

Gestión de alarmas: un punto clave en la planificación de la seguridad

Por *Ignacio Queirolo*, YPF SA

La excelencia en seguridad se logra mediante la gestión integrada de todos los factores críticos del proceso de trabajo. Dentro de estos factores, se encuentra el control de las variables del proceso, monitoreadas desde los sistemas digitales encargados de ejecutar los algoritmos responsables de mantener la planta dentro de los límites operativos preestablecidos. Los sistemas de alarmas son utilizados para anunciar un problema que requiere que el operador actúe. Este documento describe el concepto “gestión de alarmas” como parte fundamental para planificar la seguridad e implementarla en los sistemas de control de proceso

Introducción

La gestión de alarmas asumió un papel importante en la planificación de la seguridad en industrias de proceso como mecanismo utilizado para asegurar que las alarmas sean correctamente diseñadas e implementadas en los sistemas de alarmas de los sistemas de control distribuidos (DCS: Distributed Control System). Este término se refiere a la parte del sistema que procesa y presenta las alarmas.

A principios de los noventa, las alarmas comenzaron a producir algunos incidentes en los sistemas

de control en industrias de proceso. Frente a ello, algunas compañías empezaron a ofrecer productos y servicios que permitieran resolver este problema.

En 1994, se formó el Consorcio de Gestión de Situaciones Anormales (ASM: Abnormal Situation Management Consortium), que comenzó a estudiar distintos aspectos del problema. En 1991, la Asociación de Usuarios de Materiales y Equipos de Ingeniería (EEMUA: Engineering and Equipment Materials Users' Association) emitió la publicación N.º 191 sobre la gestión de sistemas de alarmas.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA: Occupational Safety and Health Administration) ha emitido ciertos requerimientos para los sistemas de alarmas en el Código Federal de Regulaciones, Título 29, Parte 1910.119 (29 CFR 1910.119): “Gestión de Seguridad de Procesos con Materiales Químicos Altamente Peligrosos”. Estos requerimientos se vinculan con la documentación de alarmas críticas y con el entrenamiento que reciben los operadores para poder entender cómo funcionan y actuar dentro de los límites de operación de las alarmas teniendo en cuenta la consecuencia de la desviación y los pasos para corregirla o evitarla.

Gestión de alarmas en un sistema integrado de seguridad

La seguridad de una planta involucra la gestión integrada de aquellos factores que más importancia tienen a la hora de analizar las causas de los accidentes. En otras palabras, estos factores deben ser gestionados en forma conjunta, y no separada, porque si alguno de ellos fuera desatendido o disminuido, la seguridad se vería amenazada.

Los factores críticos del proceso de trabajo que deben ser gestionados conjuntamente son:

1. Instalaciones en condiciones seguras.
2. Control de las variables del proceso.
3. Comportamientos seguros.
4. Procedimientos válidos.

El control de las variables del proceso es muy importante para su estabilidad, puesto que muchos accidentes han tenido su origen en una pérdida inicial de ella. La gestión de alarmas surge en este factor, en el que se pueden encontrar dos tipos de acciones según el destinatario: acciones focalizadas en el operador o acciones focalizadas en los sistemas. Dentro de las primeras, se cuentan los planes de capacitación sobre fundamentos de proceso, las condiciones de proceso, el conocimiento de las condiciones de diseño, las acciones durante emergencias y los simulacros de emergencias operativas. En el segundo caso, podemos tener:



Figura 1. Sala de control donde se observan paneles cableados e interfaces modernas

- Controles multivariables
 - Disminución de las perturbaciones.
 - Mejora en la ergonomía del operador.
- Gestión de alarmas
 - Racionalización y priorización de las alarmas.
 - Aplicaciones de gestión dinámica.
- Sistemas de parada de emergencia (ESD)
 - Ejecutan una secuencia lógica independiente del criterio o de la condición personal del operador.
 - Plan anual de capacitación en sistemas de parada.

La gestión de alarmas aparece como una de las acciones implementadas para obtener un sistema que ayude al operador a prevenir daños ocasionados por los desvíos durante situaciones anormales.

Cuando un sistema de alarmas produce más alarmas de las que el operador puede procesar, este empieza a tener una visión tunelizada del proceso,

una de las muchas causas de accidentes con los que nos podemos encontrar en la industria. El operador concentra su atención en aquella parte del proceso que puede atender, mientras que los accidentes ocurren por las otras variables que no logra contener.

Origen del problema con las alarmas

Históricamente, agregar una alarma era costoso y difícil, por lo que exigía una revisión cuidadosa antes de implementarla. Cada alarma tenía que ser cableada respetando los límites de espacio en los paneles de la sala de control (figura 1).

En la actualidad, los avances en el *hardware* y en el *software* han hecho posible la implementación de alarmas a un costo mínimo, sin límites de espacio y con una menor revisión. Por lo tanto, se originan alarmas innecesarias.

La consecuencia más importante fue la aparición de sistemas sobrea-



alarmados, en los que hay demasiadas alarmas configuradas o instaladas y alarmas anunciadas al operador considerando la cantidad de señales existentes (analógicas y discretas) y la tasa de alarmas que un operador puede atender eficientemente (figura 2).

En consecuencia, muchas alarmas no puedan ser evaluadas por el operador, lo cual constituye una seria amenaza a la seguridad del proceso porque ¿qué alarmas pueden ser ignoradas sin comprometer la seguridad del proceso? En el otro extremo, se puede tener un sistema subalarmado, cuyos aspectos negativos están a la par de los de un sistema sobrealarmado.

Por ende, lo recomendable es disponer de un sistema que tenga las alarmas necesarias para lograr una operación segura y eficiente. La problemática con las alarmas puede resumirse en dos factores:

Tasa de alarmas muy alta

La tasa de alarmas indica la carga que el sistema de alarmas produce en el operador. Si se quiere que el operador responda a todas las alarmas, el sistema no puede producir más alarmas de las que el operador puede atender eficazmente. Los factores más importantes que impactan en la tasa de alarmas son:

1. Número de alarmas configuradas.
2. Banda muerta de las alarmas analógicas (presión, temperatura, caudal, nivel, etc.).
3. Límites de las alarmas analógicas.
4. Alarmas de equipos paquetes (compresores, hornos, etc.).

Falta de criterio para asignar la prioridad de una alarma

La prioridad de una alarma determina el orden con el que el operador deberá responder a esa alarma, es decir, determina la importancia relativa de las alarmas. Con frecuencia, se pueden encontrar sistemas en los que todas las alarmas tienen la misma prioridad, o un gran porcentaje son de una prioridad y unas pocas de otra prioridad. Es importante que las alarmas sean priorizadas correctamente porque, en un escenario en el que el operador reciba una secuencia de alarmas en un período corto, la prioridad es el único factor que tiene para determinar a cuál responderá con mayor urgencia.

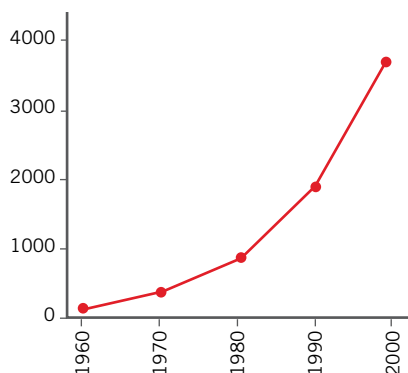


Figura 2. El crecimiento exponencial de las alarmas configuradas por operador

La solución: la gestión de alarmas

La gestión de alarmas es un proceso por el cual las alarmas son diseñadas, monitoreadas y gestionadas para asegurar operaciones más confiables y seguras. El primer error es asumir que esta se basa en reducir alarmas. El objetivo consiste en mejorar la calidad actuando sobre la tasa de alarmas durante la operación normal, la tasa de alarmas durante situaciones anormales, la prioridad de las alarmas y los problemas relacionados con el mantenimiento y la operación/control.

La motivación para hacer gestión de alarmas se fundamenta en mejorar el ambiente de trabajo del operador (su ergonomía), prevenir su sobrecarga, evitar paradas inesperadas, otorgarle mayor seguridad a la operación y afianzar de este modo la confiabilidad de la planta.

Pasos para implementar la gestión de alarmas

Existen diversas recomendaciones sobre los pasos o etapas para implementar la gestión de alarmas, aunque todas tienen algunos puntos comunes. PAS recomienda seguir siete pasos: los primeros tres son fundamentales, mientras que los restantes dependen del sistema que se busca mejorar. Estos son:

Idear, adoptar y mantener una filosofía de alarmas

La filosofía de alarmas es una guía para la implementación y el cambio de alarmas. Provee las bases para seleccionar, priorizar y configurar una nueva alarma, así como también algunas metodologías pensadas para resolver los problemas que generan las alarmas.

Recopilar datos y crear un punto de referencia

No se puede controlar lo que no se mide. Por lo tanto, es necesario recolectar información de las alarmas para poder realizar un análisis que permita conocer el estado actual de nuestro sistema. Esto se hace calculando ciertos indicadores que luego son comparados con valores objetivo derivados de la experiencia y estudios realizados sobre plantas similares en la industria de proceso.

Resolución de "malos actores"

Contempla solucionar los problemas propios de las alarmas anunciadas al operador con mayor frecuencia y que generan la mayor carga al operador. Para ello, sobre la base del diagnóstico preliminar de cada mal actor, se implementan distintas técnicas que modifican la configuración de estas alarmas con el fin de que dejen de ser malos actores.

Documentar y racionalizar

Incluye la revisión de todas las alarmas tanto sea su configuración como su propósito. Es un trabajo que puede resultar muy costoso en tiempo y dinero, por lo que debe ser cuidadosamente analizado y programado. La documentación de las alarmas es un requisito indispensable para obtener la Base de Alarmas Maestra, que tiene toda la información necesaria de cada alarma instalada en el sistema.

Implementar auditoría de alarmas y técnicas de restablecimiento

Una vez mejorado el sistema, es imprescindible tener un mecanismo que asegure que la configuración de las alarmas instaladas no cambie con el tiempo, a menos que se trate de una modificación debidamente autorizada. Para ello, se puede implementar algún *software* o programa que monitoree la configuración de las alarmas en el sistema y dé a conocer los cambios que aparezcan respecto de lo aprobado a su tiempo y sazón.

Implementar la gestión de alarmas en tiempo real

Esta etapa incluye la implementación de algoritmos que permitan cambiar algunos parámetros de las alarmas sobre la base del estado de la planta (arranque, parada, cambio de modo de operación, etc.). También podemos

Severidad de las consecuencias

Tiempo disponible	Ninguna	Menor	Mayor	Severa
>30 Min	Sin alarma	Sin alarma	Sin alarma	Sin alarma
10 30 Min	Sin alarma	Baja	Baja	Alta
3 10 Min	Sin alarma	Baja	Alta	Alta
<3 Min	Sin alarma	Alta	Emergencia	Emergencia

incluir aquí las técnicas o métodos para deshabilitar alarmas molestas por algún tiempo hasta solucionar el problema que hace que esa alarma se comporte de esa forma.

Control y mantenimiento del sistema mejorado

Un sistema mejorado no se sostiene en el tiempo si no se adoptan mecanismos de mantenimiento destinados a conservar y mejorar lo hecho en los primeros tres pasos. Este último paso siempre es necesario a fin de asegurar que se mantengan las mejoras obtenidas en los pasos anteriores.

¿Qué contiene la filosofía de alarmas?

Se trata de un documento que contiene los lineamientos principales para definir, priorizar e implementar las alarmas en el DCS. Presenta los crite-

rios que deben seguirse para determinar si corresponde o no implementar una alarma y enumera las funciones y las responsabilidades destinadas a la gestión de alarmas. Establece la metodología de asignación de la prioridad de una alarma y da un conjunto de indicadores clave de desempeño (KPI, por su sigla en inglés) para evaluar el funcionamiento de un sistema de alarmas. Describe algunos métodos para lidiar con las alarmas a fin de resolver los problemas que ocasionan.

Una alarma es una señal que es anunciada al operador, en general por un sonido audible, por alguna forma de indicación visual –usualmente un parpadeo– y por la presentación de un mensaje o de algún otro identificador. Indica un problema que requiere que el operador actúe. Suele producirse por una medición de proceso que supera un límite de alarma predefinido aproximándose a un valor no deseado

o peligroso.

Los criterios más importantes para seleccionar una alarma son:

1. ¿El suceso requiere alguna acción del operador?
2. ¿Esta alarma es la mejor indicación de la raíz del problema?
3. ¿Esta alarma responde a una situación anormal?

En el caso de los sucesos que no requieran acción del operador, no se les permitirá producir alarmas, y estas serán el producto de situaciones anormales solamente, no de situaciones normales.

Definición de “prioridad de una alarma”

La prioridad de una alarma comunica al operador la gravedad de una condición específica del proceso. Es recomendable utilizar pocos niveles de prioridad, por ejemplo: alta, media y baja, o emergencia, alta y baja. La prioridad de una alarma se determina en función de los siguientes factores:

1. El tiempo disponible del operador para responder exitosamente a la alarma.
2. La gravedad de las consecuencias en caso de que el operador no responda a la alarma.

Indicador clave de <i>Performance</i> (KPI)	Objetivo interino	Objetivo a largo plazo
Promedio de alarmas.	<300 por día	<150 por día.
Porcentaje del tiempo en que se excede el promedio de alarmas deseado como meta.	5%	0%
Distribución de prioridad de alarmas activadas en al menos una semana de datos recopilados.	~80% Baja, ~15% Media, <=5% Alta	~80% Baja, ~15% Media, <=5% Alta.
Alarmas suprimidas.	Cero (A menos que sea parte de una estrategia definida para desactivarlas temporalmente, supresión de avalanchas, control basado en el estado de la planta)	Cero (A menos que sea parte de una estrategia definida para desactivarlas temporalmente, supresión de avalanchas, control basado en el estado de la planta).
Alarmas repetitivas (ocurrencias de alarmas que entran y salen muchas veces continuamente).	10 ocurrencias o menos en un período de una semana	0 ocurrencias por día.
Alarmas permanentes (más de 24 horas activadas).	20 o menos en un período de una semana.	0 por día.
Inundación (de 10 a 20 alarmas en un período de 10 minutos).	<=5 por día.	<=3 por día.
Avalanchas (>20 alarmas en un período de 10 minutos).	<=3 por día.	0 por día.
Cambios en la prioridad de las alarmas, puntos de disparos, supresión.	Ninguno que no haya sido autorizado. Ninguno que no sea parte de una estrategia definida para desactivar alarmas temporalmente.	Ninguno que no haya sido autorizado. Ninguno que no sea parte de una estrategia definida para desactivar alarmas temporalmente.

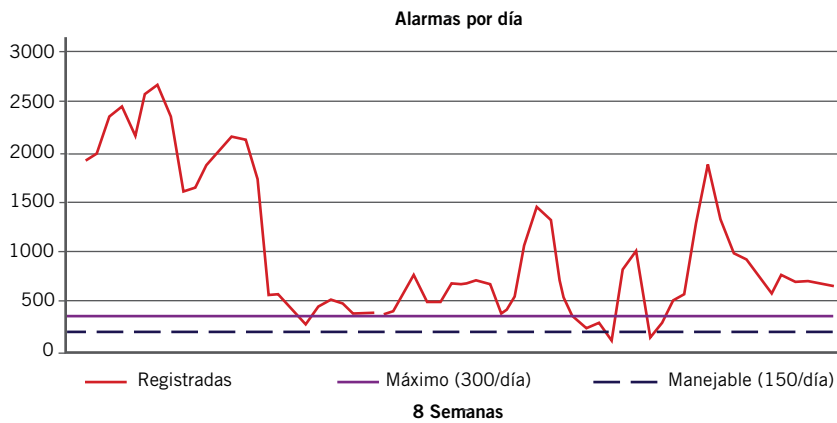


Figura 3.

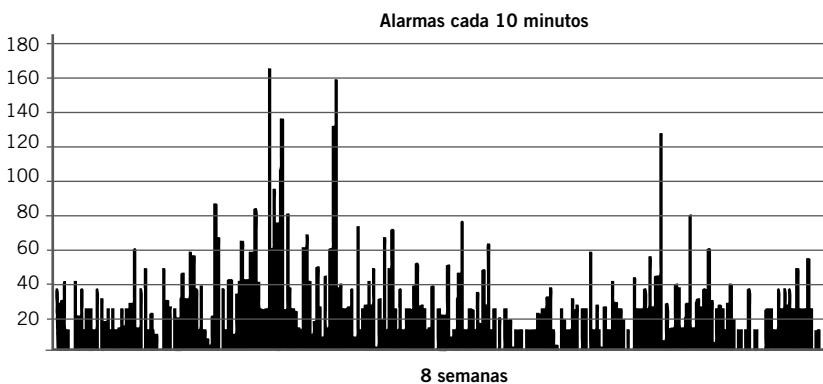


Figura 4.

Este segundo factor puede obtenerse a partir de una matriz que contemple el impacto en la seguridad de las personas, en las instalaciones, en la pérdida de producción y en el medio ambiente para luego tomar la gravedad mayor como resultante. Con estos dos factores, y de acuerdo con las recomendaciones de las mejores prácticas, puede utilizarse la siguiente matriz para determinar la prioridad de una alarma:

Indicadores de desempeño de alarmas

Para definir el desempeño de un sistema de alarmas, es necesario especificar un conjunto de indicadores clave de desempeño (KPI). Los KPI deben calcularse sobre un período razonable, por ejemplo, una semana. EEMUA, a través de su publicación 191, presenta algunos indicadores que pueden ser utilizados a la hora de evaluar el desempeño de un sistema de alarmas. Los KPI sugeridos son:

- Tasa promedio de alarmas (*Average Alarm Rate*).
- Máxima tasa de alarmas (*Maximum Alarm Rate*).
- Porcentaje de tiempo que la tasa de alarmas está fuera del umbral aceptable

(% of time alarm rates is outside of acceptability target).

Estos índices se calculan por operador, y generalmente se utiliza un intervalo de diez minutos.

Tasa promedio de alarmas

Es una simple medida del nivel promedio de interrupciones impuestas al operador. Se calcula el número total de alarmas anunciadas al operador/número total de intervalos de tiempo.

Máxima tasa de alarmas

Es la peor carga impuesta al operador en un intervalo de diez minutos. Se calcula a partir de dividir el registro

de alarmas en intervalos de diez minutos y luego registrar el máximo número de alarmas anunciado al operador en cualquiera de los intervalos. Siempre se expresa en intervalo de tiempo utilizando como base diez minutos y luego multiplicando ese número por seis en los casos que requieran darlo por hora.

Porcentaje de tiempo que la tasa de alarmas está fuera del umbral aceptable

Es una medida de la porción del tiempo en que las alarmas del sistema exceden la tasa de alarmas aceptable. El índice es calculado dividiendo el registro de alarmas en el intervalo de tiempo requerido (usualmente diez minutos) y luego calculando el número de alarmas anunciadas al operador en todos los intervalos. La proporción del tiempo en que el número de alarmas excede el umbral es expresado en porcentaje (por ejemplo, si en uno de diez intervalos se superó el objetivo, se tendrá el 10%).

Número de períodos donde hay intensa actividad de alarmas

El índice mide el pico en la actividad de las alarmas. Se calcula dividiendo el registro de alarmas en intervalos de diez minutos y calculando el número de alarmas anunciadas al operador en cada uno de estos intervalos. Se cuenta el número de intervalos en donde la cantidad de alarmas supera el objetivo de cien alarmas. Por último, el índice puede expresarse en un porcentaje del total de intervalos. La idea es reducir este porcentaje.

Alarmas suprimidas

Este índice tiene dos partes. La primera es el cálculo de las alarmas suprimidas; el objetivo de este valor

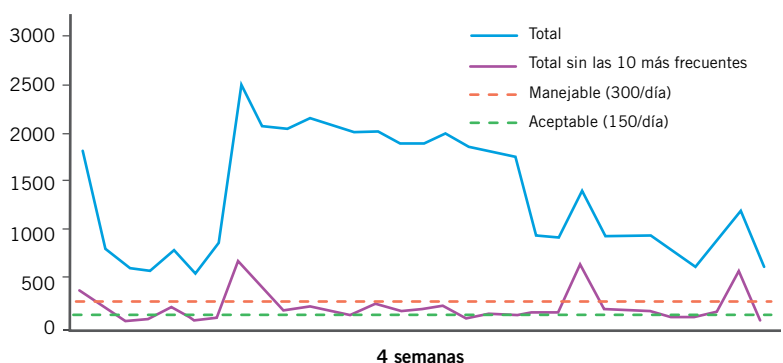


Figura 5.

apunta a que esté por debajo de treinta. La segunda consiste en medir la duración de cada alarma suprimida. La gestión de alarmas debe definir una estrategia que contemple las revisiones necesarias para tener bajo control la supresión de las alarmas.

Alarmas permanentes

Este índice también consta de dos partes. La primera es el número de alarmas permanentes; el objetivo apunta a que esté por debajo de diez. La segunda consiste en medir el tiempo durante el cual una alarma activa se considera permanente, que, según una buena definición, es aquella que permanece activa por más de un turno de doce horas o de un día completo.

Alarmas más frecuentes

Es una buena indicación de aquellas alarmas que impactan con mayor peso en la tasa de alarmas para reconocer los “malos actores” que cargan el sistema. Se calcula expresando el número total de ocurrencias de las diez alarmas más frecuentes como un porcentaje del total de alarmas en el período de medición.

De manera similar a EEMUA, PAS define algunos indicadores junto a sus valores objetivo para evaluar el funcionamiento de un sistema de alarmas. Estos KPI son (ver tabla en la página 75).

Como puede verse en la tabla, los indicadores y sus valores objetivo son similares a los definidos en la publicación 191 de EEMUA.

Recopilación de datos y cálculo de indicadores

Para el cálculo de los KPI, debe elaborarse una base de datos con la configuración de las alarmas. En general, esta se obtiene al extraer la configuración de las alarmas instaladas del DCS. Los análisis que utilizan estos datos reciben el nombre de “análisis estáticos o de configuración”; también se requiere de alguna aplicación que colecte las alarmas anunciadas al operador. Por su parte, los análisis realizados con datos dinámicos se denominan “análisis dinámicos”. Los KPI calculados sirven para establecer una comparación con los valores recomendados para la industria a partir de distintos estudios llevados a cabo en otras plantas similares. A continuación, se presentan algunos ejemplos



de los indicadores ya mencionados (ver figura 3).

Es el mejor indicador de la carga que impone el sistema de alarmas al operador.

Este indicador presenta la carga máxima a la que se expone al operador. La inundación de alarmas empieza en más de diez alarmas en diez minutos; y la avalancha, en veinte alarmas en diez minutos (ver figura 4).

La distribución de alarmas por prioridad debe basarse en datos estáticos o de configuración utilizando la información de las alarmas instaladas y en datos dinámicos o alarmas anunciadas. Ambas distribuciones deberían presentar valores similares teniendo en cuenta las recomendaciones de las mejores prácticas, aproximadamente 80% baja, 15% media y 5% alta. En este indicador, se excluyen las alarmas de mala función de instrumentos.

Resolución de “malos actores”

Los “malos actores” son alarmas que molestan. Si abundan en el sistema, se torna inútil, puesto que las alarmas importantes o críticas se pierden en este mar de alarmas.

En la figura 5, puede verse una tendencia que muestra cuál sería la distribución de alarmas por día en caso de resolver el problema de las diez alarmas que más impactan en el sistema. Según puede observarse, la distribución estaría dentro de los límites manejables en casi todo el período analizado.

Se puede afirmar que, sin criterios ni gestión, es imposible tener bajo control los sistemas de alarmas. La gestión de alarmas apunta a lograr una

operación más segura disminuyendo el riesgo a las personas y a las instalaciones. A través de ella, se pueden minimizar las paradas de planta imprevistas o la interrupción de la producción. Para implementarla, deben seguirse distintos pasos, que incluyen la adopción de una filosofía de alarmas, la resolución de “malos actores” y la definición de indicadores de desempeño que evalúen el funcionamiento del sistema en tratamiento. ■

Referencias

- PALOMEQUE, Daniel, “Enfoque integral y herramientas de gestión”, *Petrotecnia*, Año 46, N.º 1, febrero de 2005, págs. 42-48.
- EEMUA, *Alarm Systems: A guide to design, management and procurement*.
- ANSI/ISA-18.2-2009, *Management of Alarm Systems for the Process Industries*.
- PAS, Inc., *The Alarm Management Handbook*.
- HABIBI, Eddie y Bill HOLLIFIELD, “Alarm systems greatly affect offshore facilities amid high oil prices”, *World Oil*, septiembre de 2006, págs. 101-105.
- HSE, “Better Alarm Handling”, *Chemicals Sheet N.º 6*.
- BRANSBY, M. L. y J. JENKINSON, *The Management of Alarm Systems*, HSE Contract Research Report 166/1998, 1998.
- KOENE, Johannes y Hiranmayee VEDAM, “Alarm Management and Rationalization”, *Third International Conference on Loss Prevention*, 2000.