

Soluzioni di comprovata efficacia dal mondo dell'automazione

Idrogeno: sicurezza dalla protezione all'utilizzo

Ostfildern, 21 maggio 2025 - **L'idrogeno è una fonte di energia con grandi potenzialità a livello globale per la protezione del clima e riveste un ruolo chiave per il conseguimento degli obiettivi climatici. Tuttavia, nella produzione, nel trasporto, nello stoccaggio e nell'impiego dell'idrogeno, sono insiti rischi. Esso è infatti un gas altamente infiammabile, oltre a essere incolore e inodore. Le soluzioni di sicurezza olistiche di Pilz forniscono un'efficace protezione all'intera catena del valore di questa fonte di energia e garantiscono un controllo sicuro e dinamico di grandezze di processo e interi flussi di processo. Il loro contributo permette un utilizzo dell'idrogeno non solo "pulito" ma anche "safe & secure".**

Le possibilità di impiego di questo gas sono molteplici: l'idrogeno prodotto in modo sostenibile, il cosiddetto "idrogeno verde", riveste un ruolo fondamentale in siti produttivi a elevato consumo energetico, come nell'industria chimica e nella produzione dell'acciaio, in quanto è in grado di sostituire combustibili fossili e ridurre le emissioni di CO₂. Può inoltre essere stoccato e, all'occorrenza, riutilizzato per la produzione di corrente elettrica o impiegato come carburante per la mobilità di veicoli a cella combustibile. L'idrogeno offre importanti opportunità e, al contempo, presenta numerosi rischi. È facilmente infiammabile e altamente esplosivo, anche solo se nell'aria si miscelano quantità insignificanti di questo gas: l'ignizione è già possibile con una percentuale di idrogeno pari a solo il 4% nell'aria.

Aria e idrogeno non devono quindi miscelarsi in modo incontrollato per scongiurare il pericolo di un'ignizione causata da scintille o calore. Produzione, gestione e anche utilizzo sicuri richiedono sistemi di sicurezza adeguati.

Requisiti di tecnica di sicurezza per l'idrogeno

L'impermeabilità al gas, la robustezza dei sistemi di intercettazione come pure la resistenza alla pressione e la tenuta di tubi, sensori e valvole rivestono una particolare importanza nell'industria dell'idrogeno. Questo perché una fuga o una perdita di gas, una pressione eccessiva o una valvola non ermetica possono avere conseguenze gravi per le persone, gli impianti e l'ambiente. Di conseguenza, i task di sicurezza vengono spesso attivati da caratteristiche e proprietà dei materiali e da dimensionamenti meccanici: più resistenti sono, ad esempio, le valvole di intercettazione, tanto più sicure saranno nella relativa applicazione. Infine, nel rifornimento di idrogeno dei veicoli o dei treni occorrono pressioni di processo elevatissime.

L'idrogeno viene prevalentemente stoccato in stato gassoso sotto pressione elevata, compresa tra i 200 e i 900 bar. In questo modo si innalza il tenore energetico per metro cubo. L'idrogeno in forma gassosa è molto fluido. Essendo uno degli elementi più leggeri, si disperde rapidamente verso l'alto e si miscela con l'aria. La situazione può diventare problematica se l'idrogeno si accumula in strutture o edifici chiusi: cresce così il pericolo di ignizione o esplosione. Questo perché l'idrogeno è altamente infiammabile e piccole scintille o fonti di calore possono causare un'esplosione. Per questa ragione, anche le perdite più insignificanti da condutture per l'idrogeno, valvole, raccordi e serbatoi rappresentano un grave

rischio. A ciò si aggiunge che l'idrogeno è un gas incolore e inodore. Gli incendi da idrogeno sono quindi spesso difficili da localizzare e da spegnere.

Rappresenta un vantaggio non limitare la sicurezza esclusivamente a un controllo statico dello stato. I principi di sicurezza disponibili e di comprovata efficacia dal mondo dell'automazione e della sicurezza funzionale possono essere implementati nell'industria dell'idrogeno. Le soluzioni sono di supporto nel considerare la sicurezza sempre come una funzione di supervisione totale dei componenti e della loro interrelazione funzionale nella catena di processo. In aggiunta alle proprietà statiche di sicurezza dei componenti, soluzioni di automazione sicure e comprovate possono ad esempio assumere il controllo dinamico di pressione e temperatura o garantire il rispetto in sicurezza dei limiti di carico di strutture a valle. I sistemi di controllo Pilz rilevano le fughe di gas in modo affidabile tramite la valutazione di rilevatori di gas e monitorano in sicurezza temperatura, pressione, livello, tensione, corrente ma anche l'arresto di emergenza. Rilevano errori, guasti e anomalie nell'ordine di millisecondi e adottano reazioni di sicurezza predefinite a protezione di persone e impianti.

Produzione sicura: elettrolisi e *steam reforming*

L'idrogeno può essere prodotto con modalità differenti. Con l'elettrolisi, l'acqua viene fondamentalmente scomposta nei suoi componenti tramite corrente elettrica ed infine vengono estratti ossigeno e idrogeno gassosi. Le diverse procedure di elettrolisi richiedono considerazioni tecniche sulla sicurezza differenti. Per talune procedure serve monitorare e regolare pressioni e temperature elevate allo scopo di scongiurare incidenti e infortuni. Nell'elettrolisi PEM, ad es. lo scarico della valvola limitatrice di pressione costituisce

un meccanismo di sicurezza importante in cui la valvola si apre automaticamente e fa fuoriuscire l'idrogeno in eccesso. Il modulo compatto di sicurezza PNOZmulti 2 di Pilz si è affermato in tutti i settori d'industria per la sua efficacia nel controllo delle funzioni di sicurezza, ad es. in relazione alle pressioni di gas. Ciò dipende soprattutto dall'elevata precisione di misurazione di questi valori tecnici di sicurezza sulla cui base viene adottata una misura di sicurezza; l'impiego del modulo compatto di sicurezza rende così parti dell'impianto particolarmente efficienti e sicure.

Oltre al controllo della pressione, ulteriori funzioni di sicurezza necessarie nel processo di produzione dell'idrogeno possono essere monitorate con un elevato livello di precisione, tra cui temperatura, livello e rilevamento di gas e perdite o fughe. Negli elettrolizzatori, PNOZmulti 2 controlla anche la tensione e la corrente di raddrizzatori. Questo è importante in quanto oscillazioni o tensioni troppo elevate possono ad esempio consumare le celle con maggiore rapidità e causare un'usura precoce.

Lo *steam reforming* è un ulteriore processo per la produzione di idrogeno da fonti di energia contenenti carbonio e da acqua. In questo procedimento, un carburante, come ad esempio il metano o il metanolo, reagisce a contatto con il vapore acqueo in presenza di temperature e pressioni elevate. Da questa reazione si sviluppano idrogeno e anidride carbonica. Questo processo necessita di temperature elevate che vengono raggiunte con l'impiego di bruciatori. La norma "ISO 16110-1:2007: Generatori di idrogeno che utilizzano tecnologie di trattamento del combustibile - Parte 1: Sicurezza" illustra tutti i principali pericoli, come EMC, aspetti elettrici, aspetti legati all'alta pressione, prevenzione contro esplosioni, ecc., in riferimento alla sicurezza della produzione di idrogeno da combustibili

fossili. Il modulo compatto PNOZmulti 2 Burner e il sistema di automazione PSS 4000 sono in grado non solo di monitorare in sicurezza temperature e pressioni, ma anche di gestire il comando e il controllo della tecnica di combustione.

Stoccaggio e trasporto efficienti e sicuri

Dopo averlo generato, l'idrogeno può essere stoccato e trasportato con modalità diverse, in base al processo di produzione, alla distanza e alle esigenze degli utilizzatori finali. In forma compressa, questa fonte di energia può ad esempio essere trasportata su rotaia, acqua o gomma. Per poterlo trasportare in modo efficiente e sicuro, l'idrogeno deve prima essere stoccato, ad esempio con lo stoccaggio del gas a pressione. In questo processo il gas viene fortemente compresso e immagazzinato in serbatoi speciali ad alta pressione. Poiché si tratta di un gas leggero e volatile, ai fini di uno stoccaggio efficiente l'idrogeno richiede un controllo della pressione. Precauzioni e misure di sicurezza speciali sono in questo caso indispensabili in quanto pressioni troppo elevate o troppo basse possono avere gravi conseguenze.

Un liner per idrogeno è un componente essenziale nei contenitori a pressione utilizzati per questo gas. Esso crea uno strato interno nel serbatoio e consente di stoccare e sigillare in sicurezza l'idrogeno. La differenza di pressione tra l'interno e l'esterno varia fortemente durante operazioni con sbalzi di pressione, ad es. in fase di riempimento del serbatoio, estrazione di idrogeno o in presenza di oscillazioni di temperatura. Queste rapide variazioni di pressione possono generare, in caso di eventi ricorrenti, tensioni nel materiale composito. Ne conseguono una delaminazione del materiale (i singoli strati del materiale si separano tra loro), una compromissione della

durata del recipiente a pressione come pure perdite e, nel peggiore dei casi, anche esplosioni. Per proteggere i serbatoi di idrogeno, e soprattutto le persone, nelle vicinanze dei punti di erogazione, è necessario adottare misure di sicurezza specifiche durante le attività di riempimento e svuotamento dei serbatoi.

Il modulo compatto di sicurezza PNOZmulti 2 di Pilz, il cui impiego è ormai comprovato in questo settore d'industria, monitora con affidabilità questi processi di trasferimento mediante l'elaborazione di valori analogici fail-safe, arrestando tempestivamente un'operazione in caso di guasto o errore. GP JOULE si affida alle soluzioni di sicurezza di Pilz. Nella sua sede di Bremerhaven, Germania, l'impresa fornitrice di energia elettrica trasforma l'energia in eccesso in idrogeno a emissioni zero, la immagazzina in serbatoi situati su rimorchi speciali e consegna così il gas altamente infiammabile a stazioni di rifornimento di idrogeno nell'area urbana, dove tra l'altro si riforniscono di energia green i veicoli della flotta di Bremerhaven Bus. Il riempimento e lo svuotamento dei contenitori mobili ad alta pressione utilizzati per il trasporto vengono effettuati in tutti i punti di erogazione in modo altrettanto semplice, rapido e soprattutto sicuro.

Livello di sicurezza elevato

Controllo della pressione e della temperatura e rapidità di riempimento e svuotamento: i produttori di serbatoi per l'idrogeno indicano valori limiti per le operazioni di riempimento e svuotamento. Rispettare questi valori in qualsiasi condizione e stato di funzionamento è in definitiva il compito della valvola di regolazione della pressione e della funzione di comando e controllo all'interno del dispenser (unità per il rifornimento dell'idrogeno). Un compito questo importante, dato che questa fonte di idrogeno è dopo tutto anche

responsabile della sicurezza del cosiddetto *hydrogen sink* o pozzo di idrogeno, ovvero il serbatoio in cui confluisce l'idrogeno (come ad es. un veicolo). In esso non si trovano valvole di intercettazione comandate elettricamente che potrebbero attivamente limitare la pressione o il flusso. Ciò rende difficile uno scambio di dati di sicurezza tra la fonte e il pozzo di idrogeno. Grazie a un sistema di controllo di sicurezza dal lato della fonte di idrogeno si proteggono entrambe le parti e, quindi, l'intero processo di riempimento e svuotamento.

Con il controllo della rampa di pressione (controllo dei gradienti) è possibile monitorare in sicurezza dimensioni di processo variabili e rilevare tempestivamente eventuali anomalie o errori/guasti. Il modulo compatto di sicurezza PNOZmulti 2 controlla, mediante elaborazione di valori analogici fail-safe, la conformità di parametri e/o valori limite critici nella pressione, temperatura e velocità di carico e scarico dell'idrogeno. In dettaglio, il sistema comprende il dispositivo base PNOZ m B1 con più moduli di ingresso di valori analogici che garantiscono l'alta risoluzione richiesta con scostamento di errore teorico lieve e un modulo di uscita a relè per il controllo delle valvole di sicurezza. È inoltre possibile estendere le interfacce fieldbus per consentire un facile scambio dei dati di diagnostica con il controllo del processo. Il modulo integrato nell'applicativo software PNOZmulti Configurator "Controllo sicuro della rampa" tiene sotto controllo, con affidabilità, i parametri limite predefiniti da un contenitore per lo stoccaggio per il monitoraggio della pressione. Se un valore viene superato o non viene raggiunto, il modulo compatto di sicurezza PNOZmulti 2 avvia una reazione necessaria, ad es. la chiusura di una valvola o la riduzione della potenza di un compressore. Un ingresso analogico PNOZmulti 2 raggiunge la precisione tecnica di sicurezza

dell'1%. Se ad es. deve essere controllato un range di pressione da 0 a 1000 bar, con un range di misurazione di 1000 bar lo scostamento di misurazione è di soli 10 bar. In confronto, lo scostamento di misurazione sarebbe già pari a 50 bar se la precisione tecnica di sicurezza di un ingresso analogico sicuro fosse ad es. "soltanto" del 5%. In questo modo è possibile effettuare un'impostazione precisa dei valori limite con controllo dinamico di tali valori fino al livello di sicurezza SIL 3 secondo IEC 62061.

Rifornimento affidabile alla stazione di rifornimento di idrogeno

Un ambito di impiego importante dell'idrogeno è quello destinato all'alimentazione dei veicoli. Per potere utilizzare l'idrogeno come carburante nei motori a scoppio occorre un'infrastruttura adatta. Le stazioni di rifornimento di idrogeno (HRS) sono quindi un fattore decisivo per lo sviluppo e la diffusione della mobilità a idrogeno. Una stazione di rifornimento di questo tipo è composta da una zona di compressione in cui il gas può essere compresso fino a 1000 bar, da un sistema di raffreddamento, da accumulatori ad alta pressione e dalla pompa o colonnetta di distribuzione. L'apertura e la gestione di una stazione di rifornimento di idrogeno sono autorizzate dalle autorità locali e soggiacciono alle disposizioni di leggi nazionali o regionali. Tra le funzioni di sicurezza di cui occorre tenere conto nella stazione di rifornimento di idrogeno rientrano il rilevamento di fughe o perdite di idrogeno, delle fiamme e del fumo ma anche il controllo della temperatura e della pressione. In Francia, il sistema di automazione PSS 4000 Pilz garantisce l'erogazione sicura di idrogeno in oltre 10 stazioni di rifornimento pubbliche presenti nel paese. Pilz Francia collabora dal 2023 con l'azienda Hydrogen Refueling Solutions (HRS). Grazie alla struttura decentralizzata e agli

ingressi analogici fail-safe decentralizzati di PSS 4000, è possibile realizzare l'intero sistema con percorsi brevi di cablaggio e organizzazione modulare.

La sicurezza funzionale necessita di Industrial Security

Con la connessione digitale e la struttura decentralizzata di impianti e sistemi nell'industria dell'idrogeno, il tema dell'Industrial Security assume sempre maggiore rilevanza. La sicurezza si occupa in questo caso delle reti dei sistemi di controllo in impianti produttivi e industriali della *Factory Automation* e del controllo di processo. Per impedire un accesso non autorizzato alla rete del sistema di controllo, occorre individuare con tempestività potenziali vulnerabilità e punti deboli ed eliminarli. Un esempio è la connessione remota su un container per la produzione di idrogeno al fine di controllare lo stato del sistema. Quando sussiste il pericolo che, mediante questa connessione, possano essere modificate senza autorizzazione parti del sistema rilevanti per la sicurezza, tali parti dell'impianto devono essere protette in modo particolare. Infatti questo ne garantisce il funzionamento sicuro. Sistemi per la gestione dell'accesso e dell'autorizzazione, come ad es. IAM (Identification and Access Management) di Pilz, supportano nell'autenticazione di utenti, nella selezione della modalità operativa o nella sicurezza di dati e reti, fino alla gestione degli accessi.

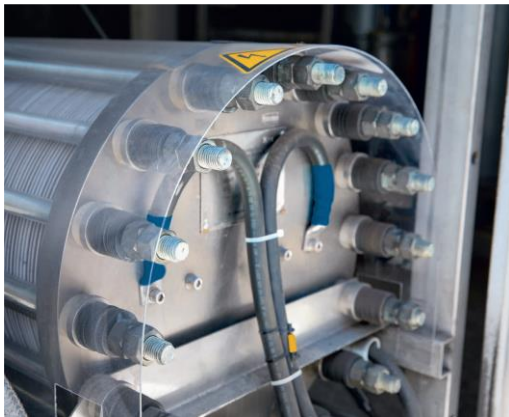
Approccio olistico a safety e security

Le soluzioni di automazione sono estremamente utili per integrare le classiche caratteristiche meccaniche di sicurezza dell'industria dell'idrogeno. La sicurezza funzionale, infatti, considera sempre il ciclo di vita dei dispositivi di sicurezza nella sua totalità. Un approccio

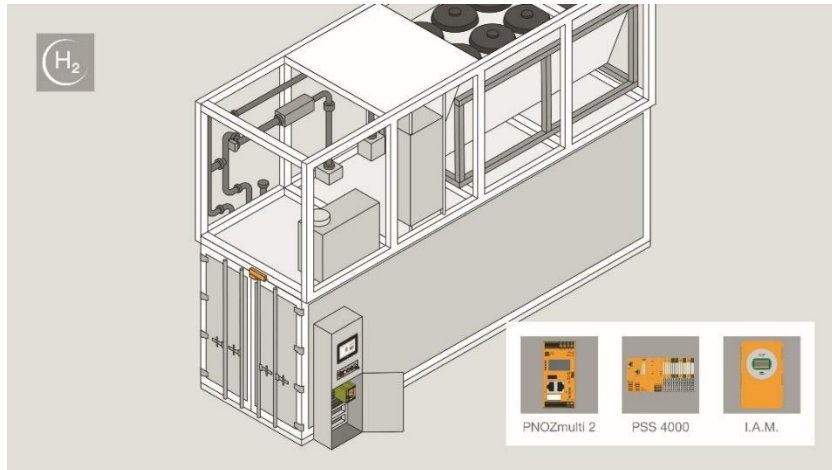
costantemente funzionale e sistematico della sicurezza protegge persone, impianti e ambiente, a partire dalla generazione della fonte di energia fino al suo utilizzo alla stazione di rifornimento. Inoltre, Pilz fonda la propria convinzione sulla certezza che solo un approccio olistico di safety e security sia in grado di garantire protezione e sicurezza totali. La security protegge infatti la disponibilità di macchine e impianti da manipolazioni, manomissioni, malfunzionamenti e operazioni errate.

((Caratteri: 15.041))

Materiale fotografico:



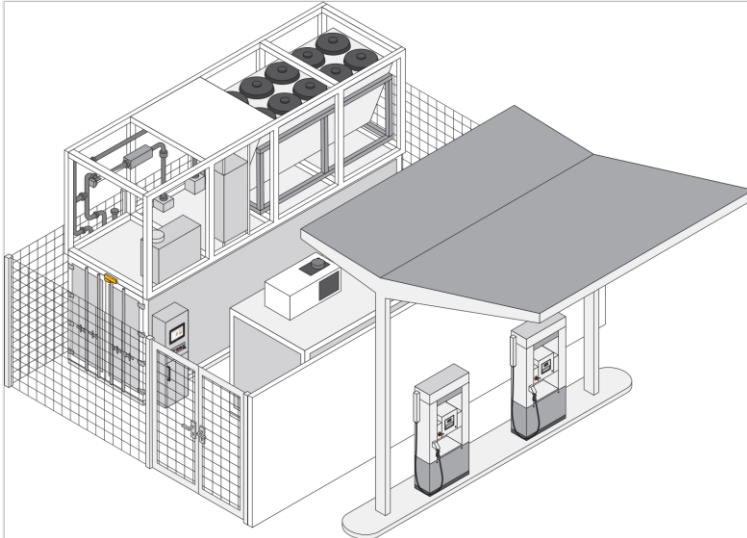
Didascalia: La sicurezza funzionale nella procedura di elettrolisi viene realizzata, ad esempio, impiegando gli ingressi analogici sicuri del modulo compatto di sicurezza PNOZmulti 2 o del sistema di automazione PSS 4000. Sono disponibili anche sistemi per la gestione dell'accesso e dell'autorizzazione al fine di ovviare a manipolazioni/manomissioni di ogni genere. **Copyright:** © iStock.com/jeremyiswild, © Pilz GmbH & Co. KG



Didascalia: Elettrolizzatori per la produzione di idrogeno - Controllati in modo safe e secure con i sistemi di automazione di Pilz **Copyright:** Pilz GmbH & Co. KG



Didascalia: Tipiche funzioni di sicurezza in una stazione di rifornimento di idrogeno sono la rilevazione di perdite/fughe di idrogeno, di fiamme e fumo nonché il monitoraggio di temperatura e pressione. **Copyright:** © iStock.com/Scharfsinn86, © Pilz GmbH & Co. KG



Didascalìa: *La prevenzione di atmosfere potenzialmente pericolose è uno strumento fondamentale della protezione da esplosione nelle stazioni di rifornimento di idrogeno. In contesti simili, la rilevazione tempestiva e la localizzazione rapida di fughe e perdite nonché l'introduzione di misure idonee, sono di importanza cruciale.*

Copyright: *Pilz GmbH & Co. KG*

Pilz – The spirit of safety

Pilz è fornitore globale di prodotti, sistemi e servizi per la tecnologia di automazione. Azienda "pionieristica" nel settore dell'automazione sicura, Pilz crea sicurezza per l'uomo, le macchine e l'ambiente. Fondata nel 1948 e con sede principale a Ostfildern, vicino a Stoccarda in Germania, Pilz è oggi una realtà diffusa in modo capillare in tutto il mondo grazie a 42 filiali e rappresentanze commerciali ed oltre 2.500 dipendenti.

È leader in ambito tecnologico con soluzioni di automazione olistiche che garantiscono safety e industrial security sulle macchine e che comprendono sensori, sistemi di controllo e azionamento, oltre a sistemi per la comunicazione industriale, la diagnostica e la visualizzazione. L'offerta è integrata da un portafoglio di servizi di livello internazionale che include consulenza, engineering e corsi di formazione. Le soluzioni Pilz trovano applicazione non solo nella costruzione di macchine e impianti ma in numerosi altri settori, come quello dell'intralogistica, dell'imballaggio e packaging e della tecnologia ferroviaria o della robotica.

www.pilz.com

Pilz sui social network:

Sui canali social media Pilz sono disponibili informazioni di carattere generale sull'azienda e le persone; forniscono inoltre informazioni aggiornate su tecnica e tecnologia dell'automazione.

 www.pilz.com/facebook
 www.pilz.com/xing
 www.pilz.com/youtube
 www.pilz.com/linkedin

Contatti per la stampa:

Martin Kurth

Stampa specializzata e aziendale
Tel: +49 711 3409-158
m.kurth@pilz.de

Sabine Karrer

Stampa specializzata e aziendale
Tel: +49 711 3409-7009
s.skaletz-karrer@pilz.de

Jenny Skarman

Stampa specializzata
Tel: +49 711 3409-1067
j.skarman@pilz.de

Eva Gellner-Rössle

Stampa specializzata
Tel: +49 711 3409-7147
e.roessle@pilz.de

Hansjörg Sperling-Wohlgemuth

Gestione Congressi e Conferenze
Tel: +49 711 3409-239
h.sperling@pilz.de