

Entendiendo  
Sistemas Instrumentados  
de Seguridad

SIS



Y Nivel de Integridad  
de Seguridad

SIL



Worldwide Level and Flow Solutions<sup>SM</sup>



A WWII-era safety poster



## Proteger a la gente, la rentabilidad y la productividad

La seguridad industrial en la era pre-digital estaba centrada principalmente en prácticas de trabajo seguras, control de materiales peligrosos y el "blindaje" protector del personal y de los equipos. Hoy en día, la seguridad penetra cada vez más y a mayor profundidad dentro de infraestructuras de manufactura más complejas. Los sistemas de seguridad contemporáneos reducen el riesgo con avances a nivel operativo que suelen mejorar tanto la productividad como la rentabilidad.

**Nuevas normas.** Hasta los años '80, la gestión de seguridad fue en gran medida autorregulada. Como respuesta al advenimiento de los dispositivos de control electrónicos, a las crecientes complejidades de los sistemas de manufactura, a los requerimientos de protección ambiental y a la mayor necesidad de proteger activos de planta, han ido apareciendo y continúan evolucionando nuevas normas internacionales de seguridad. Con la aparición de normas como IEC 61508, IEC 61511 e ISA 84, ha ido creciendo el interés en Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS) y en todo lo relacionado con la confiabilidad general de los instrumentos. Al respecto, cabe señalar que la confiabilidad es clave, ya que incluso gente no relacionada con la seguridad está utilizando ahora datos de análisis provenientes de estas nuevas regulaciones para conseguir un conocimiento más profundo acerca del desempeño de los dispositivos.

**¿Qué es el riesgo?** Todas las normas de seguridad apuntan a reducir el riesgo, que es inherente siempre que haya una operación de manufactura o un proceso. La meta de eliminar el riesgo y lograr un estado de absoluta seguridad es algo imposible de alcanzar. En consecuencia, lo único que se puede hacer es clasificar el riesgo en despreciable, tolerable o inaceptable. De esta forma, la base de cualquier sistema de seguridad moderno es el de reducir el riesgo a un nivel aceptable o tolerable. Dentro de este contexto, la seguridad puede ser definida como la "eliminación de un riesgo inaceptable".

La fórmula del riesgo es:

$$\text{RIESGO} = \text{FRECUENCIA DEL PELIGRO} \times \text{CONSECUENCIA DEL PELIGRO}$$

El riesgo puede ser minimizado inicialmente mediante un diseño de proceso inherentemente seguro, por medio del Sistema Básico de Control de Proceso (BPCS) y finalmente con un sistema de parada de seguridad.

### Referencias varias

**TUV** (Bavaria) Microcomputadoras en sistemas relacionados con la seguridad (1984)

**Ejecutivo en Salud y Seguridad** (UK) Sistemas electrónicos programables relacionados con aplicaciones de seguridad (1987)

**OSHA (29 CFR 1910.119)** (1992): Gerencia de procesos de seguridad en químicos altamente peligrosos

**Sociedad de Instrumentos de América ANSI/ISA 84** (2004): Sistema instrumentado de seguridad para procesos de Industria

**Comisión Electrotécnica Internacional** (1998-2003)

**IEC 61508** (2000): Un acercamiento general a sistemas funcionales seguros

**IEC 61511** (2003): Implementación de IEC 61508 en sectores de proceso.

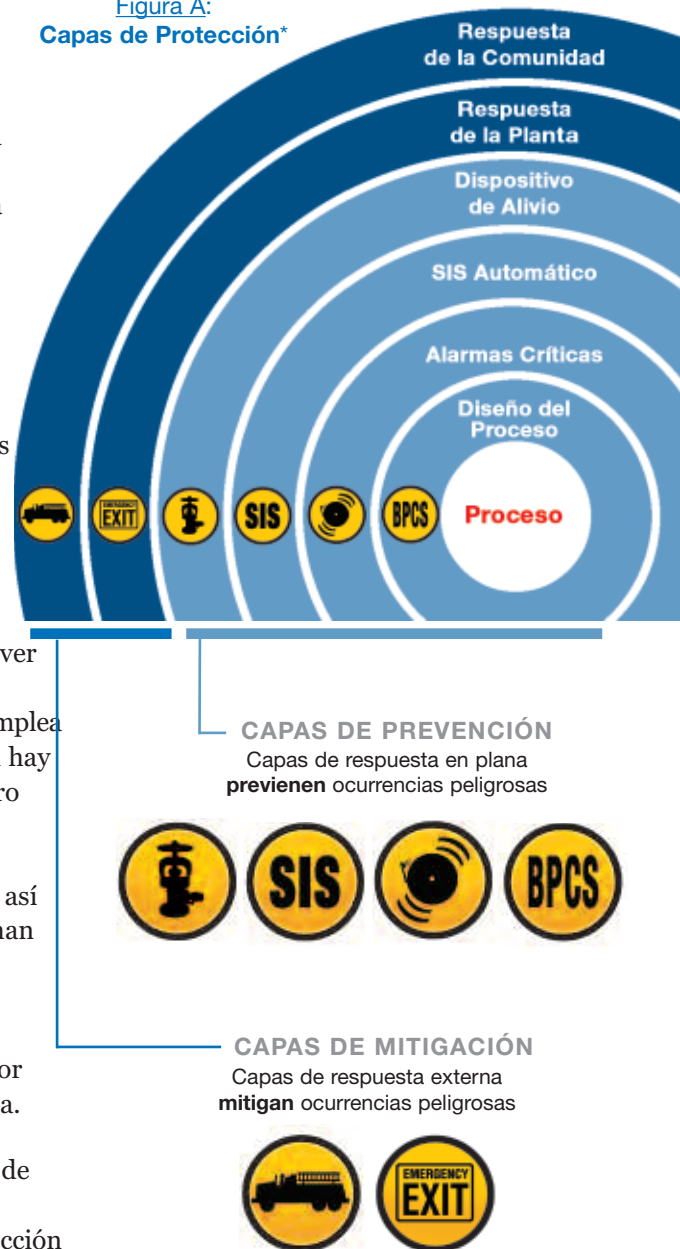
**Capas de Protección.** Ninguna medida de seguridad individual puede reducir el riesgo y proteger una planta y a su personal contra daños o mitigar la propagación de los daños si ocurre un incidente peligroso. Por esta razón, la seguridad se implementa en forma de capas protectoras: una secuencia de dispositivos mecánicos, controles de proceso, sistemas de parada y medidas de respuesta externas que impiden o mitigan un evento peligroso. Si llegara a fallar una capa de protección, las sucesivas capas estarán disponibles para llevar el proceso a un estado seguro. A medida que aumenta el número de capas de protección y su confiabilidad, también aumenta la seguridad del proceso. En la figura A se muestra la sucesión de capas de seguridad en el orden de su activación:

- 1. Diseño del proceso:** El BPCS brinda seguridad a través del diseño apropiado del control de proceso. Este nivel consiste de controles básicos, alarmas y supervisión del operador.
- 2. Alarmas críticas:** Esta capa de protección aporta alarmas críticas que alertan a los operadores acerca de una condición en la cual una medición ha excedido sus límites especificados y podría requerir intervención.
- 3. SIS automático:** El SIS opera independientemente del BPCS para brindar seguridad antes que control de proceso. El SIS realiza acciones de parada cuando las capas previas no pueden resolver una emergencia.
- 4. Dispositivos de alivio:** Esta capa de protección activa, emplea válvulas, dispositivos de alivio de presión o un sistema de antorcha (si hay presencia de combustibles) para impedir una ruptura, derrame u otro escape no controlado.
- 5. Respuesta de la planta:** Esta capa de protección pasiva consiste de barreras de contención contra fuego o explosiones como así también procedimientos para evacuación. (Algunos modelos combinan ésta y la siguiente capa de protección dentro de una "capa de mitigación").
- 6. Respuesta de la comunidad:** El nivel final (externo) de protección es la acción de respuesta de emergencia implementada por la comunidad y se refiere a bomberos y otros servicios de emergencia.

De acuerdo a las normas IEC, los métodos que conforman las capas de protección deben ser: -Independientes -Confiables -Auditables -De diseño específico al riesgo. La definición de IEC de las capas de protección es rigurosa ya que soporta el uso de capas de seguridad en la determinación del Nivel de Integridad de Seguridad (SIL).

**Análisis de los peligros y riesgos.** Los niveles requeridos de las capas de protección se determinan mediante el análisis de los peligros y riesgos de un proceso, análisis que se conoce como PHA (Process Hazards Analysis). Dependiendo de la complejidad de las operaciones de proceso y de la severidad de sus riesgos inherentes, un análisis tal puede variar desde una simple clasificación hasta un rigurosos estudio de ingeniería HAZOP (Hazard and Operability) que revisa los factores de proceso, eléctricos, mecánicos, de seguridad, instrumentales y gerenciales. Una vez evaluados los riesgos y peligros, se puede determinar si éstos se encuentran por debajo de los niveles aceptables. Si el estudio concluye que la protección existente es insuficiente, hará falta implementar un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS).ficient, a Safety Instrumented System (SIS) will be required.

Figura A:  
Capas de Protección\*



\*Diagrama de capas de protección, basado en un análisis LOPA según IEC 61511 Parte 3 Anexo F.

# Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS)

El Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) desempeña un rol vital al proporcionar una capa protectora alrededor de los sistemas de proceso industriales. Sea que se lo llame SIS, sistema de emergencia o sistema de parada de seguridad, o enclavamientos de seguridad, su propósito es el de llevar el proceso a un "estado seguro" cuando se han excedido valores de referencia predeterminados o cuando se han transgredido las condiciones de una operación segura. Un SIS se compone de funciones de seguridad con sensores, resolutores lógicos y actuadores. En la figura B se muestran sus componentes básicos:

- Sensores para la entrada de señal y alimentación.
- Resolvedor lógico con alimentación y comunicaciones
- Procesamiento, interconexión y alimentación de la señal de salida.
- Actuadores (válvulas, dispositivos Interconexión y procesamiento de la señal de entrada de conmutación) para la función de control final.

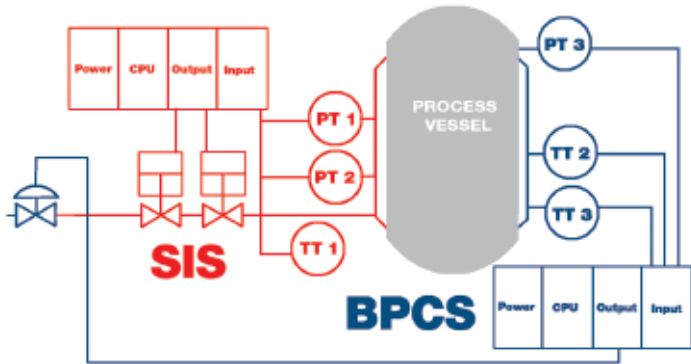


Figura B: Esquema de un proceso que muestra la separación funcional entre SIS (rojo) y BPCS (azul).

**Funciones instrumentadas de seguridad.** Una Función Instrumentada de Seguridad (SIF según sus siglas en inglés) es una función de seguridad con un Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) especificado, que es implementada por un SIS a fin de alcanzar o mantener un estado seguro. Los sensores, resolvidor lógico y elementos finales de un SIS actúan conjuntamente para detectar un peligro y llevar el proceso a un estado seguro. Un ejemplo de SIF podría ser un recipiente de proceso donde, para mantener la presión, se debe abrir una válvula de venteo. El peligro específico en cuanto a la seguridad es la sobre-presión del recipiente. Cuando la presión sube por encima de los valores de referencia normales, un instrumento sensor de presión detecta un incremento y hace que la lógica (PLC, relé, etc.) abra en ese momento una válvula de venteo para retornar el sistema a un estado seguro.

Igual que las características de seguridad de un automóvil, una SIF puede operar en forma continua o intermitente. Una función de seguridad que opera en el modo de demanda o intermitente sólo actúa cuando se la requiere para transferir el Equipamiento Bajo Control (EUC según sus siglas en inglés) a un estado especificado. Una función de seguridad que opera en el modo continuo actúa para retener el EUC en su estado seguro. En la figura C se muestra la relación entre SIS, las Funciones Instrumentadas de Seguridad que implementa y el Nivel de Integridad de Seguridad asignado a cada Función Instrumentada de Seguridad.

**Ciclo de Vida de Seguridad.** Ya se ha mencionado anteriormente de qué manera un estudio de Evaluación de Peligros y Riesgos determina la necesidad de un SIS. Esta evaluación es sólo una parte del Ciclo de Vida de Seguridad que se encuentra especificado en todas las normas principales de seguridad. El Ciclo de Vida de Seguridad conforma un método esquemático para el desarrollo de un SIS, mostrándose en la figura D una versión simplificada del mismo.

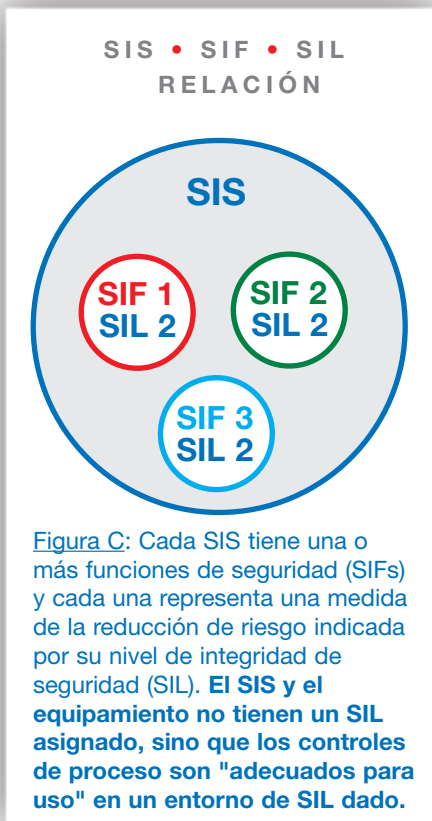


Figura C: Cada SIS tiene una o más funciones de seguridad (SIFs) y cada una representa una medida de la reducción de riesgo indicada por su nivel de integridad de seguridad (SIL). **El SIS y el equipamiento no tienen un SIL asignado, sino que los controles de proceso son "adecuados para uso" en un entorno de SIL dado.**

## Nivel de Integridad de Seguridad (SIL)

¿En qué medida es posible esperar que un proceso se desempeñe de manera segura? Y, en el caso de una falla, ¿en qué medida es dable esperar que el proceso falle de manera segura? Estas preguntas pueden ser respondidas mediante la asignación de un valor objetivo de SIL (Safety Integrity Level). Los SILs se refieren al riesgo de seguridad de un proceso dado.

**Cuatro niveles de integridad.** Históricamente, pensar en seguridad implicaba clasificar un proceso como seguro o inseguro. Para las nuevas normas, sin embargo, la seguridad ya no es considerada como un atributo binario, sino que se la estratifica en cuatro niveles discretos de seguridad. Cada nivel representa un orden de magnitud de reducción de riesgo. Cuanto mayor sea el nivel SIL, tanto mayor es el impacto de una falla y tanto menor la tasa de falla aceptable.

El Nivel de Integridad de Seguridad es una forma de indicar la tasa de falla tolerable de una función de seguridad en particular. Las normas requieren la asignación de un SIL objetivo para cualquier SIF nueva o reconvertida dentro del SIS. La asignación del SIL objetivo se basa en la cantidad de reducción de riesgo necesaria para mantener el riesgo en un nivel aceptable. Todas las alternativas de diseño, operación y mantenimiento de un SIS deben ser verificadas luego contra el SIL objetivo, lo que garantiza que el SIS podrá mitigar el riesgo de proceso asignado.

**¿Cómo se determinan los niveles SIL?** Cuando un análisis **PHA** (Process Hazards Analysis) determina que se requiere un SIS, se debe asignar el nivel de reducción de riesgo permitido por el SIS y el SIL objetivo. La eficacia de un SIS se describe en términos de "probabilidad de que falle en desempeñar su función requerida cuando se le pide que lo haga." Esto se conoce como Probabilidad de Falla a Demanda (PFD según sus siglas en inglés). La **PFD** promedio (PFDavg según sus siglas en inglés) se utiliza en la evaluación del SIL. En la Tabla de la página siguiente se muestra la relación entre PFDavg, disponibilidad del sistema de seguridad, reducción de riesgo y valores del nivel SIL.

Se pueden utilizar distintos métodos para asignar los SILs objetivo. La determinación debe estar a cargo e involucrar gente con experiencia y conocimiento de aplicaciones. Los métodos para la determinación de SILs incluyen, entre otros, Cálculos Simplificados, Análisis del Arbol de Fallas, Análisis de las Capas de Protección (**LOPA** según sus siglas en inglés) y Análisis de Markov.

**Figura D: El Ciclo de Vida de Seguridad** es un método secuencial para desarrollar un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS). Referencias a Ciclo de Vida de Seguridad se pueden encontrar en ANSI/ISA 84.00.01 Partes 1-3; IEC 61508 Parte 1 e IEC 61511 Partes 1-3.



Figura E:  
SIL y mediciones  
relacionadas

SIL	Diponibilidad	PFD <sub>avg</sub>	Reducción de Riesgos	Consecuencias de Calidad
4	>99.99%	10 <sup>-5</sup> to <10 <sup>-4</sup>	100,000 a 10,000	Potencial para fatalidades en la Comunidad
3	99.9%	10 <sup>-4</sup> to <10 <sup>-3</sup>	10,000 a 1,000	Potencial para múltiples fatalidades
2	99-99.9%	10 <sup>-3</sup> to <10 <sup>-2</sup>	1,000 a 100	Potencial para lesiones mayores o alguna fatalidad
1	90-99%	10 <sup>-2</sup> to <10 <sup>-1</sup>	100 a 10	Potencial para fatalidades en la Comunidad

**SIL:** Nivel de Integridad de Seguridad

**Disponibilidad:** La probabilidad de que el equipo cumpla con su tarea.

**PFD<sub>avg</sub>:** El promedio de Probabilidad de Falla de Demanda es utilizado en el cálculo de la confiabilidad del sistema de seguridad. (PFD es la probabilidad de respuesta, demandando una acción, ante una posible falla del sistema, en una condición de potencial peligro).

\* Ambos estándares, tanto IEC y ANSI/ISA, utilizan tablas similares cubriendo los mismos rangos de valores PFD. ANSI/ISA, de todos modos, no muestra un SIL 4. No hay controladores estándar de proceso que hayan sido definidos y probados para SIL 4 por el momento.

#### PALABRA FINAL

*“El sistema de control regulatorio, afecta el tamaño de su pago; el sistema de control de seguridad funciona aunque usted no se encuentre alrededor para verlo.”*

—Irven H. Rinard  
Profesor y Presidente  
Ingeniería Química  
City Collage of New York

**Análisis FMEDA versus Probado en Uso/Usado Previo.** FMEDA (Failure Mode, Effects and Diagnostic Analysis) es una evaluación detallada de la performance, que estima los rangos de fallas, los modos de fallas, y las capacidad de diagnóstico del instrumento.

Los siguientes conceptos definen información importante de FMEDA para instrumentos de Magnetrol disponibles con Sil, que se muestran entre las páginas 7 y 10:

- **FITS.** La columna uno, muestra los rangos de falla que son mostrados como Fallas en el tiempo (FITs), donde, 1 FIT= 1x 10<sup>-9</sup> fallas por hora. Una segunda columna de rangos de falla ha sido agregada mostrando información anual ya que se está convirtiendo en un valor muy utilizado comúnmente.

- **SERIES.** La designación de la marca y modelo del instrumento, ej: Eclipse® 705.

- **SIL.** Instrumento con dispositivo de nivel de integridad de seguridad por IEC 61511. Porque los sensores combinados logran incrementar el nivel de SIL, generalmente se encontrará como “1 as 1001 / 2 as 1002”, que significa: SIL 1, si el instrumento utiliza una salida de un instrumento; SIL 2 si el instrumento utiliza una salida de dos instrumentos.

- **TIPO DE INSTRUMENTO.** Unidades tipo “A”, son instrumentos sin microprocesador complejo, y todo tipo de fallas en cada componente puede ser definido. Los de tipo “B” tienen un microprocesador mas avanzado y los modos de falla de un componente no son bien definidos.

- **SFF.** Fracción de Fallas Seguras indica todas las fallas seguras y peligrosas detectadas. La fórmula para determinar SFF es: El total de las fallas menos las fallas peligrosas no detectadas, dividido por el total de las fallas. Un SFF del 91% para el Eclipse 705-51A, por ejemplo, significa que el 91% de las posibles fallas son auto-identificadas por el instrumento o son seguras y no provocan ningún efecto.

- **PFD<sub>avg</sub>.** Promedio de posibilidades de fallas en demanda.

- **FALLA PELIGROSA DETECTADA.** Las fallas peligrosas son detectadas por diagnósticos internos o por un dispositivo lógico, conectado al instrumento.

- **FALLA SEGURA.** Fallas que causan que el sistema se dirija a un estado de falla segura, sin una demanda del proceso.

- **FALLAS PELIGROSAS NO DETECTADAS.** Fallas peligrosas que no son detectadas por el instrumento.



## Instrumentos de **Magnetrol®** compatibles con SIL

- El SIL indicado a continuación es bajo IEC 61508/61511.
- Contáctese con Magnetrol para reportes completos de FMEDA.
- Rangos de Fallas, expresados en FITS y Anuales.
- PFDavg es calculado de acuerdo a un intervalo de pruebas de un año, a pesar de que se lo puede aplicar a otros intervalos de prueba.

### TRANSMISORES DE NIVEL Y CAUDAL

- Rangos de fallas de los transmisores asumiendo la solución lógica, pueden detectar ambas corrientes, las de sobre escala, y las de baja escala.



#### • Eclipse® Transmisor de Nivel de Radar de Onda Guiada

El transmisor de Nivel de Radar de Onda Guiada, es la última generación en transmisores por alimentación de 24 VDC. Al Eclipse se le puede intercambiar las sondas entre coaxiales, varillas dobles, y simples. Un software opcional llamado PACT<sup>ware</sup>™ DTM, ofrece lo último en configuración, diagnósticos y gráficos.

Eclipse	Model 705 (510)		Model 705 (51A)	
SIL	1 as 1001		2 as 1001	
Instrument Type	B		B	
SFF	84.5%		91.0%	
PFDavg	8.06E-04		4.69E-04	
	FITS	Anual	FITS	Anual
Falla de peligro no detectada	183	1.60E-03	106	9.29E-04
Falla de peligro detectada	567	4.97E-03	650	5.69E-03
Seguro	431	3.78E-03	424	3.71E-03



#### • Pulsar™ Transmisor de Nivel de Radar por Aire

El transmisor de Nivel de Radar por pulsos a través del aire, es el mas nuevo transmisor de radar por aire de alimentación de 24 VDC. Ofrece bajo consumo de energía, tiempo de respuesta rápido, y fácil uso. La performance del Pulsar no depende del proceso. Su frecuencia de 5.8/6.3 GHz logra una gran performance en turbulencias, espuma, y vapores. Un software opcional llamado PACT<sup>ware</sup> ofrece lo último en configuración, diagnósticos y gráficos.

Pulsar	Model RX5	
SIL	1 as 1001	
Instrument Type	B	
SFF	73.7%	
PFDavg	9.72E-04	
	FITS	Anual
Falla de peligro no detectada	222	1.94E-03
Falla de peligro detectada	308	2.70E-03
Seguro	314	2.75E-03



#### • Modulelevel® Transmisor de Nivel por Desplazador

Los transmisores electrónicos ES II son avanzados instrumentos de dos hilos intrínsecamente seguros. Tiene características standards como salidas de 4-20 mA, un microprocesador electrónico, salida compatible con HART, calibración remota sin mover el nivel, salida Standard de 3.8 a 20.5 mA, calibración local por medio de pulsadores, y autochequeo continuo. Un software opcional llamado PACT<sup>ware</sup> ofrece lo último en configuración, diagnósticos y gráficos.

Modulelevel	Model ES II	
SIL	1 as 1001	
Instrument Type	B	
SFF	66.5%	
PFDavg	8.94E-04	
	FITS	Anual
Falla de peligro no detectada	204	1.79E-03
Falla de peligro detectada	257	2.25E-03
Seguro	148	1.30E-03

# Instrumentos de **Magnetrol**® compatibles con SIL

## TRANSMISORES DE NIVEL Y CAUDAL CONTINUED



### • Aurora® Indicador Magnético de Nivel

El Aurora es un indicador de nivel redundante, que esta patentado y que combina un Nivel Magnético visual con el transmisor de Radar por onda guiada de Magnetrol, y con el software opcional PACTware. Aurora fue diseñado y fabricado para las aplicaciones mas demandantes encontradas en los procesos de la industrias de hoy en día.

Inclusive en el evento de que falle el flotante debido a una condición de sobre presión, o que varíen de sobre manera las condiciones de proceso, la señal de salida de 4-20mA del Eclipse, radar de onda guiada, va a continuar proveyendo una salida proporcional al nivel del líquido en la cámara del tanque.

<b>Aurora/Eclipse 705 (510)</b>		<b>705 (51A)</b>	
SIL	1 as 1001	2 as 1001	
Instrument Type	B	B	
SFF	84.5%	91.0%	
PFDavg	8.06E-04	4.69E-04	
	<b>FITS</b>	<b>Annual</b>	<b>FITS</b> <b>Annual</b>
Falla de peligro no detectada	183	1.60E-03	106 9.29E-04
Falla de peligro detectada	567	4.97E-03	650 5.69E-03
Seguro	431	3.78E-03	424 3.71E-03



### • Jupiter™ Transmisor de Nivel Magnetostrictivo

El transmisor de nivel Júpiter, provee una señal 4-20 mA proporcional al nivel. La unidad puede ser montada externamente a un indicador de nivel magnético, o insertado directamente en el tanque. Presenta, salida 4-20 mA, visor LCD con operación a base de pulsadores, fácil puesta en marcha y calibración, fácil unión a visor magnético de nivel, inserción directa a gran variedad de tanques, y comunicación HART opcional. Un software opcional llamado PACTware DTM, ofrece lo último en configuración, diagnósticos y gráficos.

<b>Jupiter</b>	<b>Models 20X/22X/24X</b>		<b>Model26X</b>	
SIL	1 as 1001		2 as 1001	
Instrument Type	B		B	
SFF	83.7%		90.7%	
PFDavg	9.60E-04		5.45E-04	
	<b>FITS</b>	<b>Annual</b>	<b>FITS</b>	<b>Annual</b>
Falla de peligro no detectada	218	1.91E-03	123	1.08E-03
Falla de peligro detectada	698	6.11E-03	793	6.95E-03
Seguro	421	3.69E-03	413	3.62E-03



### • Thermatel® TA2 Caudalímetro Másico

Disponible en ambas posibilidades, tanto en inserción en línea como de inserción normal, el caudalímetro másico Thermatel TA2, provee medición másica confiable de caudales de aire y gas. La electrónica integral, es contenida dentro de una carcasa a prueba de explosiones. Las unidades vienen precalibradas y preparadas para la aplicación del cliente. El software incluido, el cual es fácil de manejar permite realizar cambios en la configuración del instrumento en campo.

<b>Thermatel Flow Meter</b>	<b>Model TA2</b>	
SIL	1 as 1001	
Instrument Type	B	
SFF	69.0%	
PFDavg	1.42E-03	
	<b>FITS</b>	<b>Annual</b>
Falla de peligro no detectada	323	2.83E-03
Falla de peligro detectada	343	3.00E-03
Seguro	376	3.29E-03



## Instrumentos de **Magnetrol®** compatibles con SIL

### SWITCHES DE NIVEL Y CAUDAL

- Equipos con switch que están calibrados para Falla-Seguro ( ejemplo: se de-energiza y puede activar la alarma o marcar una falla).
- Los equipos de corriente, asumen la solución lógica, pudiendo detectar ambas posibilidades, sobre escala, o baja escala.



#### • Echotel® Switch de Nivel Ultrasonico compacto

Los modelos Echotel 940 (versión con switch), y el modelos 941 (versión de corriente), son unos switches compactos, con señal de pulso ultrasónico y transductores de punta sensitiva. La tecnología de señal de pulsos de alta performance es sobresaliente en aplicaciones difíciles, y provee excelente inmunidad respecto de los ruidos eléctricos que son comunes en muchas aplicaciones industriales.

Echotel	Model 940	Model 941
	RELAY	CURRENT SHIFT
SIL	2 as 1oo1	1 as 1oo1
Instrument Type	B	B
SFF	92.8%	86.7%
PFDavg	1.07E-04	1.90E-04
	<b>FITS Anual</b>	<b>FITS Anual</b>
Falla de peligro no detectada	24 2.10E-04	43 3.77E-04
Falla de peligro detectada	220 1.93E-03	191 1.67E-03
Seguro	91 7.97E-04	91 7.97E-04



#### • Echotel Switch de Nivel Ultrasonico de nivel simple

El modelo Echotel 961 de nivel simple presenta tecnología de onda de pulsos a través de una sonda sensitiva, marcando un único nivel. El modelo 961 es usado como alarma de alto o bajo nivel. También incluye diagnósticos avanzados que continuamente chequean la electrónica y la sonda. Una alarma sonará cuando aparezca interferencia debido a ruidos eléctricos.

Echotel	Model 961-5	Model 961-2/7
	CURRENT SHIFT	RELAY
SIL	2 as 1oo1	2 as 1oo1
Instrument Type	B	B
SFF	91.4%	92.0%
PFDavg	1.61E-04	1.77E-04
	<b>FITS Anual</b>	<b>FITS Anual</b>
Falla de peligro no detectada	36 3.15E-04	40 3.50E-04
Falla de peligro detectada	288 2.52E-03	351 3.07E-03
Seguro	96 8.41E-04	106 9.29E-04



#### • Echotel Switch de Nivel Ultrasonico de nivel doble

El modelo Echotel 962 de nivel doble ha sido diseñado para alarma de nivel o control de bombas. Entre sus características, se incluye la tecnología de ondas de pulsos, y diagnósticos que continuamente chequean la electrónica y la sonda. Una alarma sonará cuando aparezca interferencia debido a ruidos eléctricos.

Echotel	Model 962-5	Model 962-2/7
	CURRENT SHIFT	RELAY
SIL	2 as 1oo1	2 as 1oo1
Instrument Type	B	B
SFF	91.8%	91.5%
PFDavg	1.87E-04	2.31E-04
	<b>FITS Anual</b>	<b>FITS Anual</b>
Falla de peligro no detectada	42 3.68E-04	52 4.56E-04
Falla de peligro detectada	362 3.17E-03	427 3.74E-03
Seguro	110 9.64E-04	130 1.14E-03

Instrumentos de **Magnetrol®** compatibles con SIL**SWITCHES DE NIVEL Y CAUDAL CONTINUED**

- **Switche de nivel mecánicos de Cámara Externa**

Los tipos de switch de cámara externa son unidades completamente auto-contenidas, diseñadas para montarlas lateralmente en tanques o recipientes con conexiones a proceso roscadas o bridadas. Estos controladores actuados a través de flotantes han probado su confianza en control de procesos a lo largo de varias décadas. Cerca de 30 modelos de switches mecánicos de Magnetrol pueden trabajar en ambientes donde se requiere SIL 2 y SIL 3.

Cage Switches	SPDT (Low Level Applications only)		DPDT	
	FITS	Annual	FITS	Annual
SIL	2 as 1001		2 as 1001	
Instrument Type	A		A	
SFF	76.1%		82.6%	
PFDavg	4.82E-05		3.50E-05	
Falla de peligro no detectada	11	9.64E-05	8	7.01E-05
Falla de peligro detectada	0	0.00E+00	0	0.00E+00
Seguro	35	3.07E-04	38	3.33E-04



- **Thermatel TD, Switch de nivel, caudal e interface**

Los switches de caudal, de nivel ó para interface Thermatel presentan diagnósticos continuos con indicación de falla, compensación de temperatura y rápido tiempo de respuesta. Señal de salida no lineal de mA, puede ser usada para información repetitiva de diagnósticos, e indicación de nivel o caudal. Los modelo detectarán caudal mínimo o la presencia o ausencia de caudal.

Thermatel	Model TD1		Model TD2	
	FITS	Annual	FITS	Annual
SIL	1 as 1001		1 as 1001	
Instrument Type	B		B	
SFF	69.3%		73.0%	
PFDavg	6.13E-04		7.05E-04	
Falla de peligro no detectada	140	1.23E-03	161	1.41E-03
Falla de peligro detectada	252	2.21E-03	390	3.42E-03
Seguro	65	4.69E-04	46	4.03E-04



- **Thermatel TG, Switch de nivel, caudal e interface**

Los switches Thermatel TG1/TG2 proveen un circuito de dos hilos, intrínsecamente seguro entre la sonda y la carcasa remota. Los switches sirven para la detección de nivel, caudal o interface de líquidos y gases. El TG1 (con alarma roja en el LED) y el TG2 (sin alarma roja) presentan entrada de energía de 24 VDC, señal de salida de mA, para diagnósticos e indicación repetitiva de nivel/caudal, y set points ajustables y demora de tiempo.

Thermatel	Models TG1 / TG2	
	FITS	Annual
SIL	1 as 1001	
Instrument Type	B	
SFF	79.4%	
PFDavg	5.04E-04	
Falla de peligro no detectada	115	1.01E-03
Falla de peligro detectada	188	1.65E-03
Seguro	255	2.23E-03

**Ingresa en [magnetrol.com](http://magnetrol.com)** para mas información sobre los instrumentos disponibles con SIL, que incluyen reportes FMEDA. Para mas información con respecto a SIS, SIL y procesos de seguridad en general, recomendamos los siguientes sitios online::

**Subject:**

**www:**

IEC standards & bookstore.....	iec.ch/home
ISA standards & bookstore.....	isa.org
Exida engineering guides.....	exida.com
TUV functional safety services.....	tuv-global.com
UK Health & Safety Executive.....	hse.gov.uk
Institution of Chemical Engineers.....	icheme.org
IHS/Global engineering documents.....	global.ihs.com
Factory Mutual process safety.....	fm global.com
OSHA process safety standards.....	osha.gov
Center for Chemical Process Safety.....	aiche.org





# Magnetrol

**Worldwide Level and Flow Solutions<sup>SM</sup>**

## CORPORATE HEADQUARTERS

5300 Belmont Road • Downers Grove, Illinois 60515-4499 USA  
Phone: 630-969-4000 • Fax: 630-969-9489  
magnetrol.com • info@magnetrol.com

## EUROPEAN HEADQUARTERS

Heikensstraat 6 • 9240 Zele, Belgium  
Phone: 052 45.11.11 • Fax: 052 45.09.93

BRAZIL: Av. Luis Stamatis • 620-Jacana • Sao Paulo CEP 02260-001

CANADA: 145 Jardin Drive, Units 1 & 2 • Concord, Ontario L4K 1X7

CHINA: Room #8008 • Overseas Chinese Mansion • 129 Yan An Road (W) • Shanghai 200040

DEUTSCHLAND: Alte Ziegelei 2-4 • D-51491 Overath

DUBAI: P.O. Box-293671 • 803, Green Tower, Baniyas Street • Dubai, United Arab Emirates

INDIA: C-20 Community Centre • Janakpuri, New Delhi 110 021

ITALIA: Via Arese, 12 • 20159 Milano

SINGAPORE: No. 48 Toh Guan Road East #05-123 • Enterprise Hub • Singapore 608586

UNITED KINGDOM: Regent Business Centre • Jubilee Road • Burgess Hill, West Sussex RH15 9TL

Magnetrol & Magnetrol logotype, Echotel®, Eclipse®, Modulevel®, Thermatel®, Pulsar®,  
Aurora® and Jupiter® are trademarks of Magnetrol International.

PACTware™ is trademark of PACTware Consortium