



Soy procesista y me interesa el SIL

Inmaculada Fernández de la Calle

CFSE, adjunta jefe departamento de Instrumentación en Técnicas Reunidas, S.A.

Profesora en el Master de Instrumentación y Control.

Coordinadora y coautora del libro "Seguridad Funcional en Instalaciones de Proceso. Sistemas Instrumentados de Seguridad y Análisis SIL"

El SIL (Safety Instrumented Level) se ha metido en nuestros diseños, no solo para definir cuál es la reducción de riesgo que hay que imponer a un sistema o cuantas válvulas debe tener la función de seguridad, o en qué votación tienen que estar los iniciadores para que el sistema no esté sobre o infradiseñado, sino que se utiliza como base para hacer los diseños adecuados en algunos sistemas específicos. De cómo se hace esto trata el presente artículo.

PALABRAS CLAVE

Safety Instrumented Level, Safety Instrumented Functions, Pressure Safety Valves, Seguridad

The SIL (Safety Instrumented Level) has got into our designs, not only to define what is the risk reduction that must be imposed on a system or how many valves the safety function must have, or on what voting the initiators have to be so that the system is not over or under-designed, but is used as a basis to make the appropriate designs in some specific systems. How this is done deals with this article.

KEYWORDS

Safety Instrumented Level, Safety Instrumented Functions, Safety Safety Valves, Safety

EN EL DISEÑO DE LOS COLECTORES de antorcha de las instalaciones de proceso se incluyen SIF (Safety Instrumented Functions) con un determinado SIL, de manera que se pueden incluso eliminar casos de operación de las válvulas de seguridad, reduciendo el tamaño de los colectores y del KODrum. Establecemos, por lo tanto, la relación entre el API STD 521 *Pressure-relieving and Depressuring Systems* y la IEC 61511 *Functional safety- Safety instrumented systems for the process industry sector*. Recordemos la relación que existe entre el SIL y la probabilidad de fallo en demanda media (PFDavg), es decir, la probabilidad de que la SIF no funcione cuando se requiere que funcione (Tabla 1).

Así, si consideramos una función SIL1 protegiendo un sistema por alta presión, significa que solo una de cada diez veces que se requiera que actúe fallará.

En el caso de que la SIF sea SIL2, la probabilidad de fallo cuando se demanda su funcionamiento se reduce al menos diez veces con respecto al SIL1. Esto es, solo una vez

de cada 100 veces que se requiera que actúe fallará.

En el caso de que la función sea SIL3, la probabilidad de fallo cuando se demanda su funcionamiento se reduce diez veces con respecto al SIL 2, y 100 con respecto al SIL 1; de manera que solo una vez de cada 1.000 veces que se requiera que actúe fallará.

Y esto se puede considerar para todas las funciones que están protegiendo los equipos y que, conjuntamente, con las PSV (Pressure Safety Valves) son IPL del sistema de despresurización.

Recordemos gráficamente lo que significa IPL (Figura 1).

Y, cualitativamente, una IPL es una salvaguarda que tiene cuatro propiedades:

- Específica
- Independiente
- Eficaz
- Auditable

Una SIF que proteja a un equipo en caso de sobrepresión puede hacer que la válvula de seguridad no tenga que disparar en este escenario; por lo tanto, podemos considerar la SIF y la PSV como elementos complementarios. De manera que, si una de ella actúa, la otra no tiene por qué hacerlo.

Si un sistema de antorcha dispone de diez SIF que son SIL1, y que están asociadas a sus correspondientes PSV, esto significa que, cada vez que se requiere que actúen las SIF, solo una de las diez se espera que falle.

Si en lugar de SIL1 las consideramos SIL2, reducimos la probabilidad de fallo en demanda, de manera que solo una cada 100 PSV fallará, y, si las SIF son SIL3, solo se espera que una de cada 1.000 no actúe cuando se le demanda que lo haga.

Teóricamente todo esto es correcto. Lo que hay que analizar es la relación reducción de las descargas en la antorcha versus implementación de SIF con un determinado SIL.

No podemos olvidar que implementar un SIL1 en nuestro sistema no conlleva prácticamente un extracoste

frente a no implementarlo, pero, en cuanto hablamos de SIL 2 y SIL 3, los costes se disparan y lo más probable es que, de manera general, no compense implementarlos, puesto que, al aumentar el índice SIL, aumenta el número de componentes en la SIF (aumenta la redundancia) y se reduce

el intervalo de pruebas o de mantenimiento de la función.

De manera gráfica y general, aunque existen otras posibles configuraciones teniendo en cuenta otro tipo de elementos y accesorios, podemos considerar estos componentes en una SIF con respecto a su SIL (Figuras 2 a 4).

TABLA 1.

SIL	<Disponibilidad segura≤	≤PFDavg<
1	90,00 - 99,00 %	10 ⁻² - 10 ⁻¹
2	99,00 - 99,90 %	10 ⁻³ - 10 ⁻²
3	99,90 - 99,99 %	10 ⁻⁴ - 10 ⁻³
4	>99,99 %	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁴

FIGURA 1.

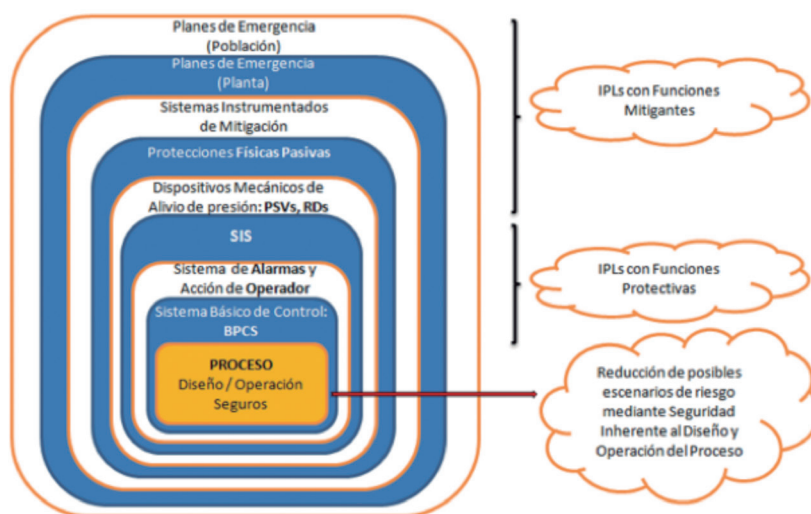


FIGURA 2. SIF con SIL1

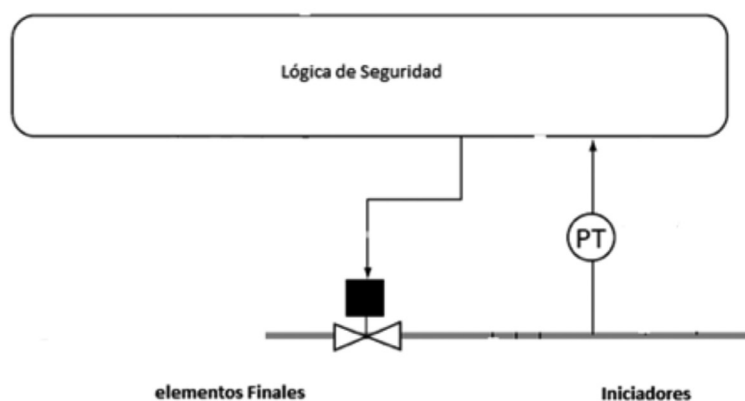


FIGURA 3. SIF con SIL2

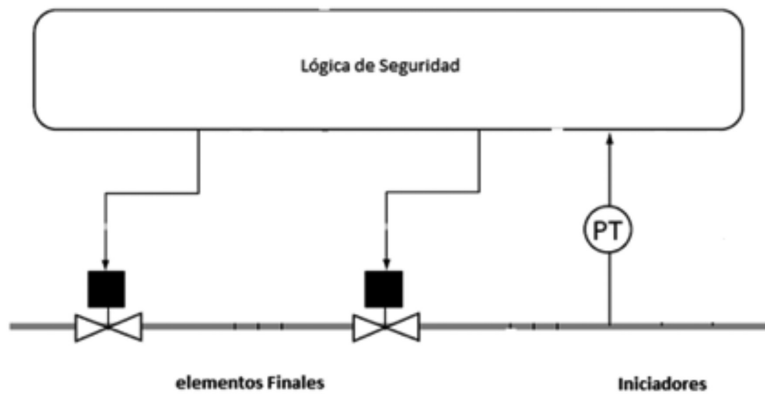


FIGURA 4. SIF con SIL3

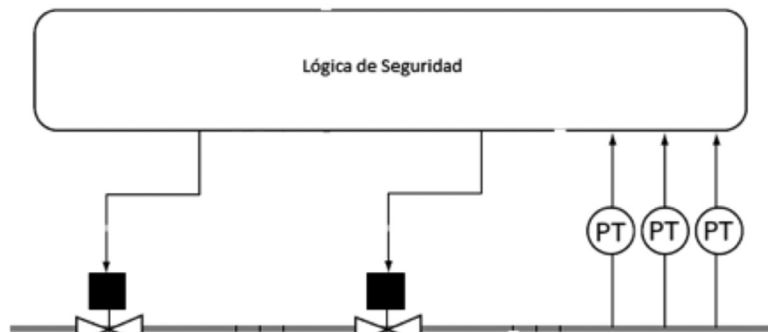
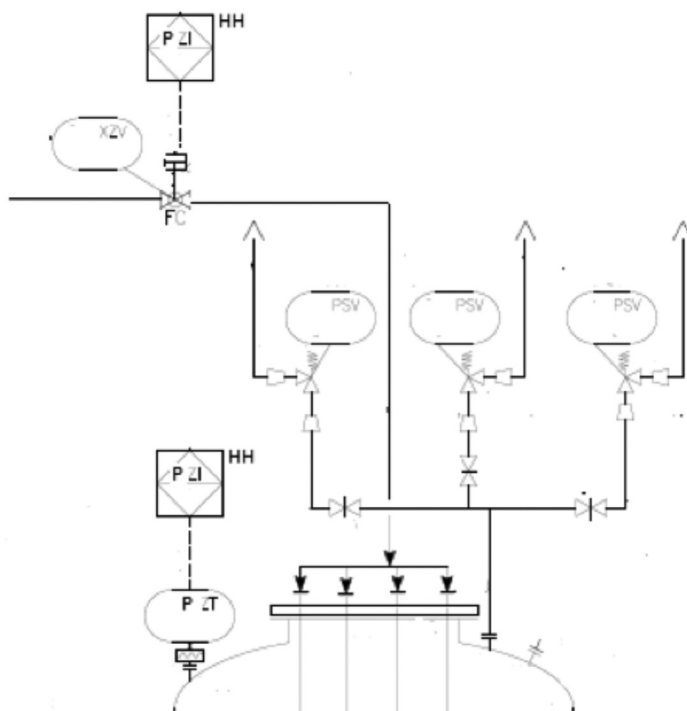


FIGURA 5.



» En el caso de que la SIF sea SIL2, la probabilidad de fallo cuando se demanda su funcionamiento se reduce al menos diez veces con respecto al SIL1

Más allá de SIL3, en la industria de procesos no se utilizan, sino que se reservan fundamentalmente en la industria nuclear, donde la redundancia de los componentes es aún mayor.

El anexo E del API STD 521 considera los High-integrity Protection Systems (HIPS) en sustitución de PSV, considerando un HIPS (también llamado HIPPS High-integrity Pressure Protection Systems) como el conjunto de elementos sensores, lógica de seguridad, elementos finales, alimentación, inspección, pruebas, procedimiento de mantenimiento; es decir, tratar el HIPS como un conjunto de elementos independiente.

De acuerdo a este STD, existen cinco usos principales de un HIPS:

1. Eliminar un escenario específico de sobrepresión, por lo que se:
2. Elimina la necesidad de una PSV.
3. Proporcionar una protección por sobrepresión en el caso que se determine que la PSV no es efectiva.
4. Reducir la probabilidad de que las PSV tengan que disparar simultáneamente, por lo que se reduce el tamaño del colector.
5. Reducir la frecuencia de demanda de la frecuencia del escenario y, por lo tanto, se reduce el riesgo. Recordemos que $R = F \times C$, por lo que, reduciendo la Frecuencia (F) y manteniendo la categoría de la Consecuencia (C), se reduce el riesgo.

Esto que marca API STD 521 no está en contra de los requerimientos del có-

digo ASME VIII, en el que, ya desde la edición del 2008, de acuerdo al párrafo UG-140, indica que un enclavamiento de seguridad (HIPS) puede instalarse en lugar o, además, de una PSV.

Ahora bien, ¿cuál es el SIL que debe tener este HIPS? Esto dependerá del análisis de riesgo que identifique cuál es la reducción de riesgo que habría que considerar eliminando el escenario en la PSV. Recordemos la relación entre SIL y RRF (Factor de Reducción de Riesgo) (Tabla 2).

TABLA 2.

SIL	$>PFD_{avg} \geq$	$<RRF \leq$
1	0,1 - 0,01	10 - 100
2	0,01 - 0,001	100 - 1.000
3	0,001 - 0,0001	1.000 - 10.000
4	0,0001 - 0,00001	10.000 - 100.000

» APISTD521 permite sustituir un elemento mecánico de PSV por un enclavamiento de seguridad SIF

Lo importante es diseñar el HIPS con la independencia que se requiere para que sea considerada una IPL, además de tener en cuenta el tiempo de actuación necesario para la actuación de las válvulas del HIPS.

Así, pasamos de la Figura 5, al esquema de la Figura 6 -este es el caso más extremo-, o a esquemas intermedios expresados en la Figura 7, en el que se mantiene la PSV dimensionada para casos de alivios en los que los caudales son pequeños, y el caso dimensionante de la PSV se sustituye por un HIPPS.

Así pues, el APISTD521 permite sustituir un elemento mecánico de protección de la sobrepresión (PSV) por un enclavamiento de seguridad SIF, que se denomina HIPPS, manteniendo la seguridad del Sistema y reduciendo los costes de la instalación.

Todo esto debe estar soportado, además, mediante un análisis de riesgos que establezca cuál debe ser el SIL asignado al HIPPS, y cuáles son los casos de sobrepresión que pueden ser asumidos por esta SIF.

FIGURA 6.

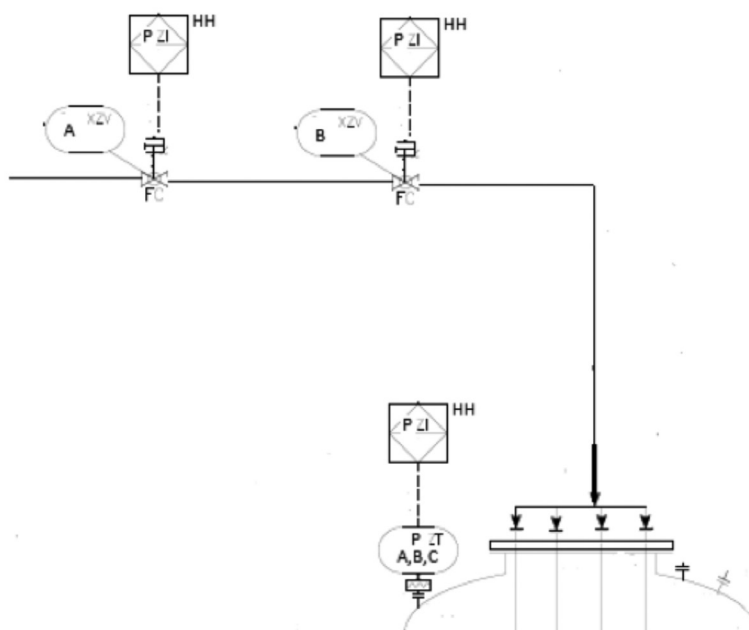


FIGURA 7.

