



Application Note AN-PAN-1040

# Amoníaco en el agua de refrigeración de las centrales térmicas

Las centrales térmicas requieren enormes cantidades de agua, ya que utilizan vapor de gran pureza a alta presión para hacer girar las turbinas. Se implementa un circuito de agua de enfriamiento separado, que ayuda a formar un vacío cuando el vapor se condensa después de las turbinas. Mantener este vacío con unos parámetros de condensación óptimos es fundamental para la eficacia de la central.

Los condensadores de cobre son susceptibles a la corrosión por amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Las pequeñas grietas en el condensador, combinadas con la gran diferencia de presión entre el circuito de vapor y el de agua de refrigeración, contaminarán el agua de alta pureza de

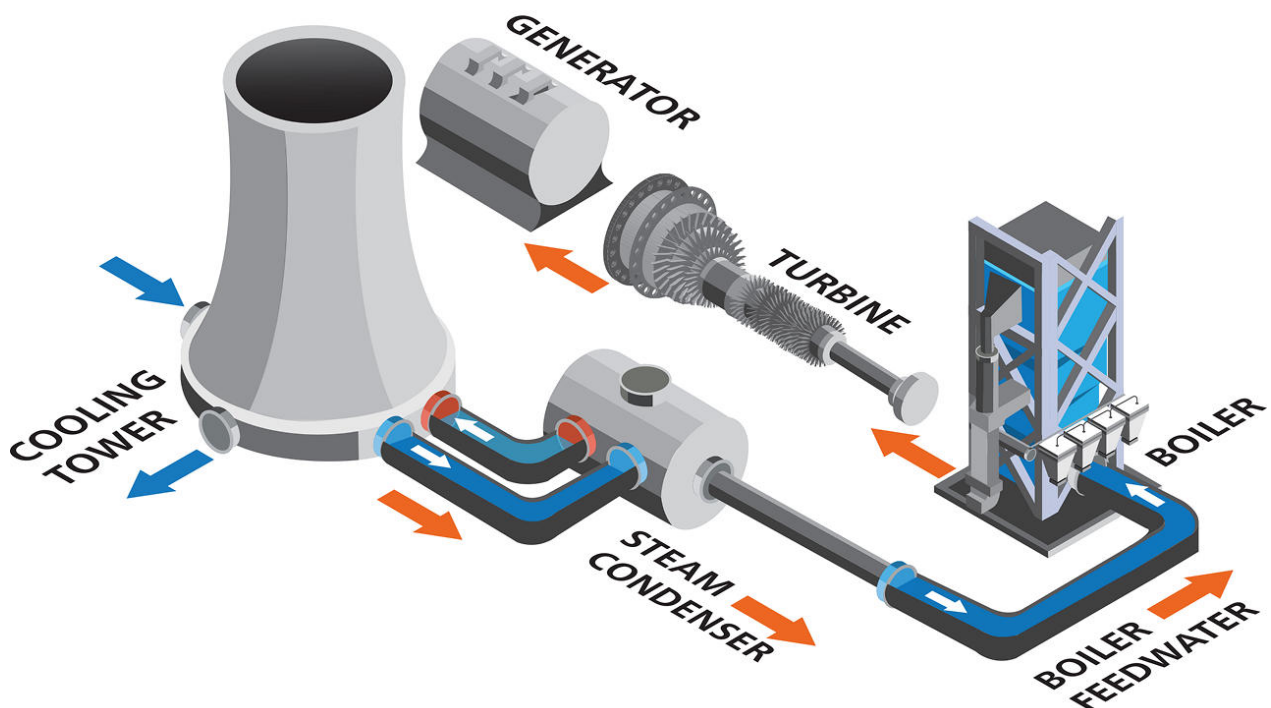
la caldera, causando problemas importantes y requiriendo una parada para el mantenimiento de la planta. Monitoreo  $\text{NH}_3$  en línea en agua de refrigeración con un analizador de procesos puede senalar problemas tempranos en una planta antes de que sea necesaria una intermediación significativa. Esta Nota de aplicación del proceso presenta una forma de monitorear de cerca el  $\text{NH}_3$  concentración en el agua de enfriamiento de las centrales eléctricas para garantizar la protección de los activos costosos de la empresa (por ejemplo, tuberías, calderas y más) y ayuda a salvaguardar las operaciones de la planta.

Las plantas de energía térmica requieren enormes cantidades de agua para convertir la energía del calor generado en electricidad, utilizando vapor de alta pureza a alta presión para hacer girar las turbinas. El vapor pierde energía y se condensa, formando un vacío después de las turbinas, y el vapor recondensado se envía de regreso a la caldera para su reutilización. Mantener este vacío con unos parámetros de condensación óptimos es fundamental para la eficacia de la central.

El agua de refrigeración se utiliza en un circuito de agua separado para intercambiar calor del condensador al entorno ambiental. Las fuentes de agua para refrigeración pueden variar desde agua de mar, lagos y ríos hasta aguas residuales municipales (MWW) retratadas. El circuito de agua de refrigeración, analizado en otras Notas de aplicación de procesos de Metrohm ([AN-PAN-1013](#), [AN-PAN-1038](#)), se clasifica como de un solo paso o de

recirculación (el enfriamiento en seco no se trata aquí). El creciente número de directrices medioambientales y límites de descarga térmica ha obligado a muchas plantas a utilizar circuitos de agua de refrigeración de recirculación cerrados, lo que reduce las necesidades de agua de refrigeración en aproximadamente un 95 % en comparación con los sistemas de refrigeración de un solo paso. El calor del condensador se puede disipar de varias maneras, más comúnmente mediante una torre de enfriamiento por evaporación (**Figura 1**). Solo se requieren pequeñas cantidades de agua de reposición para reemplazar las pérdidas por evaporación, deriva y purga en los circuitos de recirculación de agua de enfriamiento. La química del agua de refrigeración se mantiene principalmente para inhibir la formación de incrustaciones y el crecimiento microbiano (incrustaciones), así como para controlar la corrosión.

## INTRODUCTION



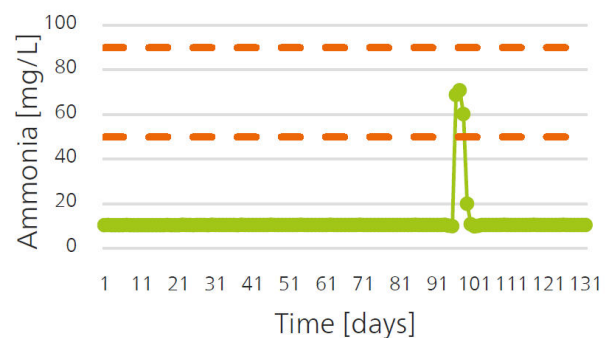
**Figure 1.** Ejemplo de esquema de un sistema de agua de refrigeración de recirculación húmeda para una central térmica.

## INTRODUCTION

Las aleaciones de cobre (Cu) ahora se utilizan casi exclusivamente en condensadores del circuito agua-vapor. El inconveniente es la susceptibilidad del cobre y sus aleaciones a **corrosión** por  $\text{NH}_3$ . El amoníaco también es nutritivo para los microbios, que causan **ensuciamiento biológico**. Se pueden implementar torres de extracción de amoníaco en el sitio para eliminar un porcentaje significativo de  $\text{NH}_3$  mediante separación agua-aire, de lo contrario es necesario un tratamiento con agua. La torre de enfriamiento en sí misma puede eliminar el  $\text{NH}$  volátil a niveles óptimos de pH. Según el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI), en sistemas con aleaciones de cobre

La corrosión del Cu y sus aleaciones se puede inhibir agregando **triazoles** para formar compuestos escasamente solubles en la superficie del metal. La cloración rutinaria del sistema contra las incrustaciones biológicas reducirá un poco los niveles de amoníaco a medida que se forman las cloraminas. Los productos de corrosión y otras impurezas se pueden eliminar mediante limpieza química. Sin embargo, está claro que el amoníaco es perjudicial para el circuito de agua de refrigeración y debe tratarse o eliminarse antes de que se produzca la corrosión del Cu. **Análisis de procesos de Metrohm** ofrece múltiples analizadores de procesos en línea que pueden medir  $\text{NH}_3$  en el agua de enfriamiento de las plantas de energía, alertando al Sistema de Distribución de Químicos (CDS) para agregar más inhibidores de corrosión, cloro u otros químicos de tratamiento al circuito antes de que ocurra un dano extremo.

un límite superior de **2 mg/l  $\text{NH}_3$**  deben cumplirse para evitar la corrosión severa. El resultado es una mayor concentración de Cu en los efluentes u otras descargas, lo cual es motivo de preocupación ambiental. La corrosión también puede causar fugas y fallas catastróficas en las tuberías. Las pequeñas fugas y grietas, combinadas con la gran diferencia de presión entre el circuito de vapor y el circuito de agua de refrigeración, contaminarán el agua de alta pureza de la caldera, lo que provocará problemas importantes y requerirá una parada para el mantenimiento de la planta.



**Figure 2.** Gráfico de tendencias de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) que muestra un aumento en la concentración durante un período de 130 días, lo que podría provocar una posible corrosión. Las líneas discontinuas son guías de medidas de control, que se pueden cambiar según los requisitos de su proceso.

## APPLICATION

El control en línea del contenido de amoníaco es posible con el **Analizador de procesos 2060** o con el **2026 Titrolizador** de Metrohm Process Analytics (figura 3). Un electrodo selectivo de iones de amoníaco ( $\text{NH}_3$ -ISE) se utiliza en esta aplicación para un análisis en línea rápido, simple y preciso de  $\text{NH}_3$  concentraciones en el agua de refrigeración. Después del muestreo, se agrega una solución de tampón de ajuste de fuerza iónica total (TISAB) para ajustar el pH a 11 o más, y el  $\text{NH}_3$  la concentración en la muestra se determina usando el método de adición de estándar dinámico.

**Rango típico** 0–100 mg/L  $\text{NH}_3$

## REMARKS

Las concentraciones más bajas de amoníaco se pueden analizar en línea con **métodos colorimétricos o de cromatografía iónica**, también disponible en Metrohm Process Analytics. Hay otras aplicaciones en línea disponibles para la industria energética y eléctrica, como: sílice en agua de alimentación de

calderas, calcio y sulfato en el proceso de desulfuración de gases de combustión, ácido bórico en agua de refrigeración, reactores de agua a presión (PWR), mediciones de ultratrazas de hierro (Fe) y Cu, concentración de amina rica/pobre y  $\text{CO}_2$  capturados en Plantas de Captura de Carbono, y muchos más.

## FURTHER READING

Supervisión de la corrosión en centrales eléctricas: análisis de ultratrazas en línea de Fe y Cu

2026 Ammonia Analyzer

Generación de energía: análisis del valor m

(alcalinidad) en agua de refrigeración

Monitorización online del sodio en centrales eléctricas industriales

## BENEFITS FOR TITRATION IN PROCESS

- **ambiente de trabajo seguro** y muestreo automatizado
- **Proteja los activos valiosos de la empresa** (por ejemplo, tuberías, PWR y turbinas, que son propensas a la corrosión)
- **Ahorrar dinero** al reducir el tiempo de inactividad: el analizador envía alarmas para valores fuera de especificación que informan al operador antes



**Figure 3.** Algunos de los analizadores de Metrohm Process Analytics capaces de determinar la concentración de amoníaco en línea. Izquierda: 2060 Process Analyzer, derecha: 2026 Titrolyzer.



---

## CONTACT

Metrohm Hispania  
Calle Aguacate 15  
28044 Madrid

[mh@metrohm.es](mailto:mh@metrohm.es)

## CONFIGURATION



### 2026 Titrolyzer

El 2026 Titrolyzer realiza titulaciones potenciométricas mediante un sistema de bureta de alta precisión y electrodos de alto rendimiento. Entre los distintos tipos de titulación están las titulaciones ácido/base, redox y de precipitación. Se puede aplicar una técnica de punto de inflexión de autobúsqueda para la mayoría de aplicaciones. También es posible utilizar el instrumento de análisis para medir el pH en situaciones en las que los sensores en línea, de otro modo, fallarían.

Además, el 2026 Titrolyzer puede realizar un método de adición estándar dinámico mediante una bureta de alta precisión y electrodos ion-selectivos (EIS) de alto rendimiento. Este método adapta el volumen de adición estándar a la concentración de muestra real mediante un enfoque diferencial dinámico. Además, tiene en cuenta valores de pendiente EIS en múltiples rangos. Esto significa que los EIS se pueden utilizar en sus rangos finales de medida bajos o altos. Una medida de temperatura complementaria elimina posibles efectos de temperatura en los resultados de análisis.

Muchos mercados encajan a la perfección con el 2026 Titrolyzer, como el químico, petroquímico, de semiconductores, medioambiental, minero, siderúrgico y del agua potable.

Las aplicaciones seleccionadas incluyen:

- Soluciones ácidas o alcalinas
- Cloruro
- Peróxido de hidrógeno
- Dureza
- Cianuro
- Cobre
- Fluoruro de hidrógeno
- pH
- y muchas más



## 2060 Process Analyzer

El 2060 Process Analyzer es un instrumento de análisis de química húmeda online que sirve para innumerables aplicaciones. Este instrumento de análisis de procesos ofrece un nuevo concepto de modularidad que consiste en una plataforma central, denominada "armario básico".

El armario básico consta de dos secciones. La sección superior contiene una pantalla táctil y un ordenador industrial. La sección inferior contiene la parte húmeda flexible donde se aloja el hardware para el análisis propiamente dicho. Si la capacidad básica de la parte húmeda no es suficiente para resolver un desafío analítico, entonces el armario básico puede ampliarse a hasta cuatro armarios más de parte húmeda para asegurar el espacio suficiente para resolver incluso las aplicaciones más difíciles. Los armarios adicionales pueden configurarse de tal manera que cada armario de parte húmeda puede combinarse con un armario de reactivos con detección de nivel integrada (sin contacto) para aumentar el tiempo de funcionamiento del instrumento de análisis.

El 2060 Process Analyzer ofrece diferentes técnicas de química húmeda: titulación, titulación Karl Fischer, fotometría, medida directa y métodos de adición de patrón.

Para cumplir con todos los requisitos del proyecto (o para satisfacer todas sus necesidades) se pueden proporcionar sistemas de preacondicionamiento de muestras para garantizar una solución analítica robusta. Suministramos prácticamente cualquier sistema de preacondicionamiento de muestras, como sistemas de refrigeración o calentamiento, reducción de presión y desgasificación, filtración, etc.