



Application Note AN-PAN-1056

# Monitoraggio online del sodio nelle centrali elettriche industriali

L'approvvigionamento energetico è diventato un problema importante nei tempi moderni. La popolazione mondiale aumenta ogni anno di circa 80 milioni di persone, il che, combinato con una maggiore durata della vita e la domanda sempre crescente di dispositivi elettronici, significa un aumento del consumo di energia. Pertanto, le centrali elettriche devono funzionare alla massima efficienza per soddisfare l'elevata domanda.

Le centrali a combustibili fossili e nucleari generano la maggior parte dell'elettricità per il nostro fabbisogno.

Questi metodi di produzione di energia coinvolgono circuiti acqua-vapore che azionano le turbine. Le centrali termiche utilizzano il calore generato dalla combustione o dalla fissione nucleare per produrre vapore, che viene immesso in una turbina che aziona un generatore che converte l'energia meccanica in energia elettrica. A valle della turbina, un condensatore trasforma il vapore in acqua, che defluisce in un serbatoio di alimentazione da dove viene ripompato nella caldaia a vapore per il riutilizzo. L'acqua di raffreddamento scorre attraverso il

condensatore in un circuito separato, asportando il calore di condensazione rilasciato dal vapore tramite uno scambiatore di calore. Le centrali nucleari con reattori ad acqua pressurizzata hanno un circuito dell'acqua aggiuntivo noto come circuito primario. Questo segmento aggiuntivo assicura che i materiali radioattivi rimangano contenuti all'interno e non si disperdano nel circuito secondario, e quindi potenzialmente all'esterno per inquinare l'ambiente. Nelle centrali termoelettriche, l'acqua è essenziale poiché viene utilizzata come mezzo centrale (di esercizio). Come liquido è necessario per il raffreddamento e come gas aziona le turbine. Nelle

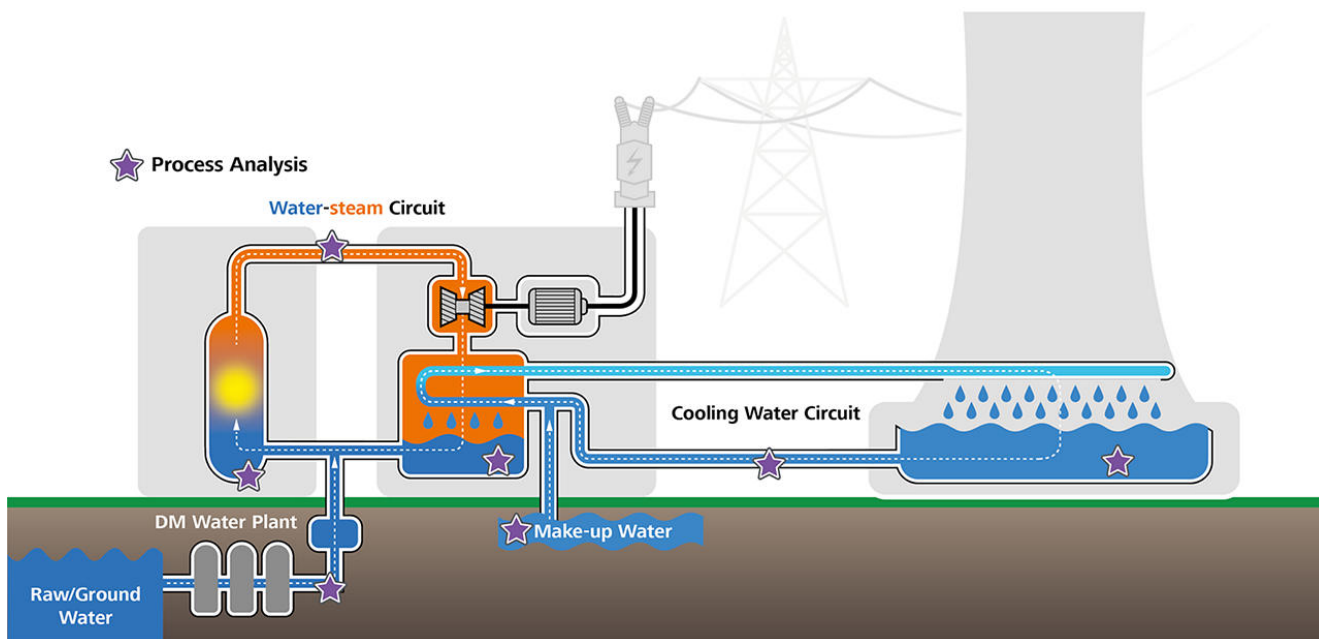
centrali nucleari, modera anche i neutroni di fissione e quindi controlla la fissione nucleare. Pertanto, il monitoraggio della chimica dell'acqua nelle centrali elettriche per le impurità è di fondamentale importanza, poiché viene riutilizzata più volte e può causare molti problemi lungo i circuiti.

Nel contesto della garanzia di un'elevata produttività delle centrali elettriche, l'analisi online dei parametri critici in questi circuiti dell'acqua come cloruro, sodio, fosfato, solfato, ammoniaca, idrazina e silice è altamente vantaggiosa per la sicurezza, la protezione e l'ottimizzazione del processo.

## INTRODUZIONE

Il monitoraggio del sodio è comunemente usato per rilevare i contaminanti salini nell'impianto di demineralizzazione dell'acqua (DM) (**Figura 1**). Nelle centrali elettriche, i demineralizzatori a scambio ionico vengono utilizzati per rimuovere le impurità indesiderate (ad es. cloruro, solfato, carbonati e sodio) dall'acqua di sorgente. Tuttavia, il letto di resina cationica è sensibile e deve essere costantemente monitorato per rilevare possibili rotture e perdite. Se ciò accade, i contaminanti possono filtrare nell'acqua

purificata, causando infine cracking da tensocorrosione e affaticamento da corrosione dei componenti in acciaio inossidabile (ad esempio, le pale delle turbine) più a valle. Pertanto, le misurazioni del sodio altamente sensibili sono fondamentali all'uscita dello scambiatore di ioni, per indicare quando il letto di resina richiede la rigenerazione e se la purezza dell'acqua è sufficientemente elevata da evitare il ridimensionamento delle risorse aziendali.



**Figure 1.** Panoramica generalizzata del processo di produzione di energia. Le stelle indicano i punti di misurazione dell'analisi del processo online suggeriti.

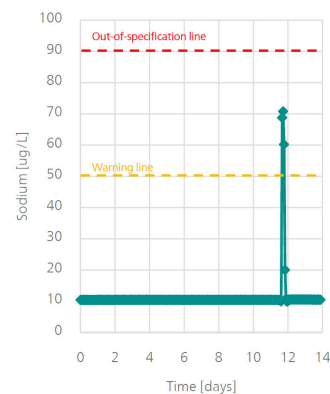
Affinché una centrale elettrica funzioni alla massima efficienza, la caldaia a vapore deve anche funzionare nel modo più efficace, efficiente e sicuro. A temperature elevate, i sali dei metalli alcalini (ad es. carbonato di sodio) possono depositarsi sulle superfici di trasferimento del calore. Questo ridimensionamento agisce come uno strato isolante che riduce il trasferimento di calore, traducendosi in costosi tempi di fermo impianto.

Inoltre, è necessario monitorare il contenuto di sodio sia nel vapore che nel condensato. Un alto contenuto di sodio nella condensa indica una possibile perdita del condensatore e un valore basso suggerisce una possibile deposizione di sodio nel circuito del vapore. Pertanto, un'analisi costante della chimica dell'acqua nella caldaia è della massima importanza per evitare l'accumulo di sali corrosivi, ridurre il rischio di scricciature caustiche e rilevare l'ingresso precoce di contaminanti nel vapore.

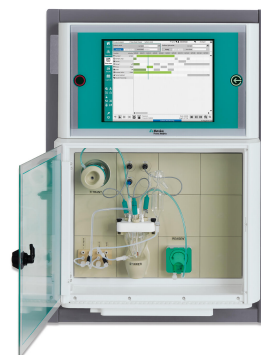
Utilizzando analizzatori di processo online, gli operatori ottengono le informazioni più rappresentative e aggiornate di cui hanno bisogno per identificare con precisione le tendenze (**figura 2**), ridurre i tempi di inattività e risolvere i problemi operativi prima che si verifichino problemi costosi. Inoltre, il tempo di risposta alla formazione di corrosione è rapido e vengono forniti avvisi immediati in caso di letture fuori specifica.

## APPLICAZIONE

Le basse concentrazioni di sodio sono convenzionalmente determinate mediante elettrodi ionoselettivi (ISE) e un tampone di ammonio o diisopropilammina come tecnica di misurazione diretta. Al contrario, 2035 Process Analyzer di Metrohm Process Analytics (**Figura 3**) misura il sodio in linea utilizzando una membrana polimerica ISE che non richiede una soluzione tampone. La modalità di funzionamento è semplice: la membrana polimerica contiene una molecola (ionoforo) che si lega solo con ioni Na. Quando questi ioni penetrano nella membrana, provocano una variazione di potenziale che corrisponde al livello di concentrazione di sodio presente nel campione.



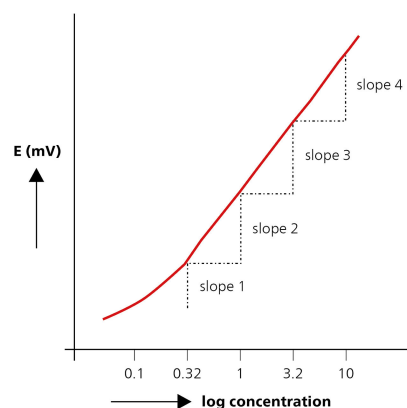
**Figure 2.** Grafico dell'andamento del sodio (Na) che mostra un picco di concentrazione in un periodo di 14 giorni, che potrebbe portare a possibili effetti di corrosione/incrostazione. Le linee tratteggiate sono guide per le misure di controllo, che possono essere modificate in base ai requisiti del processo.



**Figure 3.** 2035 Analizzatore di processo per il monitoraggio del sodio nelle centrali elettriche.

Questa tecnica è chiamata addizione dinamica standard (DSA, **Figura 4**), che consiste nella combinazione di un sistema di dosaggio di burette ad alta precisione e ISE ad alte prestazioni. Questo metodo è stato sviluppato appositamente per funzionare con elettrodi ionoselettivi.

Una piccola e precisa quantità di campione viene inviata all'analizzatore di processo dal flusso, viene eseguita una misurazione con compensazione della temperatura e lo strumento indica alla buretta di aggiungere una quantità calcolata di soluzione standard al campione. Quindi la misurazione viene ripetuta e la concentrazione dell'analita viene calcolata dalla differenza. Pertanto, il risultato di ciascuna analisi è convalidato e non è influenzato dagli effetti matrice del campione. L'aggiunta dello standard può essere ripetuta per ottenere un risultato più accurato. Questo metodo è altamente sensibile per monitorare il contenuto di sodio, consentendo la diagnosi precoce e quindi proteggendo asset costosi.



**Figure 4.** Grafico di calibrazione Na ISE con più pendenze.

**Tabella 1.** Parametri per la determinazione del basso contenuto di sodio in linea nelle centrali elettriche.

Parametro	Temperatura	pH	Gamma
Sodio	<40°C	>4	0–100 µg/l

## CONCLUSIONE

Gli analizzatori di processo online dedicati non solo aiutano a salvaguardare il funzionamento dell'impianto e a ottimizzare l'efficienza del processo, ma forniscono anche una registrazione continua delle condizioni operative dell'impianto (**ogni 30 minuti**) per aumentare i tempi di attività, oltre a facilitare miglioramenti a lungo termine della produttività. I dati rappresentativi vengono acquisiti a intervalli regolari senza dover attendere i risultati di laboratorio

e letture fuori specifica possono informare immediatamente gli operatori di agire direttamente.

Il 2035 Process Analyzer di Metrohm Process Analytics può misurare in modo affidabile basse quantità di sodio nell'acqua di processo. Inoltre, offre risultati di analisi automatizzati per diverse parti di una centrale elettrica e aiuta a salvaguardare le operazioni dell'impianto.



## VANTAGGI PER LA TITOLAZIONE NEL PROCESSO

- Alta precisione per limiti di rivelazione inferiori del sodio
- Aumento della longevità di preziosi beni aziendali
- Monitora più flussi di campioni (fino a 10) per maggiori risparmi per punto di misura e risultati
- Ambiente di lavoro più sicuro e campionamento automatizzato
- Calibrazione ISE automatica per risultati più accurati e affidabili
- Diagnostica completamente automatizzata – allarmi automatici per quando i campioni sono fuori dai parametri delle specifiche



I limiti di rilevamento sono nell'intervallo sub- $\mu\text{g/L}$ . Il sodio può anche essere misurato con la cromatografia

ionica in linea se devono essere determinati anche altri cationi.

### Application Notes correlate

[AN-PAN-1016 Silice nell'acqua di alimentazione della caldaia](#)

[AN-PAN-1013 Analisi in linea dell'acido borico nei PWR dell'acqua di raffreddamento](#)

[AN-PAN-1032 Monitoraggio della corrosione nelle centrali elettriche: analisi ultratraccia online di Fe e Cu](#)

[AN-PAN-1038 Produzione di energia: Analisi del valore m \(Alcalinità\) nell'acqua di raffreddamento](#)

[AN-PAN-1042 Analisi in linea di tracce di anioni nel](#)

[circuito primario delle centrali nucleari](#)

[AN-PAN-1043 Analisi in linea di tracce di cationi nel circuito primario delle centrali nucleari.](#)

[AN-PAN-1044 Analisi in linea delle tracce di ammine nel circuito acqua-vapore alcalino delle centrali elettriche](#)

[AN-PAN-1045 Monitoraggio online degli inibitori della corrosione del rame nell'acqua di raffreddamento](#)

### Brochure correlate di Metrohm

[Strumenti di misura online per l'analisi di centrali elettriche – Monitoraggio e protezione contro la corrosione](#)

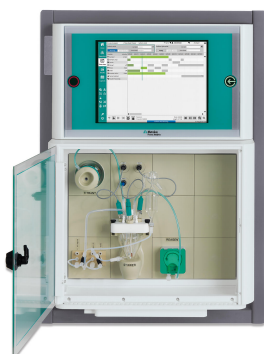
[Analizzatore di processo 2035 – Analizzatore multiuso per il monitoraggio online di processi industriali e acque reflue](#)

## CONTACT

Metrohm Italiana Srl  
Via G. Di Vittorio, 5  
21040 Origgio (VA)

[info@metrohm.it](mailto:info@metrohm.it)

## CONFIGURAZIONE



### 2035 Process Analyzer - Potenzimetrico

Il 2035 Process Analyzer per la titolazione potenziometrica e le misure ione-selettive esegue le analisi con elettrodi dedicati e titolanti. Inoltre, questa versione del 2035 Process Analyzer è adatta anche per le analisi ionoselettive utilizzando gli elettrodi ad alte prestazioni Metrohm. Questa accurata tecnica di aggiunta standard è l'ideale per le matrici dei campioni più difficili.

La versione potenziometrica dell'analizzatore offre i risultati più accurati di tutte le tecniche di misura disponibili sul mercato. Con ben più di 1000 applicazioni già disponibili, la titolazione è anche uno dei metodi più usati per l'analisi in quasi ogni settore per centinaia di componenti che variano dall'analisi acido/base alle concentrazioni di metalli nei bagni di placcatura.

La titolazione è uno dei metodi chimici più diffusi in assoluto in uso oggi. La tecnica è semplice e non ha bisogno di calibrazione.

Alcune opzioni di titolazione disponibili per questa configurazione:

- Titolazione potenziometrica
- Titolazione colorimetrica con tecnologia a fibra ottica
- Determinazione dell'umidità basata sul metodo di titolazione Karl Fischer