utilizan el tolueno en lugar de gasolina de pirólisis, más barata, porque el tolueno tiene una presión de vapor y punto final de ebullición más elevados.

B.- ANEXO III: SECCION DE BAJAS TEMPERATURAS Y SEPARACION - APLICACIONES DE LA COMPUTADORA

A- Sección de bajas temperaturas y separación:

De la lectura de la introducción se desprende que la sección de separación de Veba Oel presenta diferencias con la de PBB, principalmente debido a la ubicación del sistema de hidrogenación, lo cual altera el orden de ubicación de las columnas. En la Tabla I se comparan las principales columnas de ambas plantas. Se observa en dicha tabla que los niveles de presión en la demetanizadora son diferentes, lo que hace // que también difieran las temperaturas de fondo y tope, siendo inferiores las de Veba Oel.

Como detalle adicional la demetanizadora tiene en el tope una malla metálica para evitar la pérdida de etileno por arrastre en la corriente de $H_2 + CH_4$.

La temperatura más baja de la Planta es $-153^{\circ}C$, lograda expandiendo la mezcla de $H_2 + CH_4$ a la presión de 2.1 ata siendo la expansión isoentálpica a través de válvulas el único medio para obtener los bajos niveles de temperatura necesarios en la demetanizadora, ya que no utilizan turboexpander.

Una característica que diferencia a la Planta de Veba Oel de la de PBB es la utilización de la computadora de proceso para controlar la operación de las columnas deetanizadora y splitter de etileno. Dicho sistema, que será descrito en detalle en la sección que trata la aplicación de la computadora en la Planta, emplea un cromatógrafo cuya lectura continua es recibida por la computadora la que envía una señal a un FRC ubicado en la línea de reflujo.

Durante la puesta en marcha de la Planta el control se realizó en forma manual, // utilizando la lectura del cromatógrafo como un elemento para evaluar la correcta operación de las columnas. Esto permitió detectar una variación en el perfil de temperatura de la torre deetanizadora, pues aumentó el contenido de C_3 indicándolo el cromatógrafo. El problema fue solucionado aumentando el reflujo mediante el FRC correspondiente. En la Figura (1) se muestra la disposición típica del lazo de control // descrito además se incluyen curvas similares a las obtenidas por el sistema.

Una recomendación efectuada por el proveedor de tecnología es usar como alternativa en el splitter de etileno un TRC en cascada con el FRC, debido a que al manejar /

productos casi puros en dicha columna, el TRC detectará una variación en la calidad más rápidamente que el cromatógrafo, dando al sistema de control una respuesta en / menor tiempo.

Durante la puesta en marcha es común que las operaciones se realicen en forma manual, además si se trata de una parada corta, en la que se mantienen las columnas / con nivel de líquido, se presenta un inconveniente adicional en el splitter de etileno. El líquido contenido en dicha torre está muy cerca de su punto de burbuja, / por lo que es muy sensible a un aumento de temperatura en el fondo, por lo tanto en la puesta en marcha se debe abrir lentamente el reflujo evitando así una gran evapo- ración en el fondo que ocasionaría turbulencia dañando los platos inferiores.

Con el fin de prevenir la formación de polímeros, se agrega inhibidor de polimeri- zación a las torres deetanizadora y depropanizadora. Las características de este / aditivo y del sistema de inyección son descriptas en el ANEXO (II) bajo el título de Inhibidores.

Como observación adicional, se advirtió que todas las torres disponen de una en- trada de nitrógeno con el fin de tener la posibilidad de inertizar las mismas al sa- carlas de servicio.

En cuanto a los sistemas de refrigeración son similares a los que están instalados en PBB. Las diferencias principales aparecen en el compresor de etileno, que posee / tres etapas y está accionado por un motor eléctrico.

Como dispositivo de control adicional tiene un PIC en la succión de primera etapa / con una limitación mecánica que permite pasar un caudal superior al mínimo.

Esta válvula no opera cuando el caudal supera el 80% del normal, pero cuando traba- ja con bajos caudales se cierra disminuyendo la presión en la succión, logrando de / esta manera un ahorro de energía al trabajar más cerca del límite de surging. De to- dos modos, esto puede producir variaciones en el sistema ocasionando pulsaciones.

El sistema de propileno es similar al de PBB con la única diferencia que el compre- sor está impulsado por un motor eléctrico.

Los niveles de temperatura y presión son iguales a los que se tienen en PBB, ya // que surgen de un criterio de diseño generalizado para estos equipos, basado en una / relación de compresión óptima.

Como ya ha sido mencionado, durante el período de entrenamiento se produjo una parada de Planta, hecho que permitió observar, una vez solucionado el problema que la motivó, la puesta en marcha de la Planta OL III. Durante dicha puesta en marcha, / la sección de separación y bajas temperaturas no presentó mayores inconvenientes // salvo el ya descrito en la deetanizadora en el que la lectura del cromatógrafo permitió tomar las medidas necesarias para solucionar la anomalía rápidamente.

La estabilización de la torre deetanizadora llevó dos horas y luego de una hora / en que se puso en línea la hidrogenación, se ingresó en la zona de bajas temperaturas y demetanizadora.

Se tomaron datos de la operación de dicha zona, incluyendo temperaturas y caudales. Los puntos de medición se muestran en la figura 2 y los datos se consignan en la Tabla (II y III).

Luego de entrar en régimen la demetanizadora, se ingresó al splitter de etileno, / el cual entró en línea en media hora. Los tiempos que se indican en esta descripción son reducidos ya que por tratarse de una parada de corta duración, los equipos fueron mantenidos con nivel de líquido.

B- Aplicación de la computadora:

Tal como fue comentado durante la estadía en Veba Oel fue posible observar la utilización de la computadora en la Planta de etileno.

En la descripción de la utilización mencionada, enfocaremos tres aspectos básicos del tema:

- Filosofía de la aplicación de computadora
- Tareas de las computadoras de proceso
- Detalles de la aplicación en Veba Oel

La primera aplicación de la computadora en Veba Oel fue en el año 1971. El objetivo fundamental que motivó tal aplicación fue lograr un beneficio económico.

Las tareas a desarrollar por la computadora son fundamentalmente tres:

- a) Data logging y confección de balances

- b) Documentación de alarmas
- c) Control de Procesos

a) Esta fue la primera aplicación que tuvo la computadora en Veba Oel. Antes de su instalación se necesitaban dos personas por Planta para la toma de datos de los registradores y la realización de los balances. La demora en la obtención de los resultados era excesiva y dificultaba el seguimiento dinámico de la operación.

El primer modelo instalado fue una computadora Digital PDP 8, con una capacidad de memoria de 32 K y que disponía de 400 entradas.

Se trató de instalar interface estándar tanto para los instrumentos neumáticos como para los eléctricos. Los resultados de los balances de materia se expresan en unidades de masa y dado que las mediciones son fundamentalmente volumétricas (mediante placa orificio), se deben corregir los valores por densidad, tarea efectuada por la computadora, que además integra automáticamente los resultados. Para los cálculos de densidad, o en general, de propiedades termodinámicas de mezclas en fase líquida o gaseosa, utiliza la ecuación de Benedict-Webb-Rubin de 16 parámetros.

Al comprobar la efectividad del sistema descrito, se instaló en una Planta de polietileno un sistema doble, con una unidad en back-up. Ambas computadoras tenían // los mismos programas y los mismos datos, siendo sus tareas data logging, conversión de datos y generación de datos en unidades ingenieriles. Existía la posibilidad de programar en Fortran. La segunda computadora, efectuaba una acción supervisora sobre la primera, tomando el control en caso de falla.

La tendencia actual es colocar una sola unidad, con lo cual se simplificó el sistema de introducción de datos.

b) Una tarea que desempeña la computadora y que es de gran utilidad para el análisis posterior de un inconveniente en la operación de la Planta es el registro secuencial de alarmas.

La computadora registra las alarmas en el orden en que aparecen, lo que hace posible determinar el verdadero motivo de una falla.

c) El objetivo fundamental de la tercera tarea es operar la Planta en el punto de mayor eficiencia con el producto en especificación.

Además del mencionado hay un objetivo dinámico que es el de operar la Planta hasta el punto de especificación justa sin sobrepasarla, pues ello implica un gasto de energía con la consiguiente pérdida económica. Esto se da al trabajar con un excesivo reflujo en una torre o se hidrogena etileno en los reactores de hidrogenación.

El incentivo para la instalación del control por computadora a fin de reducir pérdidas ha aumentado en los últimos años al incrementarse la capacidad de las plantas.

Análisis de las posibles áreas de aplicación del control por computadora en una Planta de etileno:

1) Sección craqueo:

La aplicación del control por computadora en esta sección proporcionaría beneficios interesantes dada la cantidad de energía involucrada en esta sección, sin embargo la reducida flexibilidad en cuanto a los parámetros operativos fijados en el diseño no hace práctica su implementación.

Hay sistemas instalados para control de hornos de craqueo que efectúan el control por computadora mediante el análisis continuo de la composición del gas craqueado efluente de cada horno.

2) Sección compresión:

Las mejoras posibles en caso de aplicar control por computadora en esta sección, son significativas si el accionamiento es mediante una turbina de vapor, debido a la posibilidad de variar las revoluciones de la misma.

Se lograrían sustanciales ahorros energéticos en caso de que la Planta operase / en amplios rangos de capacidad.

3) Sección hidrogenación:

El objetivo de la implementación del control por computadora en esta sección, es reducir al mínimo la hidrogenación de etileno y si es posible, operar con ganancia del mismo.

El control se realiza tomando como parámetro el gradiente de temperatura a través del reactor y modificando la temperatura de entrada a fin de lograr el óptimo salto térmico, que en la planta de OL III era de 21°C.

4) Sección de fraccionamiento:

El objetivo de la aplicación de la computadora en el control de las torres de destilación, es el objetivo general de reducir el margen de seguridad que se toma el operador sin reducir la seguridad del proceso.

A este respecto Veba realizó en el año 1975 una experiencia en el splitter de etileno. La especificación normal del etileno producto obtenido por el tope de esta columna, indica 400 ppm de C_2H_6 en C_2H_4 .

En operación manual se trabajaba con un contenido de 50 a 100 ppm de C_2H_6 en C_2H_4 , con lo cual el operador tomaba un margen de seguridad considerable.

El test consistió en reducir el caudal de reflujo y evaluar las variaciones en el consumo energético. Con un contenido de 250 ppm de C_2H_6 en C_2H_4 la reducción en el reflujo fue de 15 toneladas por hora. Esta considerable variación se debe a que dicha columna es muy sensible a los cambios de calidad del producto.

La reducción en el consumo energético ascendió a los 200.000 DM por año, a precios del año 1975. Teniendo en cuenta el nivel actual de precios, el ahorro sería sensiblemente mayor.

El lazo convencional de control por computadora, emplea solamente una especificación de producto. El sistema implementado por Veba usa dos puntos de análisis/la composición en un plato de la columna y la temperatura del fondo de la torre.

Los motivos por los cuales se analiza la composición en un plato y no en la corriente de tope son los siguientes:

- 1) Hay una mayor sensibilidad para detectar una variación del perfil de concentraciones.
- 2) Hay menor demora en la variación de la concentración al variar la de la alimentación.

Por otra parte, el control de temperatura es sensible a los cambios en la pre-

si3n producidos por variaciones en la producci3n. La sensibilidad en la medici3n y control de temperatura oscila en los 0.1.- 0.2°C.

Por 3ltimo, la t3cnica utilizada para el control es la DDC (Direct Digital Control), que permite adem3s del control convencional, modificar la ganancia del controlador de reflujo, empleando una ecuaci3n lineal (m3todo semi-emp3rico).

El modelo de computadora instalado en la Planta de Veba Oel es Foxboro Fox 230, que corresponde al modelo actual Fox 1 A. Este modelo presenta el conversor anal3gico-digital incorporado a la computadora.

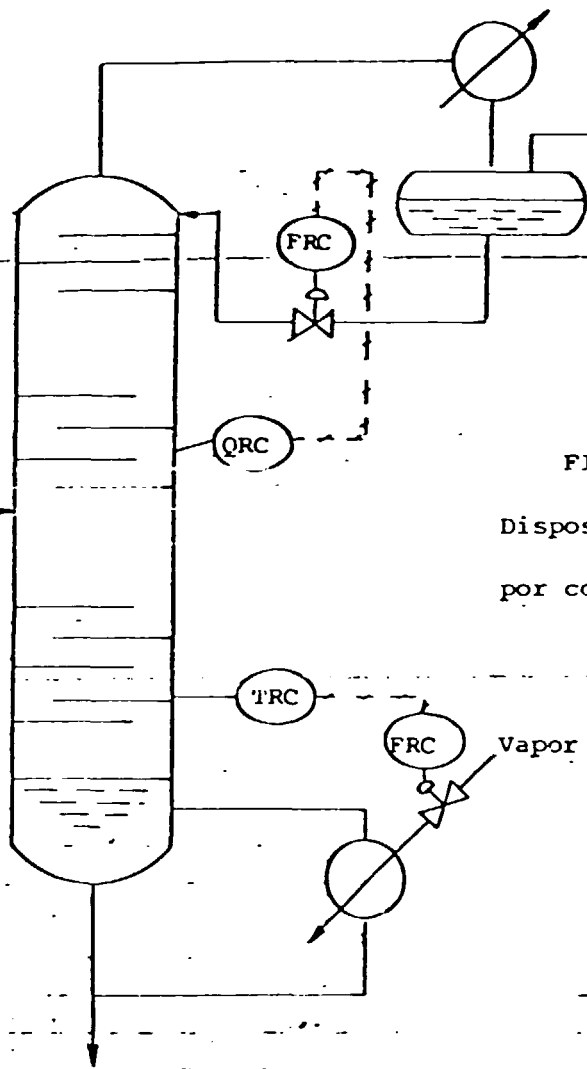
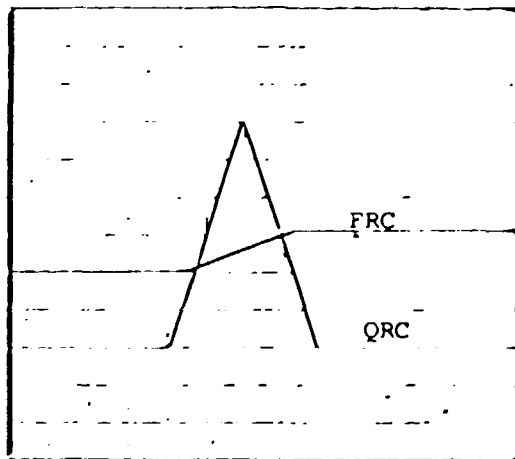


FIGURA 1

Disposición lazo de control
por computadora



Curvas típicas contruídas
por el cromatógrafo y re-
gistrador de caudal

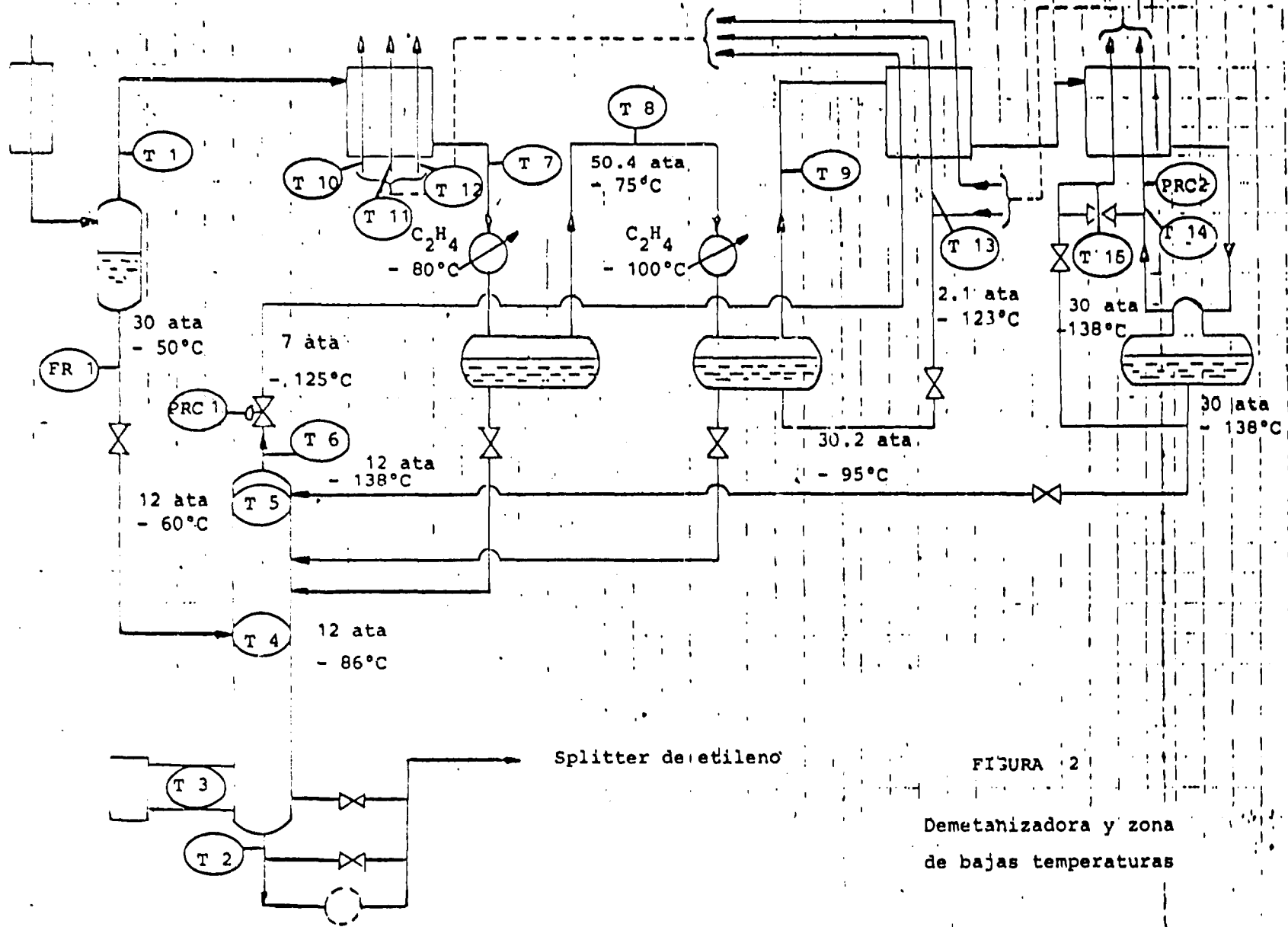


FIGURA 2

Demetanzadora y zona de bajas temperaturas

T A B L A I

Torre	P B B			V E B A			N°de Platos	
	Presión	Temp.Tope	Temp.Fondo	Presión	Temp.Tope	Temp.Fondo	P B B	VEBA
Demetanizadora	32	- 42.3	- 0.5	12	-138 (reflujo) -125 (7 ata)	-48 (9 ata)	47	41
Deetanizadora	26.2	- 11	101.6	24.4	-41	76	90	90
Splitter etileno	9	- 56.4	-36.7	9		-35	40	53
C ₃ splitter	16.5	39.6	103.5	14	10	34 (21ata)	134	10
Depropanizadora	14.5	36	100	17	43	92	29	57
Debutanizadora	5	40.7	128.8	4.5	41	124	22	48
C ₅ stalilizing	1.5	39.8	91	1.6	50	131	10	15

HORNOS

Inspecciones Diarias

Hemos participado de la inspección diaria de rutina, correspondiente al control de temperatura de tubos y refractarios. Durante esta operación el inspector, sistemáticamente al levantar la mirilla y antes de utilizar el pirómetro, da un golpe de vista general, observando quemadores, estado de refractario y coloración de tubos, es tal el grado de destreza y entrenamiento que se logra, que la primera impresión ya avisa al inspector sobre el estado de funcionamiento de tubos y quemadores que luego verifica con el pirómetro, asentando los valores de lectura. Pudimos comprobar durante esta rutina, la real diferencia de color entre tubos. Según el estado de coquificación de cada tubo, en algunos casos, observamos tubos con distintas coloraciones en forma de anillos oscuros y // claros según sea el depósito de carbón interior.

Este relevamiento de temperatura es asentado diariamente en planillas especiales las // que luego se contrastan con la información diaria de computadora, y de las observaciones conjuntas y diarias se determina la necesidad y fecha de decoquizado de tubos y generalmente la limpieza del TLX, o Borsig en el caso de Empetrol, la que se hace generalmente durante la misma parada.-

Es de hacer notar que los tubos pertenecientes a los hornos de Nafta operan a mayores // temperatura que los de Etano, y por consiguiente presentan deformaciones mucho mayores, y su vida es más limitada, según nos informan, en tubos de HK 40 operados con Etano, a la fecha, no han tenido problemas y no ha sido necesario su reemplazo mientras que los de Nafta ya se han cambiado alguna vez. Cuando se decide un reemplazo de tubo el mismo se hace completo, es decir de codo a codo en toda su longitud.-

En la operación de control óptico de temperatura, utilizan con excelente resultado, pi // rómetros marca Leeds and Northrup.-

Nos mencionan, que sobre todo durante la puesta en marcha y los primeros meses de ope // ración, utilizaron curvas de temperatura provistas por el fabricante de los hornos, en este caso KTI, donde contrastaban los valores reales de operación.-

Particularmente le reconocen importancia a ese valor inicial de proyecto dado por el fa // bricante primero por cuestiones de garantía y luego como fundamental dato de partida su ministrado oficialmente por el responsable del diseño del horno.-

Si bien estos dos valores de temperaturas, teóricos y reales son en la práctica distintos, ofrecen durante los primeros meses, tranquilidad de estar operando dentro de niveles seguros.-

Ingresamos a varios hornos que por razones, ya sea de mantenimiento o de planta fuera / de servicio, se encontraban parados, allí pudimos apreciar muy de cerca lo antes mencionado respecto al servicio o fluido de operación del horno, ya sea Etano o nafta, el deterioro de estos últimos frente a los de Etano es notorio, como así también sus deformaciones las que a medida que acercan el tubo al quemador, aceleran su envejecimiento y / destrucción. Sin embargo, si la deformación es lateral, es decir que no modifican su separación o distanciamiento del quemador, incluso llegando a tocarse entre sí, esta deformación, no se considera como un problema y la experiencia les ha demostrado que nada les sucede. Lo mismo es aplicable cuando el tubo se deforma hacia adentro, alejándose de la pared radiante de la fila de quemadores, originalmente cercanos a él.-

Las muflas, según lo observado, pueden trabajar sin inconvenientes sumamente fracturadas en forma radial, pudimos apreciar en muchas de ellas fisuras cuyo ancho supera los 10mm, solo se decide su reemplazo cuando la fisura es de tipo circular por temor a un desprendimiento total. En cada parada se inspeccionan todas. El refractario en general también // presenta fisuramiento, si bien no alcanzan las fisuras tanto ancho se ven las paredes con grietas sobretodo partiendo, de los vértices de las mirillas, pero solo se deciden reparaciones por desprendimientos o grandes fisuras, hechos estos, que no son muy frecuentes.-

Observamos pisos y techos en condiciones normales.-

Las vainas de termocuplas en coils, presentan un verdadero problema, dado que son muy rápidamente erosionadas, esta situación se magnifica en las zonas soldadas de la vaina ya // sea su extremo o en algunos casos su parte media, también presenta erosión el cuerpo de la vaina en el área inmediata a la salida del tetón del codo hacia adentro.-

(Ver figura N° 1)

El material que originalmente se utilizó con muy mal resultado para la construcción de // vainas, fue AISI 304 o 316, luego utilizaron Incoloy 800 con punta soldada de estelite, / los problemas disminuyeron considerablemente, sin embargo, continúa siendo un punto crítico. También aquí, el problema se agudiza, según sea el fluido craqueado, siendo el más crítico nuevamente el que opera con Nafta.-

De estas inspecciones diarias, que como hemos dicho, incluyen fundamentalmente toma de temperaturas de tubos e inspección visual, conjuntamente con los datos suministrados por la computadora, se deciden variaciones en la operación del horno, tales como, por ejemplo, disminuir quemadores para bajar temperatura y así mantener el tubo dentro de su temperatura normal de trabajo. De esta manera puede prolongarse en algo el tiempo de operación y espaciar los decoquizados.-

Fichas de Inspecciones Periódicas

Por cada horno, se llevan planillas de datos muy completas (copias a recibir) las que reflejan variables en la vida de la unidad como ser puestas fuera de servicio, arranques, temperaturas, información sobre cambios de tubos, muflas, termocuplas, decoquizados hidrojet de Borsig, etc.-

Estas planillas que fundamentalmente se utilizan desde el primer día de operación, reflejan e informan rápidamente de las modificaciones operativas e historia de cada equipo y brindan muy valiosa información.-

El diagrama de dichas planillas es el resultado de información suministrada por KTI, / de datos y ejemplos de otras plantas y luego se han ido modificando con el tiempo por experiencia propia hasta lograr la que utilizan hoy con los datos que hemos mencionado.-

En la etapa del arranque, se tomaron datos como espesores de tubos y control de diámetros pero han dejado de hacerlo por considerar que dichos datos no aportan ventaja alguna.-

La característica de estos hornos es tal que dichos parámetros no varían durante su vida de operación, aun si lo hicieran, sería muy lentamente y su registro no significaría un aporte de datos útiles para decisiones de proceso o mantenimiento, como son la temperatura, las desalineaciones y consideran también la permeabilidad magnética, técnica esta última, utilizada para determinar el grado de carburización.-

De todos modos ellos no han acopiado a la fecha gran experiencia al respecto de carburización, pero por ejemplo, se han tomado en la Planta 2 los valores iniciales de tubos / nuevos y piensan repetir el estudio durante el próximo verano.-

La empresa europea que se dedica a esta tarea es:

Magnetische Puffanlagen GMBH

D 7410 Reutlingen, Postfach 76,

Alemania

Telex IIRE 729543 - Tlfno.(07121) 43074/75

Desde España nos pusimos en contacto con dicha firma la que se comprometió a enviar nos información a la brevedad.-

Asimismo, comentamos este tema con los fabricantes de tubos en España (Centroacero) los que a su vez lo hicieron con su representada en Alemania S. and C. y la opinión de los expertos alemanes es que el valor de permeabilidad magnética inicial en tubos nuevos no es necesario hacerlo.-

Según los datos recibidos en Enpetrol de otras plantas, la tendencia más acertada es hacer el control de permeabilidad magnética para determinar grado de carbonización, y por consiguiente pronóstico de vida y fecha tentativa de reemplazo de tubos.-

Otro control a efectuarse es el destinado a verificar el efecto Creep o deformaciones longitudinales, a tal fin se marcaron puntos en distintas partes de todos los tubos a distancias fijas, estas longitudes iniciales se verifican cada seis meses.-

También antes del arranque, se tomaron diámetros exteriores de tubos los que se volvieron a tomar después de un año sin detectarse variación alguna, consideran innecesario este control. Asimismo, verifican el estado de soportes del coil que en el caso de ENPETROL es por medio de sistemas de resortes. Considero necesario al respecto, consultar con Selas sobre la posición inicial en frío y la supuesta que adoptará en funcionamiento todo el sistema de soportación por contrapeso nuestro.-

BORSIG (TLX)

Si bien estos equipos son de distinto diseño que nuestros TLX, cumplen la misma función y sus condiciones operativas y severidades de temperaturas son bastante semejantes a nuestro caso. Las técnicas y seguimientos de inspección como asimismo el diagrama de planillas de datos y los controles iniciales, si bien no necesariamente deben ser los mismos, pueden muy bien ser adaptados a nuestras situaciones. Por consiguiente vemos importante detallar las experiencias e informaciones obtenidas por el equipo de inspección de ENPETROL desde su arranque a la fecha.-

Aunque Limpieza Química es seguramente un tema que se detallará con toda extensión / en otros informes, es importante mencionar aquí que se le atribuye a la Limpieza Química de este sistema, TLX-Domos, antes de la puesta en marcha, fundamental importancia y es considerada indispensable. Se le asigna al resultado de esta limpieza, la vida y conservación posterior de los equipos involucrados durante la operación de la planta.-

Han experimentado serios problemas de corrosión en el lado de la placa porta tubos / por acumulación de suciedad y por consiguiente, variaciones de temperaturas y circulación en las mencionadas áreas. Pudimos comprobar en tremenda diferencia de espesores que ha ocasionado la corrosión en trozos de placas que fue necesario cambiar y / que se conservan en el departamento de Inspección como ejemplo de lo que fue esa situación.-

Cuando comentamos nuestro distinto diseño, observan que en los colectores achatados / de distribución se puede presentar el mismo caso de corrosión en la parte inferior / si es que no están perfectamente limpios antes del arranque.-

Sugieren una toma de espesores preliminar y luego durante cada parada una de control para verificar la presencia o no del fenómeno.-

Es de considerar que el espesor de la placa porta tubos del Borsig es de 18 mm y lo hemos visto disminuido a más del 50%, si comparamos esto con el espesor de nuestro colector, varias veces inferior, la presencia de este tipo de corrosión, nos coloca en una posición muy comprometida. Esta conclusión vale fundamentalmente para la parte inferior del equipo.-

También consideran importante obtener de Linde o del proveedor de los TLX el tiempo estimado, según valores del diseño, entre limpieza de TLX y decoquizados de coil // respectivamente, luego es fundamental comparar estos datos con la realidad de la planta en operación, pero el dato inicial suministrado por el proveedor es una valiosa información de partida.-

Conos y Juntas

Sobre este tema, una breve indicación para tener en cuenta, el refractario del cono inferior se deteriora con frecuencia, esto se detecta rápidamente en la inspección diaria al notarse un cambio de colocación en la pintura exterior de alta temperatura dado que los mismos no llevan aislación térmica exterior, por este motivo es recomendable en cada parada pintar los conos nuevamente. Volviendo al refractario, su reparación es compleja y lenta, además lo que les insume gran cantidad de tiempo es el secado o curado del material aislante a tal punto que han optado por utilizar Kaowool calafateado en lugar de refractario, esta tarea una vez terminada no impide la inmediata colocación y utilización del equipo. Respecto a la junta de unión entre cono y carcasa es de la misma característica que la que utilizan nuestros equipos, nos advierten que su colocación debe ser muy cuidadosa y prolija dado que es frecuente, de no hacerse así, tener que parar la unidad por presentar pérdidas por la brida. También se desprende de lo conversado al respecto y teniendo en cuenta la frecuencia de apertura de estos equipos que debemos ampliar la cantidad de material para juntas de repuesto.-

Es útil mencionar que al tubo de unión entre Coil y TLX por donde desliza la brida, se le han soldado tres topes a 120° cada uno que no dejan bajar la brida más que lo necesario como para retirar el espárrago y evitar así un complicado montaje, de esta forma, un solo hombre puede hacerlo dado que la brida queda soportada permanentemente y se irá posicionando y subiendo a medida que se ajusten los espárragos:-

Limpieza y V°B°

Un sistema de agua a muy alta presión (Hidrojet), montando sobre unidades móviles de empresas contratistas que es operado por su propio personal es el que se utiliza en las operaciones de limpieza. Hemos presenciado estas actividades, incluso operando con dos unidades simultáneamente, es decir dos camiones limpiando respectivamente // dos Borsig.-

La lanza colgada con un sistema de contrapeso, similar al nuestro, es operada por un solo hombre, otro a cierta distancia, abre y cierra el paso de agua al sistema.-

Dada la ubicación de los Borsig en los hornos de ENPETROL, no existe ningún riesgo de ingreso de agua que perjudique el material refractario. En nuestro caso, considero prudente tener estudiado un sistema de protección por si el cerramiento superior de la zona radiante no es efectivo a tanta agua. Además dada la importancia y la frecuencia con que se realiza esta tarea considero importante probar nuestras facilidades en condiciones reales y entrenar personal para que esté afectado a dicho servicio con bastante anticipación a la puesta en marcha, es decir, deberá ser tratado // con el mismo criterio que una unidad operativa, con instrucciones, pruebas, experiencias, conocimientos de equipos y riesgos, manejo de lanzas y picos, retiro de conos // etc.-

Todo esto, se considere o no, la posibilidad de contratar esta tarea como se hace en España a empresas de servicio.-

Revisamos conjuntamente con el equipo de inspección los resultados de la limpieza, apreciando la calidad de superficie que ellos aceptan como limpia, la que se observa // como acero pavonado completamente libre de incrustaciones de polímeros. Es de hacer // notar que la parte superior del equipo es la que mayor cantidad de incrustaciones // tiene después de un período de marcha y por consiguiente la que más tiempo demanda en su limpieza.-

Es muy conveniente que el hidrojet se haga inmediatamente después del decoquizado // dado que el TLX se encuentra caliente y así, han observado, resulta mucho más sencillo, quitar el carbón a los tubos. La temperatura no debe ser superior a los 80°C.-

Esto ha sido demostrado prácticamente controlando el tiempo que insume una limpieza // con el equipo frío y otra con el equipo caliente. La presión de agua normalmente utilizada es de 450 a 600 Kg/cm².-

Lo efectivo de una limpieza , se comprueba luego, por las temperaturas de salida de gases y por el tiempo que transcurra hasta que se haga necesario otra intervención, normalmente ahora, la experiencia adquirida por los inspectores es tal que, los equipos, son entregados a operaciones con un parejo y óptimo estado de limpieza.-

Durante la vida de estos equipos, cuando por tareas de mantenimiento se han tenido que hacer soldaduras o trabajos de importancia que incluían partes nuevas, han hecho antes de poner nuevamente en servicio, otro lavado químico. Sus resultados, son verificados/ donde es posible, con Fibras Ópticas.-

VALVULAS DE SEGURIDAD

Clasificación de válvulas

Existe el criterio de dividir las en servicios críticos y no críticos, desde el punto de vista de la operación de la planta como continuidad del proceso y de seguridad.-

Desde la iniciación de las operaciones, a la fecha, han cambiado criterios respecto a la cantidad de válvulas de seguridad que cubren un sistema y se ha llegado a duplicar la cantidad pero solamente para facilitar el mantenimiento (Caso tanque III D 4801).-

Criterio de control de Sct o Retimbrado

Las válvulas en servicio críticas o críticas cada dos años, hayan actuado o no se // desmontan y se revisan completamente, haciéndose el mantenimiento necesario.-

Normalmente cuando se desmontan, se hacen abrir en banco antes de su desarme.-

Si las válvulas abren en servicio y luego cierran bien, las dejan en su lugar, si // por el contrario quedan abiertas, se bajan y llevan a banco.-

Recomiendan revisar la calidad de material aguas abajo, de las válvulas de seguridad, de servicio frío.-

El mantenimiento de estos elementos, normalmente se hace en talleres de proveedo // res y el control de apertura lo fiscaliza un inspector del gobierno quien certifica por escrito.-

VALVULAS DE SEGURIDAD EN LINEAS DE ANTORCHA

Todas las válvulas de seguridad críticas a líneas de antorcha llevan instaladas válvulas de bloqueo tipo interlock con el fin de que si dispara una y no cierra bien, // se pueda desmontar sin necesidad de tener que parar la planta, las válvulas de seguridad que no llevan válvulas con interlock y es necesario el retimbrado o paran la // planta para desmontarla, o dejan la fuga a la antorcha hasta una próxima parada.-

Disparos repetidos de válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad en general disparan de dos a tres veces cerrando posteriormente bien. Ahora bien, si en el circuito hay materias extrañas o el producto es o / está sucio, el asiento queda dañado no cerrando bien y quedando la válvula con fuga.-

Timbrado "in situ"

Nunca han timbrado "in situ" válvulas de seguridad con hidrocarburos. Sólo las válvulas de calderas son las que se timbran "in situ". El timbrado "in situ" se puede hacer, pero si el producto está sucio puede que la válvula timbrada quede con fuga.-

Palancas de disparo manual

Todas las palancas de disparo manual de las válvulas de seguridad son convenientemente desmontadas, las válvulas de seguridad llegan con la palanca a fábrica, el motivo es que han tenido múltiples problemas por el uso indebido de esa palanca; los problemas son, por ejemplo que se ha observado accionar la válvula de seguridad por la palanca provocando un disparo por cualquier persona de planta, indebidamente e innecesariamente, y en forma no controlada, las válvulas quedan desajustadas. Otra acción que se observa es que son levantadas para su manipuleo por la palanca que es el lugar más accesible, y las válvulas quedan también desajustadas. Otro caso es operar la palanca // con la válvula sin presión en su asiento, de esta manera destruyen la horquilla de izaje que opera el obturador.-

REFRIGERANTES DE AGUA

Equipos Críticos

Se consideran desde el punto de vista de operación, contaminación de producto y parada de planta. En contaminación de producto se contemplaron los siguientes casos:

- Paso de hidrocarburos a agua de enfriamiento.
- Paso de agua de enfriamiento a metanol.
- Paso de agua de enfriamiento a catalizadores .
- Formación de tapones de hielo.

Refrigerantes Soldados

En ENPETROL, existen equipos que son soldados en lugar de mandrilados u soldados:

E 2201 A, R, C y D
E 4003 AyB
E 4004
E 4010

} de origen

E 4101 A, B, C, D,
E y F

} por experiencia propia y necesidad.-

Las pruebas de estos equipos se efectúan según lo recomendado por TEMA.-

Además, cada equipo tiene en el departamento de inspección, una planilla con todos los datos necesarios para cada prueba en cada caso, indicando incluso el tipo de fluido de prueba, tipo de manómetro, escala, capacidad, etc.-

Los tubos utilizados en la mayoría de los intercambiadores de ENPETROL, cuando son de acero carbono, corresponden al material ASTM-A 179 con un diámetro de 19,05 mm y un espesor de 2,11 mm (en nuestro caso el espesor es 1,67). Vale la pena mencionar que los tubos son comprados según una norma o especificación propia que contiene mayores exigencias que las de ASTM, por ejemplo aumentan la cantidad de tubos a ensayar, agregan ensayos eléctrico magnéticos (corrientes de Foucault), solicitan ensayo de ultrasonido cada 100, etc.-

Copia de esa especificación obra en nuestro poder.-

CONTROL DE CORROSION

Después de los graves inconvenientes pasados durante el arranque y primera etapa de operación de la planta, se puede decir que este es un tema al que se le presenta fundamental atención. -

Como este capítulo será desarrollado también en otros informes, se indica aquí, solamente la parte que desde el punto de vista de la Sección Inspección se lleva a cabo.-

Se han instalado cupones de corrosión, probetas de corrosión e incluso un pequeño intercambiador piloto para control real, ubicado en un punto considerado crítico y al cual se lo puede retirar de servicio con gran facilidad para examinarlo con todo detenimiento, / incluso retirar tubos para su control sin mayor inconveniente. Además existen corrosómetros electrónicos convenientemente instalados.-

Todos estos elementos se encuentran ubicados en líneas de procesos (producto), agua de / enfriamiento, agua de proceso (ejemplo torre de lavado) y condensado.-

La frecuencia con que son retirados los cupones de corrosión para su evaluación es la // siguiente:

Líneas de Proceso: Cada tres meses.-

Ejemplo de ubicación: Aeroenfriadores E 1503-T 2301 - T 1501.-

Líneas agua refrigeración: Cada mes.-

Ejemplo de ubicación: Todos los enfriadores tales como E 2001/2/3/4 Etc.-

Condensado: Cada tres meses.-

Ejemplo de ubicación: Condensadores.-

(en estos casos con cupones de Admiralty).-

Los informes de control de corrosión emanan del Departamento de Inspección, en esos informes que se hacen con una regularidad mensual, se indica unidades y circuitos / controlados, período comprendido entre el control, velocidades de penetración por año según clasificación NACE y según CHAMPION, figuran los cuadros comparativos entre criterio NACE y criterio CHAMPION, valores obtenidos, picaduras, número, tamaño y // profundidad, corrosión general; y al final de este informe figuran las conclusiones / a las que se arriba comparando el informe del mes anterior. Estos informes son enviados a los distintos departamentos interesados en conocer el estado de corrosión, o / el estado de avance de la corrosión. A estos informes se le agregan anexos donde figuran los circuitos analizados y los standards de examen macroscópico y microscópico según NACE o CHAMPION. Asimismo hay planillas especiales diagramadas por ENPETROL, / donde figura la unidad, la muestra, el mes, el año, y allí se trazan curvas muy significativas del avance o la situación de la corrosión a ese momento. Todos estos datos forman parte del Informe de Inspección.-

EL DEPARTAMENTO DE INSPECCION DENTRO DE UNA PLANTA DE ETILENO

El concepto de que la función de la inspección moderna consiste en el mantenimiento/ de una observación continua de la marcha y de las condiciones operativas de los equipos, parece ser la base con la que ha sido diagramada la inspección en la Planta de/ ENPETROL.-

Para llevar a cabo una inspección más efectiva, el personal encargado de estos trabajos debe estar implicado en la construcción, la ingeniería y funcionamiento de los equipos de proceso.-

El equipo o grupo de inspección tiene como responsabilidad principal observar la ope- ración dentro de parámetros económicos y de seguridad de todo equipo ~~estático~~-tales / como hornos, recipientes, intercambiadores, tanques, válvulas y tuberías. Los equipos mecánicos, por ejemplo bombas, turbinas, elementos eléctricos y de instrumentación, / están considerados dentro de responsabilidad de grupos especialistas que pertenecen a la misma organización de mantenimiento, aunque Inspección puede ser competido en materia de corrosión y de materiales de esos elementos.-

Bibliografía tralda de España que se encuentra en el Archivo del Departamento de Inspección y queda a disposición para ser consultada según requerimientos y necesidades.-

TEMAS:

INSPECCION

- *Objetivos de Inspección.-*
- *Tareas de Inspector de área.-*
- *Formación de Técnicos en control y ensayos no destructivos.-*
- *Manual de garantía de calidad.-*

HORNOS

- *Materiales para hornos de craqueo (Swaga).-*
- *Selección de materiales para condiciones más severas.-*
- *Ensayos de permeabilidad magnética.-*
- *Materiales al níquel para aplicaciones en hornos petroquímicos.-*
- *Carburización en tubos de hornos de etileno.-*
- *Procedimiento de "cocking".-*
- *"Carburization in heat resisting alloys".-*
- *Soldadura de tubos de hornos.-*
- *Nuevos materiales para reactores de reforming.-*
- *Problemas en tubos de hornos de reforming.-*
- *Estimación de la vida de los tubos en un horno de reformado.-*
- *Sesiones de trabajo sobre tubos de hornos de reformado.-*
- *Estimación de materiales para tubos de hornos de pirólisis por medio de un modelo de deterioro por fluencia.-*

- Aplicaciones de alta temperatura para aceros refractarios.-
- Desarrollo de nuevos materiales de elevada composición para ser utilizados en instalaciones de reforma.-
- Selección de diseño de proceso de la configuración óptima de los tubos de un reformador.-
- Problemas operacionales con los hornos de reformado.-
- Comentarios de estudio KTI sobre alimentaciones alternativas de hornos de etileno.-
- Materiales al níquel para aplicaciones en hornos petroquímicos de alta temperatura.-
- Perfiles de temperatura de operación según SELAS.-

CORROSION

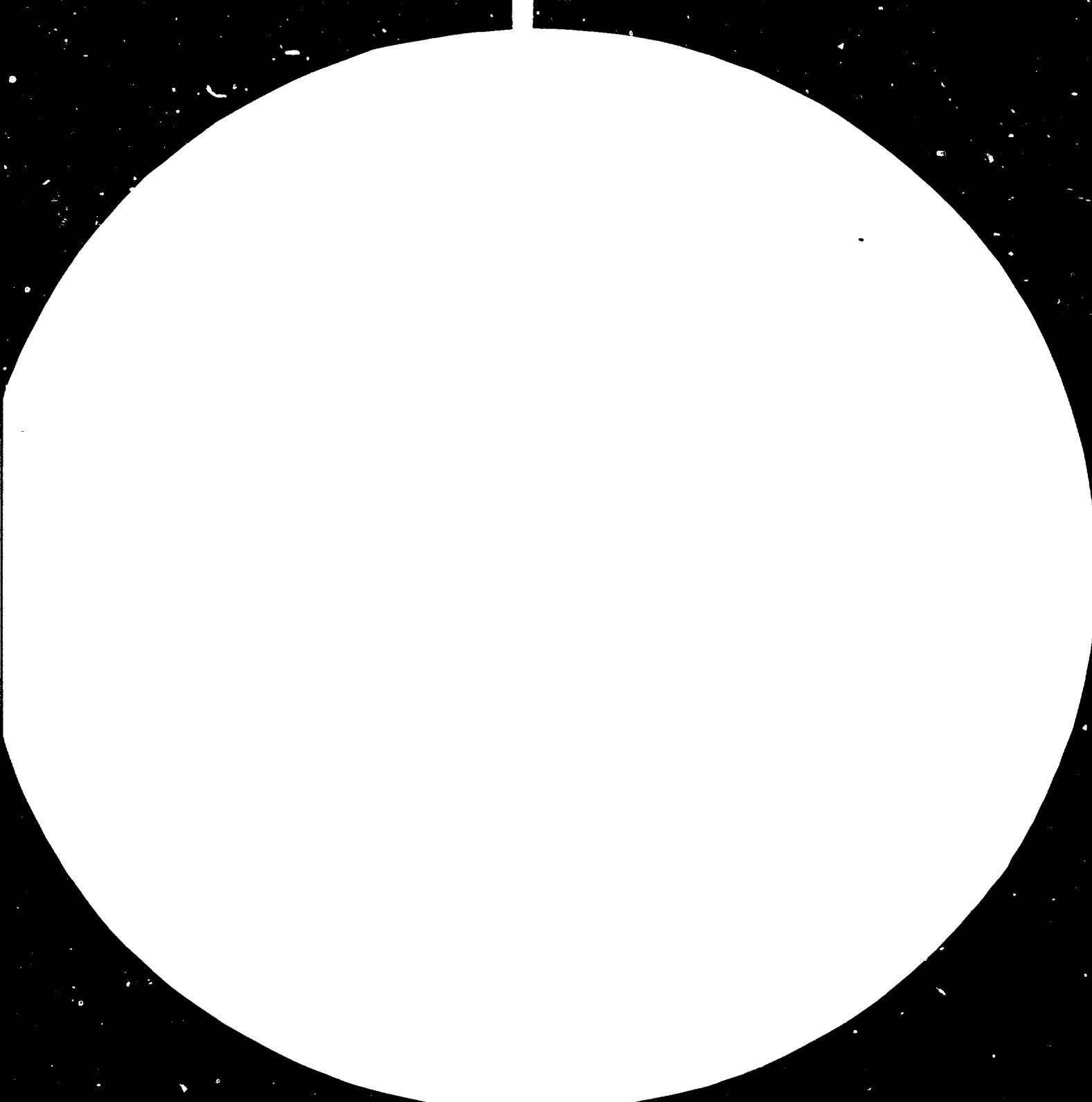
- Control de corrosión en el sistema de agua de refrigeración.- (Informe)
- Método de control de corrosión e incrustación por inmersión de probetas (camisa).-
- Corrosión en líneas de acero al carbono con trasiego de sosa (Informe).-
- Plano de ubicación de equipos críticos y cupones de corrosión.-

SOLDADURA

- Conceptos generales de soldadura.-
- Previsión de electrodos, varillas y fundentes.-
- Hornos de etileno, materiales de soldadura.-
- Estudio metalográfico de 1 muestra de acero soldado.-

TUBOS LATON ADMIRALTY

- Estudio de corrosión en tubos de latón de un condensador (Informe).-
- Orden de compra de tubos Admiralty y catálogo de la firma Pradera Hnos. S.A.-





3.2



Resolution test chart for 1.0 to 2.8 cycles per millimeter

Resolution test chart for 1.0 to 2.8 cycles per millimeter

Resolution test chart for 1.0 to 2.8 cycles per millimeter

DECAPADOS

- Informe de decapado según experiencia VEBA CHEMIE (Alemania).-
- Análisis técnico de ofertas de decapado.-
- Informe sobre decapado planta de Etileno, complejo Tarragona.-
- Carpeta de análisis de decapado de Borg Service SAE.-

VALVULAS DE SEGURIDAD

- Informe sobre criterios de mantenimiento.-

AI SLACION

- Pliego de condiciones de aislación caliente.-
- Pliego de condiciones de aislación fría.-

EQUIPOS DE INSPECCION

- Manual de Instrucción corrosómetro.-
- Manual de Instrucción pirómetro portátil infrarrojo.-
- Manual de analizador de metales "Metascop".-

ARCHIVO Y TARJETAS

- Planillas de paradas de planta.-
- Tarjetas de inspección de hornos.-
- Tarjetas de control de válvulas de seguridad.-
- Planillas de registros de espesores.-
- Equipos críticos.-
- Listado de controles (check list, de equipos recipientes).-

- Informes radiológicos.-
- Fichas de soldadores.-
- Control mensual de corrosión.-
- Gráficos de control de corrosión.-
- Testigos de corrosión.-
- Tarjetas de datos de recipientes.-

CENTROACERO (Proveedor tubos horno HK 40)

- Soldadura de materiales usados de fundición centrifugada.
- Información de instalaciones Centroacero.



