

Rendimiento (Throughput) 101

Mejorando el Rendimiento (Throughput) al Mejorar el Control del Proceso

En este curso:

- 1 Generalidades
- 2 Fundamentos
- 3 Tecnología Digital
- 4 Lazo de Control Regulatorio
- 5 Ajuste de los Setpoints
- 6 Control de Lógica Difusa
- 7 Controladores Predictivos de Modelo
- 8 Optimización
- 9 Software RTO
- 10 De Regreso a los Fundamentos

Generalidades



Las plantas actuales pueden encontrarse a sí misma compitiendo tanto por una participación en el mercado como por el capital necesario para expandirse o mejorar. Una manera de salir de esto es mostrar un mayor retorno de la inversión al incrementar el rendimiento (throughput) de la planta.

Para las plantas que están limitadas en capacidad, el incremento del rendimiento funcional le permite a usted satisfacer una mayor parte de la demanda disponible sin construir nuevas instalaciones de producción. Esa es una gran manera de incrementar los márgenes y el Retorno Sobre la Inversión, o de usar sus menores costos por unidad de salida como un arma competitiva.

Las plantas limitadas en mercado deben estar preparadas para mejorar el rendimiento funcional también. Al incrementar el rendimiento funcional, a veces se puede satisfacer la demanda del mercado con menos unidades de operación. Esta mejora ocasiona un menor costo y una mayor vida útil del equipo. Además, usted también necesitará esa capacidad cuando llegue la recuperación. Mientras tanto, la optimización de la eficiencia de su equipo de producción actual puede afectar significativamente las ganancias y valores de accionista.

Una manera de encontrar parte de esta capacidad escondida es mediante la reducción del tiempo muerto del proceso o de los paros. Cuando se para el proceso, también se para el rendimiento (throughput). El rendimiento funcional puede ser afectado por el tiempo muerto inesperado o paros forzados provocados por

fallas el equipo o disturbios en el proceso. También puede ser afectado por el tiempo muerto programado que es más largo o más frecuente de lo necesario. Usted puede reducir ambos tipos de tiempo muerto cambiando las prácticas de mantenimiento más hacia el mantenimiento predictivo, donde las tecnologías de monitoreo y diagnóstico de equipo predicen cuándo es posible que ocurra un problema. Estos aspectos se describen en los cursos de Disponibilidad en PlantWeb University.

Para muchos procesos, la mayor oportunidad para incrementar el rendimiento (throughput) viene al mejorar el control, para que usted pueda obtener más del proceso mientras está en progreso.

En este curso, usted aprenderá cómo incrementar el rendimiento (throughput) con el control mejorado mediante lo siguiente:

- Eliminación de problemas de dispositivos de campo.
- Mejoramiento de su control regulatorio.
- Aplicación de técnicas de control avanzado.
- Gestión de todo su proceso con optimización en tiempo real.

Sugerencia

Mientras estudia los temas de este curso, busque las respuestas a estas preguntas:

- ¿Cómo afectan los dispositivos al rendimiento (throughput)?
- ¿Cuál es el rol del control regulatorio en la mejora del rendimiento (throughput)?
- ¿Cómo puede usted operar más cercano a los límites?

Fundamentos

La mejora del rendimiento (throughput) comienza en el campo, no en el cuarto de control. Los elementos finales de control del campo ejecutan los cambios requeridos para controlar los parámetros del proceso como el flujo, temperatura, presión y nivel. Si las válvulas no funcionan como se requiere, usted no puede esperar que el control general del proceso tenga un óptimo rendimiento funcional. Además, las opciones de control avanzado no pueden "corregir" el problema.

De manera similar, los instrumentos, que miden estos parámetros, deben tener un rendimiento funcional óptimo para proporcionar control de lazo regulatorio de alto rendimiento. Básicamente, el rendimiento funcional del lazo regulatorio necesita funcionar adecuadamente si uno espera éxito en la sintonización e implementación de controles de proceso avanzados o software de optimización para obtener un mayor rendimiento (throughput).

Ejemplos de dispositivos de campo que pueden afectar el control general del proceso son:

■ Válvulas

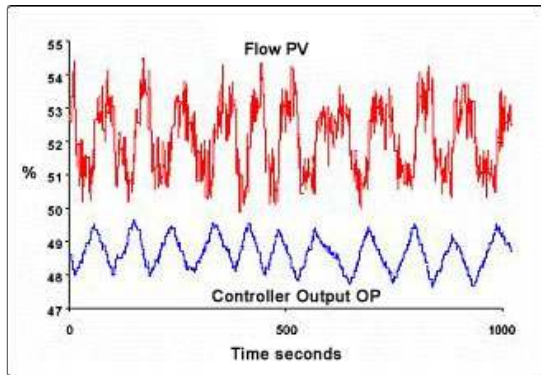
Hay una fuerte tendencia de sobredimensionar las válvulas debido al deseo natural de garantizar capacidad adecuada. El resultado neto de usar una válvula sobredimensionada es que operará en una parte menos que óptima de su rango, y el lazo de control oscilará continuamente. Esto incrementa la variabilidad del proceso, haciendo que sea casi imposible obtener un control sin problemas.

Una válvula brinda un control óptimo cuando está 50-85% abierta, y está muy sobredimensionada si está 15% abierta bajo operación normal. El tipo de válvula y sus partes internas también afectan el rendimiento funcional de la válvula, y por último, afectan al rendimiento funcional del control. Este tipo de restricciones relacionadas con el equipo no pueden ser sintonizadas; por lo tanto, un equipo de

campo que funciona mal afecta al éxito general para lograr una sintonización del control del proceso que permita un máximo rendimiento (throughput).

Además de sobredimensionarlas, las válvulas de control de cualquier diseño y fabricante se degradan lentamente con el tiempo. La clave es conocer cuándo se debe reparar o reemplazar la válvula antes de que tenga un rendimiento deficiente. Peor aún, la válvula se puede pegar y provocar un paro no programado.

La imagen representa una muestra de una válvula de control que no se puede sintonizar porque está en un ciclo límite (oscilando a una amplitud constante). –Necesita servicio o ser reemplazada.



Variable de proceso de flujo y la salida del controlador de una válvula en un ciclo de límite

■ Transmisores

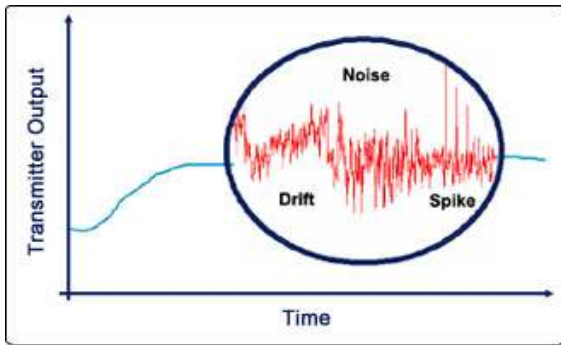
La ubicación física donde se instalan los dispositivos de campo también puede provocar problemas de variabilidad. Por ejemplo, es posible que los transmisores hayan sido instalados al nivel del suelo para facilitar el mantenimiento. Esto puede provocar tiempo muerto excesivo en el proceso haciendo que el control sea difícil. Un tiempo muerto excesivo en el proceso provoca que los lazos tengan resonancia, oscilen y amplifiquen cierta variabilidad. El tiempo muerto extremo puede en realidad provocar que un lazo tenga peor rendimiento en modo de control automático que en modo manual, impactando más al rendimiento (throughput).

Tecnología Digital

La tecnología digital puede ayudar a mejorar el throughput. Gracias a la tecnología digital es posible usar nuevos tipos de información. Esta información va mucho más allá de las señales de variables de proceso de las arquitecturas de automatización tradicionales.

Los dispositivos de campo con tecnología digital usan microprocesadores y software de diagnóstico incorporados para monitorear su propia condición operativa, la variabilidad y el rendimiento funcional. Estos dispositivos también pueden monitorear el proceso, e indicar dónde hay un problema o cuándo se necesita mantenimiento.

Con la habilidad de detectar y manejar los problemas antes de que ocurran, usted puede mantener su equipo e instrumentos con su mejor funcionamiento. Consecuentemente, usted no sólo evita las condiciones que podrían provocar tiempo muerto, sino que también disminuye la posibilidad de variabilidad en su proceso.



Advanced signals from transmitters

Un transmisor con tecnología digital puede detectar condiciones en el proceso tales como desviación, antes de que provoque disturbios.

Lazo de Control Regulatorio

Después de analizar el equipo de campo y corregir cualquier dispositivo que tenga deficiencias, se puede comenzar a comprender la dinámica actual del proceso del sistema para mejorar el rendimiento (throughput). Se usa la palabra "actual" porque el equipo siempre se degrada con el tiempo, y los parámetros del proceso y la materia prima generalmente cambia con el tiempo. Por lo tanto, los lazos de control necesitan ser monitoreados y sintonizados regularmente.

Una estrategia para monitorear y mejorar el funcionamiento del sistema de control ayudará a que los lazos funcionen óptimamente con el tiempo; pero como sucede a menudo, la colección de datos no es suficiente. Se debe presentar la información al usuario en una manera intuitiva, informativa y eficaz, para alentar su uso. El software de análisis del control primero debe determinar cuáles lazos tienen bajo rendimiento funcional, y luego ayudar en la sintonización adecuada de esos lazos.

Muchos controladores son sintonizados sólo cuando la sintonización es tan mala que el operador se da cuenta de que hay un problema. Entonces, es posible que sólo cambien a control manual para "alinearse" los lazos.

Ejemplo

Es habitual ver parámetros de sintonización predeterminados—tales como una ganancia de 1.0 y una acción integral de 1.0 minuto—en cada lazo listo para la puesta en marcha.

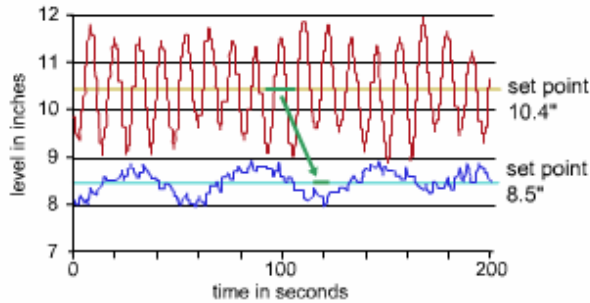
El personal de puesta en marcha pone los lazos en modo automático. Si los lazos funcionan sin volverse inestables, se da por sentado que están comisionados. Así, es posible que la sintonización original después de la puesta en marcha permanezca así por años. La puesta en marcha se termina oficialmente cuando el personal de puesta en marcha ha demostrado que la planta realmente opera y puede hacer el producto de acuerdo a las especificaciones. Luego, depende del personal de operación de la planta hacerla funcionar, generalmente con la variabilidad original aún presente. Por lo tanto, es habitual ver varios lazos en modo manual en cualquier momento dado.

Ajuste de los Setpoints

Cada proceso tiene un objetivo de operación elegido para lograr un resultado deseado (tal como maximizar el throughput) mientras permanece dentro de los límites del proceso, de equipo, o de otras restricciones. Sin embargo, los setpoints reales de los lazos se fijan generalmente a un nivel conservador—principalmente para permitir variabilidad del proceso y disturbios inesperados.

La sintonización adecuada y las advertencias anticipadas sobre problemas potenciales le pueden dar a usted la confianza de acercar los setpoints a los límites de operación teóricos, para obtener mayores ganancias en el rendimiento (throughput).

Muchos lazos se dejan con los parámetros de sintonización predeterminados después de la puesta en marcha, dejando así una elevada variabilidad.



En este ejemplo, la sintonización correcta de los controles de nivel corriente arriba reduce la variabilidad en el nivel de agua de suministro significativamente respecto al original. Con la variabilidad reducida, el setpoint se puede bajar, lo produce potencia adicional.

Una vez que se han revisado todos los dispositivos, y se han sintonizados adecuadamente los lazos, se puede encontrar

rendimiento (throughput) adicional al implementar control de lazo más avanzado. La siguiente sección describe algunas opciones.

Para obtener más información sobre la reducción de la variabilidad, revise el curso de Calidad de PlantWeb University.

La Ventaja PlantWeb

El software **DeltaV Inspect** monitorea no sólo el funcionamiento del dispositivo, sino también el funcionamiento general del lazo y la variabilidad. Indica automáticamente cualquier degradación o condición anormal en una medición, actuador o bloque funcional de control. También rastrea cuánto tiempo está realmente en modo manual cada lazo que debe estar en automático—identificando puntos de problema donde los operadores están luchando por controlar la variabilidad.

DeltaV Tune le da a usted soluciones de sintonización listas para usarlas para sus lazos de control PID y de lógica difusa. DeltaV Tune, que se basa en un algoritmo patentado probado en campo para calcular los parámetros de lazos de control, minimiza el tiempo requerido para establecer lazos de control sensibles y estable—incluyendo lazos FOUNDATION fieldbus.

OvationTune es un paquete de sintonización del sistema Ovation que se puede adaptar en todo el sistema. Determina rápida y automáticamente los parámetros de sintonización óptimos para lazos de control PID y PID prealimentado (feedforward). El usuario puede seleccionar si se proporcionan dispositivos de sintonización o si se hacen ajustes de automatización automáticamente. Los parámetros de sintonización optimizados se pueden lograr y documentar para análisis y comparaciones futuros.

El software **EnTech Toolkit** cuantifica las características dinámicas de un proceso y su sistema de control. También ayuda en el diagnóstico de problemas de estrategia de control y de sintonización. Además, se puede evaluar el funcionamiento de los instrumentos mientras el proceso está en marcha. El software EnTech Toolkit trabaja con arquitecturas digitales modernas y antiguas.

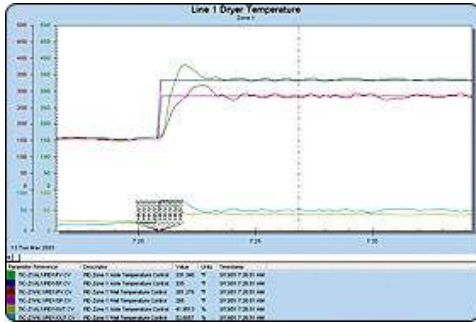
Control de Lógicas Difusa

El diseño del proceso también podría ser un factor en los lazos de bajo rendimiento funcional. Los controles convencionales prealimentado y de retroalimentación funcionan bien en el 90% de los lazos de control. Sin embargo, el 10% restante tiene retrasos de tiempo y/o sistemas interactivos. En estos casos, la **lógica difusa** es una manera de lograr rendimiento (throughput) adicional de la unidad de proceso.

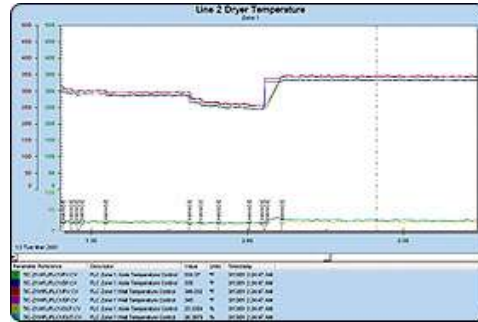
Para procesos de respuesta más lenta, se puede usar el control de lógica difusa para llevar las salidas críticas del proceso al setpoint en un tiempo mínimo sin sobredisparos. Tanto para disturbios de carga como para

cambios de setpoint, el control de lógica difusa llevará generalmente el proceso al setpoint 30% más rápido que el control PID mejor sintonizado.

El control de lógica difusa regresa el proceso al setpoint más rápido y con poco o nada de sobredisparo. Por lo tanto, el control difuso es excelente para lazos donde el setpoint cambia a menudo o para lazos que tengan frecuentes disturbios de carga del proceso. Los lazos de temperatura y de composición donde el sobredisparo puede arruinar el producto también se benefician de la curva de respuesta del control lógico difuso.



Lazo PID tradicional



Control de Lógica Difusa

Un lazo PID tradicional tiene sobredisparo y le toma mucho tiempo regresar al setpoint después de un disturbio de carga.

El lazo de lógica difusa funciona mejor que el lazo PID tradicional para distribuciones de carga y setpoint en una aplicación de secado de alfombra. *(Las imágenes de pantalla son cortesía del grupo Dixie)*

La Ventaja PlantWeb

Los sistemas DeltaV y Ovation incluyen un algoritmo PID difuso con las siguientes características:

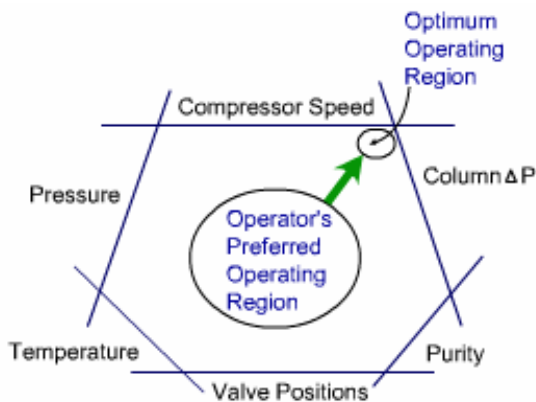
- Tan fácil de usar y configurar como un PID.
- Superior al control PID para cambios de carga y setpoint.
- Muy tolerante a las señales ruidosas y a procesos no lineales.
- Se incluye en cada sistema DeltaV y Ovation.

Controladores Predictivos de Modelo

La mayoría de los procesos tienen restricciones a la producción: máxima temperatura, presión o flujos que evitan que se hagan más productos. Los controladores predictivos de modelo (MPC. Por sus siglas en inglés) permiten la operación hasta el punto de las restricciones, produciendo máximo rendimiento (throughput).

Ejemplos de restricciones de proceso son los límites a los flujos de líquido en tubería de tamaño fijo, temperatura y presión permitidas en las unidades de proceso, y las emisiones permitidas a la atmósfera.

El rendimiento (throughput) óptimo se logra a menudo operando "al borde"—o a los límites de las restricciones del proceso. Este tipo de operación puede violar riesgosamente los límites si algún disturbio entra en el proceso—especialmente si el sistema de control no lo maneja adecuadamente. El controlador predictivo de modelo (MPC) calcula el impacto de un disturbio o acción de control sobre los parámetros de restricción. Puede predecir una trayectoria futura para las variables sujetas a las restricciones. También puede determinar hacia donde se debe mover el control para evitar explícitamente violar estos límites. Este control permite que la operación se acerque más al rendimiento (throughput) óptimo con menos riesgo de salirse de los límites.



Cuando hay varias restricciones, los operadores operarán a un nivel conservado (círculo grande).

El controlador predictivo de modelo (MPC) permite al operador acercarse con confianza a las restricciones (círculo pequeño) para obtener un rendimiento (throughput) óptimo.

La Ventaja PlantWeb

Software Predictivo de Modelo Multivariable

Usted puede obtener mayor rendimiento y menor variabilidad del proceso usando las estrategias de control predictivo de modelo multivariable disponibles en los sistemas **Ovation y DeltaV**. Al usar herramientas como **DeltaV Predict**, los usuarios pueden manejar fácilmente las interacciones del proceso y su difícil dinámica. Debido a que estas estrategias están completamente integradas en los sistemas Ovation y DeltaV, usted puede usar los componentes y bloques funcionales prediseñados para desarrollar rápidamente sus estrategias de control multivariable. Estas se pueden diseñar y comisionar fácilmente sin ayuda de costosos expertos externos.

Controladores Predictivos de Modelo, continuación...

La tecnología MPC se está haciendo más común en el campo del control de procesos. Involucra establecer relaciones entre las variables de control y las variables manipuladas. Por ejemplo, al elevarse la temperatura también se puede elevar la presión y reducir el nivel.

Los controladores predictivos de modelo están diseñados para resolver problemas de control y de optimización restringida local. Estos se encuentran en unidades de proceso tales como reactores químicos, columnas de destilación, hornos, calderas, compresores y generadores.

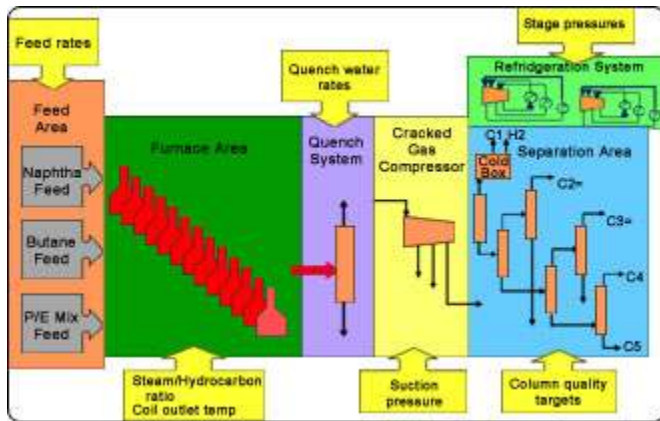
Desafortunadamente, optimizar cada unidad individual no significa que toda la planta esté operando al máximo rendimiento. Para optimizar toda la planta es necesario considerar todas las partes juntas. La siguiente sección describe cómo se hace la optimización en tiempo real.

Optimización

Para muchos procesos, las condiciones cambian frecuentemente (o incluso continuamente). Puede haber cambios en la materia prima y productos, funcionamiento del equipo, calidad del combustible, emisiones, condiciones ambientales, y costos de operación. Estos cambios pueden hacer que el "mejor" punto operativo sea un objetivo móvil. Usted tendrá que mantenerse al paso con las condiciones cambiantes.

Para operaciones como éstas, el software de optimización en tiempo real puede evaluar constantemente el proceso, el equipo y los factores económicos para encontrar el "punto óptimo" para maximizar el rendimiento (throughput). A medida que las condiciones cambian, el software de optimización puede volver a encontrar el "punto óptimo".

La optimización en tiempo real (RTO, por sus siglas en inglés) se refiere a la evaluación y alteración continuas de las condiciones operativas para maximizar la productividad económica del proceso. Los modelos RTO juntan varios procesos para establecer y fijar el punto de operación óptimo para sistemas completos. Luego, estos modelos interactúan directamente con los sistemas de control multivariable para mover el sistema al punto óptimo rápida y automáticamente. Al operar en tiempo real, los modelos detectan los cambios continuos y se ajustan a ellos en la alimentación y operaciones para lograr el máximo valor y rendimiento (throughput).



Variables típicas de optimización en tiempo real en una planta de Olefinas:

- Índice de alimentación
- Relación de vapor / hidrocarburo
- Temperatura de salida del serpentín.
- Índice de agua de enfriamiento
- Presión de succión
- Presión de etapa
- Objetivos de calidad de columna

Software RTO

A continuación se muestra una descripción sencilla de cómo funciona el software RTO:

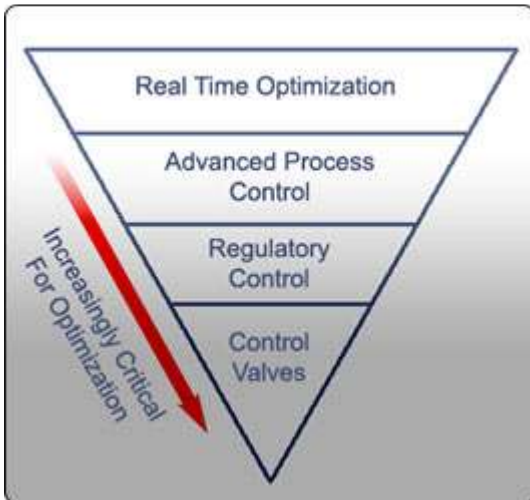
- Lee la medición actual del proceso de la planta.
- Calcula el valor presente de rendimiento (throughput).
- Optimiza las variables operativas de la planta para maximizar el rendimiento (throughput).
- Regresa estos valores a la planta.
- Repite este proceso cuando la planta regresa a estado estable.

La Ventaja PlantWeb

El **software AMS Suite: Real-Time Optimizer** está diseñado específicamente para aplicaciones de tiempo real. **AMS Optimizer** es un conjunto integrado de herramientas para determinar las condiciones operativas óptimas que se requieren para maximizar el margen dentro de las restricciones complejas. Proporciona un conjunto de técnicas de optimización comprobadas, que se han aplicado con éxito a una amplia gama de simulaciones de proceso. Proporciona la habilidad de configurar y correr rápidamente sistemas de optimización mientras se trabaja dentro de un entorno de producto uniforme.

De Regreso a los Fundamentos

Las mejoras de rendimiento (throughput) siempre deben comenzar con el control básico. Esto incluye la sintonización de lazos y asegurarse de que corren en modo de control automático, y asegurarse de que los dispositivos de campo tales como válvulas e instrumentos estén entregando el funcionamiento necesario.



Además, la mayoría de los procesos se benefician significativamente cuando se implementan formas adecuadas de control regulatorio avanzado. También, lo que es interesante, al aplicar técnicas de control regulatorio avanzado a menudo se revelan importantes interrelaciones del proceso que precipitan más la mejora de la instrumentación de campo. Esto nos regresa a los fundamentos una vez más.

[Fin del curso]