



CONTAC INGENIEROS LTDA.
INGENIERIA-SISTEMAS-AUTOMATIZACION

SCAN

WHITE PAPER

**CONSIDERACIONES BÁSICAS EN LA SUPERVISIÓN Y
CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES**

Septiembre, 2001

PARTE I

1. INTRODUCCION

En el competitivo mercado de hoy, el éxito de cualquier negocio depende de las mejoras realizadas en función de satisfacer los crecientes requerimientos en calidad del producto, seguridad y eficiencia. Por ello, la supervisión técnica de procesos ha sido tema de creciente investigación en los últimos veinte años.

La supervisión de procesos involucra dos tareas principales relacionadas con la detección de anomalías en la operación de la planta (detección de fallas) y la identificación del origen para las fallas detectadas (diagnóstico de fallas).

Existe una gran cantidad de procedimientos que son capaces de desarrollar las tareas mencionadas. Los más básicos buscan la regulación de procesos mediante controladores PID y generan alarmas (“on/off”) indicando la presencia de anomalías. Otros métodos más sofisticados, incluyen herramientas estadísticas para la detección de anomalías, como es el caso de los métodos SPC/SQC.

Sin embargo los métodos anteriores son difíciles de implementar si la relación entre las diferentes variables del proceso no es bien conocida, o simplemente fallan cuando el número de variables es muy grande. Los procedimientos basados en la detección de violaciones de límites de operación, inevitablemente implican que al momento de la detección, la calidad del producto ya ha sido afectada. Además, muchas variables no son mensurables o bien son medidas con poca frecuencia o poca confiabilidad.

Bajo este esquema, el presente documento recomienda un plan de trabajo orientado al desarrollo de sistemas de supervisión y/o control que, en lo posible, aprovechen eficientemente las instalaciones y lazos ya existentes en la planta. Dichos sistemas utilizan métodos basados en la determinación de patrones de variabilidad y son capaces de definir las relaciones de causalidad para grupos de variables del proceso.

Las técnicas propuestas tienen características modulares, por lo que pueden implementarse en la solución de una problemática específica (ajuste de equipo, lazo de control, etc.) o en el ajuste de la operación de un proceso completo. La combinación de análisis conforman en este esquema una poderosa herramienta para la supervisión de procesos, permitiéndole ejecutar acciones de control “just-in-time” para solucionar las anomalías detectadas que están afectando el desempeño de su planta.

2. DESARROLLO DE SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y/O CONTROL DE PROCESOS: ESQUEMA DE TRABAJO

El diseño de sistemas de supervisión y control para procesos industriales, generalmente se ve dificultado por las redundancias de información existente en los datos de planta, la gran cantidad de variables involucradas y la complejidad implícita en la sintonización apropiada de los lazos de control regulatorios.

En este esquema de trabajo, generalmente se intenta aprovechar el conocimiento existente acerca de la operación de la planta con el fin de identificar las variables más representativas del proceso y generar, de acuerdo a su comportamiento, las correspondientes instrucciones de control a los operadores.

Sin embargo, las relaciones causa - efecto entre las variables de un proceso muchas veces dependen del punto de operación, calidad de la materia prima utilizada o incluso de las condiciones meteorológicas, por lo que en la práctica es probable que el razonamiento de control anterior falle si es que no se ha analizado con detalle las fuentes de variabilidad del proceso y la estructura de correlación presente en la planta.

El esquema de trabajo que se detalla a continuación, está orientado a lograr, en el corto plazo, un adecuado conocimiento acerca de la variabilidad del proceso y la estructura de correlación en las variables del mismo, de modo de posibilitar la implementación de eficientes sistemas de supervisión y control univariados o multivariados.

En este sentido la gran diversidad de estrategias existentes [1], permite adecuar el enfoque de control a las necesidades y limitantes existentes en el proceso, siempre y cuando se defina apropiadamente su operación y restricciones.

2.1. PRIMERA FASE : ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN PARA EL PROCESO EN ESTUDIO

En esta primera fase, el esfuerzo se concentra en la caracterización del proceso, de modo de identificar los patrones y rangos de variabilidad presentes normalmente durante la operación del mismo. La información obtenida durante esta etapa es la base para las subsiguientes, como parte del conocimiento empírico de la planta. Las tareas asociadas a esta etapa se señalan a continuación:

- **Definición de los problemas en la operación:** Deben identificarse claramente aquellas condiciones de operación que son indeseables o de riesgo dentro del funcionamiento de la planta, así como las características relevantes que las definen.
- **Identificación de las variables relevantes y lazos de control involucrados:** En una primera aproximación se debe identificar claramente los lazos de control ya implementados en el proceso, su función y las variables que son factibles de registrar. Las variables identificadas deben agruparse de acuerdo a su condición de set point, manipulada o controlada.
- **Diagnóstico de los Sistemas de Control Regulatorio:** A través de herramientas estadísticas, es recomendable un diagnóstico de la operación de los sistemas de control regulatorios ya instalados, de modo de eliminar fuentes de variabilidad o inestabilidad en el proceso.
- **Análisis de la historia:** El comportamiento del proceso durante un intervalo prolongado de tiempo es analizado con el fin de definir los patrones de operación. Se entiende como patrón de operación a la caracterización de la variabilidad y al comportamiento del proceso durante una operación normal, de acuerdo a los estándares propios de la empresa o al conocimiento previo acerca de sus efectos. La definición de patrón de operación puede depender del punto de operación de la planta, por lo que deben considerarse las situaciones factibles más relevantes.
- **Estudio de los patrones de operación:** Mediante la aplicación de técnicas estadísticas univariadas o multivariadas, es analizado el grado de variabilidad del proceso en los patrones de operación definidos. Se determina la estructura de correlación del proceso, identificándose a aquellas variables que entregan información adicional y se genera un rango de variabilidad máximo que establece el límite para la operación normal (patrón) del proceso.

2.2. SEGUNDA FASE : DESARROLLO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN

- **Definición de los factores de variabilidad:** Los factores o “ejes” de variabilidad corresponden a un conjunto de variables, calculadas a partir de las variables físicas del proceso, en las que las medias (punto de operación) e influencias recíprocas han sido eliminadas. De este modo, se obtiene un conjunto menor de variables que permiten supervisar el rango de variabilidad del proceso con un cierto grado de confianza α .

- **Análisis de los factores de variabilidad determinados:** De la forma en que las variables del proceso se vinculan con los factores de variabilidad, es factible conocer su importancia relativa como fuente de variabilidad en la operación. De este modo se efectúa una clasificación, tomando en cuenta sólo aquellas señales que aportan información relevante acerca del proceso.
- **Implementación de sistema de supervisión:** De acuerdo a las conclusiones anteriores, se implementa un sistema de supervisión multivariable [1] capaz de identificar situaciones de riesgo dentro de la operación de un proceso, comparando los rangos y la estructura de la variabilidad del mismo con aquella que se ha definido en el patrón. La implementación puede incluir la visualización “on line” del proceso mediante PI Systems utilizando “performance equations”, y una interfaz gráfica adecuada.

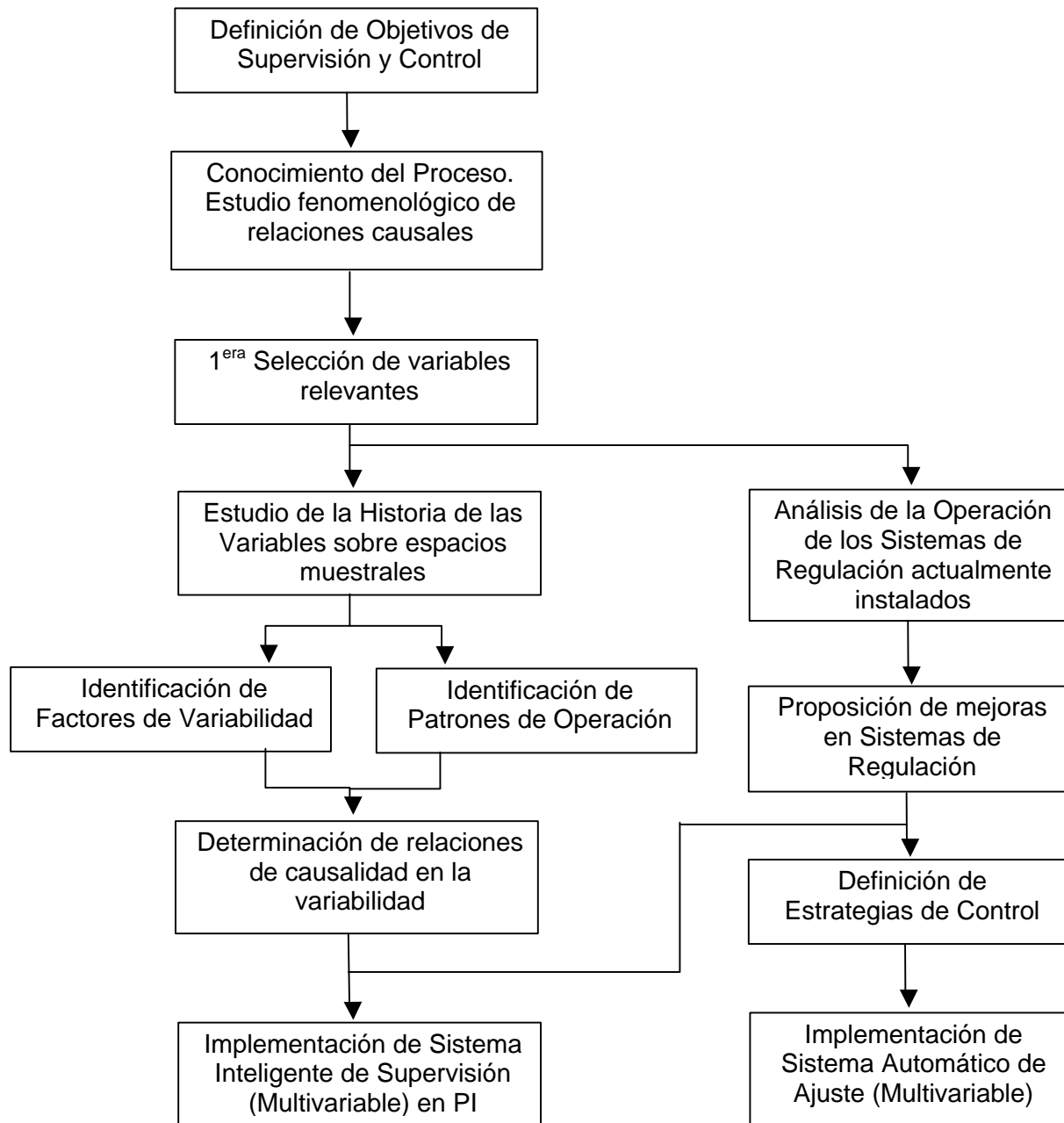
2.3. TERCERA FASE : DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DE CONTROL

- **Selección de la estrategia de control:** De acuerdo a la fenomenología del proceso, el conocimiento empírico existente, lazos de control ya instalados y los tipos de anomalías detectadas a través del sistema de supervisión [1], se selecciona la estrategia de control más adecuada. Dicha estrategia incluye desde la utilización de técnicas PID, hasta conceptos de lógica difusa, redes neuronales y sistemas expertos.
- **Implementación de la estrategia de control:** Teniendo en cuenta el tipo de sistema de detección de anomalías instalado y las instalaciones presentes en la planta (sistemas expertos, PLC), se diseña e implementa la estrategia de control escogida.

3. REFERENCIAS

- [1] Isermann, Rolf y Ballé, Peter. “Trends in the application of model based fault detection and diagnosis of technical processes”. IFAC 13th Triennial World Congress, San Francisco, USA., 1996.

ANEXO I: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE SUPERVISIÓN Y AJUSTE



ANEXOII: ESQUEMA GLOBAL DE SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PROCESOS [1]

