

UNIDAD DE CRUDO - INSTALACIÓN CONTROL MULTIVARIABLE (DMC)

Edgardo V. Torres

ESSO P.A.S.R.L.

Sinopsis

Después de dos años de trabajos asociados a la verificación del correcto funcionamiento de toda la instrumentación existente en las unidades de destilación atmosférica y de vacío y a la instalación de instrumentación adicional, se cumplieron exitosamente las etapas que demanda la ejecución de un proyecto de estas características, como: ensayos en planta, análisis de la información obtenida, diseño del modelo de control, su instalación y comisionado final.

El alcance del modelo incluye ambos hornos atmosféricos, la torre fraccionadora de la etapa atmosférica, el horno de la etapa de vacío y la torre fraccionadora correspondiente.

El modelo implementado, el primero en ser puesto en producción en Refinería Campana, utiliza software provisto por terceros, con interfase gráfica sobre el Sistema de Control Distribuido existente.

El mismo, consiste de una matriz compuesta por 36 variables manipuladas y 110 variables controladas, con 3 variables independientes utilizadas en modo predictivo. La tecnología empleada utiliza programación lineal para optimizar el control de los procesos, así como programación cuadrática para ajustar el balance de pasos en los hornos de ambas unidades.

Los beneficios cuantificados, luego de un año de producción, son:

- ✓ Incremento en rendimiento de gas oil de aproximadamente 2.2%
- ✓ Reducción neta de rendimiento de residuo atmosférico superior al 5%, con impacto directo en la capacidad de procesamiento de crudo
- ✓ Reducción de 1.5% en el consumo de combustible en hornos

- ✓ Incremento de los rendimientos de gas oil pesado en la etapa de vacío superiores al 3%

La estabilidad alcanzada en la operación de las unidades involucradas así como la simpleza en el manejo de esta "nueva" herramienta de control (solamente requiere del operador el ingreso de hasta cuatro valores objetivo) fueron determinantes para la aceptación, de muy buen grado, por parte de los operadores de consola de la unidad.

Introducción

Qué es DMC?

- ✓ Software diseñado para control de procesos, utilizando el concepto de multivariables.
- ✓ Está basado en modelos empíricos del proceso, desarrollados a partir de un test de la unidad.
- ✓ Incluye todas las interacciones del proceso y, por su diseño, tiene capacidad predictiva.
- ✓ Es multivariable ya que actúa sobre dos o más variables para controlar dos o más variables del proceso.
- ✓ Permite optimizar la operación, llevando la unidad hasta los límites establecidos de una forma segura y estable.

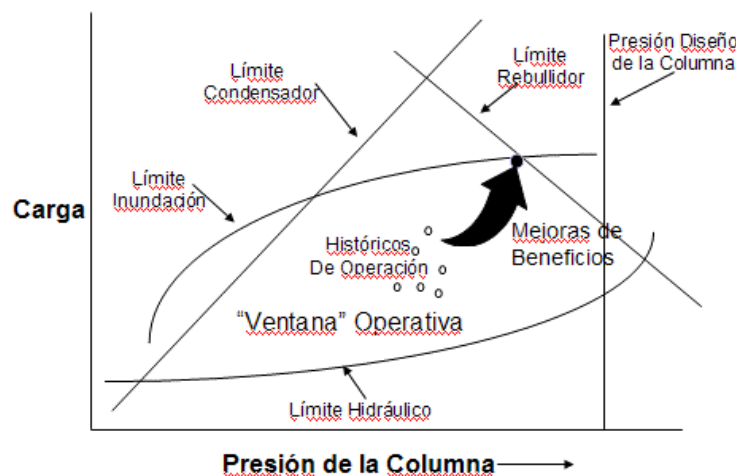


Fig. 1 - Cómo DMC mejora los beneficios obtenidos

Desarrollo

✓ **Objetivos del Proyecto.** Los objetivos establecidos para la ejecución del proyecto fueron:

- ◆ Maximización de alimentación de crudo
- ◆ Maximización de productos de alto valor
- ◆ Maximizar la integración calórica de las unidades
- ◆ Maximizar el punto de corte de residuos en etapas atmosférica y de vacío

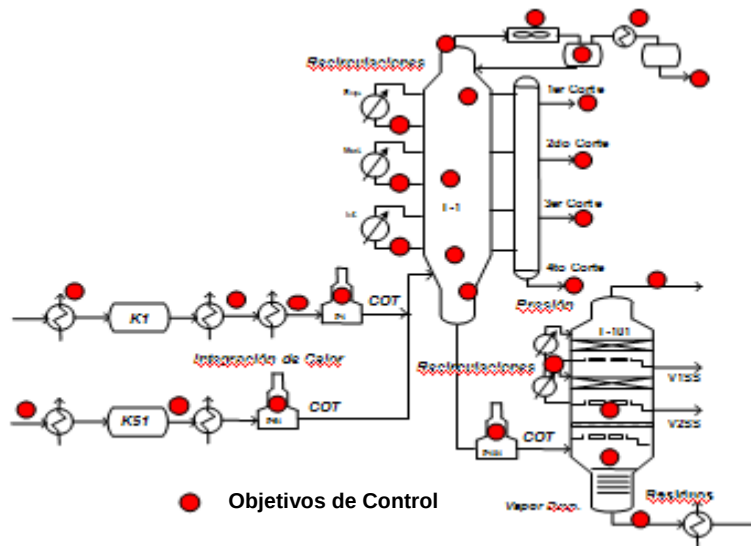


Fig. 2 - Vista general de variables controladas por DMC

Durante el desarrollo del proyecto se cumplieron las siguientes etapas:

- ✓ Estudio de Factibilidad
- ✓ Ensayo Preliminar de las Unidades
- ✓ Ensayo Final para Generación del Modelo
- ✓ Desarrollo del Modelo de Control
- ✓ Comisionado y Ajuste Final del Modelo

A continuación, desarrollaremos brevemente el alcance de cada una de ellas.

1. **Estudio de Factibilidad.** En esta etapa se evaluaron los potenciales beneficios de contar con esta herramienta de control en las unidades de destilación atmosférica y de vacío.

2. **Ensayo Preliminar de las Unidades.** En esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- 2.1. Verificación del correcto funcionamiento de la instrumentación básica de control.
- 2.2. Detección de potenciales agregados de instrumentación al Sistema de Control Distribuido para cumplir los objetivos de control.
- 2.3. Evaluación preliminar de los datos obtenidos durante el ensayo preliminar.
- 2.4. Seguimiento y cumplimiento de las recomendaciones surgidas durante el ensayo preliminar.
 - 2.4.1. Ajuste de desvíos en instrumentos de control.
 - 2.4.2. Incorporación de instrumentación considerada necesaria para un más ajustado modelo final de las unidades.

3. **Ensayo Final para Generación del Modelo.** Cumplidas las recomendaciones de la etapa anterior, se realizó el ensayo de las unidades en su conjunto. Esta etapa es la más importante ya que de la evaluación de sus resultados se obtiene el modelo final de control. Durante esta etapa del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- 3.1. El ensayo final fue conducido durante las 24 horas del día, con asistencia técnica permanente.
- 3.2. Un total de 40 variables manipuladas fueron movidas en forma automática y aleatoria, mediante la implementación de una herramienta de software.
- 3.3. Estas variables fueron agrupadas en 6 grupos de hasta 9 variables (algunas de ellas incluidas en diferentes grupos para evaluar su impacto en distintos objetivos de control).

3.4. Cada grupo colectó datos por 27 horas, con una duración total de ensayo de 7 días.

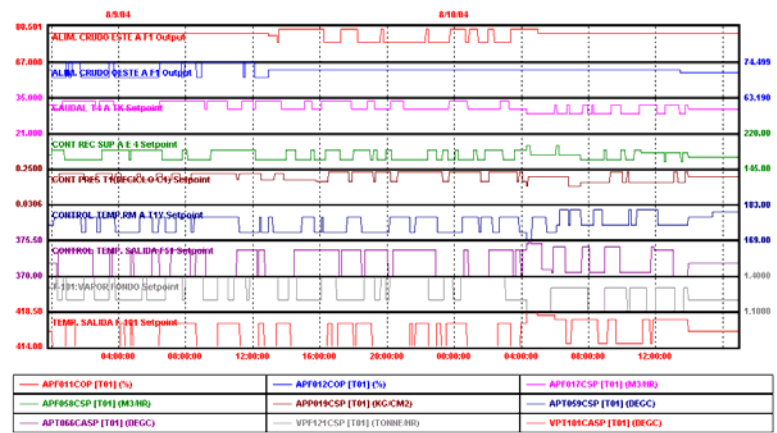


Fig. 3 - Grupo de variables manipuladas en forma automática y aleatoria

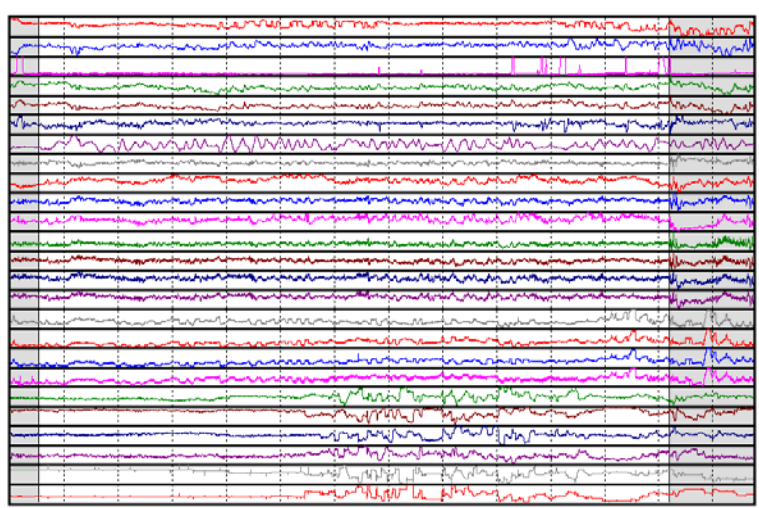


Fig. 4 - Respuesta obtenida de las variables a controlar

3.5. La muy buena calidad de información obtenida, permitió que el análisis de los datos resultantes fuera procesado íntegramente durante la realización del ensayo.

4. **Desarrollo del Modelo de Control.** Durante esta etapa del proyecto se desarrollaron las siguientes actividades:

- 4.1. Revisión del modelo y ajuste inicial mediante simulación.
- 4.2. Instalación y configuración de la plataforma de interfase con el Sistema de Control Distribuido.
- 4.3. Instalación del modelo preliminar corriendo en modo predictivo.

4.4. El modelo resultante consiste en 5 subcontroladores con un total de 36 variables manipuladas, 110 variables controladas y 3 variables independientes.

4.5. Cada subcontrolador fue definido para controlar una porción integral del proceso. Esto es, en casos de necesidad, pueden trabajar en forma independiente uno del otro y fueron definidos como:

4.5.1. Circuito de alimentación y precalentamiento a horno atmosférico principal.

4.5.2. Circuito de alimentación y precalentamiento a horno atmosférico secundario.

4.5.3. Torre fraccionadora de etapa atmosférica.

4.5.4. Circuito de alimentación a horno etapa de vacío.

4.5.5. Torres fraccionadora etapa de vacío.

4.6. El modelo final requiere la intervención del operador solamente para establecer los siguientes valores objetivo:

4.6.1. Procesamiento de crudo, usualmente en su valor máximo.

4.6.2. Calidad de la nafta virgen.

4.6.3. Calidad del combustible para aviación.

4.6.4. Calidad del gas oil atmosférico, según regulaciones estacionales.

5. **Comisionado y Ajuste Final del Modelo.** Durante la etapa final del proyecto se cumplieron los siguientes pasos:

5.1. Entrenamiento de operadores y supervisión de turno.

5.2. Comisionado de cada subcontrolador en forma individual.

5.3. Ajuste final del modelo para lograr mayor estabilidad en la operación.

5.4. Modelo final en control a lazo cerrado, después de 5 días de evaluación.

5.5. En las Fig. 5 y 6 se pueden observar los resultados del control multivariable sobre parámetros críticos de las unidades.

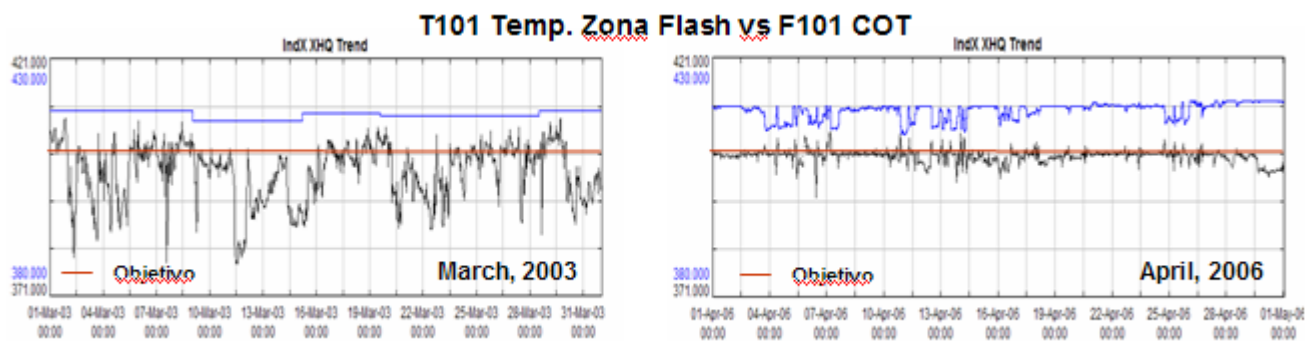


Fig. 5 - Control de temperatura de zona flash torre de vacío sin DMC (izquierda) y con DMC (derecha). En azul la temperatura de salida del horno de vacío.

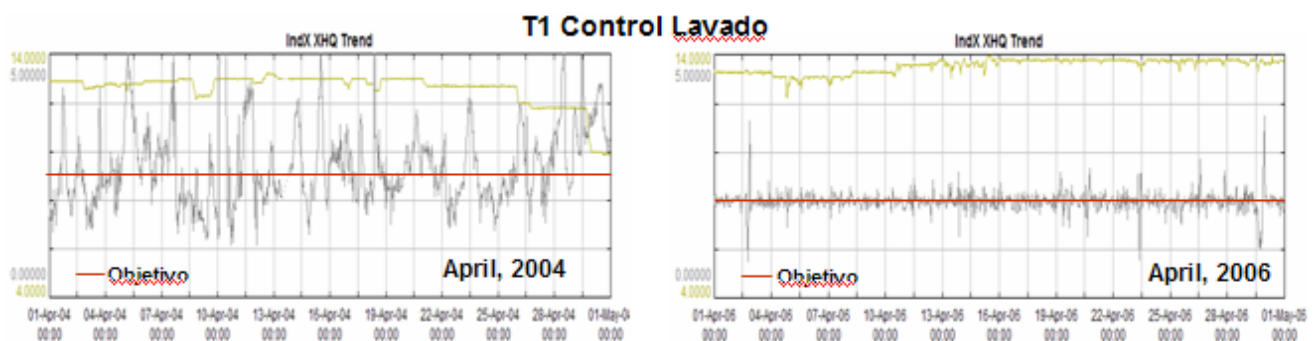


Fig. 6 - Control de lavado en torre fraccionadora atmosférica. Nótese el cambio de objetivo por mejoras en el control. En amarillo, el crudo procesado.

Conclusiones

A través de la implementación de esta herramienta se ha logrado un control más ajustado tanto de las variables de calidad como de las variables definidas como críticas para la operación de ambas unidades. Dentro de este nuevo escenario, se han podido establecer objetivos más ambiciosos alcanzando una operación segura, estable, dentro de las ventanas operativas establecidas y de alta rentabilidad.

Entre los logros más importantes se pueden mencionar los siguientes:

1. Los objetivos establecidos para el proyecto fueron cumplidos satisfactoriamente, con márgenes de rentabilidad superiores en más del 25% a los inicialmente estimados.

2. El empleo de herramientas software de última generación permitió reducir el tiempo de ensayo sobre la unidad a menos de un tercio del requerido por el método convencional.
3. La aplicación de nuevas técnicas de control han permitido maximizar la integración calórica en la unidad, recuperando aproximadamente un 3% del calor remanente en las recirculaciones, disminuyendo el consumo específico en los hornos en aproximadamente 1.5%.
4. El ajustado control del fraccionamiento ha permitido ser más agresivos en los objetivos de calidad de productos, incrementando en más de 2.2% la producción de gas oil virgen.
5. El mejor aprovechamiento de las recirculaciones para control de fraccionamiento ha permitido también reducir el residuo atmosférico en más del 5%, con el consecuente incremento en la capacidad de procesamiento de crudo.
6. El ajustado control de variables críticas en la unidad de vacío permitió un incremento de rendimiento de gas oil pesado superior al 3%.
7. La implementación de técnicas de control avanzado tales como el uso de cálculo inferencial -a partir de simulaciones rigurosas- para determinar reflujos internos en la torre fraccionadora atmosférica, la linearización de respuestas en válvulas de control y ajustes menores en el cálculo de parámetros limitantes, han permitido un mejoramiento sustancial en la respuesta del mismo, especialmente en el manejo de límites sensitivos con el ajuste de carga a las unidades.
8. El factor de servicio promedio se ha mantenido por encima del 97%, siendo éste el indicio más claro de la aceptación que esta herramienta ha tenido entre los operadores responsables del proceso.