

Soluciones eficaces de la automatización

## **Hidrógeno: seguridad desde la fabricación hasta la aplicación**

Ostfildern, 21 de mayo de 2025 - **El hidrógeno tiene un gran potencial como fuente de energía para la protección del clima y juega un papel determinante en el cumplimiento de los objetivos de lucha contra el cambio climático. Sin embargo, existen numerosos riesgos relacionados con la producción, el transporte, el almacenamiento y el uso de hidrógeno. Y esto se debe a que es un gas incoloro e inodoro, además de muy inflamable. Las soluciones seguras integrales de Pilz brindan protección para la cadena de valor completa de la fuente de energía. Garantizan la supervisión fiable y dinámica de variables de proceso y de secuencias de proceso completas. Contribuyen a que la tecnología del hidrógeno sea segura, además de limpia.**

Las posibilidades de aplicación del hidrógeno son muy numerosas: el hidrógeno producido de forma sostenible, o "hidrógeno verde", tiene un papel importante en instalaciones de producción con elevado consumo energético, como la industria química o siderúrgica, ya que puede sustituir a los combustibles fósiles y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además se puede almacenar y volver a convertir en electricidad en caso necesario o utilizarse como combustible para vehículos con pila de combustible. El hidrógeno alberga oportunidades y riesgos. Es altamente inflamable y explosivo, incluso si se mezclan solo pequeñas cantidades con aire; puede producirse ignición con un

contenido de hidrógeno en aire de tan solo el 4 %. Por consiguiente, no deben mezclarse incontroladamente aire e hidrógeno para evitar el peligro de inflamación por chispa o fuente de calor. Se necesitan sistemas de seguridad adecuados tanto para la solución de producción segura, como para la manipulación y uso.

### **Requisitos de funciones de seguridad para el hidrógeno**

La hermeticidad al gas, la solidez de las válvulas de cierre y la resistencia a la presión y estanqueidad de tubos, sensores y válvulas son parámetros especialmente importantes en la industria del hidrógeno. Una fuga de gas, un exceso de presión o una válvula no hermética puede tener consecuencias graves para las personas, la instalación y el medio ambiente. Por consiguiente, las funciones de seguridad se solucionan muchas veces recurriendo a características materiales especiales y dimensionados mecánicos: cuanto más robustas sean las válvulas de cierre, por ejemplo, más seguras serán de usar. La razón es que el repostaje de hidrógeno de vehículos y trenes requiere presiones de proceso muy altas.

El hidrógeno se almacena normalmente en estado gaseoso a altas presiones, entre 200 y 900 bar. Esto aumenta el contenido energético por metro cúbico. El hidrógeno en forma gaseosa es muy volátil. Es uno de los elementos más ligeros de la Tierra y se dispersa rápidamente hacia arriba, mezclándose con el aire. El problema es cuando el hidrógeno se acumula en estructuras cerradas o edificios, aumentando el peligro de ignición y explosión. El hidrógeno es altamente inflamable: una pequeña chispa o fuente de calor puede ocasionar una explosión. Por pequeña que sea, una fuga en las conducciones de hidrógeno, válvulas, racores y depósitos de hidrógeno representa un peligro grave. Además, el hidrógeno es un

gas incoloro e inodoro. Esto hace que un incendio de hidrógeno generalmente sea difícil de localizar y extinguir.

Es conveniente no limitar la seguridad exclusivamente a una comprobación de estado estática. Los principios de seguridad probados del ámbito de la automatización y la seguridad funcional pueden trasladarse a la industria del hidrógeno. Estas soluciones ayudan a contemplar la seguridad siempre como una función de supervisión general de componentes y su relación funcional dentro de la cadena de procesos. Además de las características de seguridad estáticas de los componentes, unas soluciones de automatización seguras y probadas pueden cubrir, por ejemplo, la supervisión dinámica de presión y temperatura o el cumplimiento seguro de límites de carga de estructuras conectadas aguas abajo. Los sistemas de control de Pilz detectan de forma fiable fugas de gas mediante la evaluación de detectores de gas y se encargan de la supervisión segura de temperatura, presión, nivel, tensión, corriente, además de la parada de emergencia. Detectan fallos en cuestión de milisegundos e inician reacciones de seguridad predefinidas diseñadas para la protección de las personas y la instalación.

### **Producción segura: electrólisis y reformado con vapor**

Existen diferentes formas de obtener hidrógeno. En la electrólisis se utiliza corriente eléctrica para separar los componentes de la molécula de agua y producir oxígeno e hidrógeno gaseosos. Los distintos procesos de electrólisis requieren enfoques de seguridad que varían según el caso. Algunos procesos requieren presiones y temperaturas altas que necesitan ser supervisadas y reguladas para evitar accidentes. En la electrólisis alcalina o PEM, por ejemplo, el sistema de alivio por válvula de seguridad es un mecanismo

importante en el que la válvula se abre automáticamente para dejar salir el exceso de hidrógeno. El microcontrolador seguro Pilz PNOZmulti 2 ha demostrado en numerosos sectores su eficacia para la supervisión de funciones de seguridad como, por ejemplo, presiones de gas. La razón es sobre todo la precisión de medición de estos valores de seguridad, que determinan la activación de una medida de seguridad; esto hace que las partes de las instalaciones que utilizan el microcontrolador seguro sean especialmente eficaces y seguras.

Además de la supervisión de la presión, pueden supervisarse con gran precisión otras funciones de seguridad necesarias en el proceso de producción de hidrógeno. Esto incluye la temperatura, el nivel de llenado y la detección de gas y fugas. En los electrolizadores, PNOZmulti 2 supervisa también la tensión y corriente del rectificador. Esto es importante, por ejemplo, para evitar que posibles fluctuaciones o tensiones demasiado altas aceleren el desgaste de las células y provoquen un deterioro prematuro.

El reformado con vapor es otro de los procedimientos de obtención de hidrógeno, en este caso a partir de hidrocarburos y agua. Consiste en hacer reaccionar un combustible, como gas natural o metanol, con vapor de agua en condiciones de alta presión y temperatura. Se obtiene hidrógeno y dióxido de carbono. Las altas temperaturas que requiere este proceso se alcanzan mediante el uso de quemadores. En la normativa "ISO 16110-1:2007: Generadores de hidrógeno que utilizan tecnologías de procesamiento de combustibles. Parte 1: Seguridad" se describen todos los peligros significativos, como CEM, aspectos eléctricos, aspectos de alta presión, prevención de explosiones, etc., relacionados con la seguridad de la generación de hidrógeno a partir de combustibles fósiles. El microcontrol

PNOZmulti 2 Burner y el sistema de automatización PSS 4000 se encargan tanto de la supervisión segura de temperaturas y presiones como del control seguro y la supervisión de la instalación de combustión.

### **Almacenamiento y transporte eficiente y seguro**

El hidrógeno obtenido se puede almacenar y transportar de diferentes maneras, que dependerán del método de producción, de la distancia y de las necesidades del consumidor final. Este vector energético puede transportarse en forma comprimida, por ejemplo, por ferrocarril, barco o carretera. Para poder transportar hidrógeno de forma eficiente y segura, primero hay que almacenarlo, por ejemplo, en depósitos de gas a presión. Se consigue sometiendo la fuente de energía a una compresión muy alta y almacenándola en depósitos especiales de alta presión. Como el hidrógeno es un gas muy ligero y volátil, es necesario un sistema de control de presión para almacenarlo de forma eficiente. Es indispensable aplicar medidas de seguridad especiales porque presiones demasiado altas o demasiado bajas pueden tener graves consecuencias.

Uno de los componentes más relevantes de los depósitos de hidrógeno presurizados es un revestimiento (liner) para el hidrógeno. Forma la capa interior y sirve para almacenar el hidrógeno de forma segura y sin pérdidas por difusión. La diferencia de presión entre el interior y el exterior varía rápidamente durante procesos que generan cambios de presión como, por ejemplo, al llenar el tanque o extraer hidrógeno o por cambios de temperatura. Estos cambios rápidos de la presión, si son recurrentes, pueden ocasionar tensiones en el material compuesto. Las consecuencias abarcan desde delaminación del material (las distintas capas del material se separan unas de

otras) y reducción de la vida útil del depósito a presión hasta fugas y, en el peor de los casos, explosiones. Es necesario implementar medidas de seguridad especiales como protección de los depósitos de hidrógeno y, sobre todo, las personas que se encuentren cerca de los puntos de transferencia en las operaciones de llenado y vaciado.

El microcontrol seguro Pilz PNOZmulti 2 supervisa de manera fiable los procesos de transferencia mediante procesamiento de valores analógicos a prueba de errores e interrumpe el proceso en caso de fallo. En Bremerhaven, Alemania, la empresa GP JOULE confía en las soluciones de seguridad Pilz. La empresa energética convierte los excedentes de electricidad en hidrógeno neutro en emisiones de CO<sub>2</sub>, lo almacena en depósitos sobre remolque de camiones especiales y suministra el gas, que es altamente inflamable, a las estaciones de servicio de hidrógeno del área urbana. En estas estaciones es donde los vehículos del operador Bremerhaven Bus, entre otros, realizan el repostaje con energía verde. La carga y descarga de los depósitos de transporte a muy alta presión es sencilla, rápida y, sobre todo, segura en todos los puntos de transferencia.

## **Alto grado de seguridad**

Control de presión y temperatura y velocidad de llenado y vaciado: los fabricantes de depósitos de hidrógeno especifican valores límite para su llenado y vaciado. Mantener estos valores dentro de rangos aceptables en todos los estados de funcionamiento es tarea del regulador de presión y de la función de control y supervisión del distribuidor (unidad de repostaje de hidrógeno). Una tarea de gran importancia, ya que esta fuente de hidrógeno es, en definitiva, responsable de la seguridad del sumidero de hidrógeno, es decir, el depósito en el que se carga el hidrógeno (por ejemplo, un vehículo).

El sumidero de hidrógeno no dispone de válvulas de cierre controlables eléctricamente que puedan limitar activamente la presión o el caudal. Esto dificulta el intercambio de datos relativos a la seguridad entre la fuente y el sumidero de hidrógeno. Un sistema de seguridad configurable en el lado de la fuente de hidrógeno protege ambos lados y, con ello, todo el proceso de llenado o vaciado.

La supervisión de la rampa de presión (supervisión de gradiente) permite controlar de forma fiable las variables del proceso y detectar con antelación anomalías y fallos. El microcontrol seguro PNOZmulti 2 supervisa mediante procesamiento de valores analógicos a prueba de fallos el cumplimiento de parámetros analógicos relevantes y límites críticos de presión, temperatura y de velocidad de carga y descarga de hidrógeno. Entrando en detalles, el sistema está compuesto por el dispositivo base PNOZ m B1, con varios módulos de entrada de valores analógicos que garantizan la alta resolución requerida con baja desviación de error teórica, y un módulo de salida de relé para controlar las válvulas de seguridad. Además, las interfaces de bus de campo pueden ampliarse para facilitar el intercambio de datos de diagnóstico con el sistema de control de procesos. El bloque "Supervisión de rampa segura" integrado en la herramienta PNOZmulti Configurator controla de forma fiable los parámetros límite de supervisión de presión especificados para un depósito. Si se supera un valor por exceso o defecto, el microcontrol seguro PNOZmulti 2 activa la respuesta correspondiente, por ejemplo, el cierre de una válvula o la reducción de potencia de un compresor. Una entrada analógica de PNOZmulti 2 alcanza una precisión de seguridad de 1 %. Si hay que controlar, por ejemplo, un rango de presión de 0 a 1000 bar, la

desviación metrológica en un ámbito de medida de 1000 bar es de solo 10 bar. En comparación, una entrada analógica segura con una precisión de seguridad de "solo" el 5 % tendría una desviación del ámbito de medida de 50 bar. Esto posibilita el ajuste preciso del valor límite con supervisión dinámica del valor límite hasta el nivel de seguridad SIL 3 según IEC 62061.

### **Repostaje seguro en la hidrogenera**

Uno de los principales campos de aplicación del hidrógeno es la propulsión de vehículos. Para poder utilizar el hidrógeno como combustible en motores de combustión, se necesita un infraestructura adecuada. Las estaciones de repostaje de hidrógeno o hidrogeneras (HRS) son determinantes para el desarrollo de la movilidad basada en hidrógeno. Una hidrogenera consta de una zona de compresión en la que el gas es comprimido hasta 1000 bar, un sistema de refrigeración, depósitos de almacenamiento a alta presión y del surtidor. La instalación y gestión de la hidrogenera necesita la autorización de las autoridades locales y está sujeta a especificaciones legales nacionales o regionales. Entre las funciones de seguridad que debe tener una estación de repostaje de hidrógeno está la detección de fugas de hidrógeno, de llamas y de humo y la supervisión de temperatura y presión. En Francia, el sistema de automatización PSS 4000 de Pilz vela por la seguridad de la carga de hidrógeno en más de 10 estaciones de repostaje públicas. Pilz Francia colabora desde 2023 con la empresa Hydrogen Refueling Solutions (HRS). La estructura descentralizada y las entradas analógicas Fail-safe descentralizadas de PSS 4000 permiten instalar el sistema por módulos y con rutas de cableado cortas.

## **Una seguridad funcional necesita protección industrial (Industrial Security)**

La progresiva conexión en red digital y el diseño descentralizado de instalaciones y sistemas en la industria del hidrógeno subraya cada vez más la importancia del tema de la protección industrial (Industrial Security). El objetivo es la seguridad de las redes de control de las instalaciones de producción e industriales en la automatización industrial y el control de procesos. Para impedir el acceso no autorizado a la red de control, es necesario identificar y subsanar a tiempo las posibles vulnerabilidades. Un ejemplo es el acceso remoto a un contenedor para la producción de hidrógeno para comprobar el estado del sistema. Si existe el riesgo de modificación no autorizada de partes del sistema relativas a la seguridad a través de esta conexión, deberá protegerse adecuadamente esta parte de la instalación. Porque garantiza el funcionamiento seguro. Los sistemas de gestión de autorización y acceso como el I.A.M. (Identification and Access Management) de Pilz simplifican desde la autenticación de usuarios y la selección de modos de operación o la seguridad de los datos y la red hasta la gestión de accesos.

## **Concepto holístico de seguridad y protección**

Las soluciones de automatización pueden ser un complemento valioso a las medidas de seguridad mecánicas clásicas de la industria del hidrógeno. Porque la seguridad funcional considera siempre el ciclo de vida completo de los dispositivos de seguridad. Una determinación del riesgo funcional sistemática a todos los niveles protege las personas, la instalación y el medio ambiente, desde la obtención del vector energético hasta su uso en la estación de repostaje de hidrógeno. En Pilz estamos convencidos además de

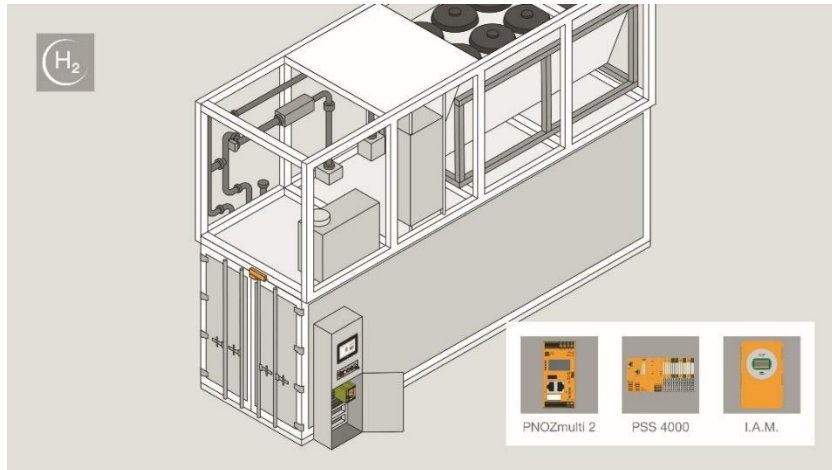
que solo un enfoque holístico de seguridad y protección garantiza una protección completa. La protección industrial asegura la disponibilidad de máquinas e instalaciones y las protege contra manipulación incorrecta.

((Caracteres: 15.041))

## Imágenes:



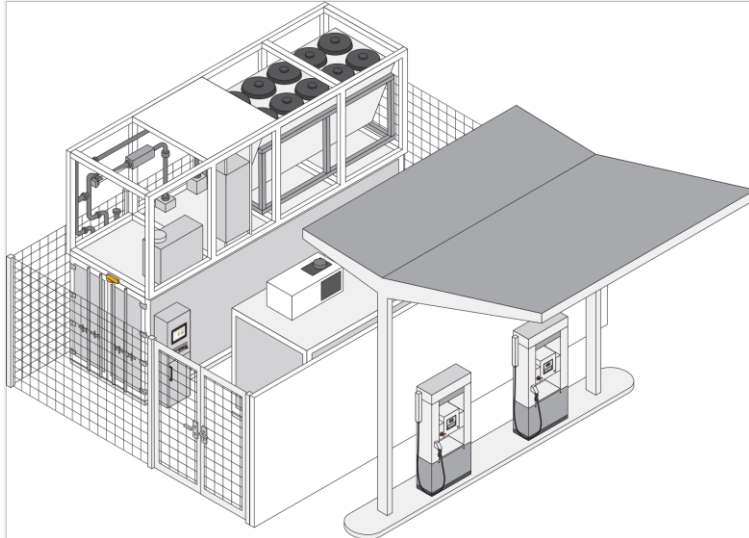
**Pie de foto:** *La seguridad funcional del proceso de electrólisis se realiza, por ejemplo, utilizando las entradas analógicas seguras del microcontrol seguro PNOZmulti 2 o del sistema de automatización PSS 4000. Existen también de sistemas de gestión de acceso y autorizaciones para impedir cualquier tipo de manipulación. Copyright: © iStock.com/jeremyiswild, © Pilz GmbH & Co. KG*



**Pie de foto:** electrolizadores para la producción de hidrógeno. Supervisión que ofrece seguridad y protección con sistemas de automatización de Pilz **Copyright:** Pilz GmbH & Co. KG



**Pie de foto:** las funciones de seguridad típicas de una estación de repostaje de hidrógeno son la detección de fugas de hidrógeno, de llamas y de humo y la supervisión de temperatura y presión. **Copyright:** © iStock.com/Scharfsinn86, © Pilz GmbH & Co. KG



**Pie de foto:** la prevención de atmósferas potencialmente explosivas es una medida básica de la protección contra explosiones en estaciones de repostaje de hidrógeno. La detección precoz y la localización rápida de fugas, así como la adopción de las medidas adecuadas, son factores determinantes. **Copyright:** Pilz GmbH & Co. KG

## **Pilz – The Spirit of Safety**

Pilz es proveedor mundial de productos, sistemas y servicios de técnicas de automatización. Como pionero en automatización segura, Pilz garantiza la seguridad de las personas, de las máquinas y del medio ambiente. Además de la sede central en Ostfildern (Stuttgart), esta empresa familiar fundada en 1948 cuenta hoy con 2.500 empleados en 42 filiales y sucursales distribuidas por todos los continentes.

El líder tecnológico ofrece una gama de soluciones de automatización completas para seguridad (Safety) y protección industrial (Industrial Security) a pie de máquina. El abanico incluye sensores, tecnología de control y accionamiento y sistemas para comunicación, diagnóstico y visualización industrial. Una oferta internacional de servicios que incluye asesoramiento, ingeniería y cursos de formación que completan la oferta. Las soluciones de Pilz se emplean no solo en la construcción de máquinas e instalaciones, sino también en muchos otros sectores, como la intralogística, el embalaje, la tecnología ferroviaria y la robótica.

[www.pilz.com](http://www.pilz.com)

## Pilz en las redes sociales:

En nuestros canales de redes sociales ofrecemos información general sobre la empresa y las personas que trabajan en Pilz e informamos sobre temas de actualidad del mundo de las técnicas de automatización.

 [www.pilz.com/facebook](http://www.pilz.com/facebook)  
 [www.pilz.com/xing](http://www.pilz.com/xing)  
 [www.pilz.com/youtube](http://www.pilz.com/youtube)  
 [www.pilz.com/linkedin](http://www.pilz.com/linkedin)

## Contacto para la prensa:

### Martin Kurth

Prensa corporativa y especializada  
Tel.: +49 711 3409-158  
m.kurth@pilz.de

### Sabine Karrer

Prensa corporativa y especializada  
Tel.: +49 711 3409-7009  
s.skaletz-karrer@pilz.de

### Jenny Skarman

Prensa especializada  
Tel: +49 711 3409-1067  
j.skarman@pilz.de

### Eva Gellner-Rössle

Prensa especializada  
Tel.: +49 711 3409-7147  
e.roessle@pilz.de

### Hansjörg Sperling-Wohlgemuth

Dirección de congresos y conferencias  
Tel.: +49 711 3409-239  
h.sperling@pilz.de