

## Calidad 101

### Mejorando la Calidad a Través del Control de Procesos

En este curso:

- 1 Generalidades
- 2 Costos de la Calidad Deficiente
- 3 Causa de Variabilidad
- 4 Cómo Crece la Variabilidad
- 5 Fuentes de Variabilidad
- 6 Efectos de Variabilidad
- 7 Medidas para Contener la Variabilidad
- 8 Soluciones para Mejorar la Calidad
- 9 Pasos para Reducir la Variabilidad
- 10 Tecnología Digital
- 11 Sintonización de Lazos
- 12 Haciendo lo Correcto la Primera Vez

#### Generalidades



Hay tantas definiciones de calidad como operaciones de procesos. La mayoría de ellas se enfoca en qué tan bien el proceso entrega los resultados deseados, especialmente en términos de salida. Pero simplemente definir la calidad es mucho más fácil que buscar la manera de mejorarla.

Usted tiene que identificar las fuentes potenciales de problemas de calidad.

Y—aquí está la parte difícil—corregirlas antes de que gran parte de su salida termine como desperdicio y retrabajo.

Hay diferentes programas diseñados para mejorar la calidad, tal como Six Sigma o Gestión de Calidad Total (TQM, por sus siglas en inglés). Estos programas incorporan en una organización una amplia gama de herramientas y metodologías para mejorar el rendimiento y la calidad. En este curso, usted verá no toda la organización, sino los problemas de calidad introducidos por el proceso mismo.

**¿Cuál es la fuente más importante de problemas de calidad en el proceso?**

No es la calidad de la materia prima, errores humanos o problemas del equipo—cuando menos no directamente. Es la **variabilidad de proceso excesiva** o más precisamente, la dificultad en reconocer que hay demasiada variación. Esto hace que sea difícil hacer algo a tiempo, antes de que afecte a la calidad de salida.

### Sugerencia

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

- ¿Cuáles son las oportunidades financieras por mejorar mi calidad?
- ¿Cuáles son las causas de variabilidad?
- ¿Qué pasos puedo tomar para reducir la variabilidad y por consiguiente mejorar mi calidad?

## Costos de la Calidad Deficiente

Los beneficios de mejorar la calidad son enormes. Además de clientes más satisfechos y menos dolores de cabeza, una mejor calidad de producción significa más producto bueno para vender, o incluso la oportunidad de hacer productos de mejores especificaciones y mayores ganancias.

Pero eso sólo es parte del panorama de mejora de las ganancias. Al mejorar la calidad también se obtienen oportunidades de **reducir los costos** asociados con el producto que no cumple con las especificaciones; tales costos son:

- Reprocesamiento de producto para cumplir con las especificaciones—también se conoce como retrabajo.
- Deshecho o quemado de producto, los que conduce a posible pérdida en las ganancias y posibles costos de deshecho.
- Costos de tiempo extra y expeditación para cumplir con las fechas de entrega a los clientes.
- Concesiones de precios a los clientes al venderles productos que no cumplen con las especificaciones. Es posible que ellos acepten un producto de segunda clase sólo a cambio de una reducción en el precio.
- Pérdida de futuras órdenes (y ganancias) debido a insatisfacción de los clientes por los productos de calidad inferior.

El costo de la variabilidad del proceso tiene un doble impacto. Además de los costos de calidad deficiente, la operación también es más lenta y a mayores costos operativos. Los operadores se ajustan a la variabilidad del proceso asegurándose de que exista un gran colchón de seguridad suficiente para mantenerse fuera de problema. Por ejemplo, los puntos de consigna (setpoints) se podrían mover respecto de la especificación del producto más de lo necesario para evitar desperdicios o retrabajo. Esto a su vez reduce el rendimiento (throughput) de la planta.

## Causas de Variabilidad

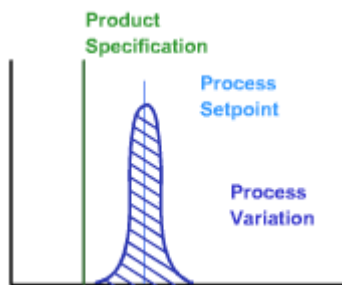
Todas las plantas tienen variabilidad. Es creada por el comportamiento dinámico del proceso. El ruido, la fricción, el tiempo muerto, las alteraciones del proceso, etc. son problemas que pueden

crear variabilidad. Debido a que las variaciones de proceso a menudo pasan desapercibidas, **las plantas inevitablemente las aceptan como normales**. Pero si estas variaciones son ignoradas, se pueden acumular con el tiempo. Peor aún, se pueden acumular de una operación unitaria a la siguiente, propagándose a través del proceso—y en el producto.

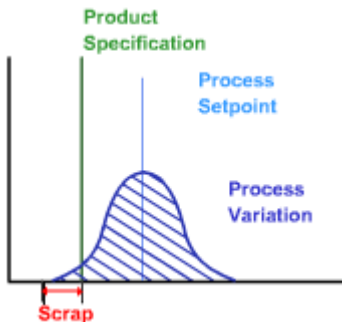
Además de afectar el producto final, la variabilidad del proceso tiene otra característica desagradable: tiende a incrementarse con el tiempo a menos que se tomen medidas activas para contenerla.

## Cómo Crece la Variabilidad

Los culpables de la variabilidad excesiva son a menudo difíciles de detectar, y comienzan a invadir su planta el día que usted la pone en marcha. Una planta está generalmente diseñada de acuerdo al estado estable. No se considera la dinámica ni la variabilidad. A menudo, una vez que se pone en marcha una planta, rara vez se vuelve a mirar en los lazos de control.



En el comienzo, si los lazos están sintonizados, la variabilidad es mínima, y el setpoint está cerca de la especificación del producto.



Con el tiempo, el desgaste del equipo incrementa la variabilidad.

Este incremento en la variabilidad puede provocar un incremento en los costos de desperdicio o retrabajo.

## Fuentes de Variabilidad

Son muchas las fuentes que provocan variabilidad. Por ejemplo, muchos lazos de control se inician con valores de sintonización 'predeterminados', tales como una ganancia de 1.0 ó una acción integral (reset) de 0.5 minutos. Estos valores predeterminados se dejan a menudo sin cambio después de la puesta en marcha, dejando así el lazo sintonizado deficientemente; esto resulta en alta variabilidad que no se ve.

En arquitecturas de control tradicionales que usan 4-20mA, si la señal está 'viva', se considera que la lectura es buena y que el sistema la controlará por siempre. Hasta que, por supuesto, la calidad comienza a sufrir y luego se inicia un gran proceso de solución de problemas. Sin validación continua, usted no sabe si esa señal se ha desviado, o simplemente es incorrecta.

El comportamiento dinámico que provoca variabilidad también puede incluir válvulas de control que se pegan o se patinan. Sin visibilidad adecuada, estas válvulas pueden provocar grandes

problemas de tiempo muerto y por lo tanto gran variabilidad.

Los transmisores pueden tener desviaciones o transmitir lecturas erróneas. Es posible que hayan sido instalados en un lugar conveniente para solución de problemas, pero no bueno para un buen control. Esto puede agregar tiempo muerto al lazo.

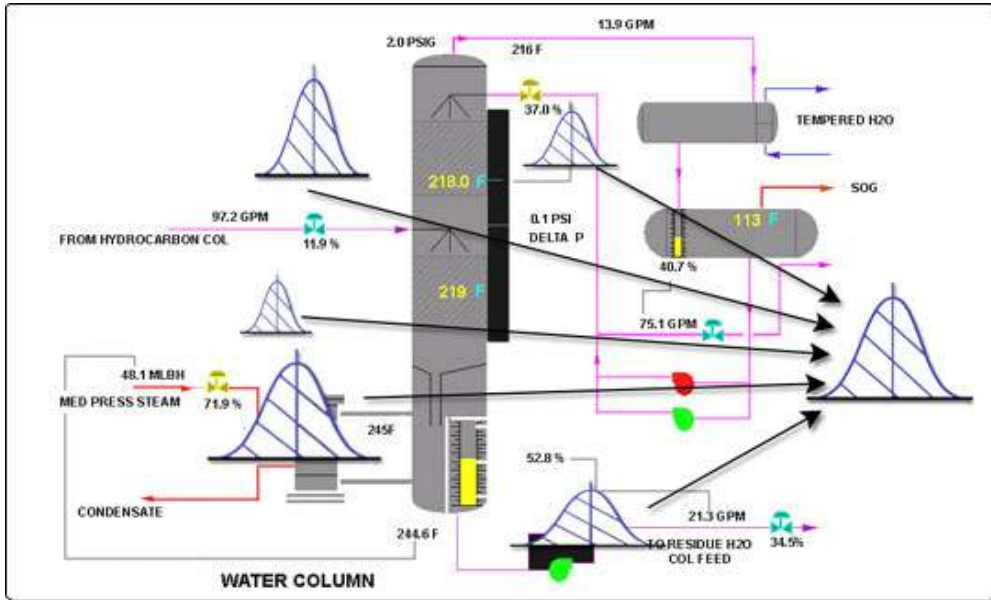
Otra gran fuente de variabilidad es que los propios lazos son puestos en modo manual. Es habitual que un operador cambie a manual para 'alinearse la señal'. Esto significa que el operador vio alta variabilidad, pero su solución es poner el lazo en manual.

Otras fuentes comunes de variabilidad son cuando:

- El tiempo muerto es excesivo en las instalaciones de transmisores.
- La agitación y mezclado del proceso es inadecuado.
- Entra aire en flujos de líquido.
- Las válvulas de control están sobredimensionadas.
- Las válvulas de control tienen backlash y/o esticción (fricción estática) en exceso.
- Las estrategias de control tienen interacción excesiva.
- Los algoritmos de control y los enfoques de sintonización son inapropiados.
- Los controladores son inapropiados.
- Los muestreos son excesivamente lentos.
- Faltan filtros anti-aliasing.
- Los lazos de control tienen sintonización predeterminada.
- El diseño y codificación de la estrategia de control son defectuosos.
- No se puede localizar la fuente de variabilidad.
- La sintonización de muchos lazos no se puede coordinar.
- No se puede hacer sintonización para disturbios dados.

## Efectos de la Variabilidad

Si se ignora la variabilidad del proceso, se puede propagar a través de la operación unitaria y más allá, impactando posiblemente la calidad de su producto. Y debido a que puede estar oculta en varios lazos, es posible que usted no se dé cuenta de los efectos hasta que sea demasiado tarde.



En una unidad de operación típica, la variabilidad se puede encontrar en muchos lugares diferentes. Cada lazo de control puede ser una fuente de variabilidad.

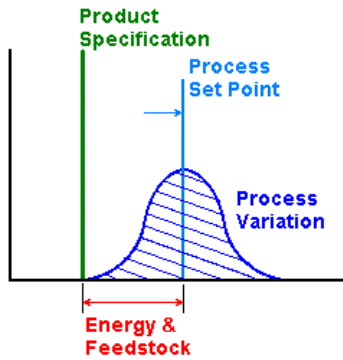
Los flujos del proceso pueden actuar como conductos de variabilidad a través del proceso. Esto permite que la variabilidad se acumule al producto final, y posiblemente afecte la calidad del producto.

### Medidas para Contener la Variabilidad

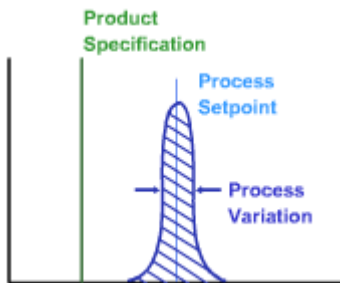
Al tomar medidas activas como ajustar los setpoints o analizar todos los dispositivos y volver a sintonizar el lazo se puede contener la variabilidad.



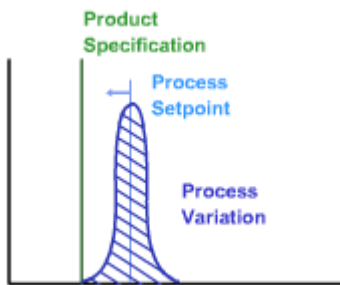
El incremento en la variabilidad puede provocar un incremento en los costos de desperdicio o retrabajo.



Una solución es alejar el setpoint de la especificación del proceso. Sin embargo, esto podría incrementar los costos de energía y materia prima y provocar pérdida de rendimiento (throughput) y de eficiencia.



La mejor solución es reducir esta variación analizando todos los dispositivos y volviendo a sintonizar el lazo.



Una vez que los lazos están sintonizados, los setpoints se pueden volver a acercar a la especificación del producto. Esto reducirá los costos posibles de desperdicio o de materia prima, y mejorar el rendimiento (throughput).

## Soluciones para Mejorar la Calidad

Para construir una planta rentable, es importante reducir la variabilidad. Y usted no puede construir una planta rentable sobre un fundamento deficiente. Por eso es importante mejorar la calidad. Comience con asegurarse de que las válvulas, transmisores y otro equipo proporcione en forma consistente el rendimiento que usted necesita.

Una de las soluciones es **comenzar con dispositivos de campo precisos y confiables**. No tiene sentido desarrollar una estrategia de control usando sensores y transmisores que tengan una precisión de 0.5% o mejor, y luego usarlos con válvulas de control que tengan una resolución no mejor que 5.0%. Una válvula bien diseñada debe responder con una precisión de 1% o mejor.

Otra solución es **mantener la precisión con la que comenzó**. El rendimiento dinámico incluso de las mejores válvulas puede cambiar con el tiempo debido al desgaste o a las condiciones cambiantes del proceso. Es muy importante conservar los dispositivos con buen servicio de mantenimiento.

Las soluciones basadas en arquitecturas tradicionales centradas en sistemas de control distribuido

(DCS) también pueden ayudar. Pero cuentan con información limitada acerca de lo que está pasando en el proceso y en el equipo. Se asume que cualquier señal analógica entre 4 y 20 mA es buena, y que se puede usar para usarla en el control del proceso.

En realidad, pueden existir varios problemas. La señal podría haberse desviado. La medición en sí podría ser incorrecta, tal como una lectura de presión que refleja una línea de impulso bloqueada en lugar de condiciones reales de proceso. O es posible que una válvula no esté respondiendo con precisión a su señal de control.

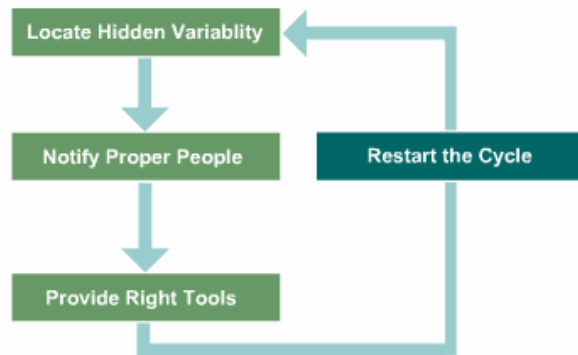
Sin una manera de validar la información, el sistema de control—y cualquier control avanzado u otras aplicaciones continuarán usando datos incorrectos. Esto continuará hasta que se afecte al proceso, y un problema de calidad o alteración del proceso sugiera que la señal es dudosa. Mientras tanto, los costos por desperdicio y retrabajo se acumulan.

## Pasos para Reducir la Variabilidad

Incluso si su planta se sintoniza perfectamente al inicio, las leyes de la física no se pueden ir. El comportamiento dinámico de una planta de proceso continuará creando variabilidad.

Aquí están los pasos que usted puede tomar para reducir la variabilidad del proceso:

1. **Localice la variabilidad oculta** revisando todos los dispositivos y monitoreando los lazos de control.
2. **Notifique a la gente adecuada** que comprenda el proceso suficientemente para sintonizar adecuadamente los lazos.
3. **Proporcione las herramientas correctas** tales como software de sintonización de lazos y diagnósticos.
4. **Reinicie el ciclo** monitoreando la variabilidad – en línea si es posible.



## La Ventaja PlantWeb

**PlantWeb Alerts** permite al usuario monitorear la información de estatus desde el poderoso software de los dispositivos de campo de Emerson, **AMS Suite: Intelligent Device Manager**, y el **sistema de automatización de DeltaV**. El usuario puede analizar inmediatamente esta información entrante, clasificarla de acuerdo a quién debe estar enterado, y darle prioridad de acuerdo a la severidad e importancia de tiempo. Entonces el usuario no sólo podrá decir a los receptores qué está mal sino qué hacer al respecto.

Los **sistemas de automatización de Emerson** usan una indicación (bandera) de estado bueno/malo/incierto para verificar que la señal del instrumento es válida para usarla en algoritmos de control. Si no es válida, entonces el sistema puede modificar automáticamente las acciones de control como sea adecuado, minimizando o eliminando cualquier impacto en la

calidad del producto.

El software **DeltaV Inspect** va un paso más allá al monitorear continuamente lazos de control completos e indicando automáticamente cualquier degradación en el rendimiento. Incluye un Índice de Variabilidad que se puede usar para alertar a los operadores si la variabilidad del transmisor o de la válvula rebasa los límites establecidos por el usuario.

El software **EnTech™ Toolkit** cuantifica las características dinámicas de un proceso y su sistema de control. Ayuda en el diagnóstico de problemas de sintonización y de estrategias de lazos de control. Además, se puede evaluar los rendimientos de la instrumentación mientras el proceso está en progreso. Este software funciona con arquitecturas tradicionales y digitales modernas.

## Tecnología Digital

La tecnología digital puede ayudar a reducir la variabilidad. A través de la tecnología digital es posible tener acceso a nuevos tipos de información y compartirlos. Esta información va más allá de las señales de variables de proceso de las arquitecturas de automatización tradicionales.

La tecnología digital ayuda a reducir la variabilidad usando lo siguiente:

- **Dispositivos de Campo Inteligentes**

Los dispositivos de campo inteligentes—incluyendo transmisores, analizadores y controladores de válvula digitales—usan microprocesadores y software de diagnóstico integrados. Este software monitorea la condición operativa y el rendimiento de estos dispositivos. También monitorea el proceso, e indica cuando hay un problema o cuando se necesita mantenimiento. Los controladores de válvula digitales con inteligencia predictiva pueden ayudar a mantener el rendimiento original al detectar el deterioro antes de que provoque problemas de variabilidad.

- **Estándares de Comunicación**

Los estándares de comunicación como HART, FOUNDATION fieldbus y OPC entregan instantáneamente la información digital a través de la arquitectura para que sea analizada y se tomen las acciones necesarias. Esto le permite a usted reducir rápidamente la variabilidad que se descubre.

- **Software Integrado**

El software integrado puede aprovechar la inteligencia predictiva de los dispositivos digitales de campo enviando la información a la gente adecuada, y proporcionando las herramientas necesarias para corregir los problemas encontrados, antes de que afecten a la calidad. El software de monitoreo en línea que busca variabilidad en los lazos de control será de ayuda para mantener y mejorar su calidad actual.



En la arquitectura PlantWeb, los dispositivos de campo inteligentes—incluyendo transmisores, analizadores, y controladores de válvula digitales—usan microprocesadores y software de diagnóstico integrados para monitorear su propia condición operativa y rendimiento, así como el proceso, y avisan cuando hay un problema o se necesita mantenimiento.

Además de soportar los protocolos populares desde 4-20mA y Ethernet de Alta Velocidad hasta AS-i, DeviceNet, Profibus DP y Modbus, **PlantWeb es la única arquitectura que proporciona un solo ambiente integrado que entrega todas las capacidades de HART, FOUNDATION fieldbus y OPC.**

Para facilitar más la detección de problemas, **PlantWeb integra muchos tipos de información del equipo en un solo Portal de Activos (basado en Internet)** al que puede tener acceso cualquiera que lo necesite—incluyendo técnicos en el taller de mantenimiento, operadores en el cuarto de control, u otro personal y aplicaciones a través de la planta y empresa.

## Sintonización de Lazos

La sintonización de lazos es una importante parte del proceso de mejora de la calidad. Los lazos se pueden sintonizar usando técnicas de ensayo y error o usando herramientas de software de sintonización.

### ■ Ensayo y Error

La mayoría de los ingenieros y técnicos sintonizan los lazos de del proceso mediante ensayo y error, observando la respuesta a los cambios de setpoint. Para lograr una buena respuesta de setpoint se necesita un hábil entendimiento intuitivo de la forma y velocidad de la respuesta. Sólo la gente experimentada puede lograr una buena respuesta de setpoint en esta forma.

### ■ Usando Herramientas de Software de Sintonización

Al usar herramientas de software de sintonización para analizar un lazo se proporcionará al ingeniero o técnico útiles sugerencias acerca del proceso, incluyendo el rendimiento del equipo e interacciones con otros lazos. Las herramientas de software también le permiten seleccionar los parámetros de sintonización adecuados para el objetivo de control, en lugar de valores predeterminados. El método de sintonización debe identificar la dinámica del proceso y las no linealidades del actuador. Nosotros recomendamos sintonización Lambda, que se considera que es la más adecuada para manufactura uniforme en procesos continuos.

Si usted tiene dispositivos FOUNDATION fieldbus, asegúrese de que su software de sintonización pueda analizarlos también. Muchos programas sólo funcionan con lazo de 4-20mA.

## La Ventaja PlantWeb

**DeltaV Tune** está integrado completamente en su **sistema DeltaV**. Determina rápida y automáticamente los parámetros de sintonización óptimos para *lazos de control PID y de Lógica Difusa*. Con base en un algoritmo patentado probado en campo para calcular los parámetros de lazos de control, DeltaV Tune minimiza el tiempo requerido para establecer lazos de control estables sensibles incluyendo lazos FOUNDATION fieldbus.

**OvationTune** es un paquete de sintonización adaptable a nivel del sistema para el sistema

Ovation que 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 sugerencias de sintonización o si se deben hacer los ajustes de sintonización automáticamente. Los parámetros de sintonización optimizados se pueden lograr y documentar para análisis y comparaciones futuras.

El módulo **EnTech Toolkit's Tuner** se comunica con las arquitecturas digitales vía OPC para proporcionar sintonización experta de los lazos de control interrelacionados mediante una estrategia de sintonización Lambda sistemática. Se soportan once modelos dinámicos.

## Haciendo lo Correcto la Primera Vez

Muchos problemas de variabilidad comienzan con el diseño e implementación de la automatización original. Durante la implementación, las válvulas y transmisores para el mismo lazo se pueden seleccionar en forma independiente, sin considerar cómo trabajarán juntos. Los instrumentos se pueden instalar en ubicaciones que facilitan el mantenimiento pero incrementan el tiempo muerto de control. Si el personal de puesta en marcha descubre que un lazo no está funcionando, pueden intentar sintonizarlo rápidamente “según sientan que está bien” antes de ir al siguiente lazo.

El resultado: control apto para que haya alta variabilidad de proceso.

Usted puede reducir este riesgo separando el diseño de automatización de un proyecto, la selección del equipo y la implementación de las obras civiles. Luego asignarlos a un solo contratista de automatización.

Al hacer esto, usted obtendrá:

- Integración consistente
- Un solo punto de responsabilidad
- Puesta en marcha más rápida y fácil

## La Ventaja PlantWeb

Los **servicios de ingeniería** de la división Process Solutions de Emerson proporcionan un recurso para nuestros clientes para incrementar el rendimiento de la planta a los niveles más altos posibles. En combinación con nuestros Socios de Negocio Locales (LBP, por sus siglas en inglés), ofrecemos personal de servicio en campo con mucha experiencia y especializado en estudios de variabilidad de procesos, optimización del sistema de control, monitoreo de lazos y solución de problemas. Nuestros consultores con experiencia le pueden ayudar a planificar, diseñar e implementar proyectos de control avanzado y de mejoras de control. Además, también pueden ayudarle a planificar y ejecutar un programa para migrar su sistema a una arquitectura digital moderna.

[Fin del curso]