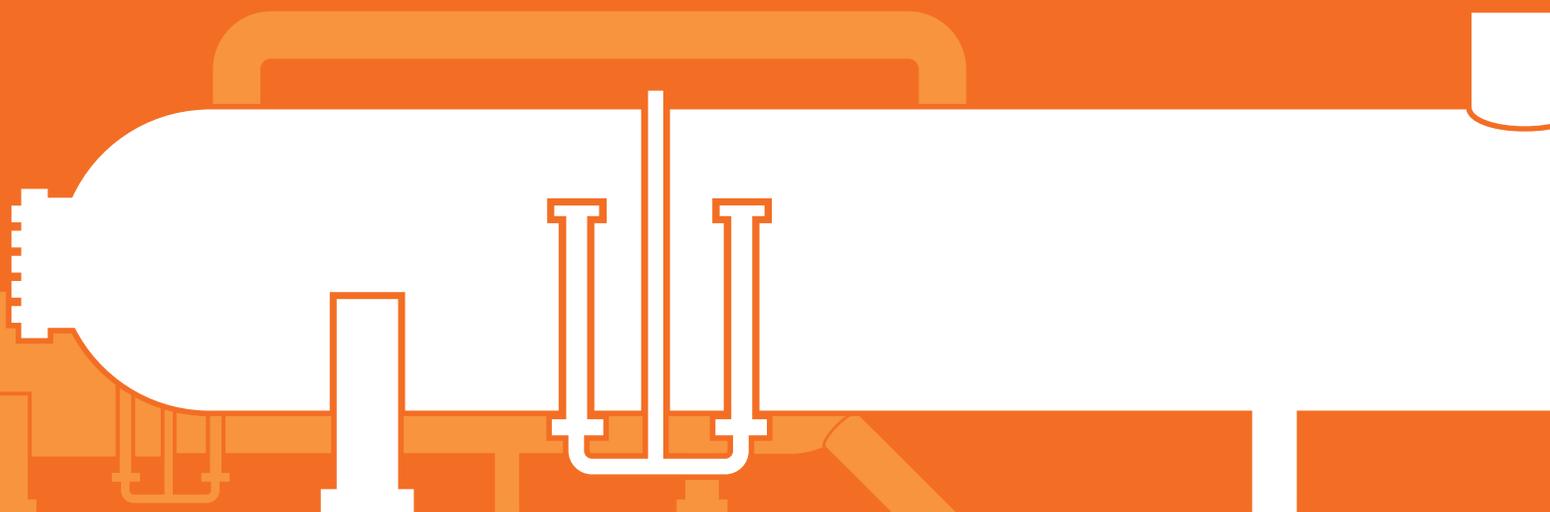


# VANTAGGI ECONOMICI NASCOSTI NELLA GENERAZIONE DEL VAPORE

Ottimizzazione del ciclo di generazione del vapore  
e processo di recupero della condensa per un  
maggiore vantaggio economico

Un white paper di Magnetrol® della serie Level Matters



# VANTAGGI ECONOMICI NASCOSTI NELLA GENERAZIONE DEL VAPORE

Ottimizzazione del ciclo di generazione del vapore e processo di recupero della condensa per un maggiore vantaggio economico

## Scopo

Identificare aree fondamentali nel ciclo di generazione del vapore, nel sistema di recupero della condensa e nel processo di recupero del calore inutilizzato, in cui soluzioni economiche per la strumentazione offrano un rendimento tangibile a breve termine del capitale investito. L'obiettivo è ridurre il consumo specifico di calore, l'impatto ambientale, il consumo di acqua e combustibile oltre ai costi di trattamento dell'acqua e di manutenzione in settori commerciali e nell'industria pesante, dove la generazione del vapore è essenziale per i processi di produzione.

## Panoramica

- Perché il controllo?
- Generazione del vapore
  - Caldaia/collettore di vapore
  - Disaerazione
  - Scarico
- Recupero della condensa
  - Vantaggi economici del recupero della condensa
  - Serbatoi di raccolta della condensa
  - Protezione della pompa
  - Serbatoi di evaporazione e scambiatori di calore/condensatori
- Trattamento dell'acqua di reintegro
- Gestione dell'energia
  - Aria di combustione, flusso del combustibile e aria compressa
- Casi di studio

## Perché il controllo?

Sebbene il settore della cellulosa e carta sia uno dei principali produttori di vapore oltre al settore della generazione di energia, anche nei settori dei metalli primari, della raffinazione del petrolio, dei processi chimici e del trattamento degli alimenti, percentuali notevoli del loro consumo totale di energia – fra il 10% e il 60% – sono dovute alla produzione di vapore. La strumentazione svolge una funzione importante in applicazioni fondamentali nelle varie fasi del ciclo di generazione del vapore.

Ne consegue che i risultati della tecnologia a qualsiasi livello, in relazione agli errori degli strumenti, alle variabili da cui dipende la taratura e alle vulnerabilità alle dinamiche dei processi, possono avere un effetto immediato e avverso sul consumo di combustibile, al tempo stesso contribuendo

negativamente ad altri aspetti del processo quali che siano: requisiti sull'acqua di reintegro, scarico eccessivo della caldaia, trasferimento di energia, ecc. Sfortunatamente, questi altri aspetti del processo contribuiscono indirettamente all'uso inefficiente di combustibile e sono di ostacolo alla qualità del prodotto e al volume di produzione. A questi problemi si aggiunge il rischio di danni a costose attrezzature che causano periodi imprevedibili di inattività del macchinario, una manutenzione non programmata e costosa, e interruzioni della produzione.

**Il presente white paper evidenzia le particolari aree in cui l'applicazione di specifiche tecnologie di controllo del livello, comprovate in condizioni d'uso, può ridurre i costi di funzionamento e manutenzione.**

Attualmente è prassi non infrequente impiegare sistemi di recupero del calore inutilizzato e/o della condensa per ridurre le perdite di energia e riottenere la disponibilità di condensa preziosa. L'uso di una strumentazione con tecnologia inadeguata, che non consenta di gestire affidabilmente gli aspetti del controllo di questi processi, può ridurre l'efficacia e il ritorno complessivo dell'investimento effettuato in questi sistemi nonché esporre i componenti meccanici a danni non necessari. Inoltre i processi in cui il consumo di energia elettrica e la generazione del vapore rappresentano una percentuale sproporzionata del costo del combustibile possono essere afflitti da inefficienze semplicemente a causa di insufficienze della tecnologia in applicazioni critiche. Naturalmente, questo dipende sia dal tipo di combustibile che da altri fattori. Ciò nonostante, quando si fa fronte correttamente ai problemi correlati, queste aree hanno un impatto immediato e positivo sui costi.

Una descrizione generale dei processi di interesse, unitamente all'esame dei requisiti unici della strumentazione per ciascun componente, permette di comprendere a fondo l'importanza di mantenere un controllo appropriato del livello e delle misure protettive necessarie per ottenere i possibili contenimenti dei costi nella generazione del vapore, del recupero della condensa e del calore inutilizzato nonché nel funzionamento di sistemi di trattamento dell'acqua comuni nell'industria pesante.

Il presente white paper evidenzia le particolari aree in cui l'applicazione di specifiche tecnologie di controllo del livello, comprovate in condizioni d'uso, può ridurre i costi

di funzionamento e manutenzione, mettendo le aziende in grado di competere meglio nell'odierno mercato globale. Poiché il prezzo è solitamente uno dei fattori fondamentali, le applicazioni per servizi difficili sfruttano tecnologie in cui i vantaggi economici vengono conseguiti sia a breve che a lungo termine e sono collegati direttamente all'efficienza. In genere viene considerato con più attenzione il costo iniziale in applicazioni che hanno una conseguenza minima sull'efficienza del processo, ma in realtà, misurazioni affidabili sono un fattore indispensabile nel normale svolgimento del processo.

## Generazione del vapore

I sistemi di generazione del vapore e recupero della condensa possono essere più o meno complessi a seconda dell'utilizzo finale del vapore e dei requisiti del processo, ad es., se il vapore serve per la generazione di energia elettrica o per consentire l'attività di una cartiera oppure per un processo chimico speciale di dimensioni medio-piccole. Nella Figura 1 è mostrato un diagramma semplificato di un ciclo base di generazione del vapore, scalabile secondo pressoché qualsiasi requisito dello stabilimento, che si impieghi una caldaia a tubi di fumo o una a tubi d'acqua. Dovrebbe essere sufficiente evidenziare aree cruciali del ciclo in cui far fronte a problemi concernenti il controllo del livello può avere un notevole effetto sull'efficienza, l'affidabilità e la manutenzione.

Al cuore del sistema c'è la caldaia/il collettore di vapore. Indipendentemente dalle dimensioni delle varie apparecchiature, le funzioni principali e periferiche del ciclo sono le seguenti:

- Fornire un'ampia superficie per la separazione efficiente dell'acqua dal vapore
- Fornire capacità di stoccaggio per rispondere ai requisiti immediati sull'acqua di alimentazione della caldaia
- Facilitare l'introduzione di sostanze chimiche a scopi sia di trattamento che di rimozione (scarico) delle impurità

*“Il settore della cellulosa e carta negli Stati Uniti – definito dal numero di stabilimenti di produzione di cellulosa, carta e cartone – consuma annualmente oltre 6 miliardi di euro di combustibili ed energia elettrica acquistati. Il miglioramento dell'efficienza energetica rappresenta un modo importante per ridurre questi costi allo scopo di aumentare gli utili prevedibili, specialmente in periodi di elevata volatilità del prezzo dell'energia.”*

*Berkeley National Laboratory*

*Environmental Energy Technologies Division,  
Ottobre 2009.*

Una caldaia, a tubi di fumo o a tubi d'acqua, presenta un ambiente estremamente dinamico per quanto riguarda il controllo del livello indipendentemente dalla strategia di controllo – a uno, due o tre elementi. Il denominatore comune in ciascuna di queste strategie è la misurazione stessa del livello.

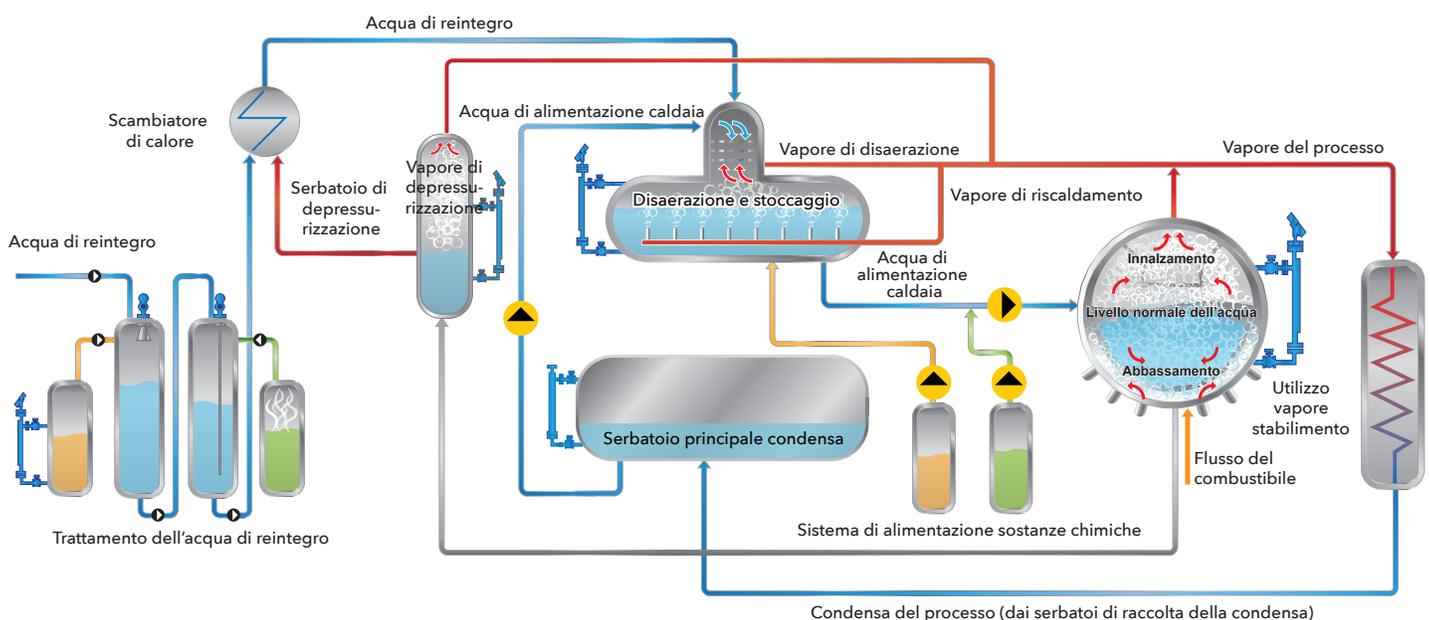


Figura 1

Applicando una tecnologia che migliori l'effetto di questa variabile nell'equazione certamente faciliterà il controllo del normale livello dell'acqua nella caldaia/collettore di vapore, consentendo a questa apparecchiatura di svolgere meglio la sua funzione principale – la separazione dell'acqua dal vapore per migliorare la qualità del vapore stesso.

Ciò diventa più importante quando le fluttuazioni nella domanda possono avere effetti drastici sulle prestazioni di uno strumento durante condizioni di “abbassamento” e “innalzamento” risultanti da variazioni di pressione nella caldaia/collettore di vapore. Nella produzione di vapore su scala più grande, come quella necessaria per la generazione di energia a scopi commerciali (caldaie a tubi d'acqua), interruzioni nel controllo del livello nella caldaia/collettore di vapore possono avere effetti avversi sulla circolazione naturale del processo e sulla capacità di uno stabilimento di rispondere alla domanda del mercato.

Le tecnologie di controllo del livello da sempre utilizzate per le caldaie dipendono dall'inferenza o dalla spinta idrostatica per determinare il livello. Ciò di per sé le lascia vulnerabili alle dinamiche del processo (peso specifico, pressione, temperatura, ecc.) o ne limita la capacità di gestire con precisione il livello per ridurre il consumo di combustibile.

## Interruzioni nel controllo del livello nella caldaia/collettore di vapore possono avere effetti avversi sulla circolazione naturale del processo e sulla capacità di uno stabilimento di rispondere alla domanda del mercato.

Sebbene sia possibile applicare correzioni per mitigare gli effetti, le variabili di cui si deve tener conto aumentano la complessità della taratura, dei componenti meccanici e dell'installazione dello strumento di controllo del livello, il che ha l'involontaria conseguenza di introdurre nuove possibilità di errore. Eliminare le possibili cause di errore (compresi gli errori umani) correlate alla tecnologia fondamentale di uno strumento è il primo passo da fare per ottimizzare il controllo del livello nella caldaia/collettore di vapore.

## Tecnologie tradizionali utilizzate per il controllo del livello nella caldaia/collettore di vapore

Un rapido esame delle varie tecnologie rivela i punti deboli di ciascuna di esse in relazione al controllo del livello nella caldaia/collettore di vapore:

- **Pressione differenziale** – Un sistema complesso di tubi, serbatoi di raccolta della condensa e trasmettitori basato sull'inferenza e che richiede fino a 12 parametri di processo per l'appropriata taratura. Per assicurare la precisione vengono applicati ingressi esterni e correzioni.
- **Spinta idrostatica (dislocatore)** – La precisione dall'avvio al raggiungimento delle temperature operative non è conseguibile perché il dislocatore è progettato per il peso specifico nelle condizioni di funzionamento. La taratura e l'usura meccanica possono introdurre errori nel corso del tempo.
- **Spinta idrostatica (interruttore meccanico per il controllo on/off)** – Una soluzione economica per caldaie più piccole; tuttavia, l'introduzione di volumi più grandi di liquido sottoraffreddato potrebbe influire sulle prestazioni e aumentare il consumo di combustibile rispetto a una misurazione di tipo continuo.
- **Capacità RF** – Basata sulla costante dielettrica del prodotto del processo. La costante dielettrica dell'acqua e della condensa varia in funzione della temperatura, introducendo errori non necessari. Questo metodo richiede la taratura in loco.
- **Conduttività** – Elevata manutenzione iniziale e della sonda rispetto ad altre tecnologie. Non è una misurazione continua. La risoluzione dipende dalla prossimità delle sonde di conduttività adiacenti nel campo di misura. L'usura dei filetti è problematica durante le riparazioni.



La manutenzione periodica, la complessità della taratura e dei componenti meccanici nonché la vulnerabilità alle dinamiche del processo introducono costi aggiuntivi e possibilità di errori di misurazione del livello.

Quella del **radar a onda guidata (GWR)**, d'altro canto, è una tecnologia di misurazione continua che ha il netto vantaggio di non essere vulnerabile a variazioni delle condizioni del processo che influiscono sulle precedenti tecniche di misurazione.

### Vantaggi chiave della tecnologia del radar a onda guidata (GWR) per il controllo del livello nella caldaia/collettore di vapore

- **Strategia di controllo a tre elementi:** flusso dell'acqua di alimentazione, flusso del vapore principale e livello nella caldaia/collettore di vapore – livello effettivo rispetto a quello inferito. Indicazione continua anziché discreta.
- **Nessun bisogno di taratura o compensazione esterna:** certezza dei dati quando si attua la strategia di controllo durante il normale funzionamento e in condizioni di "abbassamento e innalzamento". Prevenzione di condizioni di carryover.
- **Mantenendo costante il normale livello dell'acqua in tutte le condizioni del processo** si migliora la separazione dell'acqua dal vapore e la qualità complessiva del vapore stesso.
- **Eliminazione dell'energia inutilizzata** a causa dello scarico eccessivo per la gestione del livello.
- **Risposta veloce alle variazioni di domanda.**
- **Guarnizione di isolamento del processo specifica per il vapore** per applicazioni ad alta pressione/temperatura corrosive.
- **Sonde con tecnologia di controllo della condensazione e compensazione automatica del vapore.**
- **Riduzione dei costi di manutenzione.**

Poiché i risultati e la precisione che assicura non dipendono dal peso specifico né dall'inferenza, questa tecnologia è eccellente per la misurazione del livello effettivo del liquido in tutte le condizioni riscontrabili nella caldaia/collettore di vapore.

Inoltre, la tecnica di misurazione GWR non richiede taratura o ingressi esterni per ottenere prestazioni specificate – la precisione è intrinseca alla tecnologia e quindi previene efficacemente l'introduzione di errori durante la taratura o da cause esterne, ossia, pressione e temperatura.

Una riduzione del numero di variabili che influiscono sulla misurazione garantisce un grado elevato di certezza dei dati, consentendo agli operatori di mantenere meglio il normale livello dell'acqua nella caldaia/collettore di vapore ai fini di una separazione ottimale dell'acqua dal vapore e della qualità del vapore stesso in un'ampia gamma di condizioni del processo.

### Estratti dal capitolo 1 della norma ASME BPVC

**PG-60.1.1** Le caldaie aventi una pressione di esercizio massima consentita superiore a 3 MPa devono essere dotate di due indicatori ottici di livello.

Invece di uno dei due indicatori ottici di livello necessari, è possibile usare due indicatori del livello dell'acqua remoti e indipendenti (due sistemi discreti che misurano, trasmettono e mostrano continuamente il livello dell'acqua).

**PG-60.1.1.2** Quando due indicatori del livello dell'acqua remoti e indipendenti funzionano affidabilmente (indicando continuamente il livello dell'acqua), si può disattivare uno dei due indicatori ottici di livello, mantenendolo però in condizioni funzionali.

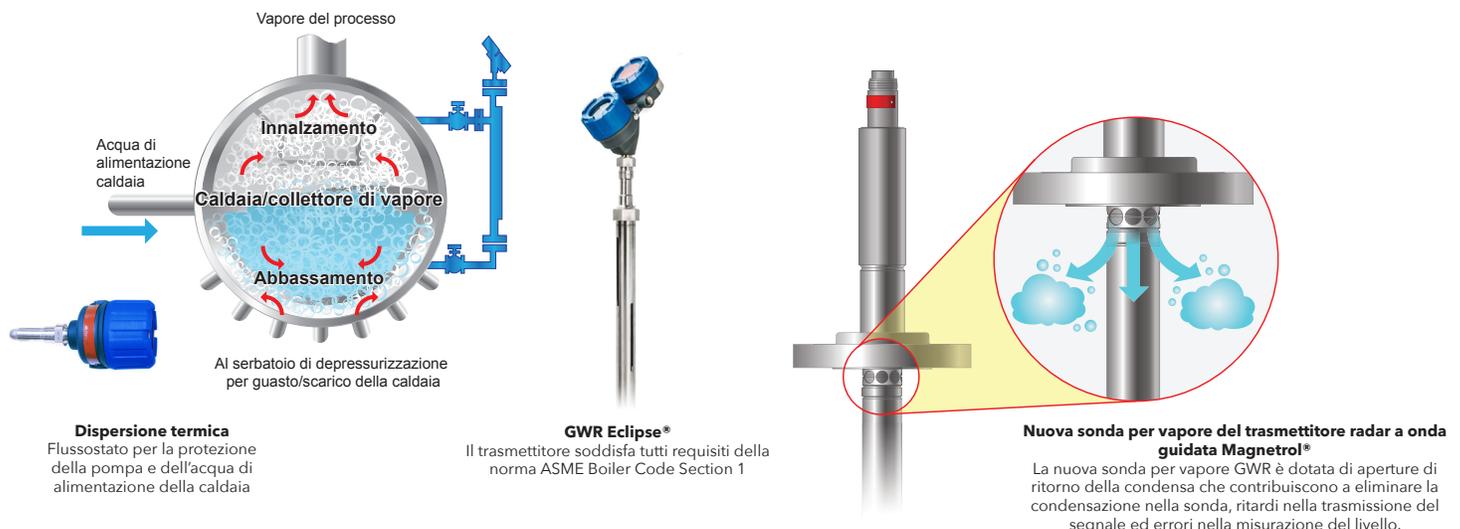


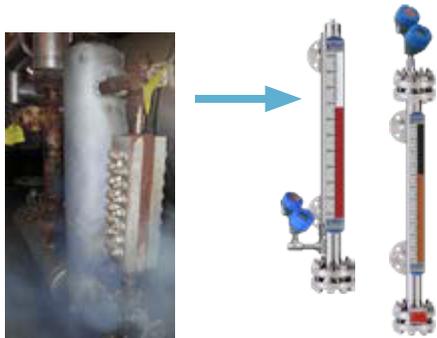
Figura 2

Una digressione dalla discussione sull'ottimizzazione del controllo del livello ai fini di una migliore efficienza operativa della caldaia/del collettore di vapore concerne il requisito sull'indicatore ottico di livello delineato nella Sezione 1 della norma ASME BPVC.

Gli indicatori ottici di livello svolgono una funzione molto importante di indicatori di riserva rispetto agli strumenti di controllo del livello nella caldaia/collettore di vapore, per cui la loro presenza non può essere sottovalutata. Tuttavia, in servizio continuo pongono il problema di costi di manutenzione continui ed elevati, oltre a possibili problemi concernenti la sicurezza.

### Problemi frequenti con gli indicatori ottici di livello

- Tagli causati dal vapore
- Guasto alla valvola integrale
- Perdita dalla guarnizione
- Guasto/erosione del vetro



Eliminando uno dei due indicatori ottici di livello come specificato nella Sezione 1 della norma ASME BPVC si possono ridurre sostanzialmente i costi di manutenzione, mentre risulta possibile isolare il rimanente indicatore ottico di livello durante il funzionamento quotidiano.

Spesso, i costi dovuti alla riparazione di indicatori ottici di livello su caldaie/collettori di vapore nonché in altre applicazioni (scambiatori di calore/condensatori) che incorporano tali indicatori giustificano la spesa del nuovo strumento. La riduzione notevole dei numeri di punti di

	<b>Kit di riparazione</b> Kit di tenute/guarnizioni con il vetro	<b>600,00 EUR</b> <b>1.500,00 EUR</b>
	<b>Tempo di riparazione</b> 4 h a 35 EUR/h (stima)	<b>125,00 EUR</b>
	<b>Tempo di installazione</b> 4 h a 35 EUR/h (stima)	<b>125,00 EUR</b>
	<b>Serbatoio/processo</b> Tempo di fermo	<b>1 giorno a costo elevatissimo</b>

perdita in confronto a un indicatore ottico di livello è un gradito vantaggio per quanto riguarda la sicurezza del personale dello stabilimento.

### Disaeratore e scambiatori di calore

Un'altra applicazione fondamentale, spesso trascurata nelle discussioni sull'efficienza, è il disaeratore e il relativo serbatoio di stoccaggio. Il disaeratore serve da scambiatore di calore di tipo "aperto"; la sua funzione principale è l'estrazione di ossigeno e altri gas corrosivi dall'acqua di alimentazione della caldaia per prevenire danni ai componenti meccanici del sistema. Ciò viene ottenuto utilizzando vapore, che può generare circa 0,627 kWh/kg, per consentire il processo di disaerazione nonché il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione della caldaia.

### Ottimizzazione delle funzioni di scambiatore di calore del disaeratore

Ottimizzando le funzioni di scambiatore di calore del disaeratore con tecnologie avanzate si può migliorare il trasferimento di energia. Ogni aumento di 6 °C della temperatura dell'acqua di alimentazione della caldaia comporta una riduzione di 1% nel consumo di combustibile.

#### Aurora®:

indicatore di livello magnetico con radar a onda guidata integrato

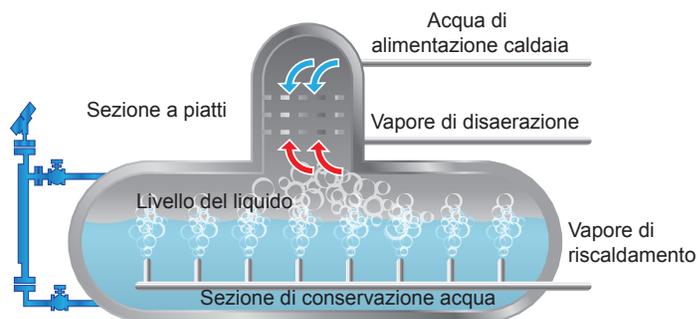


Figura 3

Naturalmente, qualsiasi guadagno considerevole in relazione all'acqua di alimentazione della caldaia ottenuto attraverso il processo riduce la quantità di energia (combustibile) necessaria per la caldaia – ogni 6 °C di aumento della temperatura dell'acqua di alimentazione della caldaia comporta una riduzione dell'1% del costo del combustibile. Controlli inadeguati del livello possono inibire il processo di disaerazione (livello troppo alto) oppure ridurre o anche interrompere il flusso dell'acqua di alimentazione alla caldaia (livello troppo basso).

Il primo problema influisce sulla durata e l'efficienza dei componenti meccanici, mentre il secondo comporta il rischio di perdite di produzione e danni alle pompe.

Oltre allo scambiatore di calore "aperto" o di disaerazione dell'acqua di alimentazione, i più comuni condensatori/scambiatori di calore a fascio tubiero e mantello sono presenti nei cicli di generazione del vapore su scala più grande, in cui i relativi costi sono compensati da guadagni nell'efficienza termica. L'efficacia di uno scambiatore di calore nel trasferimento di energia dipende, escludendo anomalie dei componenti meccanici, dal controllo preciso del livello. Per ulteriori informazioni consultare il bollettino 41-296 di Magnetrol® "Controllo del livello dei riscaldatori dell'acqua di alimentazione e del flusso termico".

Le stesse caratteristiche che rendono la tecnologia GWR adatta in modo unico per un'applicazione di caldaia/collettore di vapore possono essere sfruttate anche con il disaeratore e gli scambiatori di calore dell'acqua di alimentazione per ottenere miglioramenti nell'efficienza termica.

## **Serbatoi di depressurizzazione e di scarico**

Mantenendo la qualità dell'acqua nella caldaia entro i parametri di progetto si assicura la massima qualità possibile del vapore mentre si riduce al minimo lo scarico della caldaia; entrambe le condizioni migliorano la gestione dell'energia e delle risorse.

Lo scarico continuo o manuale della caldaia riduce al

**Si stima che sia possibile recuperare sino al 49% dell'energia tramite l'uso di vapore di depressurizzazione inviato agli scambiatori di calore per preriscaldare l'acqua di reintegro della caldaia o al disaeratore per consentire il processo di disaerazione.**

minimo le incrostazioni e la corrosione risultanti dalla presenza di impurità nell'acqua. I serbatoi di scarico e di depressurizzazione consentono di gestire il liquido e le impurità provenienti dalla caldaia; i secondi facilitano il recupero dell'energia tramite l'utilizzo di vapore di depressurizzazione.

Si stima che sia possibile recuperare sino al 49% dell'energia tramite l'uso di vapore di depressurizzazione inviato agli scambiatori di calore per preriscaldare l'acqua

di reintegro della caldaia o al disaeratore per consentire il processo di disaerazione. Inoltre, una tecnologia superiore di controllo del livello in corrispondenza della caldaia elimina le perdite di energia derivanti da uno scarico non necessario per prevenire condizioni di trasporto delle impurità con il vapore (carryover).

Sfruttare la capacità di una specifica tecnologia per controllare affidabilmente il livello nell'uno o nell'altro tipo di serbatoio, specialmente in quello di depressurizzazione, in una modalità di installazione e messa in funzione "plug-and-play" (taratura precedente, ingressi o componenti meccanici esterni) è un modo facile per assicurare prestazioni ottimali.

Ottimizzare l'uso della caldaia, del disaeratore, del condensatore/scambiatore di calore e del serbatoio di scarico in relazione al controllo di livello influisce principalmente sul consumo di combustibile consentendo di gestire meglio la quantità di energia necessaria per produrre vapore di alta qualità per una determinata operazione. La risposta rapida ed efficace a fluttuazioni della domanda e la riduzione della manutenzione relativa alla strumentazione o a danni ai componenti meccanici sono vantaggi residui che hanno proprie conseguenze economiche, così che devono pure essere considerate quando si implementa qualsiasi tecnologia. Il periodo di tempo relativo al rendimento del capitale investito può variare secondo la scala delle operazioni nonché in funzione del tempo necessario per mantenere funzionale ed efficiente una strumentazione vecchia.

## **Recupero della condensa**

I vantaggi di qualsiasi sistema di recupero della condensa sono ben documentati in settori che dipendono dalla generazione del vapore per i loro processi.

La condensa ha un valore reale poiché ogni litro recuperato elimina il costo dell'uso di acqua di reintegro aggiuntiva, del trattamento dell'acqua di reintegro e/o dello scarico di acque reflue negli impianti municipali o di altro tipo.

Spesso, è la strumentazione, o la sua mancanza, che limita le prestazioni del sistema complessivo facendo sì che il processo di recupero non risponda alle aspettative economiche.

Tre aree di particolare interesse relative all'efficienza, per quanto riguarda i controlli del livello, sono i serbatoi di raccolta della condensa e i serbatoi della condensa principale, le pompe di rimozione della condensa e le corrispondenti valvole nonché qualsiasi condensatore/scambiatore di calore (Figura 4, pagina successiva). Nei serbatoi di raccolta della condensa si depositano il

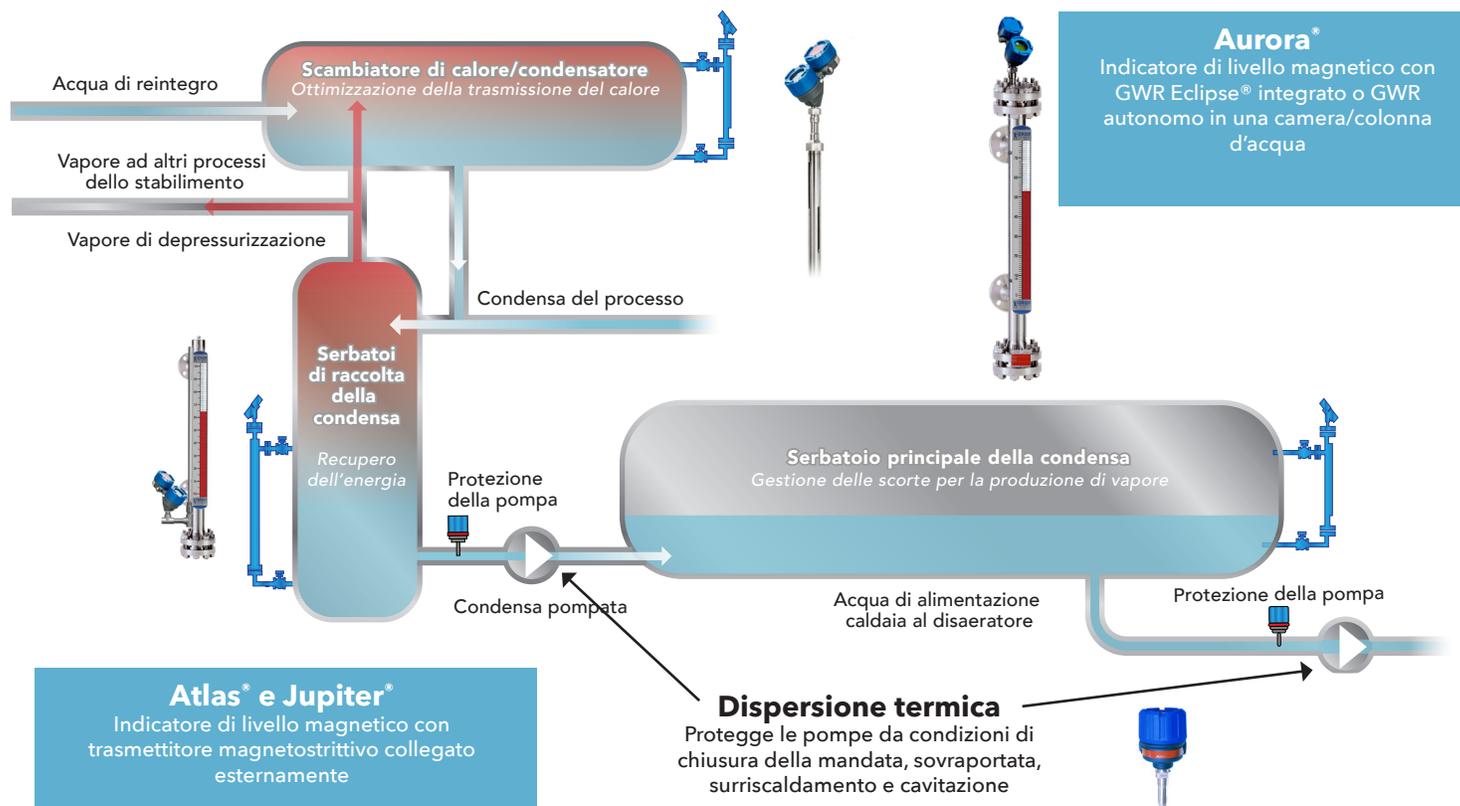


Figura 4

## ELIMINAZIONE DEI COSTI DI MANUTENZIONE INVISIBILI

### Livello del processo di recupero della condensa

- Proteggere guarnizioni di valvole e pompe dall'esposizione a vapore ad alta temperatura
- Mantenere una prevalenza minima sulla pompa di rimozione della condensa
- Assicurare spazio libero sufficiente per la creazione di vapore di depressurizzazione
- Far sì che la capacità sia sufficiente per la condensa proveniente da vari gruppi del processo
- Gestire la catena di erogazione dell'acqua di alimentazione della caldaia per soddisfare la domanda



### Vantaggi della tecnologia GWR/MLI

- Tecnologie di controllo del livello diverse e ridondanti
- Non influenzata dalle condizioni del processo
- Non è necessaria alcuna taratura
- Nessuna parte mobile – elimina gli errori indotti dallo strumento (GWR)
- Procedura guidata di impostazione e diagnostica completa – rapido avvio e isolamento dei guasti
- Concepita per applicazioni con vapore ad alta temperatura
- Semplifica l'hardware della strumentazione
- Può essere preconfigurata per l'applicazione



### Caso di studio

- Guarnizione pompa – 900,00 EUR
- Manodopera – due persone per mezza giornata a 35,00 EUR/h equivalgono a 250,00 EUR
- Condensa scaricata 3,30 EUR/3,8 m<sup>3</sup>
- Messa fuori servizio del serbatoio di raccolta della condensa per eseguire la manutenzione: costo elevatissimo
- Da 1 a 3 sostituzioni alla settimana della guarnizione della pompa ridotte a 1 – 3 all'anno: "Stabilimento di produzione di cellulosa e carta"
- Costo di manutenzione di uno strumento di controllo del livello scadente: oltre 220.000 EUR all'anno

vapore di spurgo e la condensa provenienti da vari gruppi di processo del vapore in uno stabilimento. La condensa viene successivamente pompata nel serbatoio della condensa principale in cui rimane immagazzinata in attesa di essere reintrodotta nel ciclo di generazione del vapore.

Il condensatore/scambiatore di calore consente di recuperare quella che sarebbe altrimenti energia inutilizzata, sotto forma di vapore di depressurizzazione dal serbatoio di raccolta all'acqua di reintegro da preriscaldare o ad altri fluidi del processo attraverso il calore di condensazione. La condensa che così si produce defluisce nuovamente nel serbatoio di raccolta.

Il trasmettitore di livello situato sul serbatoio di raccolta

### **Spesso, è la strumentazione, o la sua mancanza, che limita le prestazioni del sistema complessivo**

della condensa facilita la gestione automatica del livello della condensa per assicurare che sia disponibile capacità sufficiente per il recupero della condensa proveniente dai vari processi dello stabilimento nonché per mantenere un sufficiente spazio non riempito nel serbatoio per la creazione di vapore di depressurizzazione.

Oltre a essere una risorsa cruciale per lo stabilimento, la condensa presente nel serbatoio di raccolta protegge le guarnizioni della pompa di rimozione della condensa e delle valvole dall'esposizione diretta a vapore ad alta temperatura, mentre mantiene una prevalenza minima alla pompa. Si prevengono così danni ai componenti meccanici, manutenzione costosa e tempi di fermo del serbatoio di raccolta, oltre a successivi effetti di irregolarità sul ciclo di generazione del vapore e sui requisiti dell'acqua di reintegro.

Infine, il trasmettitore di livello genera i segnali di controllo per le valvole e la pompa di rimozione della condensa necessari per trasferire la condensa dal serbatoio di raccolta al serbatoio principale della condensa, assicurando un mantenimento del livello di circa il 15% per i motivi suddetti. A questo punto, i trasmettitori di livello sul serbatoio principale della condensa si inseriscono per gestire l'erogazione dell'acqua di alimentazione della caldaia allo scopo di rispondere alla domanda di generazione di vapore.

## **Trattamento dell'acqua di reintegro**

Il trattamento dell'acqua di reintegro è un aspetto cruciale del processo di generazione del vapore poiché consente di continuare ad alimentare il sistema con acqua adatta per la caldaia e altre operazioni che, per motivi vari, è andata persa durante il ciclo. A differenza delle applicazioni precedenti discusse in relazione al ciclo di generazione del vapore, il controllo del livello per il procedimento di trattamento dell'acqua non concerne necessariamente l'efficienza ma piuttosto la precisione, l'affidabilità e la sicurezza mentre assicura la corretta gestione del magazzino per far sì che la disponibilità di sostanze chimiche e acqua di reintegro soddisfi la domanda.

Qui l'attenzione ricade sull'uso delle sostanze chimiche impiegate nel trattamento dell'acqua poiché ciò presenta difficoltà per le tecnologie di controllo del livello che potrebbero essere perfettamente valide in applicazioni senza sostanze chimiche correlate al procedimento di trattamento dell'acqua o in quelle con variazioni limitate nello spazio per il vapore all'interno del serbatoio. Sebbene misurazioni importanti come quelle del livello di ammoniaca, acidi, sostanze caustiche e altre sostanze chimiche contenute nei serbatoi non siano assolutamente applicazioni difficili, piccole sfumature nelle modalità di monitoraggio dei serbatoi rispetto alla tecnologia di controllo del livello possono avere un effetto notevolissimo sulla praticabilità e affidabilità quotidiane del tipo di strumenti adoperati.

Inoltre, vi sono altre considerazioni da fare sulla sicurezza quando si reintegrano le sostanze chimiche oltre ai costi di manutenzione a breve e lungo termine, a cui si può far fronte simultaneamente con il monitoraggio del magazzino apportando alcune modifiche semplici ed economiche alla strumentazione.



*Un indicatore magnetico di livello ad alta visibilità con trasmettitore magnetostriativo facilita lo scarico dell'ammoniaca in una centrale elettrica con ciclo combinato.*

## Componenti fondamentali per il monitoraggio dello stoccaggio di sostanze chimiche

- Gestione del magazzino (precisione)
- Resistenza all'attacco di sostanze chimiche (affidabilità e manutenzione)
- Utilizzo di una tecnologia che non risente di modifiche dello spazio per il vapore all'interno del serbatoio (affidabilità)
- Verifica delle prestazioni (manutenzione)
- Visibilità durante il trasferimento del prodotto (sicurezza)

I serbatoi di stoccaggio di sostanze chimiche, di demineralizzazione e dell'acqua presentano un'ampia gamma di forme e dimensioni; in genere sono orizzontali o verticali con diametro/altezza di 1,8 – 3 metri e i serbatoi di demineralizzazione e di stoccaggio dell'ammoniaca sono i più grandi. Non è infrequente vedere un determinato tipo di trasmettitore di livello (quello a ultrasuoni è il più diffuso) installato per fornire un'indicazione di livello nella sala di controllo con un quadrante di lettura locale sulla base del serbatoio, in serie con l'uscita del trasmettitore da 4 – 20 mA o con il segnale ripetuto dalla sala di controllo. Il segnale inviato alla sala di controllo rileva le quantità, funziona da allarme di alto livello per la protezione contro il troppo pieno e stabilisce l'intervallo di rifornimento. Il quadrante di lettura locale facilita il monitoraggio dello scarico di sostanze chimiche dall'autocarro del fornitore.

Precisione, affidabilità e visibilità in scenari operativi e ambienti di serbatoio dinamici sono gli attributi migliori di una tecnologia di controllo del livello quando si opera con applicazioni di stoccaggio di sostanze chimiche. Il costo è sempre una considerazione iniziale per queste misurazioni apparentemente meno complicate. Ciò nonostante, i risultati in queste due aree possono avere un impatto misurabile sul "reale" costo di possesso di un impianto.

Esiste anche un buon motivo per selezionare l'appropriata tecnologia di controllo del livello durante la fase iniziale del progetto: si eliminano in tal modo possibili problemi di installazione e messa in funzione prendendo in considerazione la tecnologia nella progettazione del serbatoio – un'altra area di possibile contenimento dei costi.

Per far fronte ai problemi dello stoccaggio di sostanze chimiche, è possibile usare – e sono state utilizzate – varie tecnologie di controllo del livello. Aderire ai principi di riduzione al minimo del numero di variabili (p. es., vulnerabilità alle dinamiche del processo, taratura, complessità dei componenti meccanici, ecc.) che possono influire sulla capacità di una tecnologia di fornire i risultati previsti rappresenta un passo fondamentale nella riduzione del costo totale di possesso.

Una volta di più, si distinguono in queste aree la tecnologia del radar a onda guidata (quindi, per contatto) e quella, alternativa, del radar via aria (quindi, senza contatto). Gli indicatori di livello magnetici (MLI) funzionanti congiuntamente con l'uno o l'altro tipo di tecnologia radar o insieme a un trasmettitore di livello magnetostriativo offrono una ridondanza e diversità di tecnologia mentre aumentano la visibilità ai fini di un livello superiore di sicurezza durante le operazioni di rifornimento. Esiste anche il vantaggio aggiuntivo della ridondanza quando si verificano le prestazioni del trasmettitore principale mentre si eseguono ispezioni periodiche nel corso di interruzioni programmate del processo o durante le procedure di ricerca guasti.

## Precisione, affidabilità e visibilità in scenari operativi e ambienti di serbatoio dinamici sono gli attributi migliori di una tecnologia di controllo del livello quando si opera con applicazioni di stoccaggio di sostanze chimiche.

Ciò non implica che i trasmettitori di livello a ultrasuoni (quindi, senza contatto) o altre tecnologie non siano adatte. In termini semplici, le prestazioni del radar non dipendono da variazioni di quanto è contenuto nello spazio per il vapore di questi serbatoi nel corso della giornata.

Spesso, queste variazioni influiscono su una tecnologia causando quelli che vengono detti "allarmi fastidiosi", ossia perdite intermittenti del segnale o irregolarità dell'indicazione del livello che scompaiono più o meno quando arriva un tecnico. È difficile isolare problemi di questo tipo a causa della loro natura intermittente e del fatto che non possono essere correlati a un'anomalia di installazione, configurazione o componenti meccanici.

Quando si esamina il procedimento di trattamento dell'acqua per qualsiasi ciclo di generazione del vapore, di piccole o grandi dimensioni, si deve escludere che si tratti di una soluzione universale che offre la maggior parte dei vantaggi in relazione alle prestazioni. Per quanto semplici alcune di queste tecniche di controllo del livello possano sembrare, non sono rari i casi in cui contribuiscono in misura sproporzionata ai budget relativi alla messa in funzione e alla manutenzione, semplicemente perché non sono adatte all'intera gamma di dinamiche dell'applicazione.

Scegliendo una specifica tecnologia anziché un approccio universale alle applicazioni nel corso del procedimento di trattamento dell'acqua si riduce il costo di possesso sia a breve che a lungo termine. Ciò consente l'implementazione e la realizzazione del contenimento dei costi offerto da tecnologie base per applicazioni meno gravose, mentre si riduce al minimo il costo di quelle che presentano variazioni nello spazio per il vapore (p. es., vapore, composizione chimica, condensazione eccessiva, ecc.); tutti fattori che possono compromettere seriamente le prestazioni di uno strumento nonché il budget di manutenzione di uno stabilimento.

### Tecnologie di stoccaggio di sostanze chimiche e di controllo del livello per il trattamento dell'acqua

- **Radar – A onda guidata (GWR) e senza contatto:** per un'installazione, messa in funzione e manutenzione semplificate mantenendo la tolleranza a variazioni dello spazio per il vapore.
- **Indicatore di livello magnetico (MLI):** per una migliore visibilità durante il rifornimento; manutenzione periodica o verifica delle prestazioni. Può essere impiegato autonomamente o insieme ad altri trasmettitori di livello per fornire ridondanza e diversità di tecnologia in misurazioni cruciali.
- **Trasmettitore magnetostrittivo:** unitamente a un MLI, offre una soluzione alternativa alle tecnologie dei trasmettitori di livello con montaggio di testa mentre rimane isolato dal contenuto del serbatoio.
- **A ultrasuoni (senza contatto):** soluzione eccellente di controllo del livello per applicazioni senza sostanze chimiche o meno critiche nel procedimento di trattamento dell'acqua con variazioni limitate nello spazio per il vapore.



### Gestione dell'energia

Questa discussione, indipendentemente dalla scala delle operazioni, è incentrata sull'identificazione di aree fondamentali dello stabilimento in cui sfruttare le caratteristiche di una tecnologia in un determinato scenario ha il massimo effetto sull'efficienza con un ritorno quantificabile sull'investimento, all'interno di un lasso di tempo da uno a due anni.

Come si è osservato in precedenza, il consumo di energia elettrica e combustibile acquistati sono ambiti in cui qualsiasi miglioramento dell'efficienza ha un impatto diretto sul profitto netto di un'azienda. Ha senso che essere in grado di monitorare l'ubicazione del combustibile per l'uso finale in un impianto nonché gli specifici parametri del consumo per applicazioni individuali – soprattutto la caldaia – possa offrire informazioni utili concernenti possibili aree di miglioramento. Si può fare una considerazione analoga riguardo al consumo di energia elettrica; in questo caso, si possono ottenere riduzioni semplicemente identificando dove viene persa l'energia.

Per quanto riguarda la gestione dell'energia, la capacità di monitorare meglio l'aria di combustione, il flusso del gas combustibile e l'aria compressa può facilitare l'individuazione di perdite che nel corso di brevi periodi di tempo possono influire sui profitti di uno stabilimento. I due termini fondamentali quando si esamina la strumentazione in relazione ai problemi summenzionati, sono "efficienza dei costi" e "ritorno sull'investimento". Non c'è dubbio che qualsiasi situazione possa essere risolta se si impiegano risorse finanziarie sufficienti. Nel nostro caso il concetto è realizzare il vantaggio nel tempo più breve possibile al costo più ragionevole. I misuratori di portata massica a dispersione termica soddisfano questi criteri.



## Misuratore di portata massica a dispersione termica

I misuratori di portata massica a dispersione termica vengono impiegati principalmente per eseguire misure di portata di gas e aria. Lo strumento consiste di un trasmettitore e di una sonda con sensori di temperatura (RTD) situati sui contatti presenti sulla parte inferiore della sonda. Il sensore di riferimento misura la temperatura del processo, mentre l'altro sensore viene riscaldato a una specifica temperatura oltre quella di riferimento. All'aumentare della portata, il calore viene rimosso dal sensore riscaldato. Viene quindi applicata più potenza al sensore riscaldato per mantenere la differenza di temperatura. Il rapporto fra potenza e portata massica viene stabilito durante la taratura in fabbrica.

La misura della **portata dell'aria di combustione** di una caldaia è importante per mantenere un rapporto stechiometrico con la quantità di combustibile fornita. Una portata dell'aria insufficiente può causare una combustione incompleta oltre a livelli aggiuntivi di monossido di carbonio o impurità a seconda del combustibile che viene bruciato, mentre una portata eccessiva dell'aria può causare il raffreddamento del focolare e la fuga di calore dal camino. La ripetibilità della misurazione dell'aria è essenziale per ottenere il rapporto aria-combustibile più efficiente possibile.



- Segnale di alta intensità a portate basse con elevato rapporto portata massima/portata minima
- Verifica della taratura sul campo
- Facile installazione con bassa caduta di pressione
- Misurazione diretta della portata massica senza bisogno di compensazione di pressione o temperatura



- Ripetibilità:  $\pm 0,5\%$  della lettura
- Misura diretta della portata massica
- Facile da installare in un condotto dell'aria
- Nessun bisogno di taratura in loco

**Misurando la portata del gas combustibile** (gas naturale o propano) per fonti di combustione individuali rispetto all'uscita (vapore/acqua calda) si può facilitare l'ottimizzazione dell'efficienza della caldaia e gestire meglio il consumo di energia. Conoscere le prestazioni della singola caldaia può anche essere di ausilio nell'uso di quelle che offrono l'efficienza ottimale. Ridurre il consumo di combustibile è uno dei metodi più semplici per contenere i costi e incrementare i profitti.

Una funzione essenziale nella gestione dell'energia e degli impianti è rendere i sistemi ad **aria compressa** più affidabili ed efficienti. Si sprecono risorse preziose quando una perdita non viene rilevata o non è facilmente isolabile.

Il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti stima che il 20–30% dell'uscita di un compressore è sprecata a causa di perdite, rappresentando migliaia di euro di consumo di energia elettrica per aria sprecata. Sono casi più estremi il costo dell'acquisto di compressori aggiuntivi/più grandi per rispondere alle esigenze relative all'aria compressa.

Il primo passo da fare per ridurre i costi di utenza è misurare l'utilizzo. La tecnologia della dispersione termica è utilizzabile in diversi campi per determinare il consumo in sezioni differenti di uno stabilimento o come indicazione relativa di perdite.



- Facile installazione con l'uso di una sonda a inserimento con raccordo di compressione
- Misurazione precisa della portata a varie pressioni
- Elevato rapporto portata massima/portata minima e buona sensibilità a basse portate

## CASI DI STUDIO

### CASO DI STUDIO 1\* Ottimizzazione dell'efficienza di un sistema di generazione del vapore

#### Stabilimento di fertilizzanti J.R. Simplot

Riduzione del costo annuo

totale del progetto: **300.000 EUR**

Riduzione del consumo di energia: **21.980 MWh**

Costi del progetto: 160.000,00 EUR

ROI: 6,5 mesi

#### Vantaggi

- Funzionamento della caldaia migliorato
- Vapore riciclato
- Maggiore recupero della condensa
- Riparazioni dello scaricatore di condensa
- Isolamento migliorato



### CASO DI STUDIO 2\* Miglioramento dell'efficienza di un sistema di generazione del vapore

#### Stabilimento di pneumatici Goodyear

Riduzione del costo annuo

totale del progetto: **800.000 EUR**

Riduzione del consumo di energia: **27.260 MWh**

Costi del progetto: 160.000,00 EUR

ROI: 2,5 mesi

#### Vantaggi

- Ottimizzazione del funzionamento delle caldaie – messa a punto delle caldaie per ridurre l'eccesso di O<sub>2</sub> e il consumo di combustibile
- Recupero del calore inutilizzato del processo – è stato installato uno scambiatore di calore per aumentare la temperatura dell'acqua di reintegro utilizzando l'energia della condensa
- Isolamento delle apparecchiature del processo – consumo inferiore di energia nel sistema di generazione del vapore



\* Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti

## CASO DI STUDIO 3\* Verifica del consumo di gas naturale misurato dall'utility

### VA Medical Center

Riduzione del costo annuo totale del progetto:

**130.000 EUR** (credito applicato al conto)

#### Vantaggi

- Interferenza radio-magnetica isolata nei contatori del gas naturale dell'utility nell'intero edificio
- La tecnologia avanzata della misurazione della portata conferma anomalie nel consumo di gas in un periodo di due mesi
- La misurazione della portata massima ottimizza le prestazioni della caldaia e fornisce una conferma secondaria



## CASO DI STUDIO 4\* Riduzione del consumo di energia per la generazione di aria compressa

### FUJIFILM Hunt Chemicals U.S.A.

#### Vantaggi

- Aria compressa utilizzata in una varietà di operazioni cruciali per mantenere costante la qualità sia nel processo che dei prodotti
- Valutazione dell'energia consumata dal compressore rispetto al numero di metri cubi all'ora di aria generata e utilizzata
- È stata attuata una strategia di rilevamento delle perdite e riparazioni per ridurre le perdite di aria compressa e conseguire così una riduzione dei costi pari a circa 9.000 EUR/anno



\* Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti

## RIEPILOGO: OTTIMIZZAZIONE DEL PROCESSO TRAMITE LA STRUMENTAZIONE

Sebbene sia plausibile, è raro individuare una sola causa di inefficienza correlata a controlli del livello scadenti che influiscano sul profitto netto di un'azienda nel percentile a due cifre. Nella maggioranza dei casi, sono queste piccole opportunità di miglioramento graduale dei vari aspetti del ciclo di generazione del vapore, del sistema di recupero della condensa e del processo di recupero del calore inutilizzato che alla fine si traducono in un contenimento sostanziale dei costi.

- Riduzione del consumo d'acqua, delle operazioni di trattamento, dello scarico e della gestione del magazzino
- Controllo migliorato della caldaia/collettore di vapore – riduzione del consumo di energia e buona qualità del vapore
- Riduzione del consumo di combustibile – recupero del calore inutilizzato
- Gestione dell'energia – gas combustibile, aria di combustione e portata dell'aria compressa
- Protezione e manutenzione dei componenti meccanici – pompe e relative guarnizioni

Spesso, le inefficienze e i costi di manutenzione invisibili correlati alle vulnerabilità di una tecnologia (funzionamento continuato in ambienti di vapore a pressione e temperatura elevate; esposizione alle sostanze chimiche; errori dovuti alla complessità della misurazione in sé e per sé e ai successivi requisiti sulla taratura) passano in secondo piano rispetto allo svolgimento quotidiano di questi processi.

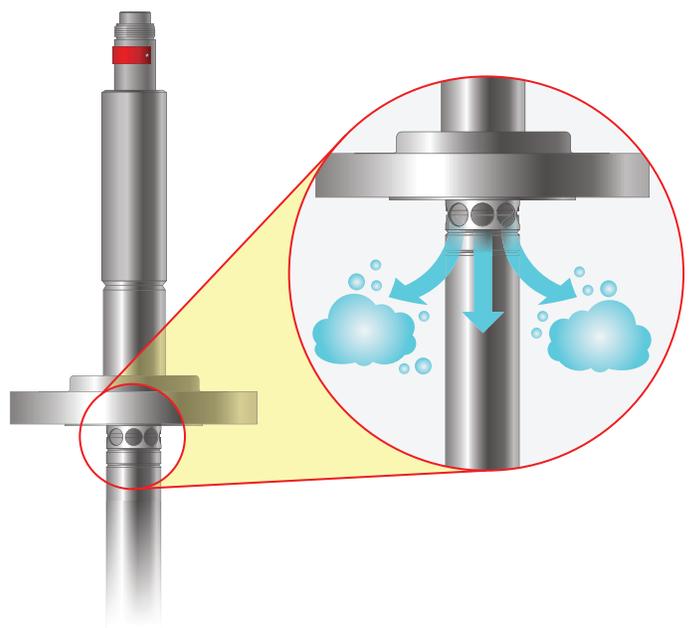
Indipendentemente dalla scala di un processo – sistema di caldaie su piccola scala o per la generazione di energia a scopi commerciali – sfruttare gli attributi intrinseci della tecnologia fondamentale di uno strumento sia a breve termine (ingegnerizzazione, costo iniziale, installazione e messa in funzione) sia a lungo termine (manutenzione, praticabilità quotidiana e gestione dell'energia) presenta approcci semplici ed economici per massimizzare il ritorno sull'investimento nel sistema stesso.

<p><b>Radar a onda guidata</b></p> 	<p><b>Radar senza contatto</b></p> 
<p><b>Trasmettitore di livello a ultrasuoni</b></p> 	<p><b>Controllo del livello a spinta idrostatica</b></p> 
<p><b>Dispersione termica</b></p> 	<p><b>Indicazione di livello magnetica/ magnetostrizione</b></p> 

## L'INNOVAZIONE CONTA

### Nuova sonda per vapore del trasmettitore radar a onda guidata Magnetrol®

La nuova sonda per vapore GWR è dotata di aperture di ritorno della condensa che contribuiscono a eliminare la condensazione nella sonda, ritardi nella trasmissione del segnale ed errori nella misurazione del livello.





**SEDE CENTRALE EUROPEA & STABILIMENTO DI PRODUZIONE**

Heikensstraat 6 • 9240 Zele, Belgio • Tel.: +32-(0)52-45.11.11 • [info@magnetrol.be](mailto:info@magnetrol.be)

Via Arese 12 • 20159 I- Milano • Tel.: +39-(0)2-607.22.98 • [mit.gen@magnetrol.it](mailto:mit.gen@magnetrol.it)

[magnetrol.com](http://magnetrol.com)