

**ANÁLISIS PARA LA SINTONIZACIÓN DE LOS  
PARÁMETROS DE EXCEPCIÓN Y COMPRENSIÓN DE  
DATOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PLANTA EN  
LAS VARIABLES DE PROCESO QUE INTERVIENEN EN EL  
BALANCE MÁSSICO DE LAS PLANTAS DE CRACKING,  
CRUDO, VISCO REDUCTORA Y POLIMERIZACIÓN DE  
ECOPETROL REFINERÍA CARTAGENA.**

**HERNANDO ERNESTO GARCÍA NAVARRO  
JAVIER MAURICIO TORRES ORTEGA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE  
BOLIVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
AREA DE AUTOMATIZACIÓN  
CARTAGENA DE INDIAS  
2003**

**ANÁLISIS PARA LA SINTONIZACIÓN DE LOS  
PARÁMETROS DE EXCEPCIÓN Y COMPRENSIÓN DE  
DATOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PLANTA EN  
LAS VARIABLES DE PROCESO QUE INTERVIENEN EN EL  
BALANCE MÁSSICO DE LAS PLANTAS DE CRACKING,  
CRUDO, VISCO REDUCTORA Y POLIMERIZACIÓN DE  
ECOPETROL REFINERÍA CARTAGENA.**

**HERNANDO ERNESTO GARCÍA NAVARRO  
JAVIER MAURICIO TORRES ORTEGA**

**Monografía para optar a los títulos de  
Ingeniero Electrónico e Ingeniero Electricista**

**Director  
JUAN MARTINEZ LAMBRAÑO  
Ingeniero de Sistemas  
Master en Ciencias Computacionales**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE  
BOLIVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
AREA DE AUTOMATIZACIÓN  
CARTAGENA DE INDIAS  
2003**

A Dios por la sabiduría que me ha dado, a mis padres por su apoyo incondicional, a mi compañera Mónica, a mi hija Daniela Sofía y a mis hermanos con todo mi amor

**Javier Mauricio Torres  
Ortega**

A mis padres y a mi tía María  
por todo el esfuerzo que  
hicieron y el apoyo que me  
dieron, a mis hermanos y a  
Dios que siempre estuvieron a  
mi lado.

**Hernando Ernesto García  
Navarro**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Juan Martínez Lambraño, Ingeniero de Sistemas, Magíster en Ciencias Computacionales y Director De la Investigación, por sus valiosas orientaciones.

Jaime Arcila Iriarte, Ingeniero Electricista, Magíster en Ciencias Computacionales y Administrador de la Red de ECOPETROL Refinería Cartagena, por su constante motivación en este trabajo.

Oscar Acuña Segundo, Ingeniero Electricista, Especialista en automatización Industrial y Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, por su invaluable pedagogía.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. EL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PLANTA (SISTEMA PI)	3
1.1 PLATAFORMAS PARA EL SISTEMA PI	3
1.2 EL PAQUETE BÁSICO DEL SISTEMA PI	5
1.2.1 Core Subsystems	6
1.2.2 PI Network Manager	6
1.2.3 Performance Equations	7
1.2.4 Totalizer Subsystem	7
1.2.5 PI-Batch Subsystem	8

1.2.6 PI-SQL Subsystem	8
1.2.7 Utilidades de configuración y administración	8
1.2.8 Interfaces	9
1.2.9 Simulación de interfaces	9
1.3 RECOLECCIÓN DE DATOS DISTRIBUIDOS	9
1.3.1 PI-AP	11
1.3.2 PINet/OpenVMS	12
1.3.3 PlonPINet/VMS	13
1.4 SOFTWARE CLIENTE	14
1.4.1 PI-ProcessBook	15
1.4.2 PI-DataLink	16
1.4.3 PI-Profile	16

1.4.4 PI-Control Monitor	17
1.4.5 PI-Manual Logger	17
1.5 EL POINT DATABASE	18
1.5.1 Parámetros asignados por el usuario en la base de datos.	19
2. FLUJO DE DATOS SISTEMA PI	20
2.1 TRAYECTORIA DEL FLUJO DE DATOS	22
2.1.1 Definición de punto	23
2.1.2 Reporte de excepción	24
2.1.2.1 ExcDev (exception deviation specification)	25
2.1.2.2 ExcMin ( exception minimum time specification)	25
2.1.2.3 ExcMax (exception maximum time specification)	25

2.1.2.4 Scan Attribute (parámetro de Scan)	26
2.1.2.5 Snapshot	26
2.1.4 Compresión	27
2.1.5 Event Queue	31
2.1.6 Archive cache	33
2.1.7 Archive file	33
2.1.7.1 Registro del archivo	34
2.1.7.2 Archivo principal	34
2.1.7.3 Archivos fijos	35
2.1.7.4 Localización de los archivos almacenados	35
2.1.7.5 Cargando un archivo	36

2.1.7.6 Archivos dinámicos	37
2.1.7.7 Cambio de archivo	38
2.1.7.8 El Tamaño del archivo afecta la frecuencia de cambio	40
2.1.7.9 Tamaño del archivo versus cantidad de puntos	40
2.1.7.10 Excluyendo archivos del cambiado	40
2.1.8 Seguridad	41
2.1.8.1 Nombre de usuario y password	42
2.1.9 Tabla de estados digitales	42
2.1.9.1 Grupo de estados digitales	43
3. SINTONIZACIÓN	44
3.1 CONDICIONES INICIALES DEL SISTEMA	44

3.1.1 Representación gráfica de las variables ejemplares por tipo de planta	65
3.1.1.1 Cobertura	45
3.1.1.2 Viscorreductora.	47
3.1.1.3 Crudo	53
3.1.1.4 Cracking	59
3.1.1.5 Polimerización	63
3.2 PAUTAS PARA LA SINTONIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EXCEPCIÓN Y COMPRESIÓN DE LAS VARIABLES DE PROCESO QUE INTERVIENEN EN EL BALANCE MÁSSICO.	67
3.2.1 Viscorreductora.	68
3.2.1.1 Flujo alta variabilidad y bajo rango VR-FI-36	68

3.2.1.2 Flujo baja variabilidad y alto rango VR-FI-244	69
3.2.1.3 Flujo variable fuera de lo normal VR-FI-129	69
3.2.1.4 Temperatura bajo rango VR-TI-210	70
3.2.1.5 Temperatura alto rango VR-TI-71	70
3.2.1.6 Presión VR-PI-232	71
3.2.2 Crudo	71
3.2.2.1 Flujo alta variabilidad y bajo rango PS-FI-207	71
3.2.2.2 Flujo baja variabilidad y alto rango PS-FI-301M	72
3.2.2.3 Flujo alta variabilidad y alto rango PS-FI-426	72

3.2.2.4	Temperatura Bajo Rango PS-TI-149	73
3.2.2.5	Temperatura alto rango PS- TI-113	73
3.2.2.6	Presión PS-PI-207	73
3.2.3	Cracking	74
3.2.3.1	Flujo alta variabilidad y bajo rango FF-FI-574	75
3.2.3.2	Flujo alto rango y baja variabilidad FC-FI-501	75
3.2.3.3	Temperatura bajo rango FL- TI-626	75
3.2.3.4	Temperatura alto rango FF- TI-224	76
3.2.4	Polimerización	76

2.4.1 Flujo alta variabilidad y bajo rango NP-FI-3067B	76
3.2.4.2 Baja variabilidad y bajo rango NP-FI-3002	76
3.2.4.3 Temperatura NP-TI-3123	77
3.2.4.4 Presión NP-PI-3118	77
3.3 RESULTADOS DE LA CONFIGURACIÓN	78
3.3.1 Crudo	78
4. CONCLUSIONES	86
5. RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	93

## LISTAS DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Plataformas de hardware y respectivo sistema operativo.	3
Tabla 5. Estados digitales típicos	43

## LISTAS DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Paquete Básico del sistema PI	5
Figura 2. El sistema PI como una arquitectura distribuida	10
Figura 3. PI-API o nodo de interface	11
Figura 4. Nodo PINet	13
Figura 5. Nodo software cliente	15
Figura 6. Swinging Door Compression	29
Figura 7. Procesamiento de nuevo evento	32

Figura 8. Flujo alta variabilidad y bajo rango	47
Figura 9. Flujo baja variabilidad y alto rango	48
Figura 10. Flujo variable fuera de lo normal	49
Figura 11. Temperatura bajo rango	50
Figura 12. Temperatura alto rango	51
Figura 13. Presión	52
Figura 14. Flujo alta variabilidad y bajo rango	53
Figura 15. Flujo baja variabilidad y alto rango	54
Figura 16. Flujo alta variabilidad y alto rango	55
Figura 17. Temperatura bajo rango	56

Figura 18. Temperatura alto rango	57
Figura 19. Presión	58
Figura 20. Flujo alta variabilidad y bajo rango	59
Figura 21. Flujo alto rango y baja variabilidad	60
Figura 22. Temperatura bajo rango	61
Figura 23. Temperatura alto rango	62
Figura 24. Flujo alta variabilidad y bajo rango	63
Figura 25. Flujo baja variabilidad y bajo rango	64
Figura 26. Temperatura	65
Figura 27. Presión	66
Figura 28. Flujo alta variabilidad y bajo rango	79

Figura 29. Flujo baja variabilidad y alto rango	80
Figura 30. Flujo alta variabilidad y alto rango	81
Figura 31. Temperatura bajo rango	83
Figura 32. Temperatura alto rango	84
Figura 33. Presión	85

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Tags del sistema PI	93

## RESUMEN

El sistema de información de planta (sistema PI) esta compuesto por módulos que monitorean y analizan la planta en tiempo real, su principal componente es el *PI Data Archive* que recolecta, almacena y recupera datos numéricos y de cadenas; además actúa como servidor para aplicaciones clientes de Microsoft Windows de donde se pueden ver los datos almacenados en el sistema de toda la planta. El sistema PI es un sistema distribuido multiplataforma que utiliza herramientas de comunicación como PI-API y PINet/VMS.

En el sistema es importante conocer otros términos como *PI Base Package* que es usado para llamar a los componentes del software localizados en el nodo primario llamado *PI Home Node* y el término *PI Server* es un método que sirve como archivador de datos a los nodos PINet y a las aplicaciones clientes remotas.

El *PI Base Package* es un paquete que contiene toda la estructura del sistema la cual deberá ser instalada en el nodo principal, el paquete está conformado por:

- Core System (que a su vez incluye Archive, Snapshot, Base Subsystem mas Update Manager).
- PI Network Manager

- Performance Equation Scheduler
- Totalizer Subsystem
- PI Bach Subsystem
- PI SQL Subsystem
- Configuration And Administrative Utilities
- Two Simulator Interfaces, Random And Ramp Soak
- PI-API For The PI Home Node

PI posee interfaces utilizadas para recolectar datos de los sistemas externos tales como los sistemas de control distribuidos, los PLC, los sistemas de laboratorio y modelos del proceso y muchas otras. Para el sistema PI están disponibles mas de 100 interfases.

Un sistema PI se comporta como una arquitectura de datos distribuidos aprovechando las características que este incluye como estabilidad robustez y flexibilidad. Los productos OSI (creador del sistema PI) están adecuados para soportar datos distribuidos incluyendo PI-API, PINet, y PIONPINet.

PI Data Archive (Archivo de Datos PI), es un módulo que consta de varias etapas para procesar los datos desde que son adquiridos del DCS ( Sistema de Control Distribuido ) o PLC hasta que son archivados en una base de datos en tiempo real, permitiendo así la recuperación de ellos durante el tiempo en que están almacenados en la base de datos, estas etapas son:

1. Definición de Punto : En esta etapa se define la variable a tratar con varios atributos que son claves para la optimización del Sistema PI como almacenaje eficiente de datos y rápida recuperación de ellos
2. Reporte de Excepción : Es básicamente un filtro que se encuentra en la interfase del DCS o PLC con el Sistema PI el cual cuenta con 4 parámetros que son claves para un buen funcionamiento que son:
  - ExcDev(exception deviation specification) este parámetro especifica en unidades de ingeniería que tanto un nuevo valor puede diferir del último valor para considerarse un dato significativo. El atributo ExDevPercent es un porcentaje del span y especifica lo mismo que es ExDev.
  - ExcMin ( exception minimum time specification) este parámetro es una banda muerta después del último valor. Este es especificado en segundos. Un valor nuevo que es recibido antes que finalice el intervalo ExcMin no será reportado.
  - ExcMax (exception maximum time specification) este parámetro pone un límite en la longitud de tiempo en que el valor puede ser desechado debido al reporte de excepción.

Con esto el nuevo valor no es reportado al menos que:

- La diferencia entre el nuevo y el último valor es más grande que el ExcDev.

y

- La diferencia entre el nuevo y ultimo valor es mayor o igual al ExcMin.

o

- La diferencia entre el timestamp del nuevo valor y el timestamp del ultimo valor es mayor o igual que ExcMax.

El tiempo entre el nuevo y el ultimo valor reportado puede ser mucho mas grande que el ExcMin.

3. Snapshot : Es el ultimo dato significativo para el reporte de excepción o evento que ha pasado en la planta, es el que se visualiza en tiempo real.
4. Comprensión : Esta etapa funciona de igual manera que la excepción siendo que ocurre entre el *snapshot* y el almacenamiento de datos, esto quiere decir, que de los parámetros de comprensión depende que un valor sea almacenado.
5. Evento Queue : Es un buffer para los datos que pasan cuando el atributo de comprensión esta en off.
6. Memoria Cache : Es un buffer para reducir la frecuencia de acceso al disco.
7. Archivo de Datos : Es la etapa donde se almacenan los datos a la base de datos.

8. Seguridad : Es la protección que tienen los datos tanto para almacenarlos como para recuperarlos.

El software cliente es basado sobre la PI-API y corre sobre Windows 3.1, Windows 95, y Windows NT. Este se comunica con el *PI Home Node* bajo una red TCP/IP.

El software cliente no esta incluido en *PI Base Package*: OSI Software, Inc.

Posee varios paquetes de client software estos son:

PI-ProcessBook

PI-DataLink

PI-Profile

PI-Control Monitor

PI-Manual Logger

PI-ODBC Driver

PI-BatchView

Estos paquetes permiten interactuar con el sistema PI desde la oficina, ya sea para ver mímicos de la planta (monitorear en tiempo real), trazar tendencias del proceso, crear vínculos con Microsoft Excel para aprovechar sus ventajas etc.

ECOPETROL realiza diariamente un balance másico (carga vs producto) a partir de la información operacional que reside en el sistema PI que no debe superar un margen de error establecido de  $\pm 2\%$ . Es necesario obtener óptimos valores en los parámetros de compresión y excepción, de todas las variables del proceso que intervienen en el balance másico de las unidades Cracking, Crudo, Viscorreductora y Polimerización para cumplir con lo especificado. Para tal fin se visitó la empresa en cuestión, con el objetivo de entrevistarse con los ingenieros de procesos, los cuales explicaron el comportamiento normal de las variables que influyen en el balance másico en cada planta. Una vez obtenida esta información, se procedió hacer pruebas de campo críticas, tales como apagar la compresión y colocar la excepción al mismo periodo de scan del DCS (0.04) y tomar datos; hacer combinaciones con otros valores de los parámetros de excepción y compresión {0.5% y 1%, 0.25% y 0.5%, 1% y 2%} siendo estos últimos los que tenía por defecto y nuevamente tomar datos. Se analizaron estas pruebas teniendo en cuenta lo dicho por los ingenieros de procesos y se configuraron los parámetros de excepción y compresión.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como objetivo el análisis de las variables que intervienen en el balance másico de los procesos de la refinería de Cartagena para la configuración de los parámetros de excepción y compresión del sistema de información de planta (sistema PI). PI, es un sistema modular que sirve para el monitoreo y registro de información en tiempo real de las diferentes variables de proceso. Este sistema consta de un servidor donde se almacena la información de la planta y de varias interfaces utilizadas para la recolección de los datos de sistemas externos, tales como los Sistemas de Control Distribuidos (DCSs) y los Controladores Lógicos Programables (PLCs). El corazón del sistema PI es el módulo Data Archive, que tiene varias etapas para procesar la información desde que es adquirida del DCS o PLC hasta que es archivada en una base de datos. Dentro de estas etapas se encuentran la etapa de excepción y la etapa de compresión que son básicamente unos filtros basados en parámetros a sintonizar, con el objeto de obtener un eficiente desempeño del sistema PI, reflejado por el tiempo de respuesta, calidad de información, aprovechamiento de almacenamiento y comunicación con los usuarios, sin perder fidelidad en la representación real del proceso.

Este sistema es usado en el 90% de las industrias de refinación y petroquímica en el mundo, en Colombia, se encuentra implantado en empresas como ECOPETROL, Petroquímica, Cerromatoso, Bavaria, Cartón de Colombia, entre otras.

El desarrollo de este trabajo se llevará a cabo en ECOPETROL Refinería de Cartagena. La intención principal del proyecto nació como consecuencia de la problemática en el sistema PI, consistente en una ineficiente configuración de los parámetros de excepción y compresión, el cual impactaba el balance de masa de los procesos químicos que diariamente se calcula en esta refinería. Para resolver este problema se debe configurar óptimamente estos parámetros, previo análisis del comportamiento de las variables que intervienen en el balance másico, para encontrar un equilibrio entre el espacio usado en el almacenamiento de información de un día de trabajo en la planta y la exactitud con que puede ser reconstruida a partir de la información almacenada en el sistema PI la situación real del proceso. Para tal fin se debe visitar las instalaciones de la empresa, entrevistarse con los ingenieros de procesos, los cuales deberán explicar el comportamiento normal de las variables que influyen en el balance másico en cada planta. Una vez obtenida esa información, se procederá a hacer pruebas de campo críticas, tales como deshabilitar la compresión y colocar la excepción al mismo periodo de scan del DCS y recopilar datos. Seguido se harán combinaciones con otros valores de los parámetros de excepción y compresión y nuevamente recopilar datos.

Analizar los resultados de las pruebas y reiterar el cambio de configuración de estos parámetros hasta encontrar valores óptimos.

## 1. EL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PLANTA (SISTEMA PI)

El sistema de información de planta (sistema PI) esta compuesto por módulos que monitorean y analizan la planta en tiempo real, su principal componente es el modulo *PI Data Archive* que recolecta, almacena y recupera datos numéricos y de cadenas; además actúa como servidor para aplicaciones clientes de Microsoft Windows de donde los operadores, ingenieros, controladores y otros pueden ver los datos almacenados en el sistema, de toda la planta.

Un sistema típico consta de varios computadores que trabajan con el *Base Package* (paquete básico) del sistema PI, que junto con la PI-API y el PINet / VMS forman una arquitectura distribuida.

### 1.1 PLATAFORMAS PARA EL SISTEMA PI

El sistema PI corre sobre cualquiera de las siguientes plataformas:

Tabla 1. Plataformas de hardware y respectivo sistema operativo

Hardware	Sistemas Operativo
Intel Pentium	Microsoft Windows NT 3.51 or 4.0
Dec Alpha	Microsoft Windows NT 3.51 or 4.0
Hewlett-Packard 9000 700 and 800 series	HP-UX version 9.x , 10.10 or 10.20
Sun Sparc	Solaris 2.3 or later
Dec Alpha	Digital UNIX 3.2 or later
IBM rs/6000	AIX 4.1 or later
Motorola Power PC	AIX 4.1 or later

HP-UNIX, Solaris, Digital UNIX y AIX son llamados sistema UNIX. Los datos registrados usados por *PI Data Archive* son almacenados de forma portable para todas las plataformas mostradas anteriormente, la diferencia reside en el tiempo de ejecución.

## 1.2 EL PAQUETE BÁSICO DEL SISTEMA PI

El *Base Package* del sistema PI es instalado en el nodo *PI Home*. como se muestra en la Figura 1, el *Base Package* contiene varios módulos entrelazados.

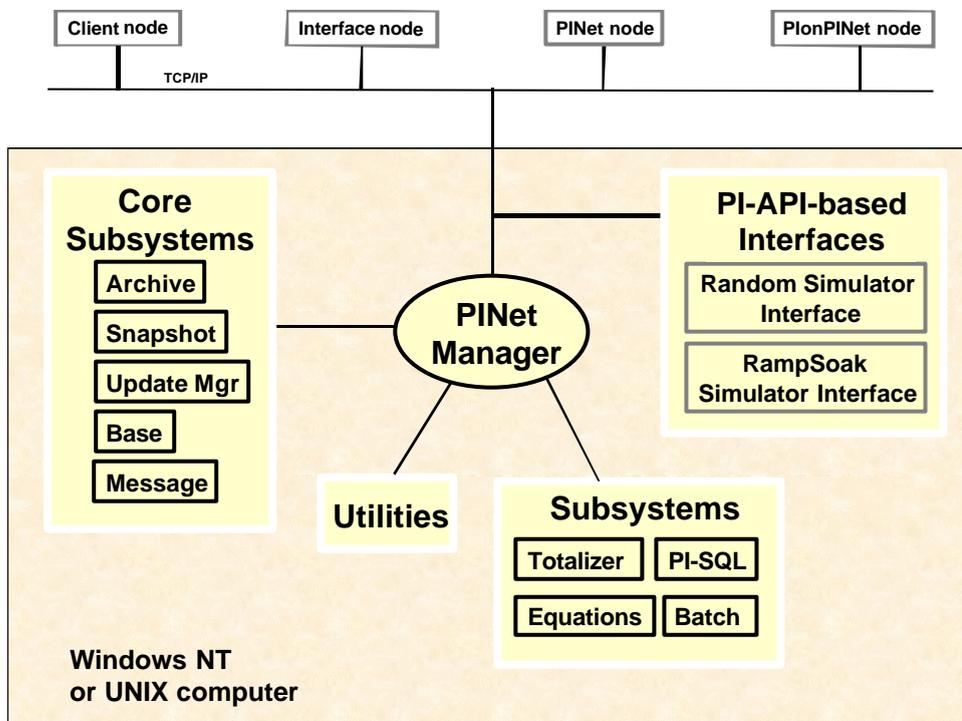


Figura 1. Paquete Básico del sistema PI

Un *Base Package* del sistema PI contiene:

- *Core Subsystems* (Incluyendo archivos, *snapshot* y *Base Subsystem* mas *Update Manager*)

- *PI Network Manager*
- *Performance Equation Scheduler*
- *Totalizer Subsystem*
- *PI Batch Subsystem*
- *PI SQL Subsystem*
- Utilidades de configuración y administración.
- Dos interfaces de simulación *Random* y *Ramp Soak*.
- PI-API para el nodo *PI Home*.

1.2.1 Core Subsystems. Es donde se almacenan los *timestamps* de las variables de proceso tales como presión, flujo, temperatura etc. cada una de las variables de proceso esta definido por un punto en el sistema PI, teniendo 50 parámetros que definen como el dato fue almacenado. Los parámetros son mantenidos en el *Point Database* por el *Base Subsystem*. En el sistema PI el valor mas reciente de cada punto es conocido como el *snapshot*. El *Snapshot Subsystem* evalua el *snapshot* para determinar si este será enviado a el *Archive Subsystem*. El *Snapshot Subsystem* permite que el *snapshot* sea usado por aplicaciones y usuarios que lo necesitan. El *Update Manager Subsystem* envía notificaciones de los cambios en los valores a las otras aplicaciones.

1.2.2 PI Network Manager. El PI Network manager provee la conexión entre los subsistemas residentes en el nodo *PI Home*. Este también maneja las conexiones de red entre el sistema PI y las aplicaciones clientes. Estos clientes

podrían ser usuarios que utilizan productos estándar PIProcessbook o usuarios que escriben en las PI-API.

El PI Network Manager maneja también el sistema de seguridad para validaciones clientes cuando se hacen las conexiones.

1.2.3 Performance Equations. El módulo Performance Equations permite implementar sofisticados cálculos en línea sin estar teniendo que programar en lenguajes de alto nivel. Cada ecuación está asociada con un punto del sistema PI y los resultados calculados serán almacenados en el Data Archive del sistema PI. El punto de una ecuación podría ser configurado para hacer evaluaciones periódicas por el *Performance Equation Scheduler (time base)*. Al mismo tiempo este podría ser configurado para evaluar cuando la ruta del punto cambia a un valor particular (*Event Based*). Performance Equations permite a los ingenieros escribir cálculos que incluye propiedades o modelamientos de los fluidos de las unidades de procesos. Performance Equations puede ser usada también como expresión matemática que calcula valores que no pueden ser obtenidos directamente de los instrumentos de la planta, tales como compensadores de fluidos.

1.2.4 Totalizer Subsystem. Este modulo hace cálculos comunes tales como totales, promedios, valores mínimos, valores máximos y desviaciones estándar. Las salidas de los cálculos son almacenada en un punto del sistema PI.

1.2.5 PI-Batch Subsystem. Muchas plantas de producción lo encuentran útil para sus procesos en baches como los que están en tiempo continuo. El PI-Batch Subsystem es un modulo que asocia los puntos del sistema PI de tal forma que los datos pudiesen ser almacenados y recolectados como baches.

Esos puntos de baches contienen informaciones tales como la identificación del bache, el producto y la máquina donde el bache fue creado. Los productos clientes del PI-Batch Subsystem y la PI-API permiten el uso para la selección, tendencia y comparación de interés de los baches. El PI-Batch Subsystem es útil en muchos procesos y sirve en aplicaciones de baches en química, comidas, bebidas y manufactura farmacéutica, donde ocurren pasos secuenciales tales como encendido y apagado de hornos, este es un ejemplo donde puede ser o no secuencial.

1.2.6 PI-SQL Subsystem. Este es un modulo suministrado por PI-OBDC Driver. PI-OBDC Driver permite acceder al data archive clientes de PI y puntos de la base de datos.

1.2.7 Utilidades de configuración y administración. El sistema PI para Windows y UNIX incluye varias utilidades que son usadas para configurar puntos, monitoreo de flujo de datos, manejo de archivos y configuración de seguridad.

1.2.8 Interfaces. Las interfaces son software modulares para la recolección de datos de sistemas externos. Una fuente típica de datos de este tipo son sistemas de control distribuidos, controladores lógicos programables y laboratorios, la mayoría de las interfaces pueden enviar datos al exterior del sistema PI.

1.3.9 Simulación de interfaces. Cada *Base Package* del sistema PI incluye funciones aleatorias y de rampas que pueden ser configuradas para simular funciones senosoidales, aleatorias y datos en baches, están alojadas en el nodo *PI Home* pero muchas pueden correr remotamente.

### 1.3 RECOLECCIÓN DE DATOS DISTRIBUIDOS

Un sistema PI permite recoger datos a través de una variedad de nodos de red. El sistema PI se comporta como una arquitectura de datos distribuidos aprovechando las características que este incluye como estabilidad, robustez, y flexibilidad. Los productos OSI (creador del sistema PI) están adecuados para soportar datos distribuidos incluyendo PI-API, PINet, y PIONPINet.

La *PI Application Programming Interface* (PI-API) es una librería de funciones programadas para tener acceso al sistema PI, con el objetivo de archivar y recuperar datos. OSI ha usado la API para crear interfaces que corren en varias plataformas. Los usuarios pueden usar la API para crear sus propias aplicaciones.

PINet/VMS y PlonPINet/VMS son paquetes de software que reconocen datos que se encuentran en computadores OpenVMS. Los datos son enviados desde estos nodos PINet (o nodos satelites) al nodo *PI Home*. Estos productos son usados para comunicarse con sistemas que son basados en OpenVMS (por ejemplo CM50S, FOXNET, y ESCA.)

Este diagrama muestra la arquitectura típica para un sistema PI distribuido:

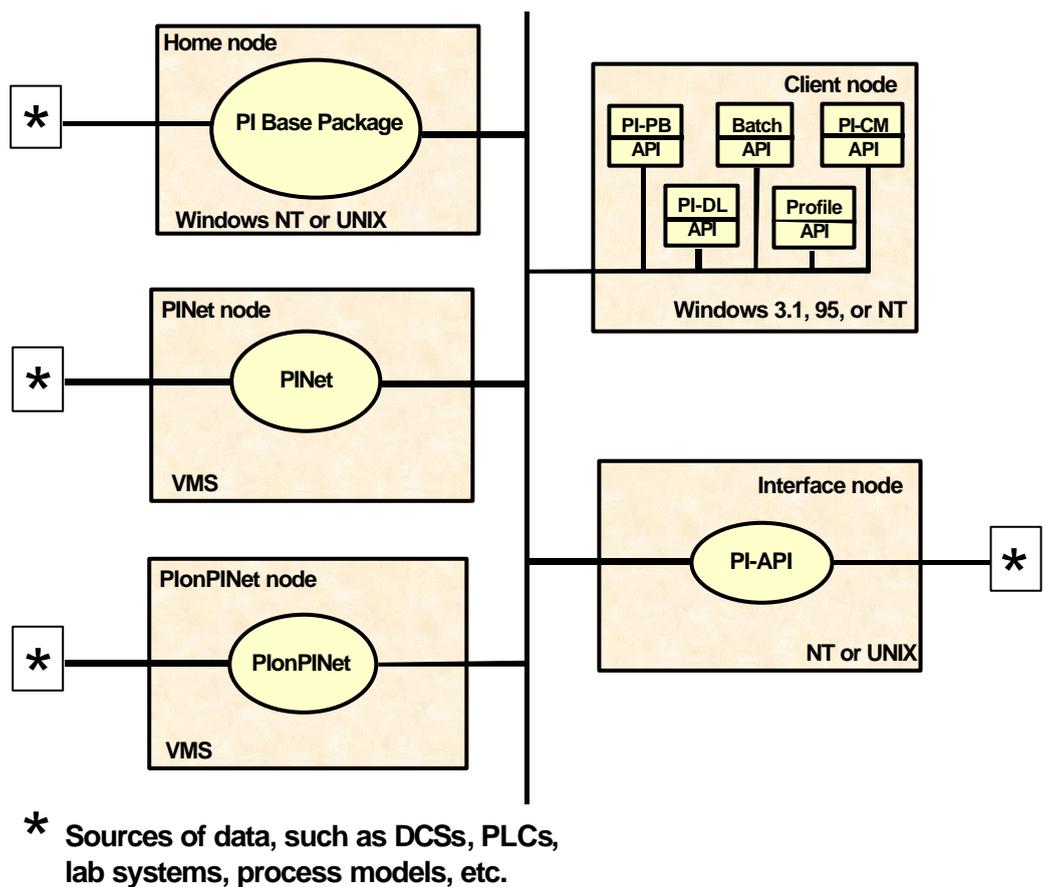


Figura 2. El sistema PI como una arquitectura distribuida

La PI-API, PINet, PlonPINet, y software cliente son en gran detalle descritos como sigue:

1.3.1 PI-API. La *PI Application Programming Interface* (PI-API) es una librería de funciones que pueden ser llamadas desde C, Visual Basic, u otro lenguaje de programación. Estas funciones permiten leer y escribir valores del PI Data Archive. Ellas también permiten ver la información de la configuración de punto.

La PI-API provee la habilidad para regular(buffer) datos que están siendo enviados a PI. Esto le permite a PI estar fuera de línea, ya sea para agregar software o hardware, sin comprometer la recolección de datos. Cuando PI se encuentra disponible en línea, el buffer manda los datos a PI.

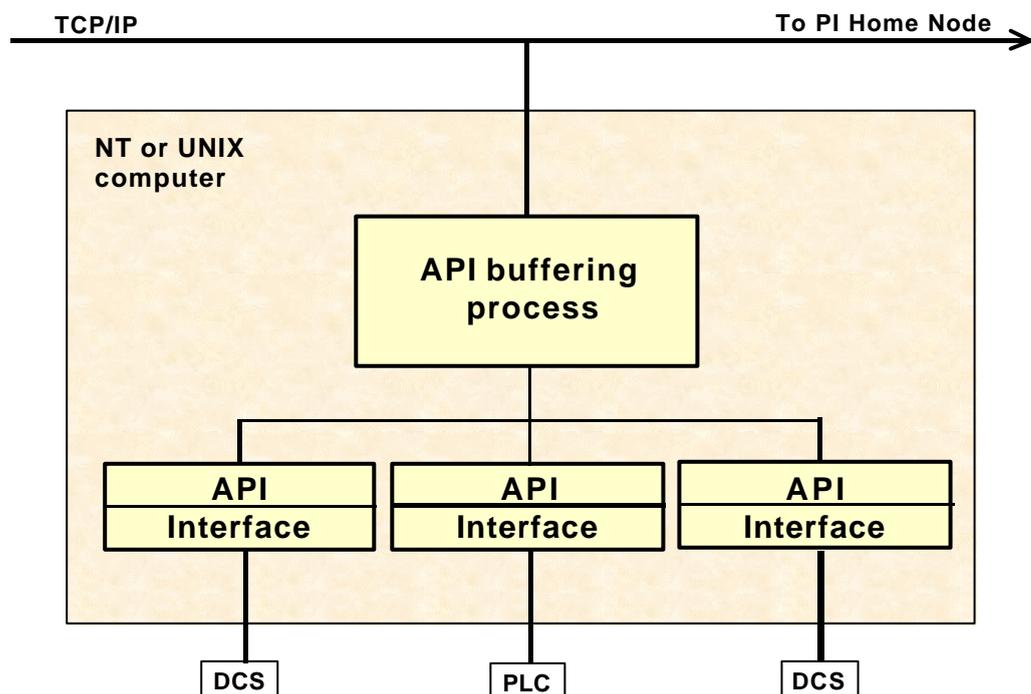


Figura 3. PI-API o nodo de interface

Los nodos API son estaciones de trabajo de UNÍX o Windows NT que corren programas tales como interfaces que son hechas en PI-API.

La PI-API esta disponible para diferentes plataformas de hardware o software, tales como:

PI-API-MSW for Microsoft Windows or Windows for Workgroups

PI-API-HPUX for Hewlett-Packard's HP-UX operating system

PI-API-SOL2 for Solaris2 on Sun Sparc computers

1.3.2 PINet/OpenVMS. PINet/OpenVMS se encuentra en un computador diferente del nodo PI Home. PINet/OpenVMS recoge los datos y los envía al nodo PI Home para que sean archivados. Este usa TCP/IP para comunicarse con el servidor PI.

PINet/VMS es una subclase de PI sobre OpenVMS. Este no contiene un archivo de datos, pero provee utilidades para acceder a la configuración de puntos y a los datos que residen en el nodo PI Home. PINet/VMS regula automáticamente los datos durante el tiempo en el que la red esta caída o PI no esta corriendo sobre el nodo PI Home.

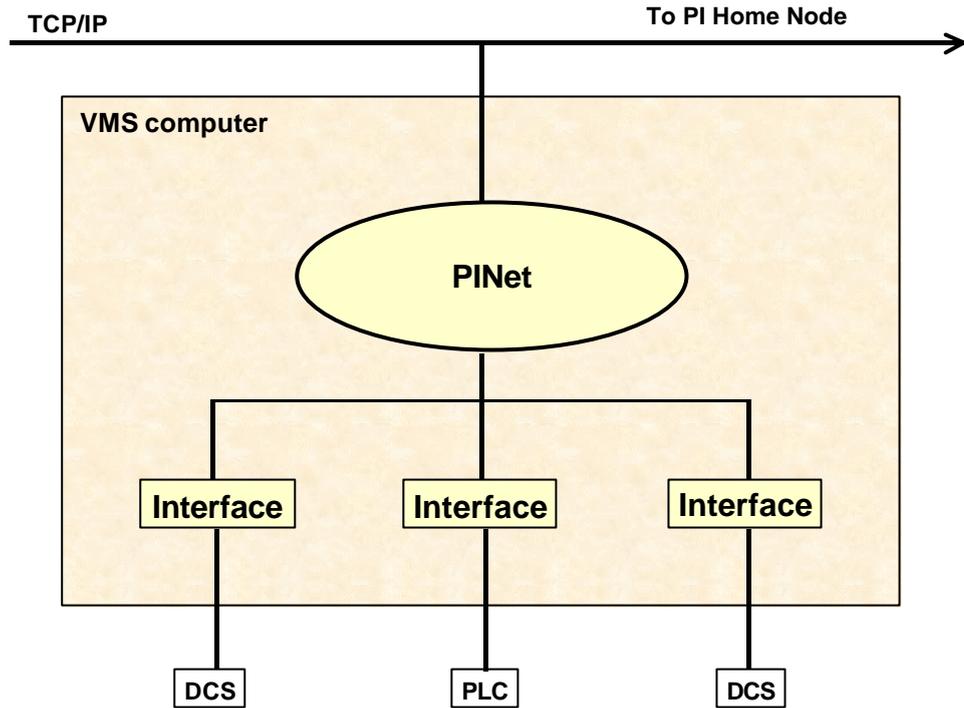
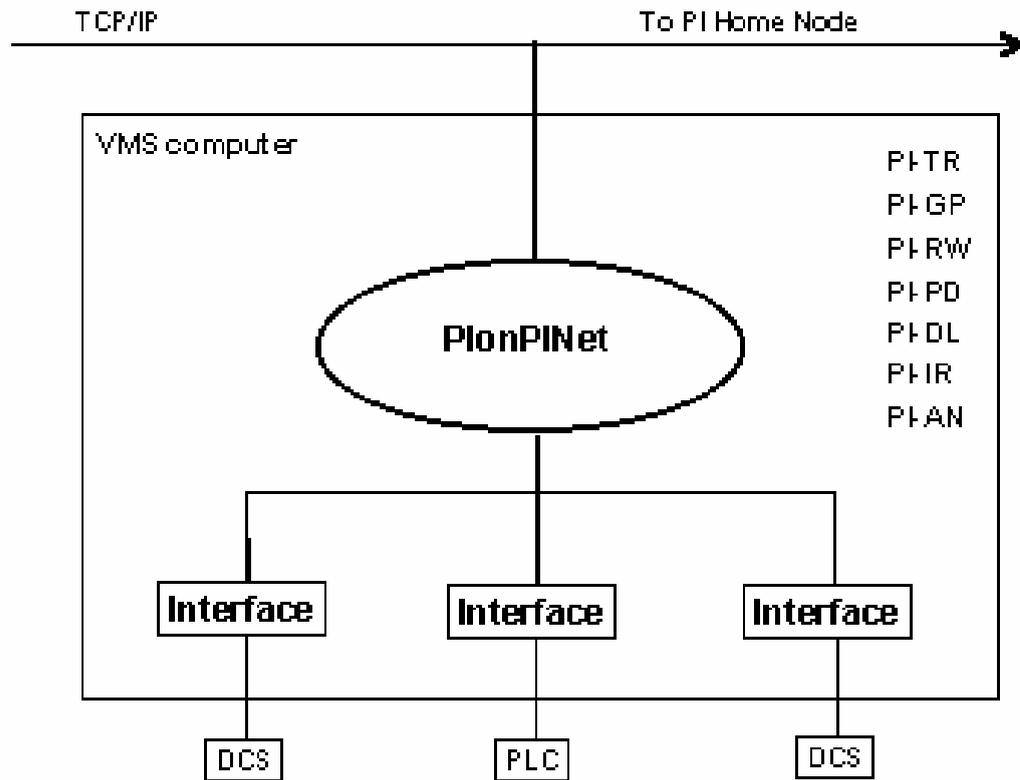


Figura 4. Nodo PINet

1.3.3 PlonPINet/VMS. PlonPINet/VMS es similar a PINet/VMS en lo que este es una subclase de PI sobre OpenVMS. PlonPINet/VMS incluye todas las características de PINet/VMS; en adición este incluye análisis, reporte, y display gráficos de utilidades.



*Esquema Nodo PlonPINet*

#### 1.4 SOFTWARE CLIENTE

El software cliente de PI esta basado en la PI-API y corre sobre Windows 3.1, Windows 95, y Windows NT. Este se comunica por medio de TCP/IP con el nodo *PI Home*.

El paquete de software cliente de PI incluye los siguientes módulos:

PI-ProcessBook

PI-DataLink

PI-Profile

PI-Control Monitor

PI-Manual Logger

PI-ODBC Driver

PI-BatchView

Un nodo *Client Software* puede ser visto esquemáticamente como:

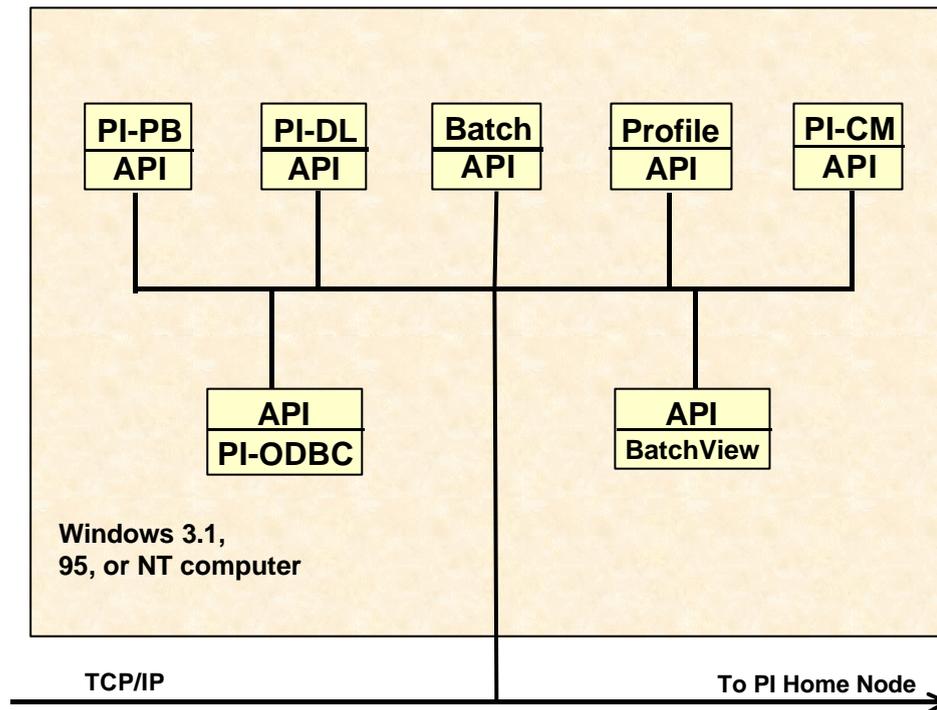


Figura 5. Nodo software cliente

1.4.1 PI-ProcessBook. PI-ProcessBook es un paquete grafico en tiempo real para el sistema PI que corre bajo Microsoft Windows. Este incluye:

- o Funciones Dibujadas para crear procesos gráficos.
- o Valores, barras, y tendencias que se actualizan dinámicamente.
- o Soportes para ver datos de múltiples PI data archives

- o Un sistema de menú con vistas de registros y vistas esquemáticas.
- o Acceso a datos que no están en PI vía ODBC
- o Soporte para documentos OLE compuestos en servidores y contenedores.
- o Una interface automática OLE para manipulación de otras aplicaciones.

1.4.2 PI-DataLink. PI-DataLink es una herramienta adicional para Microsoft Excel y Lotus 1-2-3. Esta herramienta permite recuperar datos de PI directamente desde el programa(Excel o Lotus). Se puede crear gráficas y reportes compuestos usando datos corrientes o datos históricos del *PI Data Archive*.

PI-DataLink incluye un dialogo para marcar registros, un dialogo para ver configuraciones de puntos, un dialogo para dominar conexiones de sistemas múltiples PI etc.

1.4.3 PI-Profile. Es una aplicación basada en Microsoft Windows usada para desplegar y analizar arreglos de datos en un periodo de tiempo especificado. Algunos ejemplos de datos y procesos en los que este paquete puede ser útil son:

- o Paper Machines
- o Rolling Mills
- o Film manufacturing
- o Boiler, Reactor, etc., temperatures

Algún Producto Bidimensional (textiles, foam, etc.)

Algún dato con aproximadamente la misma magnitud, tal como porcentaje de desviación del *setpoint* de todos los lazos de control avanzado sobre una unidad.

1.4.4 PIControl Monitor. Es una aplicación basada en Microsoft Windows diseñada para alertar a las personas involucradas en las operaciones cuando su sistema de control se encuentre en emergencia. El usuario define los lazos de control que serán monitoreados. Un histograma muestra la historia de un lazo de control seleccionado. El control estadístico es mostrado para cada lazo de control, incluyendo el error absoluto, el error estándar y el valor promedio.

1.4.5 PIManual Logger. PIManual Logger(PIMLI) es una aplicación basada en Microsoft Windows usada para datos que no pueden ser recogidos automáticamente de los instrumentos y de los sistemas de control. Los datos pueden ser ingresados usando una pantalla de acceso de PI ML o a través de un *Hand Held Terminal*(HHT). El tiempo de los datos son marcados automáticamente con el reloj de HHT y estos son transferidos vía puerto serial a la PC con PI ML, el cual se enviaran luego al *PI Data Archive*.

## 1.5 EL POINT DATABASE

La configuración de la base de datos más importante es la del Point Database esta es la lista de los puntos que están almacenados en el data archive.

Un punto es una medición o calculo que es almacenado el Data Archive.

El punto puede representar las lecturas transmitidas, entradas manuales, estados, limites de control, etc. aunque el término point y tag son frecuentemente intercambiables, estos tienen una diferencia insignificante ya que un tag es una etiqueta o un nombre de un punto.

La información de configuración para un punto es almacenada en una lista de parámetros, los parámetros están agrupados dentro de las clases de puntos, incluyendo clase básica, clase totalizadora y clase clásica. Cuando un punto es creado este es asignado a una clase de punto. La cual restringe al punto a una categoría de parámetros específica. la clase del punto no puede ser cambiado.

El clase básica es un grupo común de parámetros que todas las clases de punto incluyen. Esta clase posee parámetros que son asignados por el sistema y parámetros que son asignados por el usuario. los parámetros que son asignados por el sistema PI no se pueden editar y los parámetros que son asignados por el usuario se pueden editar. Por ejemplo, durante una instalación típica de una interface, el administrador del sistema configurará ciertos parámetros que identifica el ingreso de datos y especifica el procesamiento.

1.5.1 Parámetros asignados por el usuario en la base de datos. Los siguientes parámetros de puntos son asignados por el usuario, excepto los que se anotó que no cambian (los configurados por el sistema). El administrador del sistema puede crear, editar y borrar puntos con la herramienta picontig.

El tag es el nombre usado para una única identificación del punto. El parámetro tag point es la llave para acceder a la información sobre el punto. Los tag podrían ser de cualquier longitud y pueden incluir letras números y espacios.

Los tag están sujetos a las siguientes restricciones:

- El primer carácter debe ser alfanumérico.
- No se permiten caracteres de control como avance de línea y tabulador.
- Los siguientes caracteres no son permitidos \* ' ? ; { } [ ] | \ ` ' “

El sistema guarda todas las cadenas, incluyendo los tag, pero no es sensible. por ejemplo, una cadena que es entrada como batchstart que es almacenado exactamente como entró. Después al recuperar estas cadenas contiene la misma forma. Una búsqueda de estas cadenas no requiere que la forma sea igual.

Las funciones pipt\_tag y pipt\_update de PI-API restringen el tag a 12 caracteres y las rutinas pipt\_fintoit, pipt\_wildeardsearch, pipt\_taglong y pipt\_tagpreferd reportan solo los primeros 80 caracteres.

## 2. FLUJO DE DATOS DEL SISTEMA PI

Un aspecto principal de *Data Archive* es la habilidad para almacenar datos eficientemente. La eficiencia puede estar medida por 2 indicadores que se complementan: que tanto espacio es usado en el disco para almacenar datos de un día de trabajo en la planta versus con que exactitud los datos pueden estar reconstruidos por el sistema PI. La eficiencia de un almacenamiento de datos, se puede ver, por la cantidad de días *on-line* almacenados disponibles al usuario con una rápida reconstrucción.

Los datos consisten en eventos. A medida que pasa el tiempo, los eventos individuales comprenden una curva. Cuando se habla de un almacenamiento eficiente de datos, es muy útil pensar del dato archivado como una curva que como un punto individual.

Tomemos un ejemplo de datos que forman una línea recta. Los eventos provenientes del DCS se muestran como:

-----	-----
Timestamp	Value
-----	-----
29-jul-97 10:01:00	1.0
29-jul-97 10:02:00	2.0
29-jul-97 10:03:00	3.0
29-jul-97 10:04:00	4.0
29-jul-97 10:05:00	5.0

La geometría nos dice que esta línea puede estar reconstruida tomando solamente 2 de estos eventos. Entonces el almacenamiento mas eficiente consistiría en conservar solo el primer y ultimo evento, que conservar todos los eventos. Con esto la exactitud no es sacrificada. Si un usuario quiere recuperar los valores en algún punto a lo largo de la línea, este puede estar interpolado de los valores que han sido almacenados.

Este simple ejemplo ilustra como PI aplica la comprensión de datos. En la practica, las curvas son mas complejas que líneas rectas, y las especificaciones de comprensión para cada muestra deberá estar propiamente sintonizado para conseguir un balance entre almacenamiento eficiente y exactitud.

Este capitulo detalla el flujo de archivo a través de el sistema PI. El entendimiento del flujo de datos es importante, específicamente para el administrador del sistema PI y para algunos ingenieros quienes son

responsables de la configuración de puntos. La configuración de puntos y la configuración del sistema afecta la forma en que se almacenan y se recuperan los datos.

## 2.1 TRAYECTORIA DEL FLUJO DE DATOS

Un dato almacenado en el sistema PI es llamado un evento. Un evento consiste de un valor, un estado y un tiempo.

Para implementar un almacenamiento eficiente de datos, hay muchas etapas a lo largo del flujo de datos donde se evalúa el evento para determinar si este es significativo. Un evento significativo es aquel que es esencial para reconstruir el dato original. Los eventos que no son significativos son desechados. El ejemplo mostrado en la introducción ilustra como eventos insignificantes pueden ser desechados sin perder información.

Los pasos de la evaluación del evento a lo largo del flujo de datos son descritos aquí junto con los atributos que son usados en la evaluación.

Los pasos son:

1. Definición de punto
2. *Exception reporting*
3. *Snapshot*
4. *Compression*
5. *Event Queue*

6. *Archive Cache*

7. *Archive Files*

8. Seguridad

2.1.2 Definición de punto. La mayoría de los datos que van al sistema PI provienen de las interfaces (esta recibe información de el sistema de adquisición de datos de los instrumentos). Otros valores comúnmente vienen del laboratorio o de las entradas manuales. En cada caso, un punto es definido en el sistema PI por cada variable leída, ya sea una lectura de temperatura, un estado de un switch, o un identificador.

Cada punto tiene 50 parámetros. Estos parámetros definen como el dato será evaluado y almacenado. La configuración apropiada de estos parámetros es la llave para la optimización del sistema PI que se ve representado por un almacenamiento eficiente de datos y una rápida reconstrucción de ellos.

La creación y el mantenimiento de los puntos es hecha usando el *PI-TagConfigurator*, y una hoja de cálculo de Microsoft Excel, o *piconfig*.

2.1.2 Reporte de excepción. La mayoría de las interfaces obtienen la información del DCS y la reportan como un nuevo evento al sistema PI solo si es evaluada y encontrada como significativa. Este proceso es llamado reporte de excepción. En este proceso, el valor corriente es comparado con el valor enviado previamente y solo seguirá al sistema PI si este es diferente.

Normalmente los datos que entran manualmente no son reportados por excepción. Reporte de excepción es básicamente un filtro. Los programas de interfaces que hacen reporte de excepción aplican el siguiente algoritmo cada vez que un nuevo valor es recibido. Un nuevo valor es comparado con el último valor reportado.

El nuevo valor no será reportado al menos que:

La diferencia entre el nuevo y el último valor es mas mayor que

*exception deviation specification(ExcDev).*

y

La diferencia entre los tiempos del nuevo y último valor es mayor

o igual que la *exception minimum time specification(ExcMin).*

o

La diferencia entre el *timestamp* del nuevo valor y el *timestamp* del

ultimo valor reportado es mayor o igual que *exception maximum*

*time specification(ExcMax).*

los tiempos entre excepciones reportadas puede ser mucho mas grande que la *exception maximum time(ExcMax)* si no hay nuevos valores recibidos por la interface para un punto. Ni el sistema PI ni la interface crearan datos.

2.1.2.1 ExcDev (exception deviation specification). Este parámetro especifica en unidades de ingeniería que tanto un nuevo valor puede diferir del último valor para considerarse un dato significativo. El atributo *ExcDevPercent* es un porcentaje del *span* y especifica lo mismo que es ExcDev. Un típico valor es el 1% de *Span*.

2.1.2.2 ExcMin (exception minimum time specification). Este parámetro es una banda muerta después del último valor. Este es especificado en segundos. Este es usado para suprimir ruido. Un valor nuevo que es recibido antes que finalice el intervalo ExcMin no será reportado.

2.1.2.3 ExcMax (exception maximum time specification). Este parámetro pone un límite en la longitud de tiempo en que el valor puede ser desechado debido al reporte de excepción. Por ejemplo, esto es posible para datos que se mantienen con un solo valor por muchos días. Si ExcMax es puesto en 28800 segundos(8 horas) entonces un valor no será descargado debido a la comprensión si la diferencia de tiempo entre este evento y el evento previo fue más que 28800 segundos. La interface no creará datos. Si no hay valores a los 28800 segundos nada será pasado al sistema PI.

2.1.2.4 Scan Attribute (parámetro de Scan). Algunas interfaces usan el *Scan attribute*. Si el Scan está en OFF, la interface no recogerá datos del DCS y por lo tanto ningún evento será enviado al sistema PI.

Todas las interfaces tienen algún mecanismo para controlar la tasa de scan.

Por ejemplo, algunas interfaces usan el cuarto parámetro para determinar la clase de scan o la tasa de scan. Esto determina como el DCS obtendrá los nuevos valores.

2.1.3 Snapshot. Un nuevo evento ingresado al sistema PI desde una interface o una entrada manual es enviada al *Snapshot Subsystem*. El *snapshot* es el evento mas reciente para un punto. Este puede ser visto como un buffer que se carga solo con un elemento. Si un nuevo evento es ingresado, este viene a ser el nuevo *snapshot*, el *snapshot* previo es evaluado de acuerdo a las especificaciones de compresión. Como un resultado de la compresión, el evento será enviado al *archive queue* o desechado.

Algún evento que tenga un *timestamp* mas viejo que el *snapshot* no estará puesto en el *snapshot*. Sin embargo, este es considerado significativo y es puesto en el *archive queue*. Este no pasa por el proceso de compresión.

Cuando los eventos de un punto son dirigidos o listados por *PI-ProcessBook* y otras herramientas, el *snapshot* es automáticamente incluido en la lista.

La tabla de *Snapshot* reside en memoria. Esta es enviada al disco (*piarcmem.dat*) cada 15 minutos por el *Snapshot Subsystem*.

2.1.4 Compresión. Dejando el *Snapshot*, los eventos son evaluados de acuerdo a las especificaciones de compresión para ver si ellos son valores

significantes. De ser así, ellos son enviados al *archive queue*. Si no, ellos son descargados. Este proceso es llamado compresión.

Hay dos casos donde los eventos no pasan por la compresión si no que van directo al *archive queue*. Primero, si el parámetro de compresión para este punto es puesto en OFF. Segundo, si los eventos están fuera de orden. Un evento es considerado fuera de orden si su *timestamp* es mas viejo que el *timestamp* del *Snapshot*.

El *PI Data Archive* usa un método de compresión que permite a PI guardar magnitudes de ordenes mas grandes en datos *on-line* que los sistemas de *scanner*. Los datos son también mucho mas detallado que en un sistema de almacenamiento basado en promedios o muestras periódicas.

El método de compresión es llamado *swinging door compression*. *Swinging door compression* descarta los valores que caen sobre una línea que es trazada a partir de los valores que son guardados en el archivo. Cuando un nuevo valor es recibido, el previo valor es guardado, si alguno de los valores desde que el ultimo valor fue guardado no cae dentro de la *compression deviation blanket*. La *deviation blanket* es un paralelogramo extendido entre el ultimo valor guardado y el nuevo valor con un ancho igual al doble de la *compression deviation specification*.

Cada punto tiene tres parámetros que comprenden la especificaciones de compresión: *CompDev* (*compression deviation*), *CompMin*(*compression minimum time*), y *CompMax* (*compression maximum time*). La *compression*

*deviation* es la mitad del ancho de la *deviation blanket* como se muestra en la figura 7. *CompDevPercent* es similar a *CompDev*, pero este especifica la *compression deviation* en porcentaje de *Span* que en unidades de ingeniería.

Las especificaciones de compresión trabajan de una manera similar a las especificaciones de excepción. De la misma forma que el reporte de excepción, la compresión es un filtro. La diferencia es que las especificaciones de excepción determina cuales eventos deberían pasar a PI, mientras que las especificaciones de compresión determinan cuales eventos enviados a PI deberían ser guardados.

El tiempo mínimo de compresión y el tiempo máximo de compresión se refiere al tiempo entre eventos guardados. Un nuevo evento no es guardado si el tiempo que ha pasado desde que el ultimo valor fue grabado es menor que el tiempo mínimo de compresión para ese punto. Si el estado de un punto cambia (bueno a malo o malo a bueno), el tiempo mínimo requerido es ignorado, esto es, los estados que cambian son siempre guardados. Un nuevo evento siempre es grabado si el tiempo desde que paso el ultimo evento guardado es mayor o igual que el tiempo mínimo de compresión.

---

Nota: El máximo tiempo especificado no garantiza que un valor será guardado.

Un valor será guardado si este es enviado al *PI Data Archive*.

---

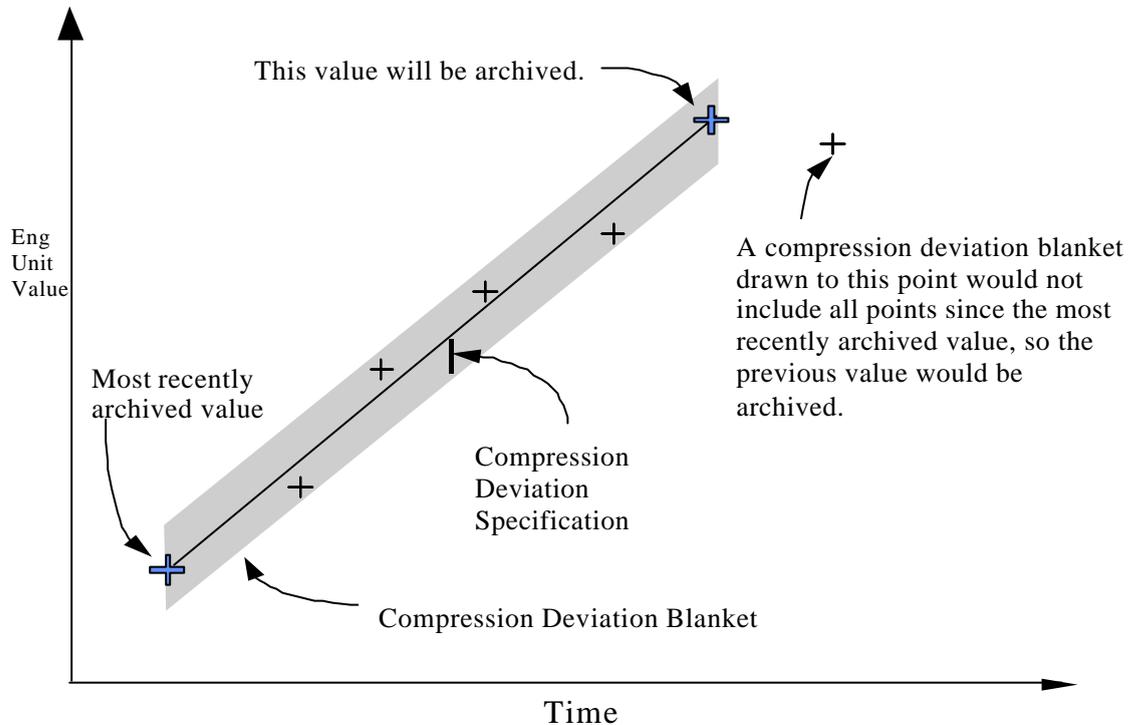


Figura 6. Swinging Door Compression

Se puede ajustar los parámetros de compresión para producir un eficiente almacenamiento sin perder datos significantes. El tiempo máximo de compresión es usualmente enviado a un valor para todos los puntos en el sistema. Este debería ser lo suficientemente largo como para que un punto que no cambie, use espacios pequeños de almacenaje. Una buena practica seria colocar en 8 horas tiempo máximo de compresión. Usar el tiempo mínimo de compresión para prevenir que un punto extremadamente ruidoso use un gran espacio de almacenaje. Este parámetro debería ser enviado a cero para algún

punto que venga de una interface que haga reporte de excepción. En este caso, el tiempo mínimo de excepción debería ser usado para controlar puntos ruidosos. Para un sistema de adquisición de datos con un bajo tiempo de scan, este parámetro no es importante. Hay pocos casos donde tu quieres que el tiempo mínimo de compresión sea diferente de cero.

El parámetro de compresión mas importante es la especificación de desviación (deviation specification). Este parámetro es normalmente ajustado después de que el punto es definido. Una buena práctica seria colocar este valor en uno o dos (%) de *span* para transmisores y 0.5 a 1.0 grados para termocuplas. Otra buena practica es mirar las tendencias de los *displays* para encontrar puntos para los cuales la reproducción de los datos no es aceptable. La meta es filtrar ruidos que se presentan en los instrumentos y en los procesos sin dejar de guardar cambios significantes en los procesos. El efecto de ajustar la desviación de compresión no es predecible.

Para puntos digitales, cualquier cambio es significativo. Solo los tiempos mínimos y máximos son importantes. La desviación de compresión es ignorada para puntos digitales.

2.1.4.1 Data Archive La información mas importante del proceso esta en la base de datos del Data Archive. El archivo es una registro histórico de los valores para cada una de los puntos en el Point Database.

El Data Archive contiene los valores de time-stamped para todos los puntos en el Point Database, los valores de time-stamped están almacenados en un

grupo de archivos en el disco. Tres archivos fijos son creados durante la instalación, adicionalmente los archivos pueden ser creados cuando se necesiten, usando las herramientas proveídas, el archivo fijo podría variar sus dimensiones.

2.1.1 Consideraciones del tamaño del archivo Cuando un valor numérico del archivo es remplazado, la historia de su cambio es guardada en el archivo. Guardando el resultado de la historia en un almacenamiento adicional será alojado el valor remplazado, tal que las dimensiones son aproximadamente el doble. Adicionalmente el disco almacena valores antes y después de ser remplazados los valores.

Si el valor numérico del archivo es borrado y mas tarde adicionado, el espacio almacenado en el disco no es el doble.

---

Nota: El máximo tiempo especificado no garantiza que un valor será guardado. Un valor será guardado si este es enviado al *PI Data Archive*.

---

2.1.5 Event Queue. Los eventos que pasaron por el filtro de compresión son enviados al *Event Queue*. En este se encuentran eventos que están fuera de orden y eventos para puntos con parámetros de compresión desactivados.

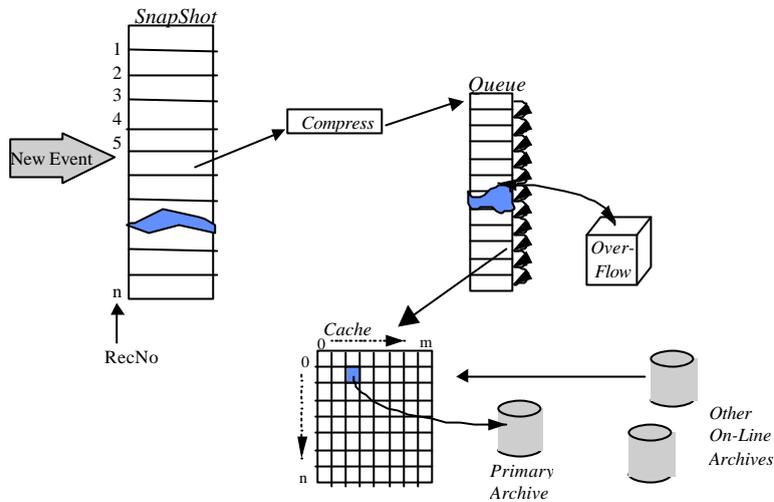


Figura 7. Procesamiento de nuevos eventos

El *Event Queue* sirve como almacén temporal para los datos que viene del proceso y que serán enviados al archive file. La misión del *queue* es proteger los datos contra las pérdidas o cualquiera de las perturbaciones del sistema, ya sea pérdida o fracaso en el *Archive Subsystem* o carga temporal de la CPU del computador donde corre el sistema PI.

Cuando la memoria del *Event Queue* está próxima a llenarse, su contenido es almacenado en el archivo del disco (*prieventq.dat*). Cuando el sistema Archive File se recupera de una perturbación, los eventos que se encuentran en el disco son reconstruidos y enviados a memoria para ser procesados.

No hay un límite de tiempo fijo que se puede tener en un archivo *off-line*, antes de que se comience a perder los datos. La cantidad de espacio libre en el disco es la única limitación a lo largo del *Event Queue*.

El *Event Queue* está localizado en el directorio *PI/dat*. El *System Manager* debe asegurar que se mantenga un volumen de espacio en el disco. Cuando el *Archive Subsystem* no está disponible, se necesitara cerca de 5 kilobytes de espacio en el disco en promedio por día , esto sumaria unos 250 eventos por punto por día para un *tag* tipo *float*.

2.1.6 Archive cache. El sistema PI usa un archivo residente en la memoria caché para acudir con menos frecuencia al disco. Las grabaciones en la memoria caché son enviadas al disco en 15 minutos o cuando estas se necesitan para el procesamientos de estos puntos. Por eso la cantidad máxima de datos del archivo que se pueden perder en el evento es la de los últimos 15 minutos.

2.1.7 Archive file. Este contiene eventos para un periodo de tiempo especificado por el tiempo de inicio y el tiempo final del archivo. El sistema PI está diseñado para tener un grupo de archivos continuos y no archivos con un rango de tiempo supuesto. Si un evento es enviado al archivo y no es guardado con el apropiado rango de tiempo, el evento es descartado y se registrará un error. Si el dato recibido para un rango de tiempo que no es abarcado por el grupo de archivos registrados, entonces un error es retornado. Los archivos del sistema PI pueden ser de diferentes tamaños, pero nunca deben contener rango de tiempo sobre puesto. El rango de tamaño de los archivos puede ser desde 2 Mbytes hasta el tamaño de un disco.

2.1.7.1 Registro del archivo. Cuando un archivo es registrado, este se hace visible para el sistema PI. Los datos no registrados en el archivo no son accesibles por el sistema PI o por las aplicaciones clientes.

2.1.7.2 Archivo principal. Este es el archivo que abarca un rango de tiempo común. El archivo principal tiene definido el tiempo de inicio pero no el tiempo de finalización.

El final de un archivo principal estará definido cuando el archivo llegue a la capacidad predeterminada y ocurra un cambio de archivo. Un cambio de archivo es el proceso de hacer a un archivo diferente, un archivo principal. Si existe un archivo vacío será seleccionado para ser el nuevo archivo principal.

Si no, entonces el antiguo archivo será el archivo primario y los datos existentes serán sobrescritos.

El sistema PI asegura que algunos espacios estén aun disponibles para el tiempo de cambio. De esta manera los archivos fuera de orden pueden ser almacenados en el archivo siempre y cuando este no sea mas grande que el archivo principal.

2.1.7.3 Archivos fijos. Hay dos tipos de archivos, fijos y dinámicos. los archivos que son instalados en el sistema PI son por defecto archivos fijos. Ellos tienen las siguientes características:

- los archivos fijos tienen el espacio de disco definido al momento de la creación. un archivo vacío y uno lleno ocupa el mismo espacio en el disco.
- los archivos fijos podrían o no participar en el cambio de archivos dependiendo de cómo fueron creados.

2.1.7.4 Localización de los archivos almacenados. La estructura de los datos de los archivos fijos consiste de un almacenamiento de 1k. El almacenamiento consiste de uno principal y uno desbordado.

El almacenamiento principal está alojado por puntos en el *Point Database*.

Cuando un nuevo punto es creado el correspondiente almacenamiento principal es alojado en el archivo principal. Cuando el almacenamiento principal se llena de puntos entonces el almacenamiento desbordado aloja las grabaciones en sobre flujo.

Tantos archivos sobre flujos se necesiten así serán ubicados en tales almacenamientos.

Los puntos en el archivo que están en el evento a una tasa lenta nunca podrían necesitar alojarse en una grabación desbordada, mientras que los puntos que estén en el evento a una tasa rápida, muchos de estos necesitarían alojarse en grabaciones desbordadas.

Cuando un nuevo almacenamiento es alojado, el nuevo almacenamiento y las grabaciones con punteros hacia el nuevo almacenamiento serán escritas

inmediatamente en el disco. Esto no asegura que el disco sea un archivo que pueda ser leído después de una falla de energía.

2.1.7.5 Cargando un archivo. Es posible para un archivo fijo obtener un llenado completo, una vez el archivo esté lleno, el ingreso de eventos, por un lapso de tiempo irán a algún lugar o son descartados. Esto puede ocurrir si una gran cantidad de datos viejos están siendo adheridos al sistema PI.

Esto podría crear un problema si el *timestamp* del dato viejo es localizado en otro archivo que en el archivo principal. El *piartool* o el *piarcreate* son utilidades que pueden ser usadas para crear un nuevo archivo fijo con el mismo periodo de tiempo de un archivo lleno.

El contenido de un archivo lleno puede ser copiado en un archivo nuevo usando la herramienta de archivo *off-line*.

Este es un buen camino para solucionar el problema, pero hay que tener en cuenta que el nuevo archivo podría llenarse, claro dependiendo de que tanto tiempo tome el dato para ser adherido al sistema PI.

Aunque así como es difícil saber como el dato será ingresado, así será difícil saber que tan grande será el archivo.

2.1.7.6 Archivos dinámicos. De igual forma que los archivos fijos, los archivos dinámicos contienen un rango de tiempo en el principio, y son inicializados para contener un registro primario por cada punto definido en el *Point*

*Database.* a diferencia de los archivos fijos, no se pueden adicionar nuevos puntos en los archivos dinámicos, esto es que, ellos no pueden incrementar el numero de registros primarios para acomodar nuevos puntos en el *Point Database.*

La otra gran diferencia es que los archivos dinámicos están siempre llenos. Eso significa que ellos no contienen espacio libre para ser usado por registros desbordantes. En vez de estos los registros desbordantes son adicionados al archivo en crecimiento. Un archivo dinámico tiene un tamaño máximo, sin embargo este puede ser cambiado usando la herramienta *piartoll.*

Hay dos manera de crear un archivo dinámico; con la herramienta *piarcreate* o la herramienta de archivos *off-line.* Esta ultima crea un archivo dinámico que es una copia de datos del otro archivo.

Para entender el uso de los archivos dinámicos considere este ejemplo: un administrador del sistema PI deseara cambiar los datos de dos archivos viejos y colocarlos un archivo sencillo. La herramienta de archivos *off line* se ejecuta dos veces, una para copiar los datos desde un archivo mas cercano y la otra para adicionar datos del segundo archivo. Asumiendo que la herramienta de archivos *off-line* es utilizada para ver el archivo en su primera pasada. El archivo resultante tendrá datos de los dos archivos de entrada y no tendrá registros libres esto hace al archivo nuevo más pequeño que los archivos combinados de entrada, pero los hará incapaz de aceptar nuevos datos.

En resumen los archivos dinámicos tienen las siguientes características:

1. Tal como los archivos fijos, los archivos dinámicos pueden o no participar en las en la transferencia de archivos.
2. A diferencia de los archivos fijos, los archivos dinámicos están siempre lleno y alojan mas espacio de disco del que necesitan, aunque tienen un tamaño máximo.
3. A diferencia de los archivos fijo, los archivos dinámicos no pueden acomodar la creación de puntos; ellos solo acomodan los puntos que existen en el momento de la creación de un archivo.

2.1.7.7 Cambio de archivo. Cuando los archivos en el registro primario se llenan, el próximo archivo vacío es usado para almacenar el nuevo dato si ninguno de los archivos están vacíos el archivo con datos viejos es automáticamente limpiado y usado para un nuevo dato. El tiempo de inicio de los archivos es justamente después del archivo que se ha llenado. El proceso de limpiado del antiguo archivo y la preparación del nuevo archivo primario es llamado cambio de archivo (archive shift). es importante que la elección de todos los archivos sea respaldada con un cambio de archivo previamente, para asegurarse que no se pierdan datos.

Cuando un archivo le es asignado un tiempo de inicio, este es inicializado. Los archivos podrían ser inicializado en el momento de la creación o durante un cambio de archivo.

Para que un registro sea elegido para ser un nuevo archivo primario, este por defecto debe ser tanto registrado como lo suficientemente largo para manejar el tamaño común de un *Point Database*. Si a un archivo no se le conoce su criterio, este será omitido durante el cambio de archivo. Esta no es la mejor forma de configuración de un archivo para omitirlo durante un cambio de archivo excepto si no ha sido registrado.

El proceso de cambio de archivo dura unos pocos minutos hasta iniciar un nuevo archivo. Durante el cambio de archivo, el *Point Database* es localizado y el intento de adicionar, editar y borrar puntos durante este momento fallará. Los datos archivados no están disponibles a los programas de aplicaciones clientes durante el cambio de archivo.

Los eventos enviados al archivo durante un cambio de archivo son puestos en espera en el *Event Queue*. Cuando el cambio ha sido completado, los eventos será guardado en el archivo.

La herramienta *piartool-as* reportará los datos en el cual el próximo cambio de archivo es precedido. Esta predicción es basada en el promedio del consumo de archivos grabados por día mas la rata de gasto.

2.1.7.8 El Tamaño del archivo afecta la frecuencia de cambio. La dimensión de los registros de archivo es uno de los parámetros de configuración del sistema PI si el sistema tuviese registros de archivos mas grandes el cambio ocurrirá con menos frecuencia. La frecuencia de cambio será considerada para que dependiendo del tamaño del archivo este sea cambiado una vez por mes.

2.1.7.9 Tamaño del archivo versus cantidad de puntos. Es importante notar que el archivo tiene un tamaño de números de puntos limitados que se pueden crear. No mas que un cuarto de los archivo grabados podrían ser alojados en el almacenamiento primario, si el alojamiento de las grabaciones primarias se agota, se obtendrá un error si se intenta crear un punto adicional. Regularmente para este caso el archivo primario no se encuentra lleno, se podría forzar a los archivos a cambiar la magnitud del tamaño para poder crear puntos adicionales.

2.1.7.10 Excluyendo archivos del cambiado. La variación del tamaño de los archivos puede ser cambiada, sin embargo, los archivos que son muy pequeños para acomodar el numero de puntos en el *Point Database* son automáticamente excluidos de los archivos cambiantes.

Tanto los archivos fijos como los dinámicos tienen una bandera llamada capacidad de cambio (shift enable flag). Si la bandera es cero entonces los

archivos no pueden participar en el cambio de archivos. Esta bandera no se puede manipular pero puede ser vista utilizando la herramienta *piartool-al*.

La creación de archivo con la herramienta archivos *off-line* ya sean archivos fijos o dinámicos hace que no sean cambiables y por esto su bandera de cambio siempre está en cero.

La creación de archivos con la herramienta *piarcreate* y *piartool* ya sean archivos dinámicos o fijos hace que estos sean cambiables y la bandera de capacidad de cambio está en uno. Si embargo después de que los datos del archivo son cambiados dentro de un archivo dinámico la bandera de capacidad de cambia es puesta a cero. Esto quiere decir que los datos solo pueden cambiarse dentro, una sola vez, los datos pueden ser cambiados dentro de un archivo fijo varias veces.

Si se deseara excluir un archivo fijo de un cambio, se tendrá que usar la herramienta archivos *off line* para copiar este archivo a un archivo no cambiante.

2.1.8 Seguridad. Los archivos del sistema PI son típicamente usados en los sistemas de producción en los cuales una correcta y confiable operación es importante, por estas razones es necesario que un mecanismo de seguridad este disponible para proteger al sistema PI contra falsificaciones o accidentes intencionales, este debe incluir seguridad en operaciones del sistema,

seguridad física , seguridad en la red y otros niveles de seguridad en el sistema PI.

2.1.8.1 Nombre de usuario y password. El *firewall* del sistema PI provee un primer nivel de control de acceso, basado en la dirección de red del cliente. Si una conexión exitosamente pasa el *firewall* del sistema PI, la identificación de usuario y el *password* provee otro nivel de seguridad de acceso al sistema PI.

El sistema PI tiene su propio numero de identificación y *password* de seguridad.

Las aplicaciones clientes son responsables por el uso de un nombre y *password* para una única identificación en el sistema PI. Los usuarios controlan sus *password* con la herramienta *pietpass* para cambiarlo, un *password* nulo es aceptado, pero no es recomendable.

2.1.9 Tabla de estados digitales. La tabla de estados digitales contiene los grupos de estados digitales, un grupo de estados digitales contienen un nombre y consiste de una lista de estados digitales algunas veces llamados cadenas de estados digitales. Por ejemplo, se puede definir un grupo de estados digitales como un grupo de estados de una válvula de dos estados open y close.

Cuando recibimos cadenas de estados digitales usamos el PI-API. note que la cadena de estados digitales será truncado a los 12 caracteres.

2.1.9.1 Grupo de estados del sistema para todos los puntos Por defecto este grupo es llamado el grupo system y contiene estados digitales que podrían aplicarse a cualquier tag. La siguiente tabla describe algunos.

Los estados digitales del grupo contienen todas las cadenas de estados digitales.

Tabla 5. Estados digitales típicos

state	Use
i/o timeout	interfaces use this state to indicate that communication with a remote device has failed.
no data	trends use this state for time periods where there are no archive values for a tag.
under range	for float16 point types, this state indicates a value that is less than the zero for the tag.
over range	for float16 point types, this state indicates a value that is greater than the top of range (zero+span) for that tag.
pt created	a tag is given this state when it is created. this is the value of a tag before any values have been put into the system for that tag.
shutdown	all tags that are configured to receive shutdown events get set to this state on system shutdown.
bad input	Interfaces use this state to indicate that a device is reporting bad status.

## 3. SINTONIZACIÓN

### 3.1 CONDICIONES INICIALES DEL SISTEMA.

ECOPETROL Refinería Cartagena es una empresa donde se refina el petróleo crudo y por tal motivo es importante en términos económicos realizar diariamente un balance másico<sup>1</sup> (carga vs producto), el cual no debe superar un margen de error de  $\pm 2\%$ . Este se hace a través de un calculo que lo realiza un sistema llamado MDO o RIS que dispara un proceso que invoca al promedio PI de las ultimas cuatro horas. El promedio PI, es un promedio ponderado o sumatorias de áreas bajo la curva representativa de la variable de proceso. En PI, la representación del proceso se hace mediante la interpolación de datos almacenados, los cuales para efecto de desempeño y optimización obedece a un algoritmo de excepción y compresión de datos. Este algoritmo en términos generales se basa en un porcentaje de compresión y es: almacena un dato cada vez que hay un cambio “representativo” en el valor de la variable. Para el caso de las plantas los expertos en el sistema PI configuraron un valor por defecto, considerado buena practica (sin previo análisis) de 2%. Este valor, para casos críticos como el de la carga de crudo es demasiado alto, ya que PI

---

<sup>1</sup> En el balance másico el volumen del petróleo crudo debe ser igual al volumen de la suma de sus productos derivados.

almacenaría cada vez que note un cambio significativo equivalente a 1600 barriles aproximadamente. De igual forma para otras variables.

Si pasada las cuatro horas, el proceso MDO o RIS invoca el promedio PI, que para algunas variables, la curva representativa no se ha reproducido en su totalidad para este periodo (4 horas), se calcularía el promedio PI con los valores almacenados conjuntamente con el valor del snapshot en ese instante (no necesariamente este valor será el valor almacenado). Un tiempo después, el promedio para ese mismo periodo de esas variables puede ser un poco distinto, ya que le pudieron llegar eventos (valores) que le hacen terminar la reproducción de la curva característica, o el ultimo snapshot es distinto. Esto estaría reflejando una representación errónea del comportamiento de las variables.

### 3.1.1 Representación gráfica de las variables ejemplares por tipo de planta

**3.1.1.1 Cobertura.** Con estas gráficas se quiere mostrar como estaba la representación fiel de las variables que intervienen en el balance másico de las plantas Viscosreductora , Crudo, Cracking y Polimerización antes del análisis de configuración de los parámetros de excepción y compresión. Los valores de interés en esta sección son aquellos que están antes de la configuración de los parámetros (línea que se ve puesta a cero). En esta configuración se deshabilitó la compresión para poder analizar el comportamiento de estas variables.

La organización de esta sección se encuentra por plantas, en las cuales se tomará las variables ejemplares para flujos, temperaturas y presiones. De tal manera que pueden ser representadas todas las variables que influyen en el análisis. Posteriormente, en la sección siguiente, se darán las pautas para la sintonización de las variables partiendo de un previo análisis, en donde se tomará las mismas variables presentadas en esta sección para analizarlas y configurarlas su entrada a PI, es decir, sus parámetros de excepción y compensación.

*Nota, los valores mas bajos a 600 barriles (mínimo valor alcanzado) representan la configuración del sistema, esto aplica a todas las variables*

### 3.1.1.2 Viscorreductora.

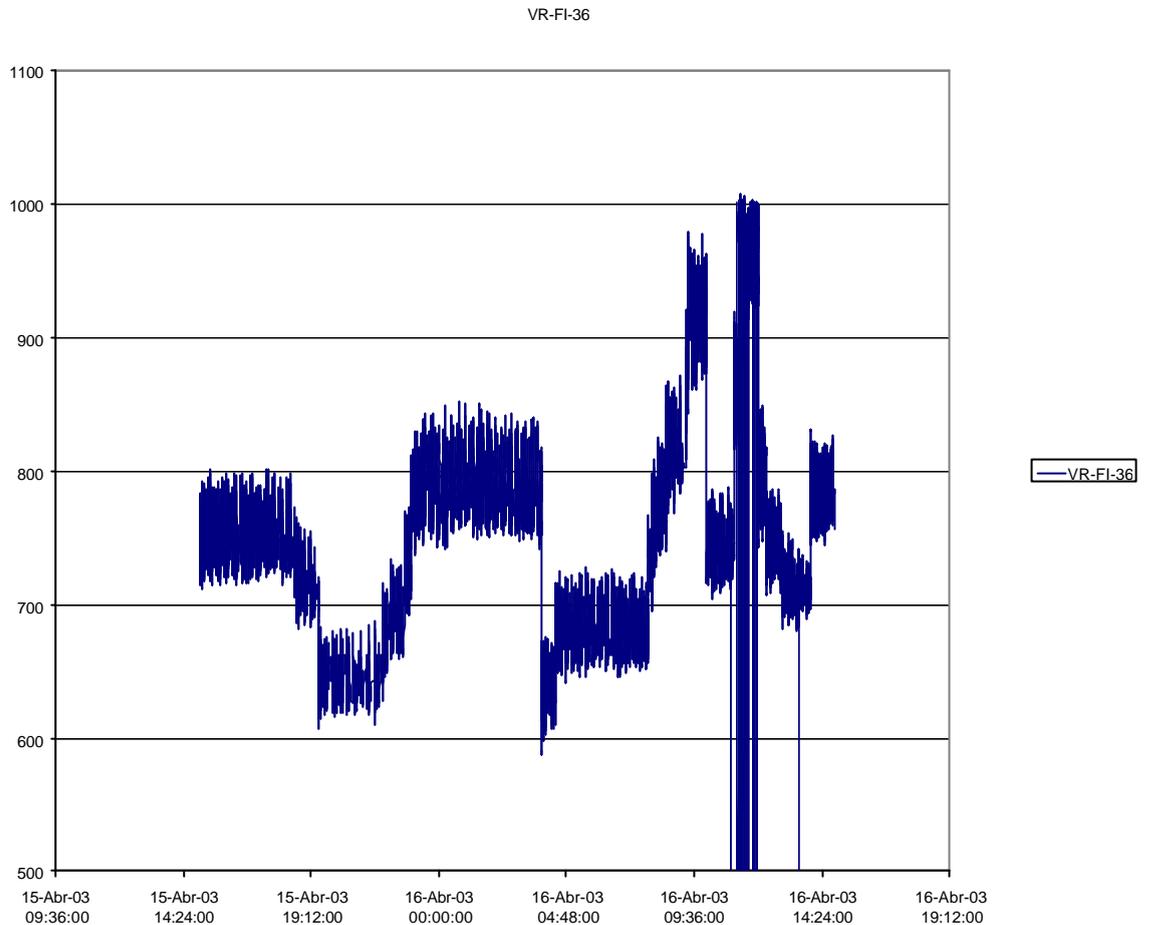


Figura 8. Flujo alta variabilidad y bajo rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de bajo rango y alta variabilidad. Corresponde a gasoleo liviano producto--flujo de volumen liquido VR-FI-36. Como se puede ver, tiene 2 frecuencia de variaciones, una alta (tiene una variación de 50 barriles cada medio segundo aproximadamente) y una baja tipo senoidal ( tiene una variación de 200 barriles cada 4 horas). El máximo valor alcanzado es 1000 barriles y el mínimo valor alcanzado es 600 barriles.

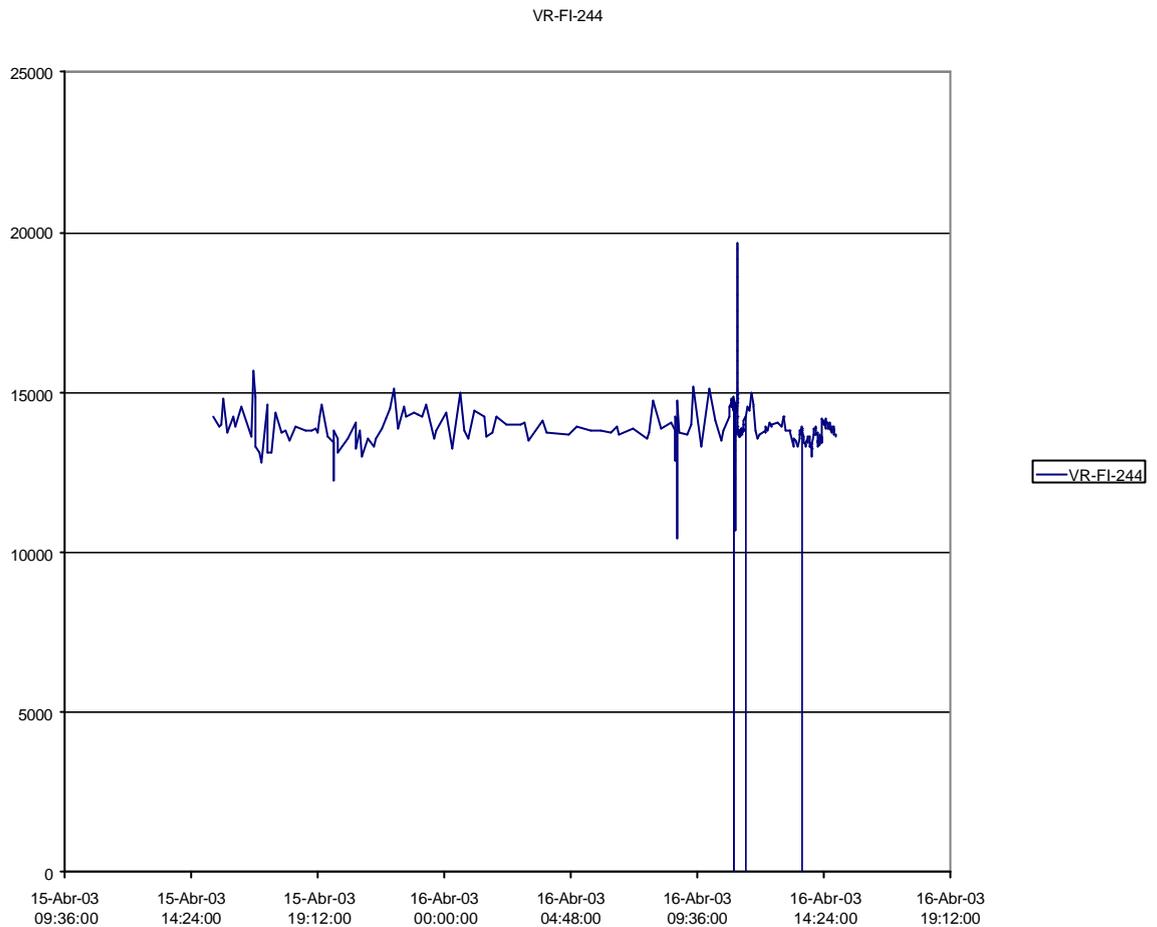


Figura 9. Flujo baja variabilidad y alto rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de alto rango y baja variabilidad. Esta corresponde a fondos de la T-202 a combustoleo-- flujo de volumen líquido VR-FI-244. Que como se puede ver, tiene una frecuencia de variación irregular de 800 barriles cada 11 minutos aproximadamente. El máximo valor alcanzado es 19653 barriles y el mínimo valor alcanzado es 10400 barriles.

VR-FI-129

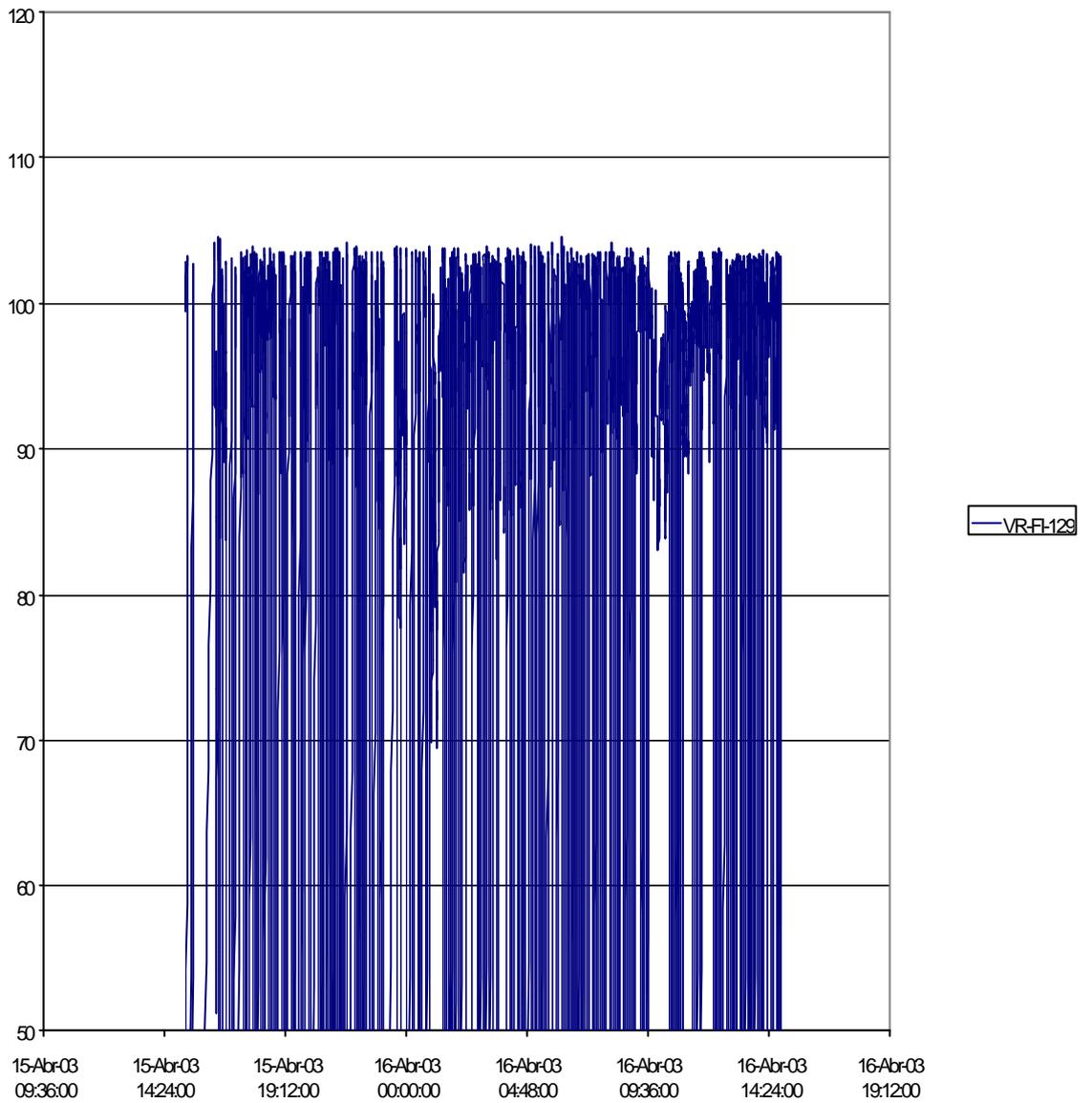


Figura 10. Flujo variable fuera de lo normal

Esta es una gráfica particular. Esta corresponde a gas del VR-D-117 a descarga de PS-C-301--flujo de volumen gas VR-FI-129. Que como se puede

ver es muy fluctuante. Muchos de los valores se encuentran en alto rango o bajo rango y su máximo valor es de 103 barriles.

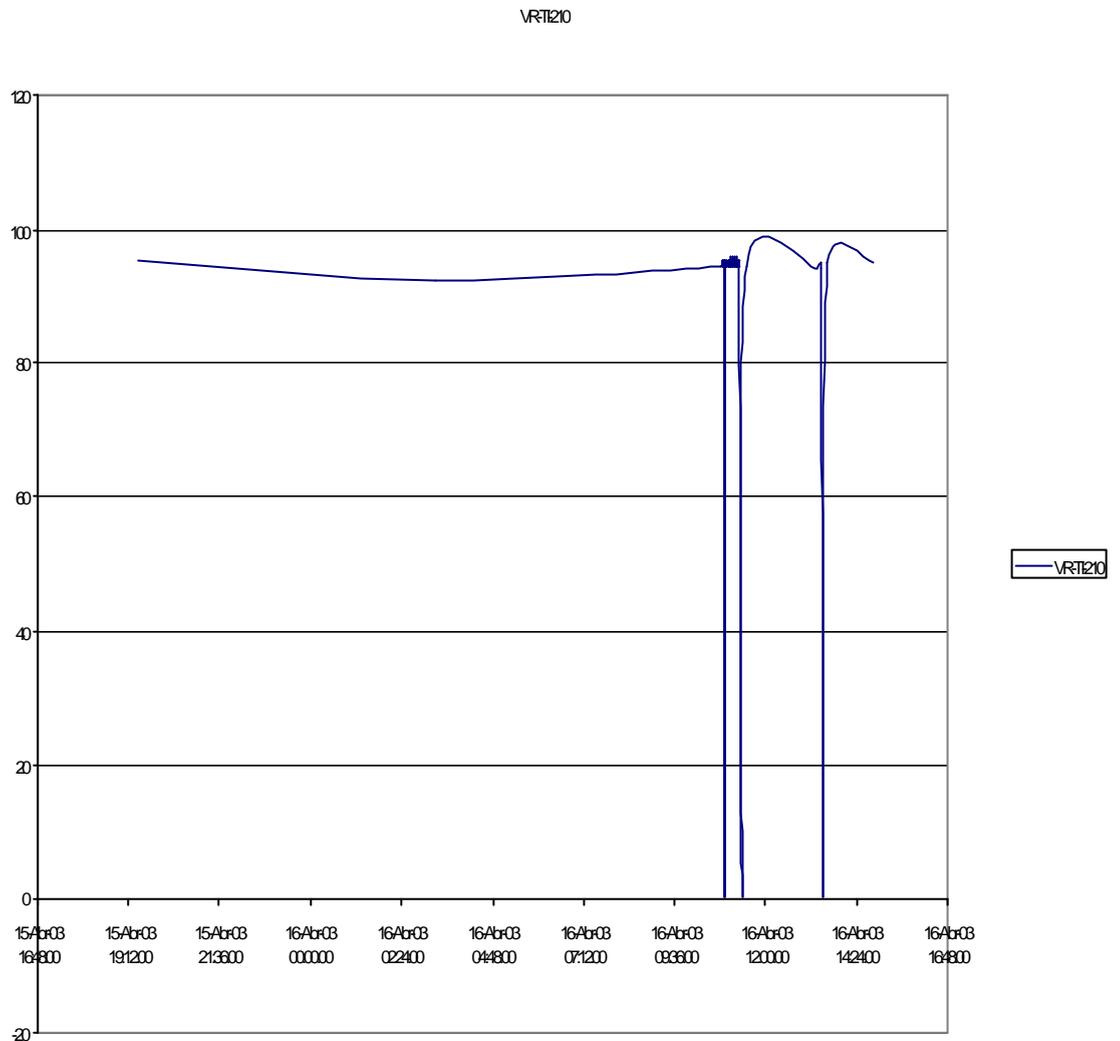


Figura 11. Temperatura bajo rango

Esta es una gráfica representativa de temperaturas de bajo rango. Esta corresponde a temperatura de producción de Keroseno VR-TI-210. Que como

se puede ver, es constante a un valor promedio de 94°F. El máximo valor alcanzado es 95°F y el mínimo valor alcanzado es 93°F.

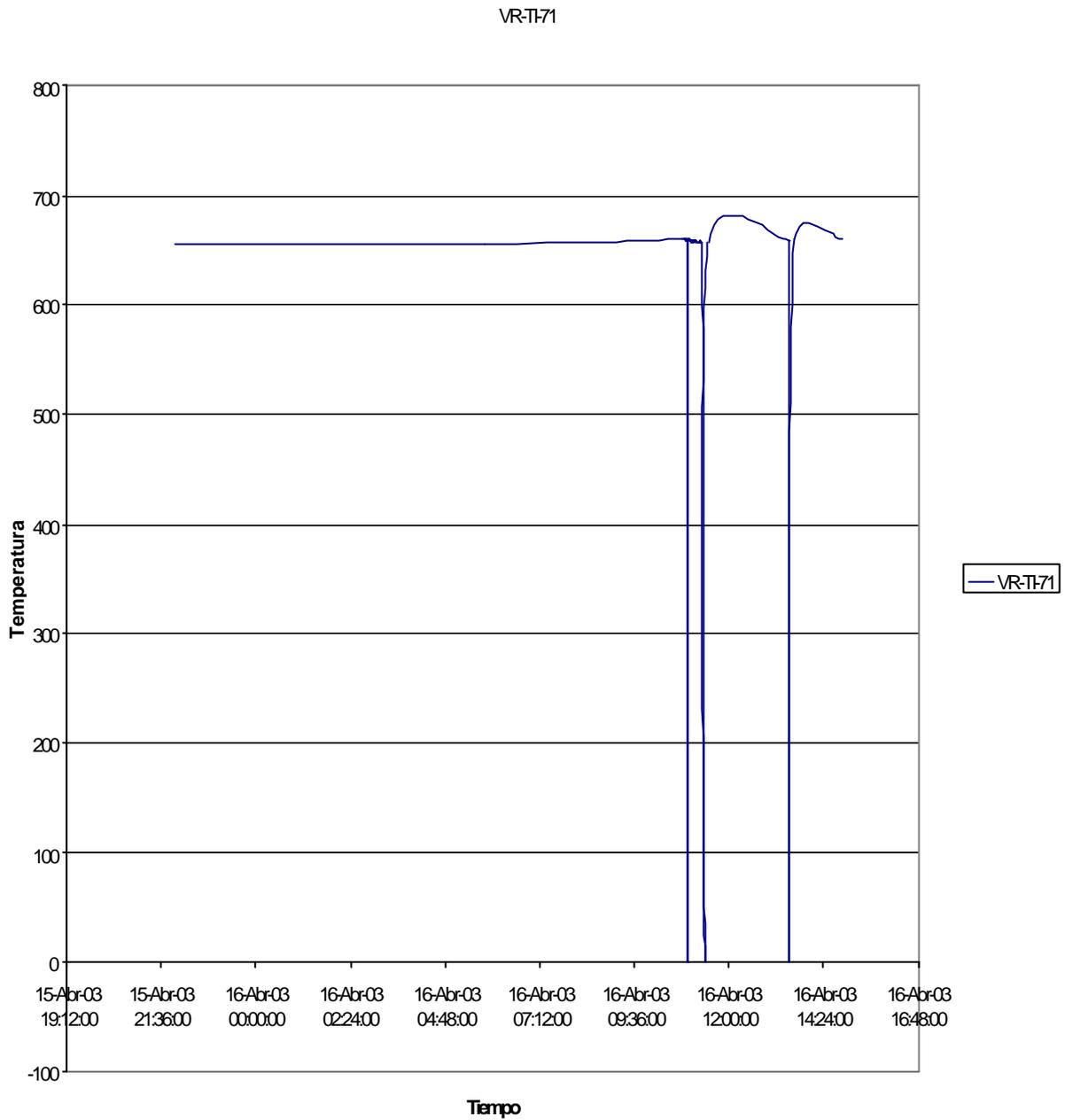


Figura 12. Temperatura alto rango

Esta es una gráfica representativa de temperaturas de alto rango. Esta corresponde a medidor de temperatura de la Brea al VR-F-201—temperatura VR-TI-71. Que como se puede ver, es constante a un valor promedio de 655°F. El máximo valor alcanzado es 656°F y el mínimo valor alcanzado es 654°F.

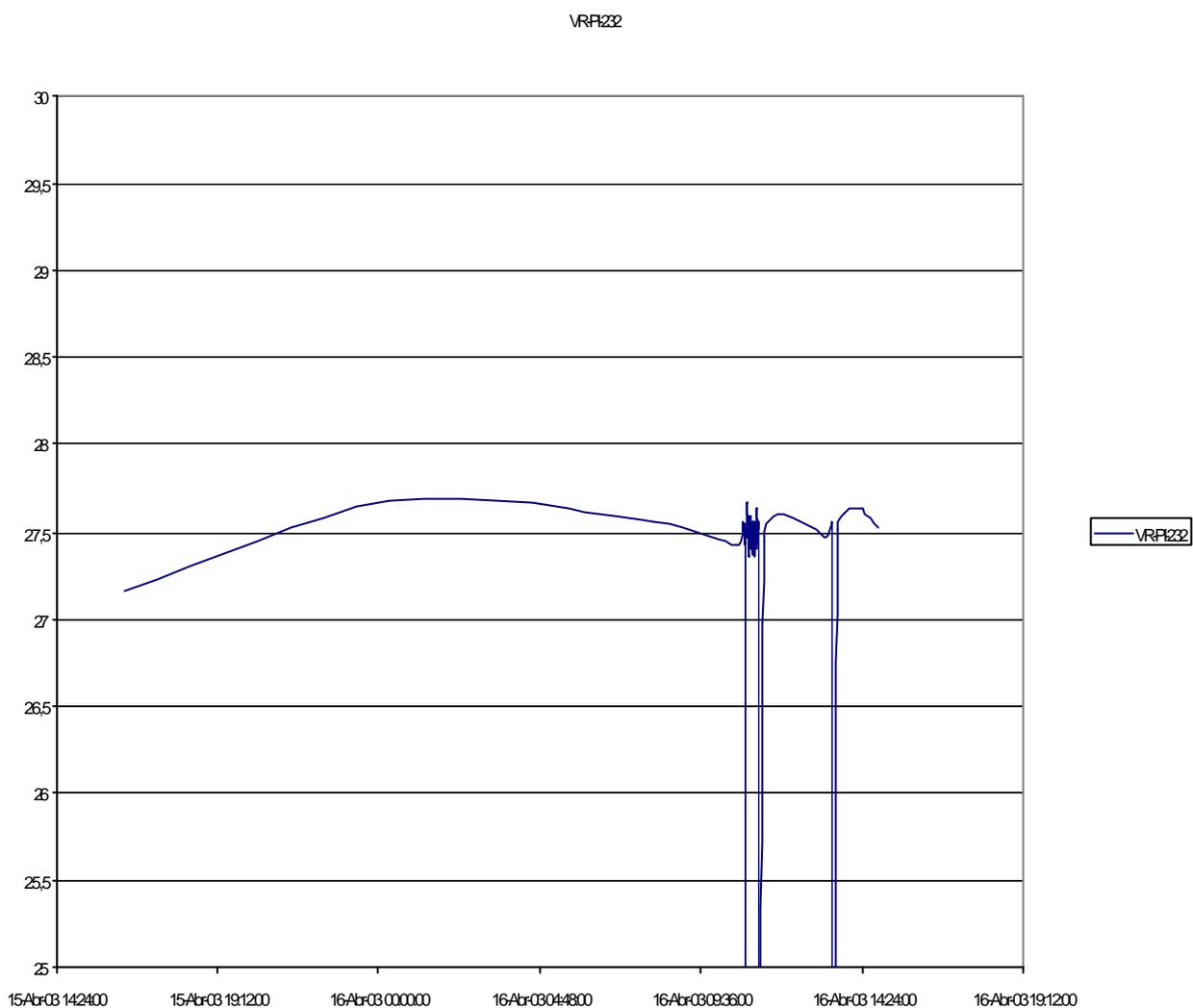


Figura 13. Presión

Esta es una gráfica representativa de presiones. Esta corresponde a presión del sistema atmosférico--presión VR-PI-232. Que como se puede ver, es constante a un valor promedio de 27.5 PSI. El máximo valor alcanzado es 27.67 PSI y el mínimo valor alcanzado es 27.15 PSI.

### 3.1.1.3 Crudo

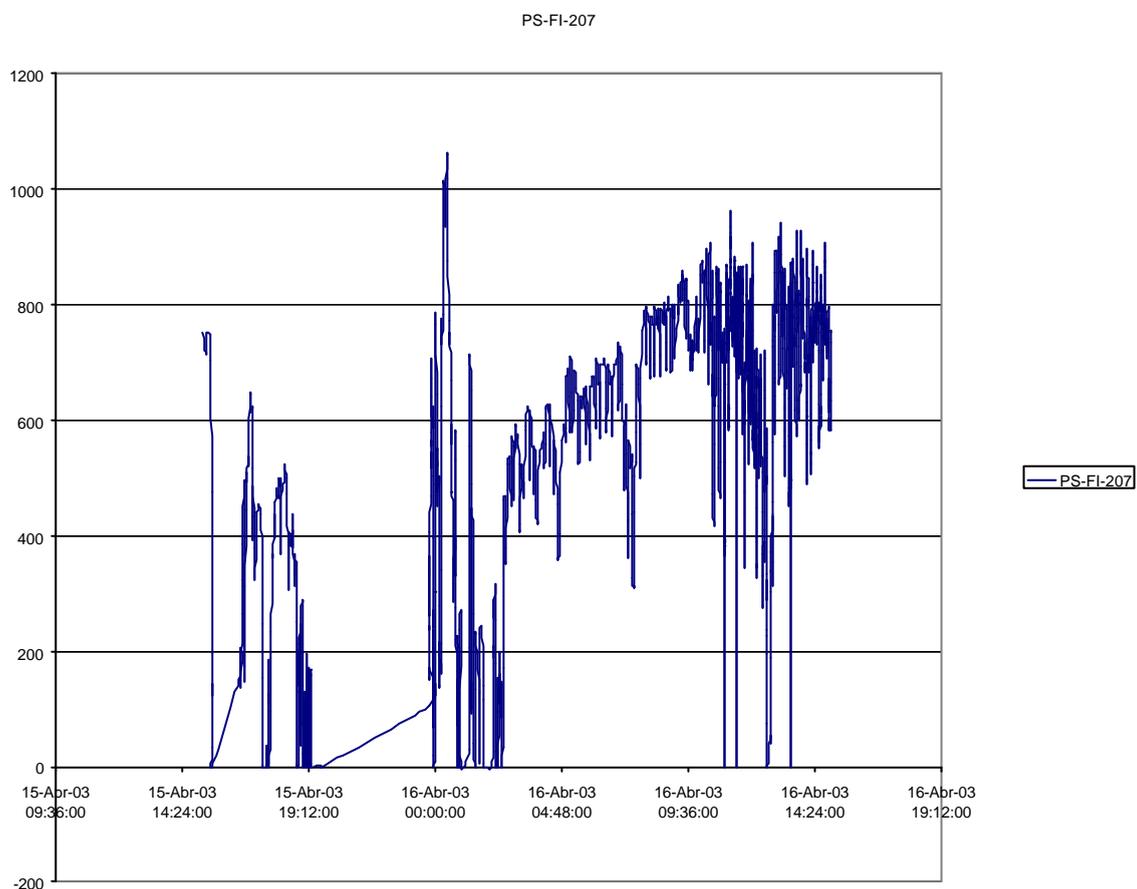


Figura 14. Flujo alta variabilidad y bajo rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de bajo rango y alta variabilidad. Esta corresponde a gas del PSD201 para amina--flujo de volumen gas PS-FI-207. Que como se puede ver, presenta alta variación en relación a su span. El máximo valor alcanzado es 1061 barriles y el mínimo valor alcanzado es 0 barriles.

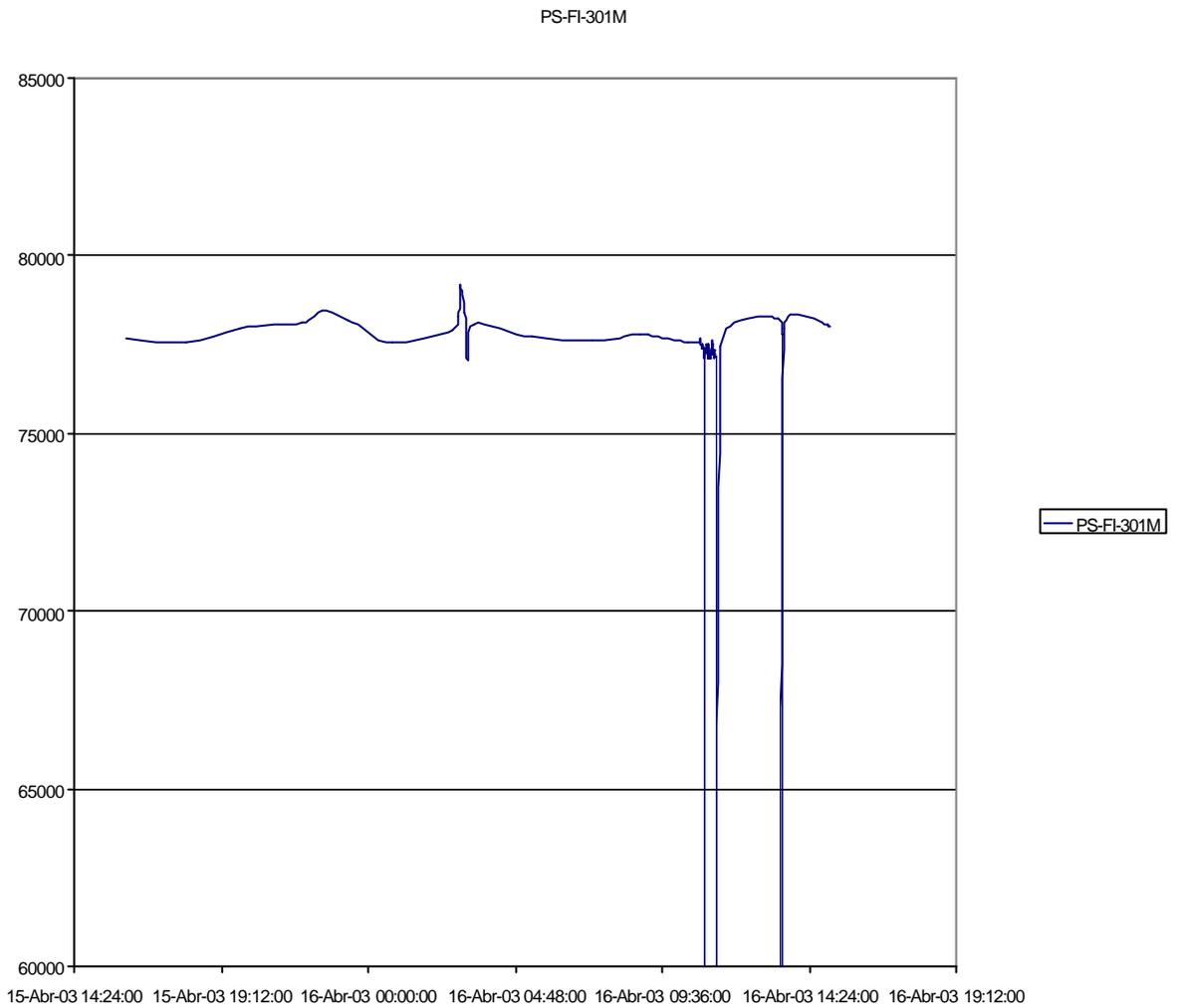


Figura 15. Flujo baja variabilidad y alto rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de alto rango y baja variabilidad. Esta corresponde a carga de crudo a PSF-1/301--flujo volumen líquido corregido PS-FI-301M. Esta es una de las pocas gráficas de flujo que presenta estabilidad a pesar de su promedio 77700 barriles, tiene como valores máximos y mínimos 79000 y 77000 respectivamente. Esto es debido a que previamente esta variable se configuro ya que con ella fue que se diagnostico el problema de balance antes mencionado.

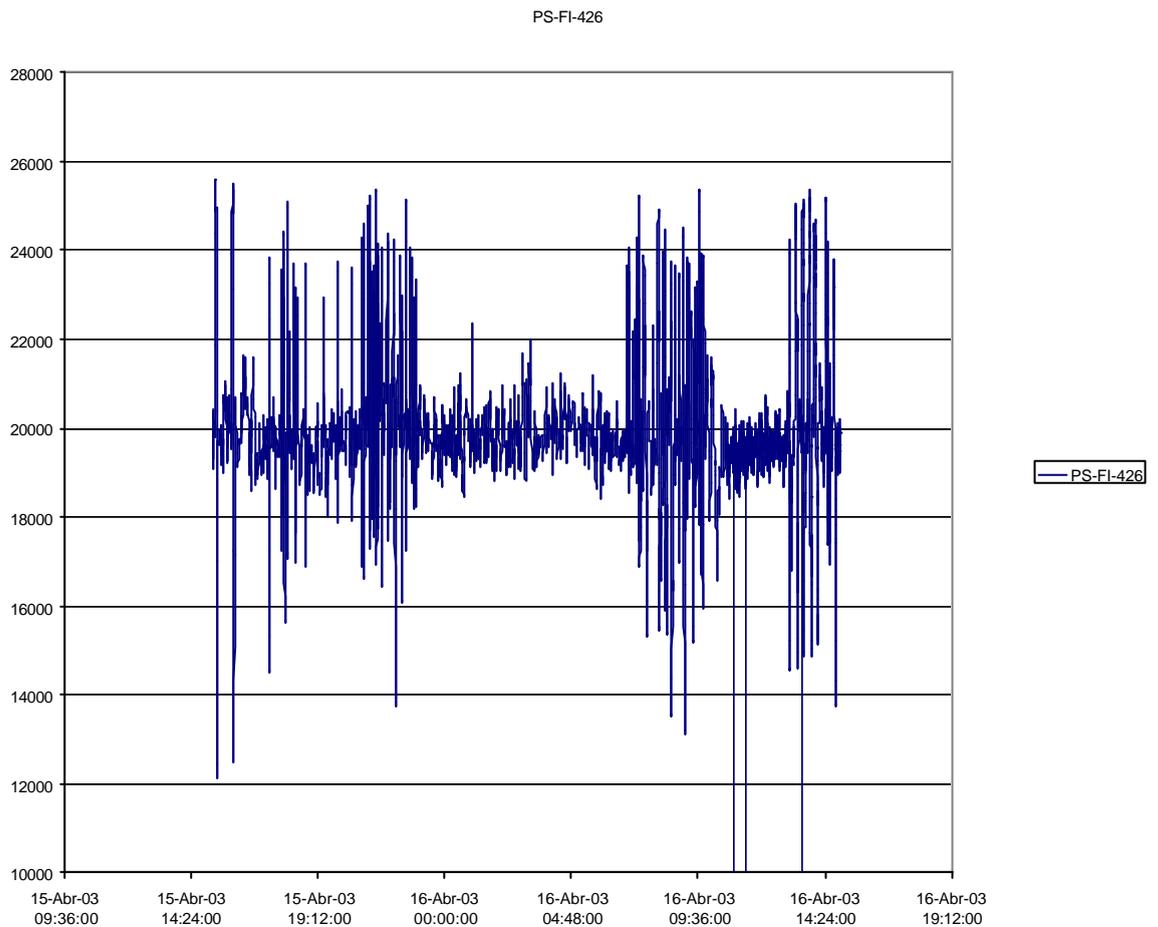


Figura 16. Flujo alta variabilidad y alto rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de alto rango y alta variabilidad. Esta corresponde a brea virgen de PS-T-401--flujo de volumen líquido PS-FI-426. Que como se puede ver, presenta alta variación en relación a su span. El promedio de esta es de 20000 barriles aproximadamente. El máximo valor alcanzado es 25600 barriles y el mínimo valor alcanzado es 12000 barriles.

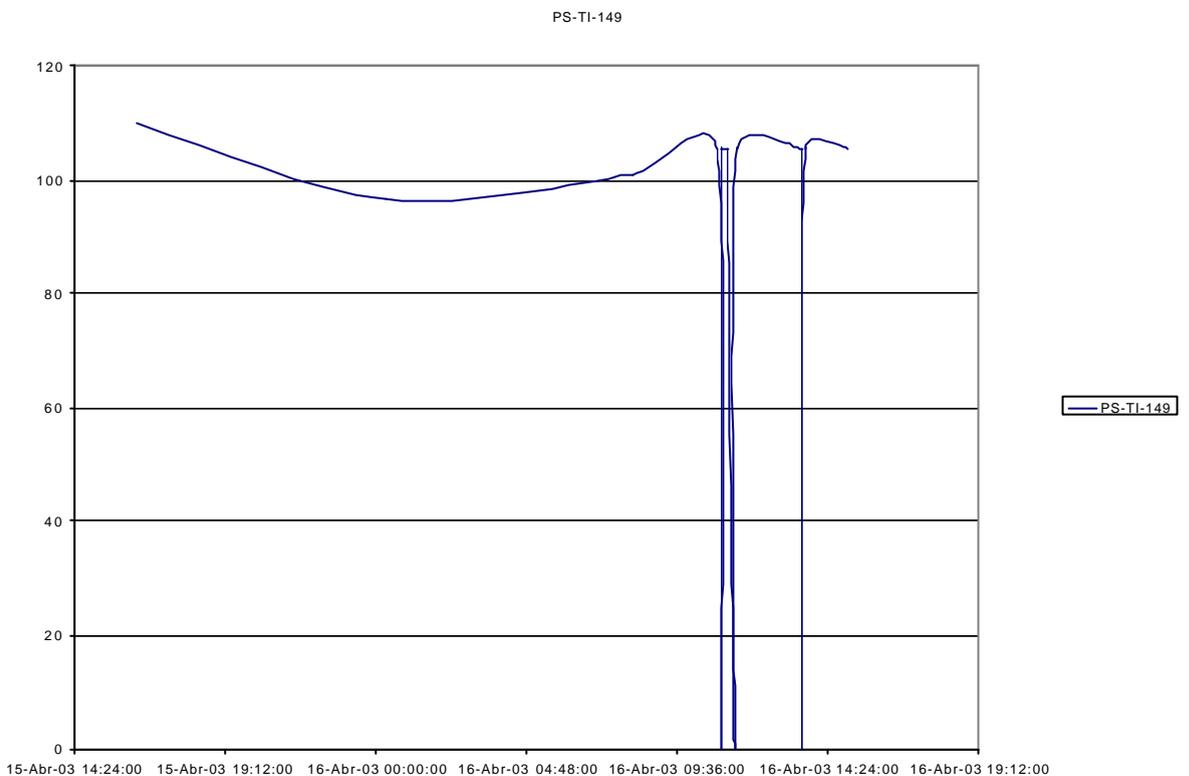


Figura 17. Temperatura bajo rango

Esta es una gráfica representativa de temperaturas de bajo rango. Esta corresponde a queroseno de PS-E-305--temperatura PS-TI-149. Que como se puede ver, presenta una leve variación parecido a una catenaria cuyo punto

promedio es de 100°F. El máximo valor alcanzado es 109°F y el mínimo valor alcanzado es 96°F.

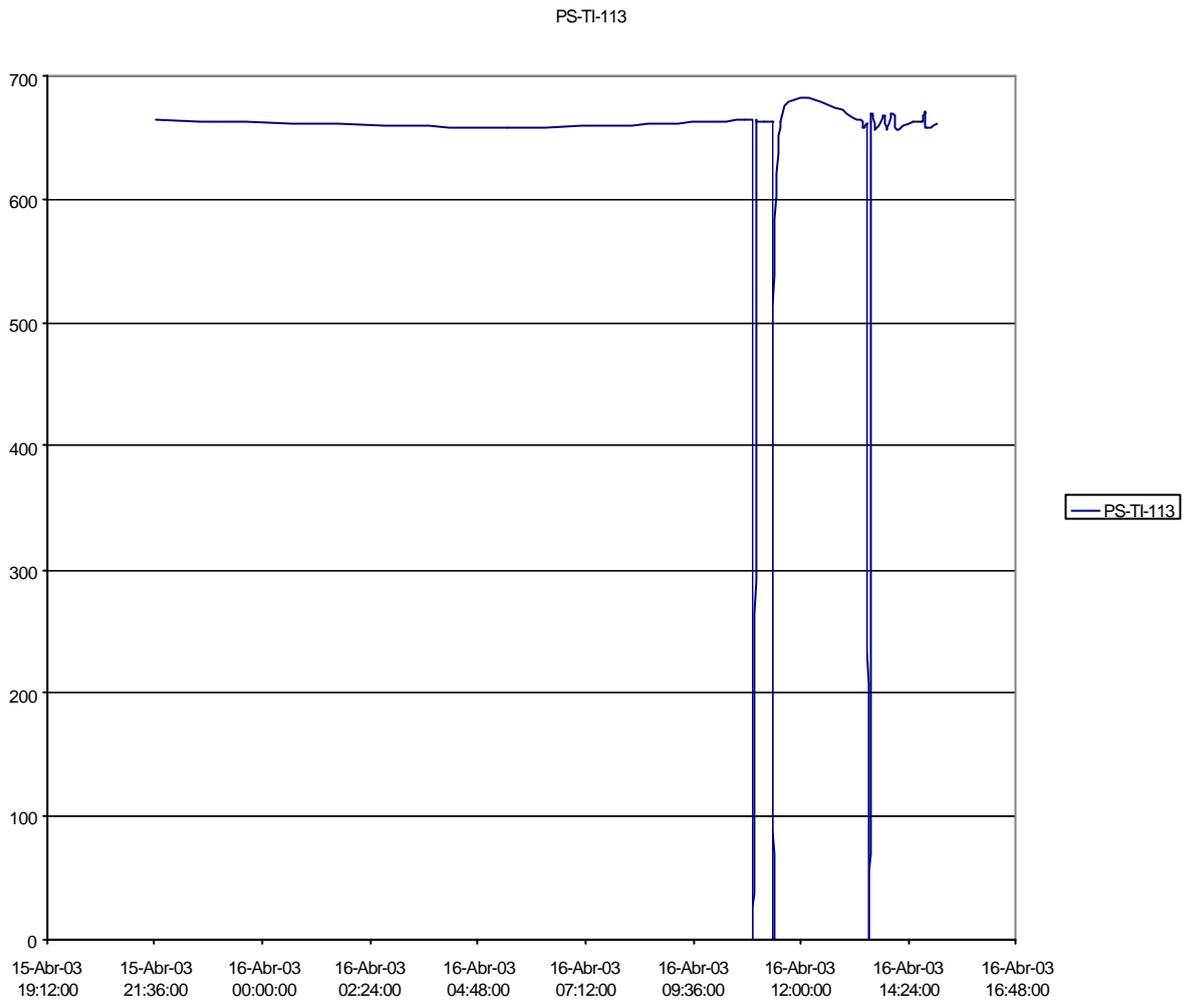
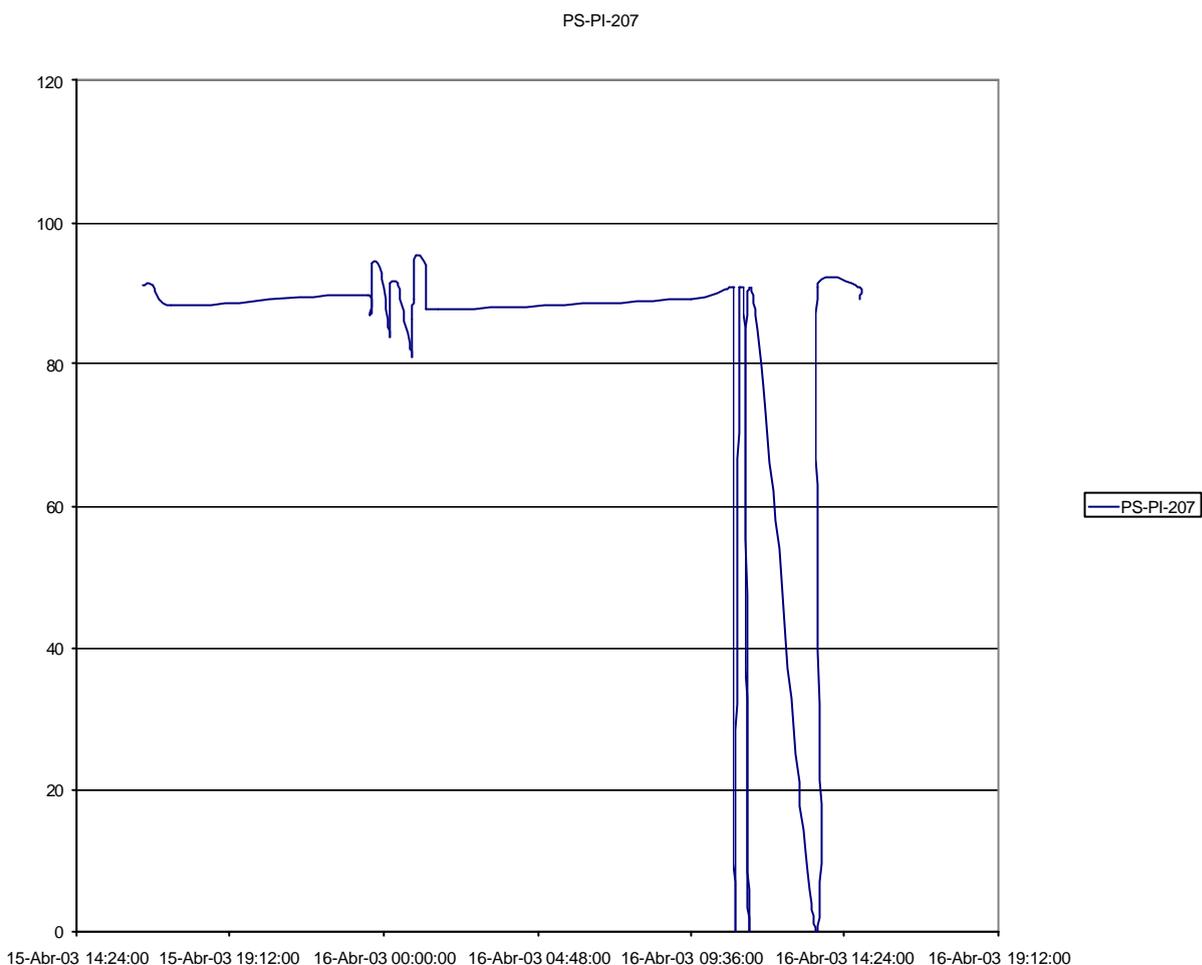


Figura 18. Temperatura alto rango

Esta es una gráfica representativa de temperaturas de alto rango. Esta corresponde a breca virgen de T401--temperatura PS-TI-113. Que como se

puede ver, es constante a un valor promedio de 663<sup>a</sup>F. El máximo valor alcanzado es 668<sup>a</sup>F y el mínimo valor alcanzado es 658<sup>a</sup>F.



*Figura 19. Presión*

Esta es una gráfica representativa de presiones. Esta corresponde a gas del PS-D-201 para amina--presión PS-PI-207. Que como se puede ver, es

constante a un valor promedio de 87 PSI. El máximo valor alcanzado es 95 PSI y el mínimo valor alcanzado es 81PSI.

### 3.1.1.4 Cracking

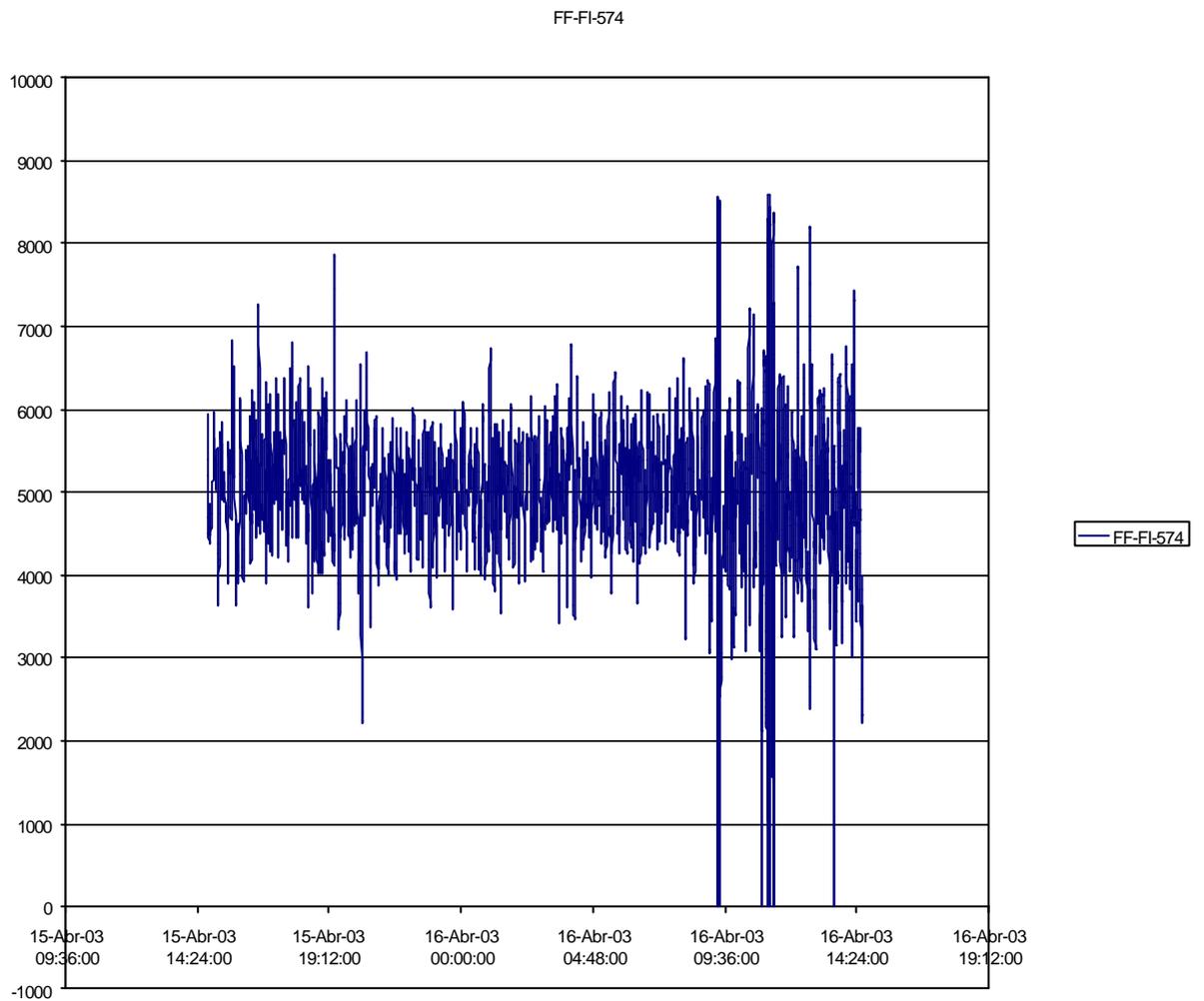


Figura 20. Flujo alta variabilidad y bajo rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de bajo rango y alta variabilidad. Esta corresponde a ALC a TK --flujo de volumen liquido FF-FI-574. Que como se puede ver, tiene variación alta. El promedio de este flujo oscila en 5000 barriles. El máximo valor alcanzado es 7846 barriles y el mínimo valor alcanzado es 2228 barriles.

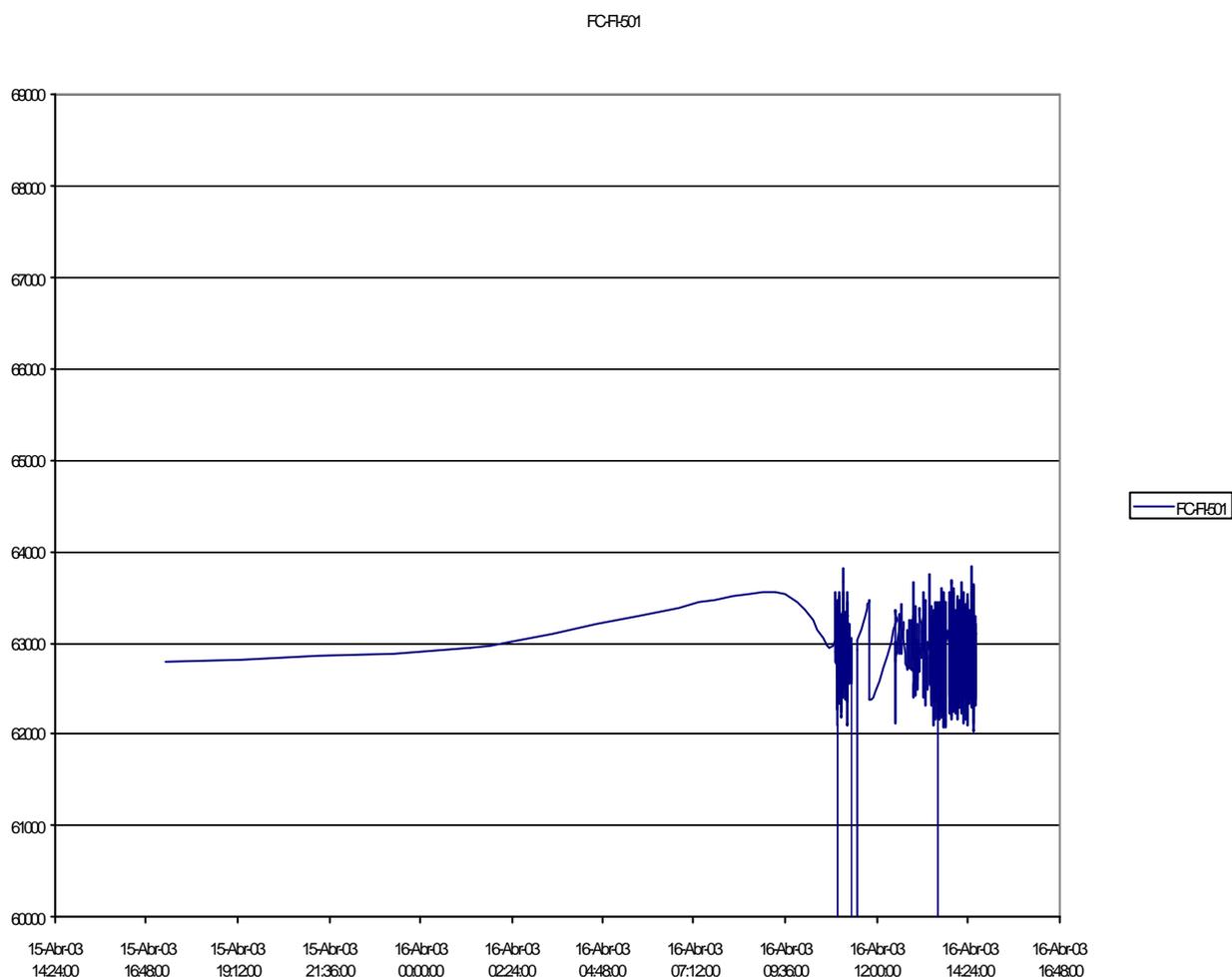


Figura 21. Flujo alto rango y baja variabilidad

Esta es una gráfica representativa de flujos de alto rango y baja variabilidad. Esta corresponde a aire a C501--flujo de volumen gas FC-FI-501. Que como se puede ver, tiene variación alta. El promedio de este flujo oscila en 63000 barriles. El máximo valor alcanzado es 63548 barriles y el mínimo valor alcanzado es 62782 barriles.

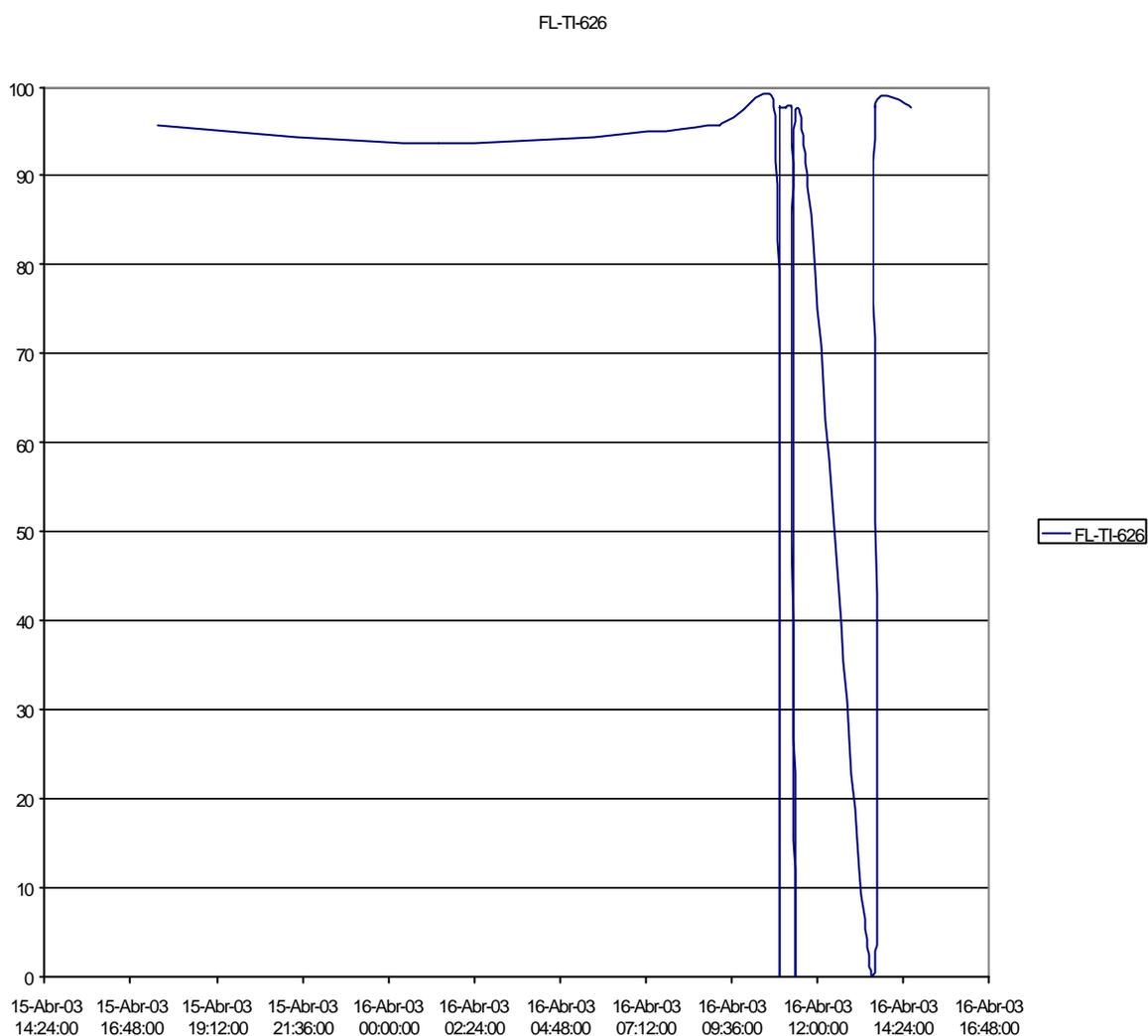


Figura 22. Temperatura bajo rango

Esta es una gráfica representativa de temperaturas de bajo rango. Esta corresponde a cima de FL-T-602--temperatura FL-TI-626. Que como se puede ver, presenta una leve variación parecido a una catenaria cuyo punto promedio es de 94.5°F. El máximo valor alcanzado es 95.5°F y el mínimo valor alcanzado es 93.5°F.

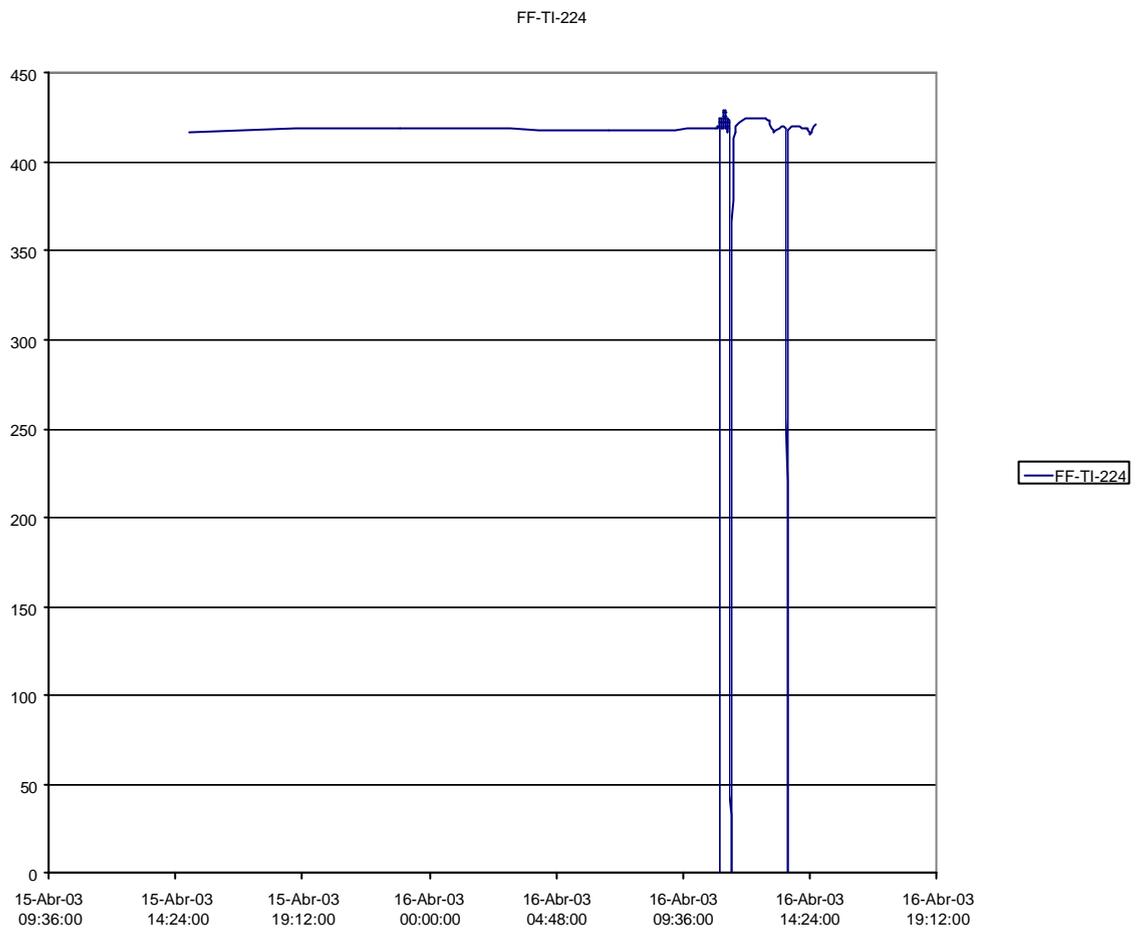


Figura 23. Temperatura alto rango

Esta es una gráfica representativa de temperaturas de alto rango. Esta corresponde a cima de FL-T-602--temperatura FF-TI-224. Que como se puede ver, es constante el valor promedio es de 423<sup>a</sup>F. El máximo valor alcanzado es 429<sup>a</sup>F y el mínimo valor alcanzado es 416<sup>a</sup>F.

### 3.1.1.5 Polimerización

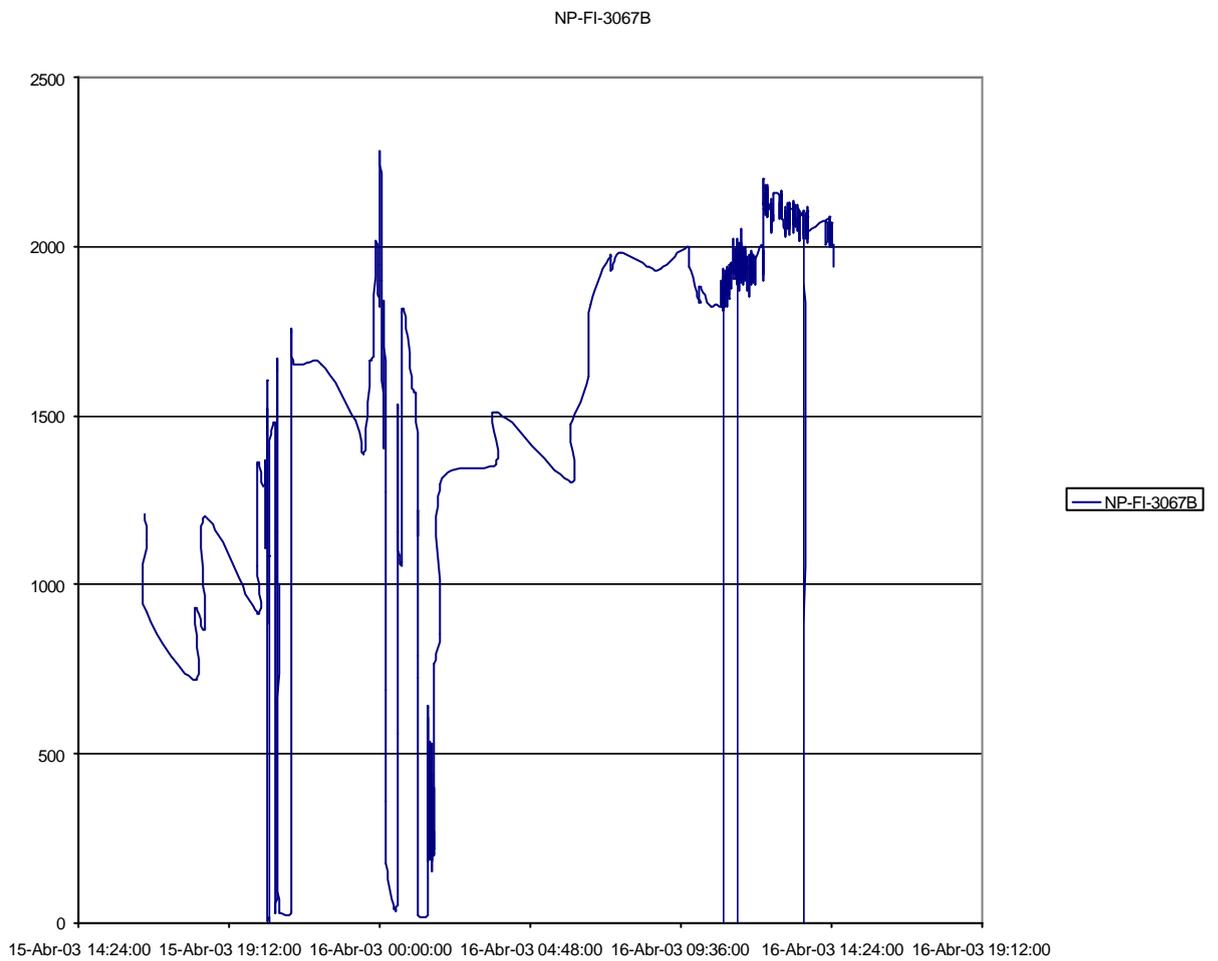


Figura 24. Flujo alta variabilidad y bajo rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de bajo rango y alta variabilidad. Esta corresponde a propano producto NP-D-6 --flujo de volumen liquido NP-FI-3067B. Que como se puede ver, tiene alta variabilidad. El promedio de esta variable oscila 1000 barriles. El máximo valor alcanzado es 2000 barriles y el mínimo valor alcanzado es 0 barriles.

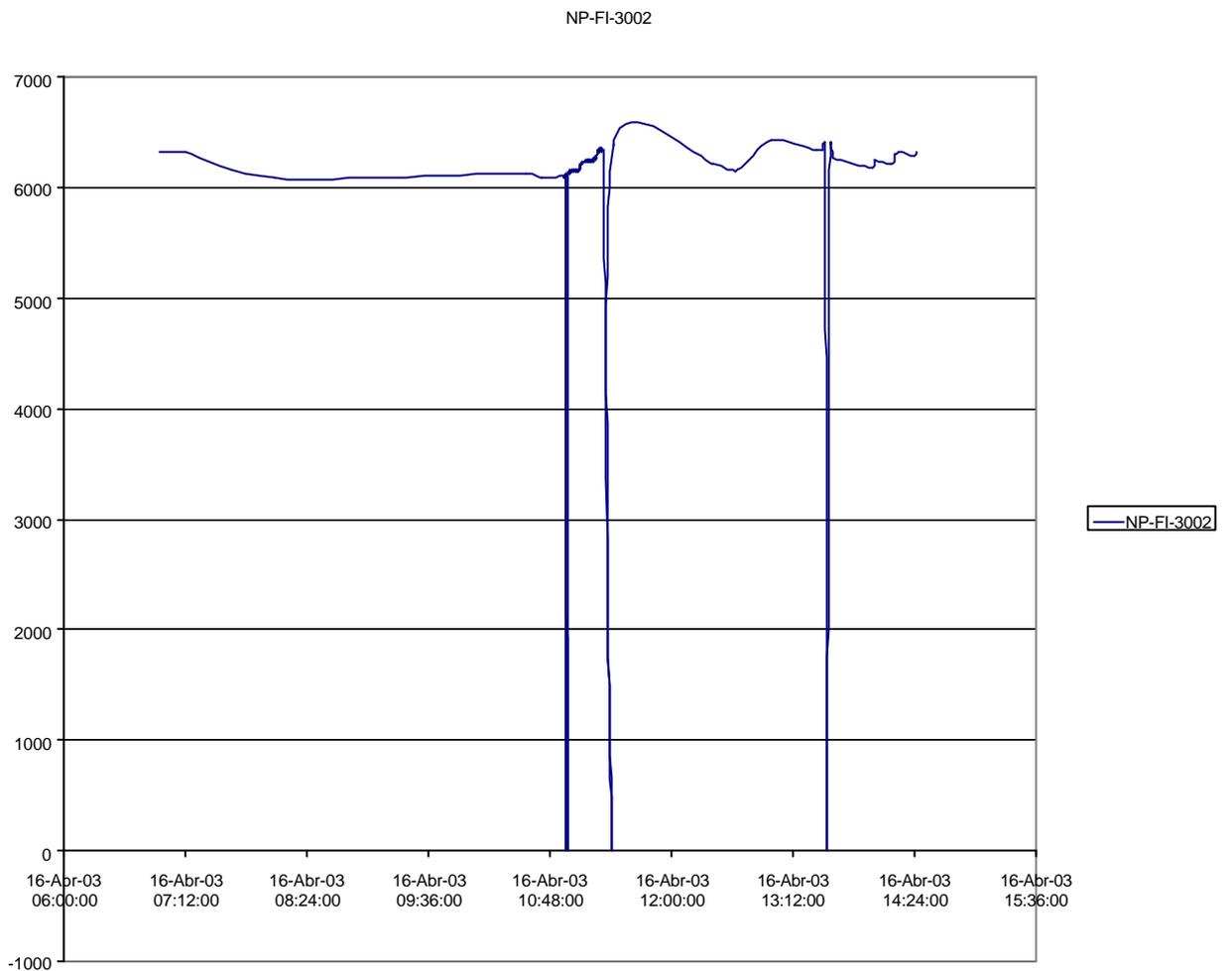
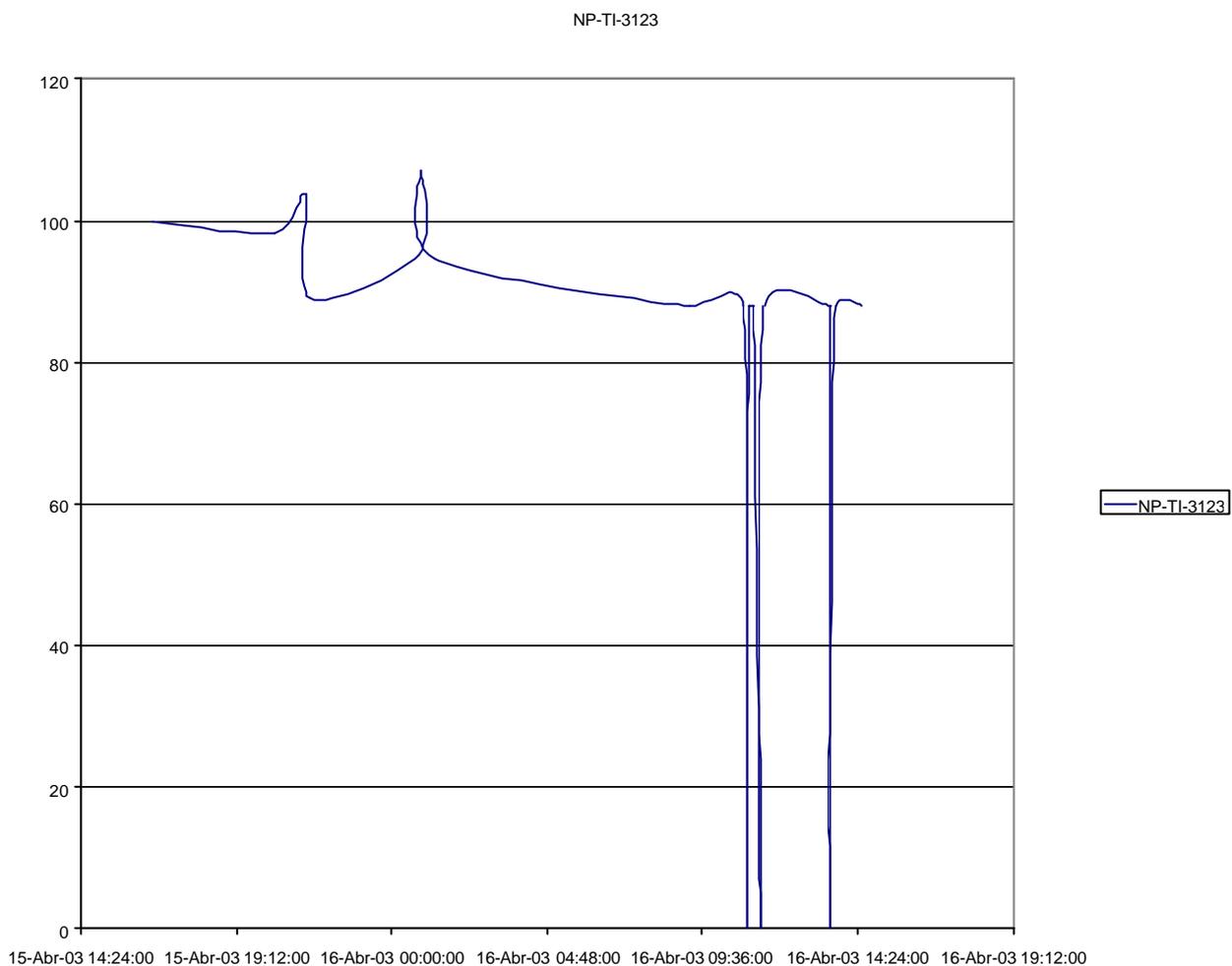


Figura 25. Flujo baja variabilidad y bajo rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de bajo rango y baja variabilidad. Esta corresponde a olefinas de FL-T-601--flujo de volumen líquido NP-FI-3002. Que como se puede ver, tiene variación alta. El promedio de este flujo oscila en 63000 barriles. El máximo valor alcanzado es 63548 barriles y el mínimo valor alcanzado es 62782 barriles.



*Figura 26. Temperatura*

Esta es una gráfica representativa de temperaturas. Esta corresponde a butano producto de NP-D-7 --temperatura NP-TI-3123. Que como se puede ver, presenta una leve variación mas o menos de 10°F para algún tiempo. El promedio de esta variable es de 100°F. El máximo valor alcanzado es 109°F y el mínimo valor alcanzado es 90°F.

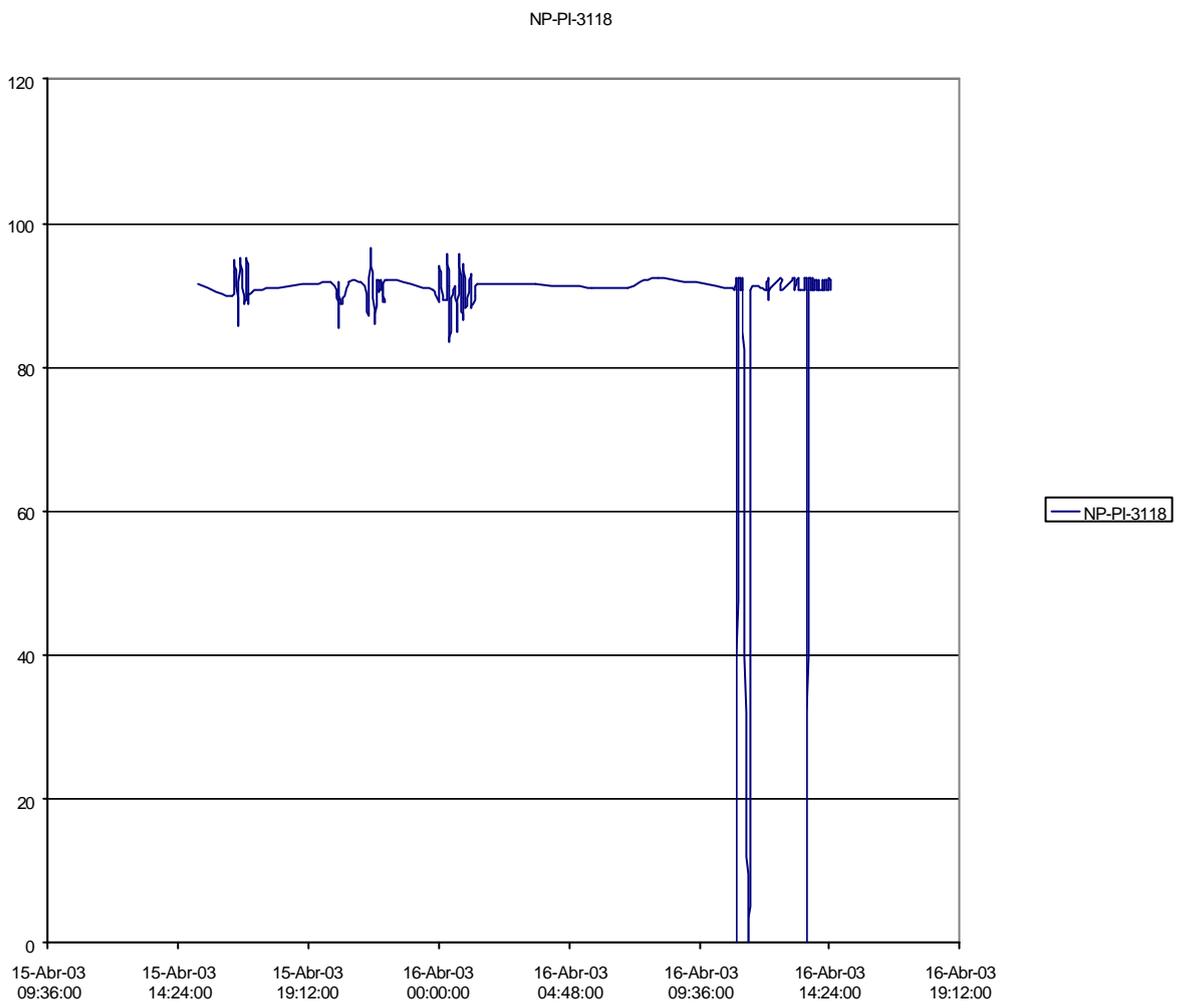


Figura 27. Presión

Esta es una gráfica representativa de presiones. Esta corresponde a cima de NP-T-5--presión NP-PI-3118. Que como se puede ver, es una presión poco variable a un valor promedio de 91PSI. El máximo valor alcanzado es 96 PSI y el mínimo valor alcanzado es 83 PSI.

### 3.2 PAUTAS PARA LA SINTONIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EXCEPCIÓN Y COMPRESIÓN DE LAS VARIABLES DE PROCESO QUE INTERVIENEN EN EL BALANCE MÁSIKO.

El trabajo consistió en encontrar un equilibrio entre el espacio usado para el almacenamiento de la información de un día de trabajo en la planta y la exactitud con que puede ser reconstruida a partir de esta información la situación real del proceso en la planta. Para tal fin se visitó la empresa en cuestión, con el objetivo de entrevistarse con los ingenieros de procesos, los cuales explicaron el comportamiento normal de las variables que influyen en el balance másiko en cada planta. Una vez obtenida esta información, se procedió hacer pruebas de campo críticas, tales como apagar la compresión y colocar la excepción al mismo periodo de scan del DCS (0.04) y tomar datos; hacer combinaciones con otros valores de los parámetros de excepción y compresión {0.5% y 1%, 0.25% y 0.5%, 1% y 2%} siendo estos últimos los que tenia por defecto y nuevamente tomar datos.

El número de variables analizadas en total fueron 81 divididas por plantas de tal forma:

- Viscosreductora -----26 variables
- Cracking -----17 variables
- Crudo -----24 variables
- Polimerización -----14 variables

El análisis que se detallará será el de las variables ejemplares mostradas en la sección de condiciones iniciales del sistema. Este análisis guardará cierta similitud con el del resto de las variables de cada planta.

### 3.2.1 Viscosreductora.

3.2.1.1 Flujo alta variabilidad y bajo rango. VR-FI-36: Este tag corresponde a gasoleo liviano producto--flujo de volumen líquido. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la variabilidad y el rango y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Para esta configuración se tuvo mas en cuenta la alta variabilidad que el bajo rango, de ahí los valores de los parámetros antes mencionados que pudiendo ser mas(3% y 1.5%) sin perder fidelidad en la

representación real de esta variable, se consideró “las buenas practicas” recomendadas por OSI Software (creador del sistema PI). Esto se le hizo saber a los ingenieros de procesos para que quedara a su criterio los nuevos valores de los parámetros.

3.2.1.2 Flujo baja variabilidad y alto rango. VR-FI-244: Este tag corresponde a fondos de la T-202 a combustoleo-- flujo de volumen liquido. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1% y 0.5% respectivamente. Para esta configuración se tuvo mas en cuenta el alto rango que la baja variabilidad, debido a que las variables de alto rango son mas propensas a que presenten variabilidad que no sean notadas si se tienen parámetros muy altos.

En este caso el 1% significa que el sistema PI registraría cambios como mínimo de 150 barriles.

3.2.1.3 Flujo variable fuera de lo normal. VR-FI-129: Este tag corresponde a gas del VR-D-117 a descarga de PS-C-301--flujo de volumen gas. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la variabilidad y el rango y la información previa suministrada por los

ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1.5% y 0.75% respectivamente. En esta configuración se tuvo en cuenta que la variable era muy fluctuante presentando valores under range y over range. Esto debido a que si se utilizaba parámetros muy altos, se pediría fidelidad al representar la variable y si se utilizaba valores muy bajos, se almacenaría mucha información con una mezcla posible de ruido recargando el sistema. Esto se le hizo saber a los ingenieros de procesos con una observación anotada en las tablas de parámetros configurados que sirvieron de retroalimentación.

3.2.1.4 Temperatura bajo rango. VR-TI-210: Este tag corresponde a temperatura de producción de Keroseno. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta el rango y su constancia y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1% y 0.5% respectivamente. Esto debido a que se quería que el sistema PI notara cambios de hasta 1°F como mínimo para esta variable, sin sacrificar la saturación en el almacenamiento de los datos.

3.2.1.5 Temperatura alto rango. VR-TI-71: Este tag corresponde a medidor de temperatura de la Brea al VR-F-201—temperatura. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta el rango y

su constancia y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1% y 0.5% respectivamente. Esto debido a que se quería que el sistema PI notara cambios de hasta 6.5<sup>a</sup>F como mínimo para este variable.

3.2.1.6 Presión. VR-PI-232: Este tag corresponde a presión del sistema atmosférico--presión. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta el rango y su constancia y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1% y 0.5% respectivamente. Esto debido a que como es la presión de la atmósfera, una variable importante considerada por los procesistas no se quiere perder un cambio como mínimo que sea.

### 3.2.2 *Crudo*

3.2.2.1 Flujo alta variabilidad y bajo rango. PS-FI-207: Este tag corresponde a gas del PSD201 para amina--flujo de volumen gas. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Esto debido a que la alta variabilidad provoca mucho

almacenamiento. Al colocar los parámetros en bajo valor pasaría muchos datos al sistema PI congestionando la red. Como es un flujo de un rango máximo de 1000 barriles, se quería que PI notara cambio cada 20 barriles.

3.2.2.2 Flujo baja variabilidad y alto rango. PS-FI-301M : Este tag corresponde a carga de crudo a PSF-1/301--flujo volumen líquido corregido. Los parámetros de compresión y excepción de este flujo ya estaban configurados en 0.5% y 0.25% respectivamente, presentando un optimo funcionamiento.

3.2.2.3 Flujo alta variabilidad y alto rango. PS-FI-426: Este tag corresponde a brea virgen de PS-T-401--flujo de volumen líquido. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Para esta configuración se tuvo mas en cuenta la alta variabilidad que el alto rango, de ahí los valores de los parámetros antes mencionados que pudiendo ser mas(3% y 1.5%) sin perder fidelidad en la representación real de esta variable, se considero “las buenas practicas” recomendadas por OSI Software (creador del sistema PI). Esto se le hizo saber a los ingenieros de procesos para que quedara a su criterio los nuevos valores de los parámetros.

3.2.2.4 Temperatura Bajo Rango. PS-TI-149: Este tag corresponde a queroseno de PS-E-305--temperatura. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta el rango y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Esto debido a que es una temperatura muy constante. Normalmente los datos que registraba el sistema PI no eran por cambios si no por tiempos, es decir, se almacenaba los datos cuando la diferencia de su timestamp excedía el tiempo máximo de compresión.

3.2.2.5 Temperatura alto rango. PS-TI-113: Este tag corresponde a brea virgen de T401--temperatura. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 0.75% y 0.375% respectivamente. Esto debido a que se considera una temperatura importante, para la cual, se quiere que el sistema PI note cambios de 2.5<sup>a</sup>F como mínimo.

3.2.2.6 Presión. PS-PI-207: Este tag corresponde a gas del PS-D-201 para amina--presión. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta el rango y la información previa suministrada por

los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Esto debido a que es una presión estable que en tiempos cortos presenta variabilidad, siendo estos cambios notados por el sistema PI. Normalmente el sistema PI nota cambios de 2 PSI aproximadamente.

### *3.2.3 Cracking*

3.2.3.1 Flujo alta variabilidad y bajo rango. FF-FI-574: Este tag corresponde a ALC a TK --flujo de volumen liquido. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Para esta configuración se tuvo mas en cuenta la alta variabilidad que el bajo rango, de ahí los valores de los parámetros antes mencionados que pudiendo ser mas(3% y 1.5%) sin perder fidelidad en la representación real de esta variable, se considero “las buenas practicas” recomendadas por OSI Software (creador del sistema PI). Esto se le hizo saber a los ingenieros de procesos para que quedara a su criterio los nuevos valores de los parámetros.

3.2.3.2 Flujo alto rango y baja variabilidad. FC-FI-501: Este tag corresponde a aire a C501--flujo de volumen gas. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1% y 0.5% respectivamente. Para esta configuración se tuvo mas en cuenta el alto rango que la baja variabilidad, debido a que las variables de alto rango son mas propensas a que presenten variabilidad que no sean notadas si se tienen parámetros muy altos.

3.2.3.3 Temperatura bajo rango. FL-TI-626: Este tag corresponde a cima de FL-T-602--temperatura. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta el rango y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1.5% y 0.75% respectivamente. Esto debido a que se quería que el sistema PI notara cambios de hasta 1.5°F como mínimo para esta variable, sin sacrificar la saturación en el almacenamiento de los datos.

3.2.3.4 Temperatura alto rango. FF-TI-224: Este corresponde a cima de FL-T-602--temperatura. Por las condiciones que se encontró esta variable en su

estado inicial, teniendo en cuenta el rango y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1% y 0.5% respectivamente. Esto debido a que se quería que el sistema PI notara cambios de hasta 4.2°F como mínimo para esta variable.

### 3.2.4 Polimerización

3.2.4.1 Flujo alta variabilidad y bajo rango. NP-FI-3067B: Este tag corresponde a propano producto NP-D-6 --flujo de volumen líquido. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Esto debido a que la alta variabilidad provoca mucho almacenamiento. Al colocar los parámetros en bajo valor pasaría muchos datos al sistema PI congestionando la red. Como es un flujo de un rango máximo de 2000 barriles, se quería que PI notara cambio cada 40 barriles.

3.2.4.2 Baja variabilidad y bajo rango. NP-FI-3002: Este tag corresponde a olefinas de FL-T-601--flujo de volumen líquido. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta la variabilidad y el rango y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos,

los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 1% y 0.5% respectivamente. Esto debido a que es un flujo muy estable. Un valor bajo en los parámetros de compresión y excepción no provocaría mucho almacenamiento pero si notaría momentos de variación. El sistema PI notaría cambios en este flujo de 60 barriles aproximadamente.

3.2.4.3 Temperatura. NP-TI-3123: Este tag corresponde a butano producto de NP-D-7 --temperatura. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta el rango y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Esto debido a que por ser estable y de un rango de máximo 100°F, se llegó a la conclusión de hacer que PI notara cambios de 2°F máximo para esta variable.

3.2.4.4 Presión NP-PI-3118: Este tag corresponde a cima de NP-T-5--presión. Por las condiciones que se encontró esta variable en su estado inicial, teniendo en cuenta el rango y la información previa suministrada por los ingenieros de procesos, los parámetros de compresión y excepción de esta variable quedaron en 2% y 1% respectivamente. Esto debido a que es una presión estable que en tiempos cortos presenta variabilidad, siendo estos cambios

notados por el sistema PI. Normalmente el sistema PI nota cambios de 1.8 PSI aproximadamente.

### 3.3 RESULTADOS DE LA CONFIGURACIÓN

El trabajo consistió en encontrar un equilibrio entre el espacio usado para el almacenamiento de la información de un día de trabajo en la planta y la exactitud con que puede ser reconstruida a partir de esta información la situación real del proceso en la planta. En esta sección se quiere mostrar como el sistema PI está representando los procesos de las plantas después de la configuración de los parámetros finales. Se tomará la planta de crudo con las variables ejemplares analizadas en la sección anterior..

#### 3.3.1 Crudo

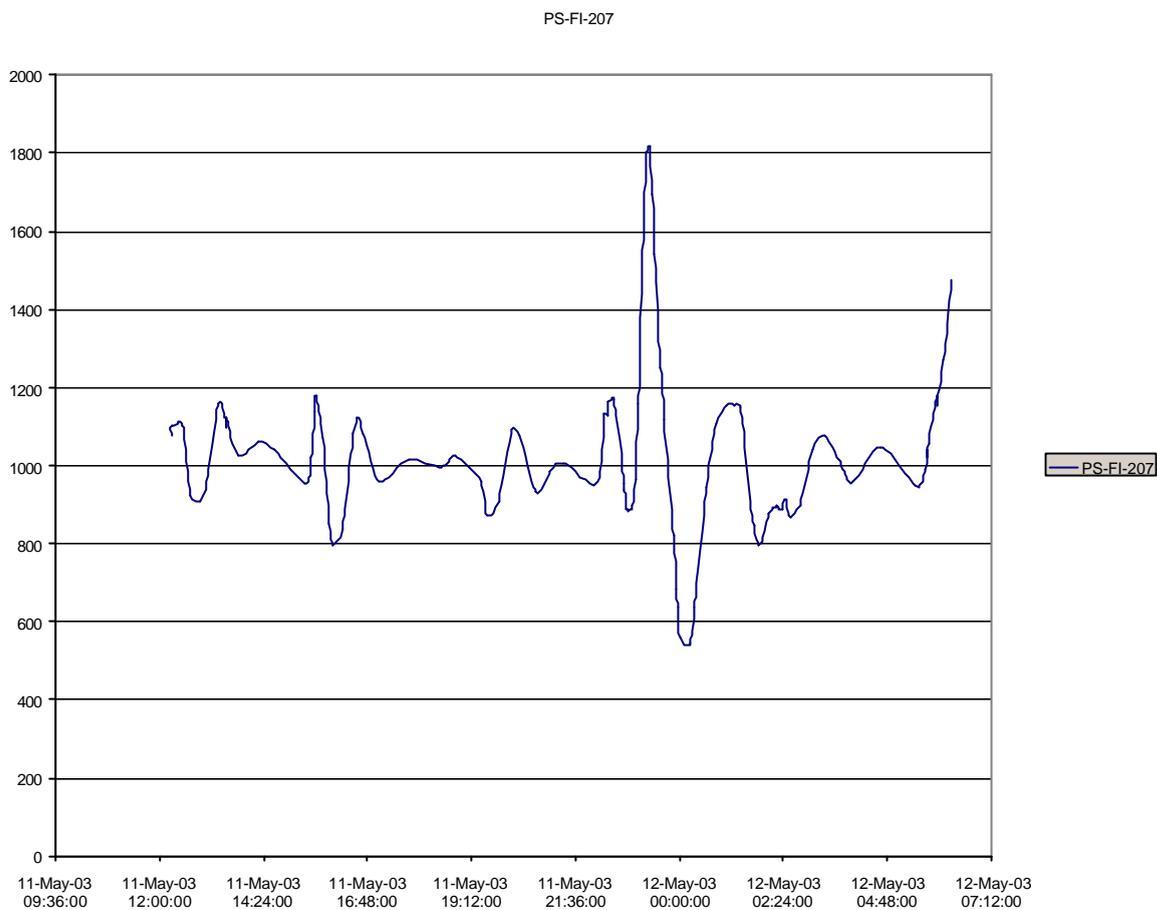


Figura 28. Flujo alta variabilidad y bajo rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de bajo rango y alta variabilidad. Esta corresponde a gas del PSD201 para amina --flujo de volumen gas PS-FI-207. La configuración de los parámetros de esta variable quedó como estaban en condiciones iniciales en 2% para compresión y 1% para excepción. El comportamiento de esta variable se graficó a una escala diferente de la escala con que se graficó el comportamiento en las condiciones iniciales. Se puede

ver que presenta alta variación en relación a su span. El máximo valor alcanzado es 1800 barriles y el mínimo valor alcanzado es 580 barriles.

El almacenamiento en PI depende de la variabilidad de este flujo. Para esta variable el sistema PI guarda 124 datos en un día aproximadamente. Esta relación es optima para efectos de reconstrucción del comportamiento de esta variable sin sacrificar la saturación en el almacenamiento de los datos.

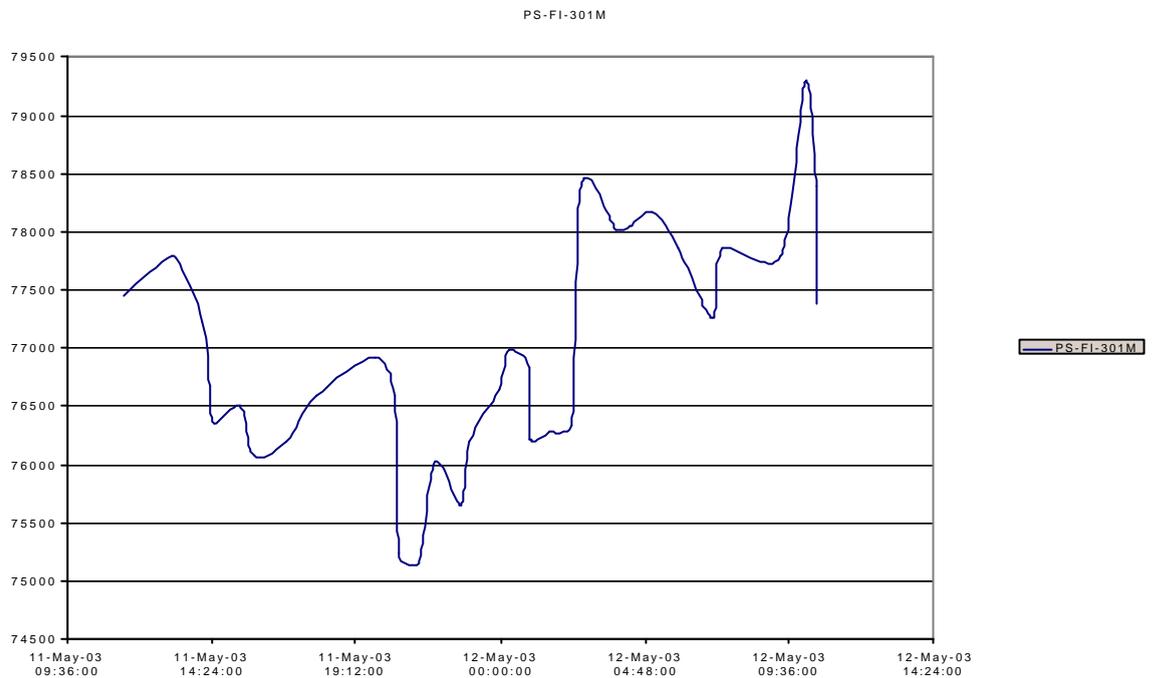


Figura 29. Flujo baja variabilidad y alto rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de alto rango y baja variabilidad. Esta corresponde a carga de crudo a PSF-1/301--flujo volumen líquido corregido PS-FI-301M. Esta variable estaba configurada antes de hacer el análisis ya que con ella fue que se diagnosticó el problema de balance antes mencionado. Los parámetros de compresión y excepción quedaron en 0.5% y 0.25% respectivamente. Este flujo es poco variable en relación a su span esto es porque PI ve cambios de 390 barriles aproximadamente. El promedio de este flujo es de 77000 barriles, tiene como valores máximos y mínimos 79000 y 75000 respectivamente. Para esta variable el sistema PI guarda 37 datos en un día aproximadamente. Esta relación es óptima para efectos de reconstrucción del comportamiento de esta variable y son pocos los datos almacenados debido a su poca variabilidad.

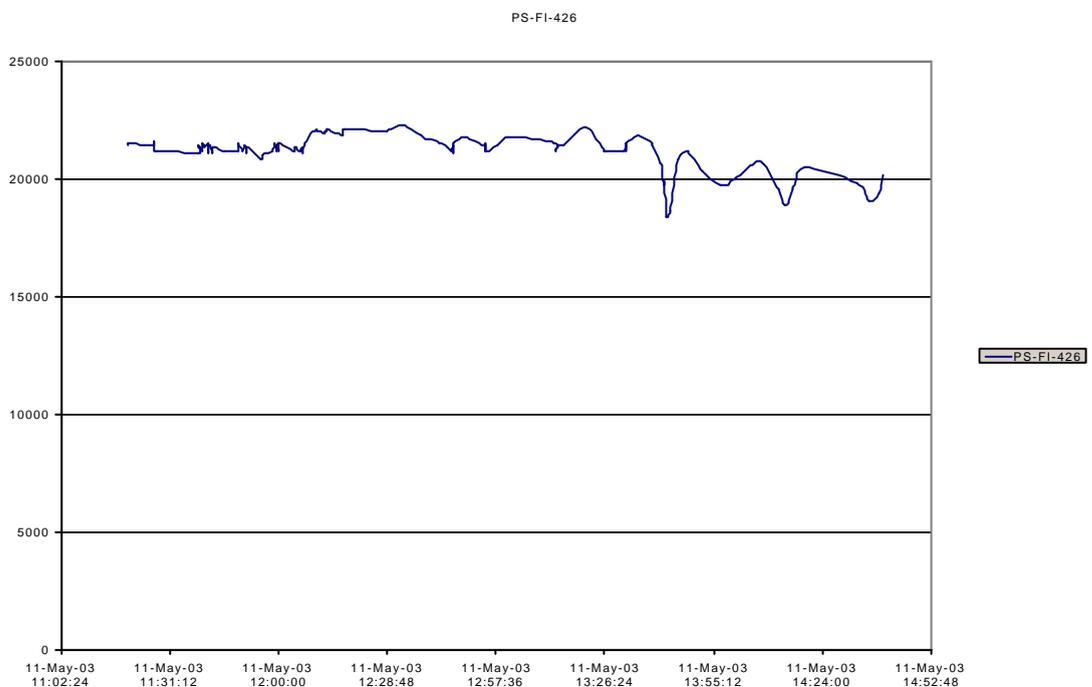


Figura 30. Flujo alta variabilidad y alto rango

Esta es una gráfica representativa de flujos de alto rango y alta variabilidad. Esta corresponde a brea virgen de PS-T-401--flujo de volumen líquido PS-FI-426. Los parámetros de compresión y excepción en el análisis quedaron en 2% y 1% respectivamente, con una observación de que se les podía aumentar. El administrador del sistema PI en ECOPETROL hizo caso a la observación y aumentó los parámetros de compresión y excepción en 3% y 1.5% respectivamente, con esta configuración se muestra gráficamente el comportamiento de este flujo. Este flujo es variable en relación a su span. El promedio de este flujo es de 20000 barriles aproximadamente, tiene como valores máximos y mínimos 22000 y 18000 respectivamente. Para esta variable el sistema PI guardaba 2494 datos en un día aproximadamente. Ahora PI guarda 448 datos en un día aproximadamente. Esta relación es optima para efectos de reconstrucción del comportamiento de esta variable sin sacrificar la saturación en el almacenamiento de los datos.

Esta es una gráfica representativa de temperaturas de bajo rango. Esta corresponde a queroseno de PS-E-305--temperatura PS-TI-149. Los parámetros de compresión y excepción en el análisis quedaron en 2 % y 1% respectivamente. Esta temperatura es poco variable en relación a su span. El promedio de esta temperatura es de 100°F aproximadamente. Para esta variable el sistema PI guarda 13 datos en un día aproximadamente.

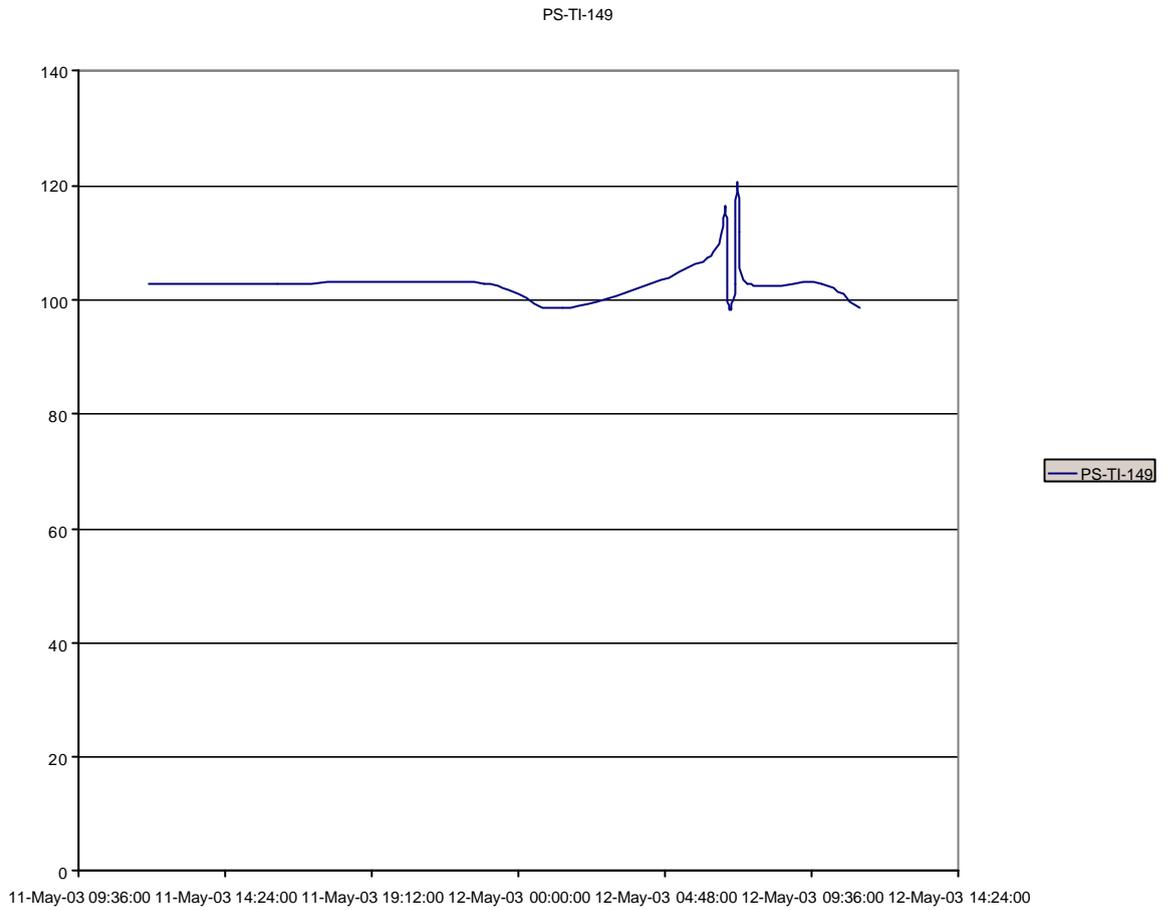


Figura 31. Temperatura bajo rango

Esta relación es optima para efectos de reconstrucción del comportamiento de esta variable debido a que es constante y el espacio para el almacenamiento de estos datos es poco.

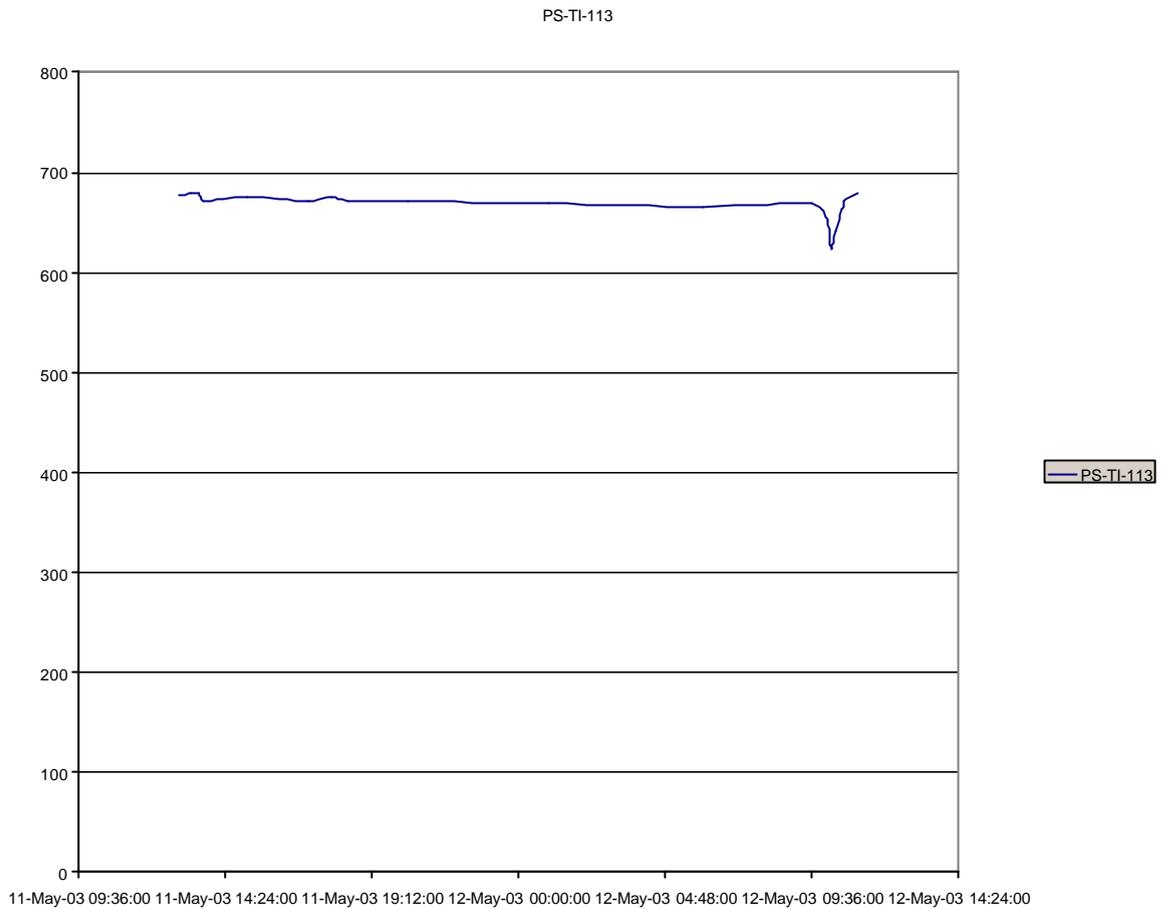


Figura 32. Temperatura alto rango

Esta es una gráfica representativa de temperaturas de alto rango. Esta corresponde a brea virgen de T401--temperatura PS-TI-113. Esta temperatura es constante a un valor promedio de 663<sup>a</sup>F. Los parámetros de compresión y excepción en el análisis quedaron en 0.75% y 0.375% respectivamente. Para esta variable el sistema PI guarda 19 datos en un día aproximadamente. Esta relación es optima para efectos de reconstrucción del comportamiento de esta variable debido a que es constante y el espacio para el almacenamiento de estos datos es poco.

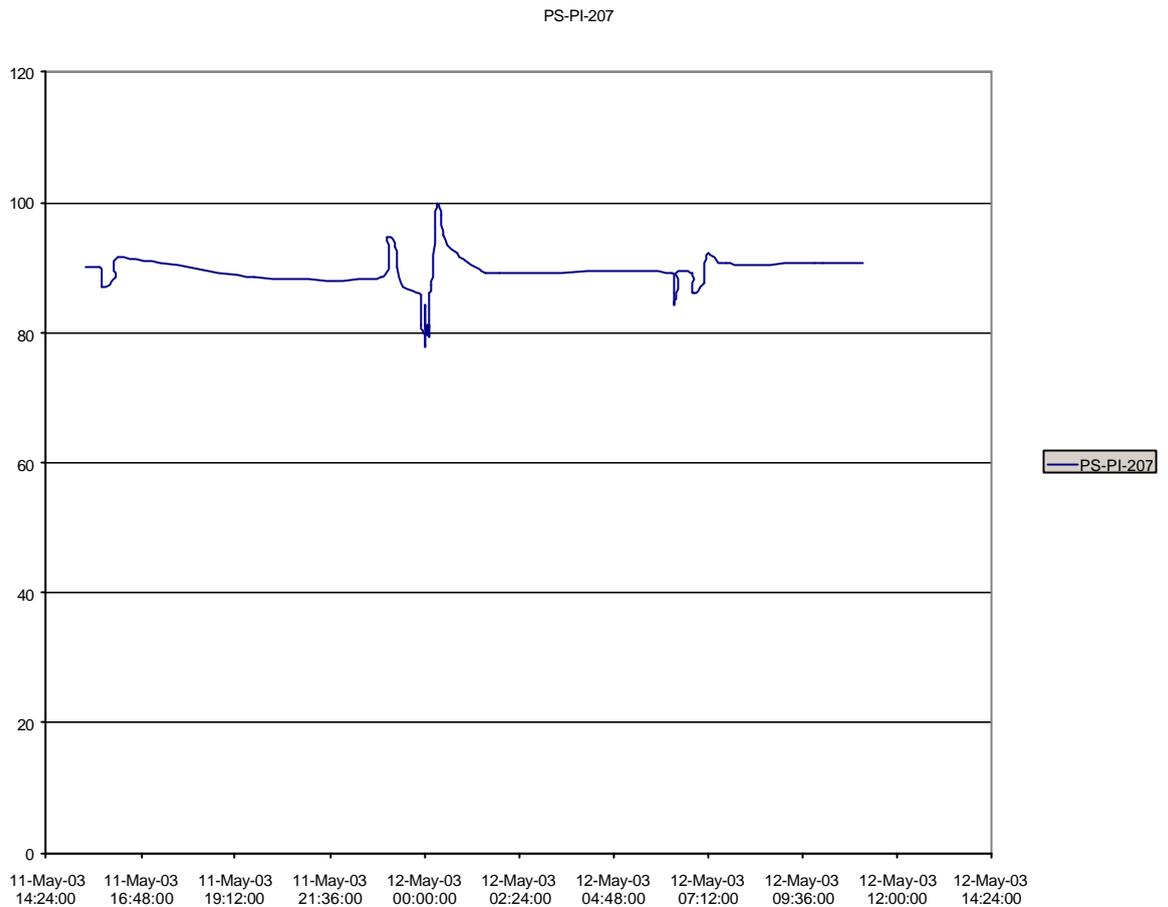


Figura 33. Presión

Esta es una gráfica representativa de presiones. Esta corresponde a gas del PS-D-201 para amina--presión PS-PI-207. Esta es una presión constante a un valor promedio de 87. Los parámetros de compresión y excepción en el análisis quedaron en 2% y 1% respectivamente. Para esta variable el sistema PI guarda 42 datos en un día aproximadamente. Esta relación es optima para efectos de reconstrucción del comportamiento de esta variable debido a que es constante y el espacio para el almacenamiento de estos datos es poco.

## 4. CONCLUSIONES

El sistema de información de planta es una herramienta bastante útil pues esta compuesto por módulos que monitorean y analizan la planta en tiempo real. Los datos registrados usados por el sistema son almacenados de forma portable para todas las plataformas, tales como, HP-UNIX, Solaris, Digital UNIX, AIX (UNIX) y Microsoft Windows NT, la diferencia reside en el tiempo de ejecución. PI cuenta con paquetes clientes que sirven para crear procesos gráficos, valores, barras, y tendencias que se actualizan dinámicamente en tiempo real, que brinda soportes para ver datos de múltiples archivos, que cuenta con un sistema de menú con vistas de registros y vistas esquemáticas. Además tiene una interface automática para manipulación de otras aplicaciones. Este paquete también posee una herramienta adicional para Microsoft Excel y Lotus 1-2-3 que permite recuperar datos de PI directamente desde el programa(Excel o Lotus), con esta herramienta se puede crear gráficas y reportes compuestos usando datos corrientes o datos históricos del PI Data Archive. Un sistema PI cuenta con varias interfaces, tales como PI-API, PINet y PlonPINet que permiten recoger datos a través de una variedad de nodos de red comunicándose por medio de TCP/IP, esto hace que PI se comporte como una arquitectura de datos distribuidos aprovechando las características que esta incluye tales como estabilidad, robustez, y flexibilidad.

Para implementar un almacenamiento eficiente de datos, PI cuenta con varias etapas a lo largo del flujo de datos donde se evalúa el evento para determinar

si este es significativo, entre las etapas se encuentran la etapa de excepción y la etapa de comprensión que son básicamente unos filtros, que constan de varios parámetros a sintonizar para tener un eficiente desempeño; esta eficiencia puede estar medida por 2 indicadores que se complementan: que tanto espacio es usado en el disco para almacenar datos de un día de trabajo en la planta versus con qué exactitud los datos pueden estar reconstruidos por el sistema PI. Este sistema cuenta con aproximadamente 50 parámetros para un punto, de los cuales algunos pueden ser asignados por el usuario dependiendo al tipo de variable y otros asignados por él. PI cuenta con controles de seguridad que permiten al administrador del sistema acceder a Data Archive a nivel de dirección de red, el administrador puede permitir o negar el acceso a Data Archive. El Data Archive es el módulo principal de PI que recolecta, almacena y recupera datos numéricos y de cadenas.

ECOPETROL Refinería Cartagena, consta con 3000 variables entre manipuladas y controladas aproximadamente, de las cuales 81 de ellas intervienen directamente en el balance másico y se encuentran divididas en 3 grupos que son flujo, temperatura y presión, estas a su vez según su comportamiento se dividieron en flujo de alta variabilidad y bajo rango, flujo de baja variabilidad y alto rango, flujo de alta variabilidad y alto rango, flujo fuera de lo normal, temperatura de bajo rango, temperatura de alto rango y presión. Para sintonizar los parámetros de excepción y comprensión se deben tener en cuenta esta clasificación de variables, ya que no es lo mismo tener

un flujo con alta variabilidad y bajo rango que una temperatura de bajo rango o un flujo con baja variabilidad y alto rango.

El rango de los valores de los parámetros de compresión y excepción se encuentran entre 0.5%--3% y 0.25%--1.5% respectivamente, esto aseguró una fiel reconstrucción del comportamiento de las variables en cuestión y poco espacio para el almacenamiento de estos datos en un día de trabajo. Esto es reflejado en el cierre del balance másico que se hace diariamente, en donde la respuesta de los ingenieros de proceso con respecto al trabajo fue optima.

A pesar que inicialmente el análisis se delimitó para un grupo de variables en las plantas, en especial las que se involucran en el balance másico, se concluye que la abstracción de clasificación de las variables para el análisis puede ser generalizada para el resto de variables que no se incluyen en un balance másico. Obteniendo con esto unos resultados de mayor cobertura que el inicialmente propuesto.

## 5. RECOMENDACIONES

Este fué el resultado del análisis que se debe seguir por ECOPETROL para alcanzar una fiel reconstrucción del comportamiento de las variables que intervienen en el balance másico y utilizar poco espacio para el almacenamiento de estos datos en un día de trabajo.

<b>Visco</b>			
Tag	Comp %	Exc %	Obsevacion
VR-FI-261	2	1	
VR-TI-71	1	0,5	
VR-FI-262	2	1	
VR-TI-71	1	0,5	
VR-FI-263	2	1	Puede ser mas
VR-TI-71	1	0,5	
VR-FI-264	1,5	0,75	
VR-TI-71	1	0,5	
VR-FI-244	1	0,5	
VR-TI-77	1,5	0,75	
VR-FI-129	1,5	0,75	Fluctuante
VR-PI-110	1	0,5	
VR-TI-117	2	1	
VR-FI-52	2	1	
VR-PI-232	1	0,5	
VR-TI-31	2	1	
VR-FI-36	2	1	Puede ser mas
VR-TI-222	1	0,5	
VR-FI-35	2	1	
VR-TI-219	1	0,5	
VR-FI-206	2	1	
VR-TI-216	1	0,5	
VR-FI-205	2	1	
VR-TI-210	1	0,5	
VR-FIC-130	1,5	0,75	
VR-TI-225	1	0,5	

<b>Polimerización</b>			
Tag	Comp %	Exc %	Observacion
NP-FI-3002	1	0,5	
NP-TI-3001	2	1	
NP-FI-3072	2	1	
NP-TI-3123	2	1	
NP-PI-3118	2	1	
NP-TI-3123	2	1	
NP-FI-3007	2	1	
NP-TI-3012	2	1	
NP-FI-3076	2	1	
NP-PI-3076	2	1	
NP-TI-3067	2	1	
NP-FI-3069	2	1	Puede ser mas
NP-FI-3206	2	1	
NP-FI-3067B	2	1	

<b>Cracking</b>			
Tag	Comp %	Exc %	Observación
FL-FI-604	1,5	0,75	
FF-TI-211	1,5	0,75	
FF-FI-551	1	0,5	
FF-FI-574	2	1	Puede ser mas
FF-TI-224	1	0,5	
FC-FI-501	1	0,5	
FL-FI-611	2	1	Puede ser mas
FL-TI-626	1,5	0,75	
FF-FI-563	1	0,5	
FF-FI-556	1	0,5	
FL-FI-613	0,5	0,25	
FL-TI-638	1,5	0,75	
NP-TI-3001	1	0,5	
NP-FI-3002	0,5	0,25	
NP-TI-3001	1	0,5	
FF-FI-555	1,5	0,75	
FF-TI-577	1,5	0,75	

<b>Crudo</b>			
<b>Tag</b>	<b>Comp %</b>	<b>Exc %</b>	<b>Observacion</b>
PS-FI-301M	0,5	0,25	
PS-AI-302	1	0,5	
PS-FI-302	0,5	0,25	
PS-TI-389	2	1	
PS-FI-426	2	1	Puede ser mas
PS-TI-113	0,75	0,375	
PS-FI-207	2	1	
PS-PI-207	2	1	
PS-TI-207	2	1	
PS-TI-152	2	1	
PS-FI-327	2	1	
PS-TI-346	1	0,5	
PS-FI-429	2	1	
PS-TI-219	1	0,5	
PS-FI-8	2	1	
PS-TI-435	2	1	
PS-FI-332	1,5	0,75	
PS-TI-149	2	1	
PS-FI-206	2	1	Puede ser mas
PS-TI-257	2	1	
PS-FI-333	2	1	
PS-TI-387	2	1	
PS-FI-337	0,5	0,25	
PS-TI-388	2	1	

Puede ser más: Significa que los valores de estos parámetros se pueden aumentar a 3% y 1.5%, sin afectar la fiel reconstrucción del comportamiento de las variables.

Fluctuante: Significa que se deben revisar los instrumentos con que se toman los datos de estas variables.

## BIBLIOGRAFÍA

OSI Software, Inc. Reference Handle of PI System. Copyright © 2001. All rights reserved.

OSI Software, Inc. ABB IMS/AEH Advant Station (ABB Master, ABB Mod 300) Interface to the PI System. Copyright © 2000-2002. All rights reserved.

OSI Software, Inc. Foxboro Interface to the PI System. Copyright © 2000-2002. All rights reserved.

OSI Software, Inc. Siemens Interface to the PI System. Copyright © 2000-2002. All rights reserved.

ABB Industrial Systems, Inc. Temp Compensated Liquid Flow Operational Philosophy.

# Anexo A. Tags del sistema PI

## VISCO REDUCTORA

### Cargas

Nombre MDO	Tag-PI
Vr: (Vrfic261)Carga Serpentin 1 F-201.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-261
Vr: (Vrti71)Medidor De Temperatura De La Brea Al Vr-F-201.Temperatura	VR-TI-71
Vr: (Vrfic262)Carga Serpentin 2 F-201.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-262
Vr: (Vrti71)Medidor De Temperatura De La Brea Al Vr-F-201.Temperatura	VR-TI-71
Vr: (Vrfic263)Carga Serpentin 3 F-201.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-263
Vr: (Vrti71)Medidor De Temperatura De La Brea Al Vr-F-201.Temperatura	VR-TI-71
Vr: (Vrfic264)Carga Serpentin 4 F-201.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-264
Vr: (Vrti71)Medidor De Temperatura De La Brea Al Vr-F-201.Temperatura	VR-TI-71

### Productos

Nombre MDO	Tag-PI
Vr: (Vrfic244)Fondos De La T-202 A Combustoleo.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-244
Vr: (Vrti77)Temp. De Brea A Visco Del Ps-E-1003 A.Temperatura	VR-TI-77
Vr: (Vrfti129)Gas Del Vr-D-117 A Descarga De Ps-C-301.Flujo De Volumen Gas	VR-FI-129
Vr: (Vrpic110)Presisn En El Vr-D-117.Presisn	VR-PI-110
Vr: (Vrti117)Temp. Del Gas Del Vr-D-117 A Descarga De Ps-C-301.Temperatura	VR-TI-117
Vr: (Vrfti52)Prod.De Gas Del D-2 Al Ps-C-301.Flujo De Volumen Gas	VR-FI-52
Vr: (Vrpi232)Presion Del Sistema Atmosferico.Presisn	VR-PI-232
Vr: (Vrti31)Temp.Del Gas Del D-2 Al Ps-C-301.Temperatura	VR-TI-31
Vr: (Vrfic36)Gasoleo Liviano Producto.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-36
Vr: (Vrti222)Temp. Salida Del G.Liviano A P-203 A/B.Temperatura	VR-TI-222
Vr: (Vrfic35)Gasoleo Pesado Producto.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-35
Vr: (Vrti219)Temp. Salida Del G.Pesado A P-204 A/B.Temperatura	VR-TI-219
Vr: (Vrfti206)Produccisn De Goa.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-206
Vr: (Vrti216)Salida Del Plato De Goa De La T-201.Temperatura	VR-TI-216
Vr: (Vrfic205)Prod.De Kerosene.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-205
Vr: (Vrti210)Temp. Produccisn De Kero .Temperatura	VR-TI-210
Vr: (Vrfic130)Nafta Producto A Tto.Flujo De Volumen Lmquido	VR-FI-130
Vr: (Vrti225)Temp. De La Nafta A Tto.Temperatura	VR-TI-225

## CRACKING

### Cargas

Nombre MDO	Tag-PI
Fl: (Flfi604) Gases De Ps-T-201 Y Vr-D-2 .Flujo De Volumen Gas	FL-FI-604
Fc-Ff: (Fcti211) Carga A Urc. Temperatura	FF-TI-211
Fc-Ff: (Fffi551) Carga Al Reactor.Flujo De Volumen Lmquido	FF-FI-551

### Productos

Nombre MDO	Tag-PI
Fc-Ff: (Fffi574) Alc A Tk.Flujo De Volumen Lmquido	FF-FI-574
Fft552: (Ffti224) Alc En Plato 7.Temperatura	FF-TI-224
Fc-Ff: (Fcfi501) Aire A C501.Flujo De Volumen Gas	FC-FI-501
Fl: (Flfi611) Gas De Cima Flt602.Flujo De Volumen Gas	FL-FI-611
Flt602: (Flti626) Cima De Flt602.Temperatura	FL-TI-626
Fc-Ff: (Fffi563) Nafta Pesada A Tk.Flujo De Volumen Lmquido	FF-FI-563
Fc-Ff: (Ffti556) Nafta Crackeada De Ffe552.Temperatura	FF-FI-556
Fl: (Flfi613) Nafta Liviana A Tk.Flujo De Volumen Lmquido	FL-FI-613
Fl: Nafta Liviana A Tratamiento (FI-Ti-638).Temperatura	FL-TI-638
Fl: (Npti3001) Olefinas De Flt601.Temperatura	NP-TI-3001
Fl: (Npfi3002) Olefinas De Flt601.Flujo De Volumen Lmquido	NP-FI-3002
Fl: (Npti3001) Olefinas De Flt601.Temperatura	NP-TI-3001
Fc-Ff: (Fffi555) Arotar A Tk.Flujo De Volumen Lmquido	FF-FI-555
Fc-Ff: (Ffti577) Slurry Al E-554.Temperatura	FF-TI-577

## CRUDO

### Cargas

Nombre MDO	Tag-PI
Psa: (Pspicarga) Oapi De La Carga En El Masico. Gravedad	PS-AI-302

### Productos

Nombre MDO	Tag-PI
Psa: (Psf302) Produccisn De Acpm.Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-302
Psa: (Psti389) Produccisn De Acpm.Temperatura	PS-TI-389
Psv: (Psf426) Brea Virgen De Pst401.Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-426
Udc: (Psti113) Brea Virgen De T401.Temperatura	PS-TI-113
Pse: (Psf207) Gas Del Psd201 Para Amina.Flujo De Volumen Gas	PS-FI-207
Pse: (Pspi207) Gas Del Psd201 Para Amina.Presisn	PS-PI-207
Pse: (Psti207) Gas Del Psd201 Para Amina.Temperatura	PS-TI-207
Psa: (Psfr357) Gas Residual De Psd305.Flujo De Volumen Gas	
Psa: (Psti-(Psfr357)) Gas Residual De Psd305.Temperatura	PS-TI-152
Psa: (Psf327) Gasoleo De Pst303.Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-327
Psa: (Psti346) Gasoleo De Pst303.Temperatura	PS-TI-346
Psv: (Psf429) Gasoleo Pesado De Ps-T-401. Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-429
Udc: (Psti219) Salida Del Plato De Hgo Pst401.Temperatura	PS-TI-219
Psv: (Psf8) Gasoleo Liviano Productto.Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-8
Psv: (Psti435) Lgo Producto.Temperatura	PS-TI-435
Psa: (Psf332) Produccisn De Keroseno.Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-332
Psa: (Psti149) Queroseno De Pse305.Temperatura	PS-TI-149
Pse: (Psf206) Nafta Estabil. De La Pst201.Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-206
Pse: (Psti257) Lvn De T-201 Producto.Temperatura	PS-TI-257
Psa: (Psf333) Produccisn De Nafta Pesada.Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-333
Psa: (Psti387) Hvn Producto.Temperatura	PS-TI-387
Psa: (Psf337) Produccisn De 3107395.Flujo De Volumen Lmquido	PS-FI-337
Psa: (Psti-(Psf337)) Turbocombustible De Pst306.Temperatura	PS-TI-388

# POLIMERIZACIÓN

## Cargas

Nombre MDO	Tag-PI
FI: (Npfi3002) Olefinas De Flt601.Flujo De Volumen Lmquido	NP-FI-3002
FI: (Npti3001) Olefinas De Flt601.Temperatura	NP-TI-3001

## Productos

Nombre MDO	Tag-PI
Np: (Npfi3072) Butano Producto De Npd7.Flujo De Volumen Lmquido	NP-FI-3072
Np: (Npti3123) Butano Producto De Npd7.Temperatura	NP-TI-3123
Np: (Nppi3118) Cima De Npt5.Presion	NP-PI-3118
Np: (Npti3123) Butano Producto De Npd7.Temperatura	NP-TI-3123
Npt3002: (Npfi3007) Gas Acido De Npt3002.Flujo De Volumen Gas	NP-FI-3007
Npt3002: (Npti3012) Tambor Cima De Npt3002.Temperatura	NP-TI-3012
Np: (Npfi3076) Gas Residual De Npd3.Flujo De Volumen Gas	NP-FI-3076
Np: (Npp3076) Carga En Npd3.Presisn	NP-PI-3076
Np: (Npti3067) Carga En Npd3.Temperatura	NP-TI-3067
Np: (Npfi3069) Poligasolina De Npe3011.Flujo De Volumen Lmquido	NP-FI-3069
Np: (Npfi3206) Propano A G. Combustible De Npd6.Flujo De Volumen Lmquido	NP-FI-3206
Np: (Npfi3067a) Propano Producto De Npd6.Flujo De Volumen Lmquido	NP-FI-3067B