

Tecnologías de los sensores de punto de rocío y sus diferencias de funcionamiento en sistemas de aire comprimido

La humedad es una constante en los sistemas de aire comprimido. Cuando los sensores de punto de rocío funcionan de manera óptima, se pueden tomar medidas para prevenir fallos de funcionamiento, operaciones ineficientes o un producto final de mala calidad.

No obstante, la medida del punto de rocío en los sistemas de aire comprimido puede presentar numerosos desafíos que pueden conducir a lecturas erróneas, una estabilidad deficiente e incluso fallos de sensores. Los problemas más habituales con los sensores de punto de rocío en el aire comprimido se resumen generalmente en los siguientes:

- Tiempo de respuesta
- Fiabilidad de la lectura
- Recuperación de picos de agua o condensación
- Exposición al aceite del compresor

Para entender mejor todos estos desafíos, merece la pena analizar primero las diferencias de funcionamiento entre las tecnologías de sensores más comunes.

Diferentes tecnologías de sensores

Los tres tipos más comunes de sensores para medir el punto de rocío son los de espejo frío, de óxido metálico y de polímero.

La tecnología de espejo frío puede ofrecer la máxima precisión en un amplio rango de puntos de rocío. El principio operativo se basa en la definición fundamental del punto de rocío, es decir, enfriar un volumen de aire hasta llegar a la condensación.

Una muestra de gas pasa por la superficie de un espejo metálico que se enfría gracias a un refrigerador. Entonces la luz se dirige hacia el espejo y permite al sensor óptico medir la cantidad de luz reflejada. Cuando el espejo se enfría hasta el punto en el que la condensación comienza a formarse en su superficie (es decir, se ha alcanzado el punto de rocío), la cantidad de luz que el espejo refleja se reduce, lo que a su vez es detectado por el sensor óptico. A continuación, el ritmo de enfriamiento se ve cuidadosamente regulado por un sensor de temperatura en el espejo. Una vez que se ha alcanzado un estado de equilibrio entre la velocidad de evaporación y la condensación, la temperatura del espejo es igual al punto de rocío. Debido al principio de medición óptica del espejo frío, el sensor es altamente sensible a la presencia de suciedad, grasa, polvo y otros contaminantes en la superficie del espejo. Asimismo, los dispositivos precisos de espejo frío suelen ser costosos y se emplean a menudo cuando es necesaria una precisión absoluta y se pueden llevar a cabo un mantenimiento y una limpieza frecuentes.

A continuación encontramos los **sensores de óxido metálico capacitivos**, incluida la tecnología de óxido de aluminio, que están diseñados para mediciones de puntos de rocío muy bajos en proceso industriales. Mientras que los tipos de materiales empleados en su construcción pueden variar, la estructura del sensor y el principio operativo generalmente permanecen invariables. Estos sensores capacitivos se construyen en una estructura de capas intercalando una capa base de sustrato, un electrodo inferior, una capa intermedia de óxido metálico hidróscopica y un electrodo superior permeable. La capacitancia en el electrodo inferior y superior varía en función de la cantidad de vapor de agua absorbida por la capa de óxido metálico (el dieléctrico del condensador), que es una función del punto de rocío.

Tecnología del sensor	Amplio rango de medición	Alta precisión	Inmune a polvo y suciedad	Inmune a Condensación	Estabilidad a largo plazo	Precio razonable
Espejo frío	+++	+++				
Oxido metálico Capacitivo	+++	+++	+++	+	+	+++
Polímero Capacitivo	+++	+++	+++	+++	+++	+++

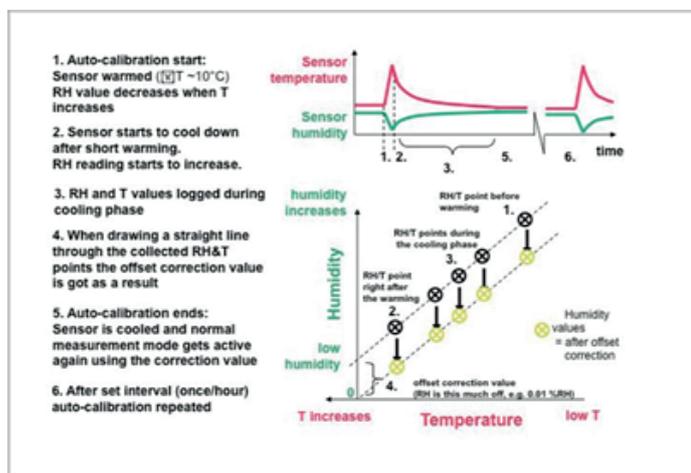
Tecnologías de los sensores de punto de rocío

Aunque proporcionan una excelente precisión de medición de punto de rocío a -100°C y menos, suelen ofrecer una escasa estabilidad a largo plazo en procesos con puntos de rocío diferentes en los rangos más elevados (por ejemplo, sistemas de refrigeración en seco). Los sensores de óxido metálico también pueden sufrir daños fácilmente debido a los altos niveles de humedad y la condensación. Esta desviación en la lectura del resultado implica calibración frecuente, que normalmente puede realizarse solo en el laboratorio de calibración del fabricante.

Y para completar los tipos de sensores, los **sensores de polímero capacitivos** miden **con precisión en un amplio rango de humedad** además de ofrecer una excelente estabilidad a largo plazo. Desde enero de 1997, cuando Vaisala lanzó el primer sensor de polímero para mediciones del punto de rocío, la tecnología DRYCAP® se ha utilizado en una amplia variedad de aplicaciones meteorológicas e industriales. Las nuevas innovaciones han permitido que los sensores de polímero se utilicen también en aplicaciones de punto de rocío bajo. Mientras que el principio operativo capacitivo es similar al de los de óxido metálico, existen algunas diferencias clave. Más allá de la diferencia obvia del tipo de material en la capa higroscópica (polímero vs. óxido metálico), un sensor capacitivo de polímero está también unido a un sensor de temperatura resistivo. El sensor de polímero mide la humedad (cantidad de moléculas de agua en el gas medido) en términos de humedad relativa (HR), mientras que el sensor de temperatura mide la temperatura del sensor de polímero. A partir de estos dos valores, el microprocesador del sistema electrónico del transmisor calcula la temperatura del punto de rocío. Una función de autocalibración, también inventada por Vaisala, se emplea para medir valores precisos de punto de rocío en condiciones de alta sequedad con el sensor de polímero. Cuando la humedad relativa alcanza el valor cero, más cambios pequeños en la humedad darán como resultado cambios bastante significativos en las lecturas del punto de rocío. Por ejemplo, los puntos de rocío de -40°C y -50°C a temperatura ambiente corresponden a humedades relativas de 0,8% HR y 0,3% HR, respectivamente. Con la especificación de precisión típica de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ HR de los sensores de polímero, se puede alcanzar una precisión de punto de rocío de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta -9°C . La autocalibración amplía esta precisión de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta -80°C .

Durante la autocalibración, el sensor se calienta y enfría mientras que la humedad y las lecturas supervisadas del sensor se controlan y se trazan en un gráfico.

Este dato se analiza y se utiliza para ajustar la lectura del sensor de humedad.



Función durante la autocalibración

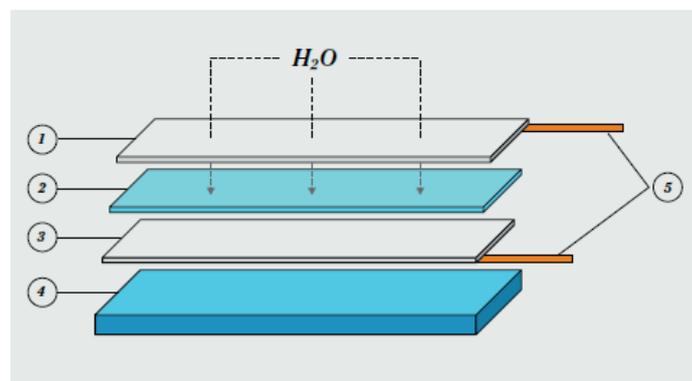
La clave de esta calibración precisa es que el resultado del sensor es equivalente a la humedad relativa (HR), que cambia en relación a la temperatura. Esta conocida dependencia física permite a la autocalibración evaluar si la lectura de humedad baja a 0% HR es correcta. Cualquier posible desviación es automáticamente corregida por el microprocesador. Ello tiene como resultado una precisión mejor que $\pm 2^{\circ}\text{C}$ incluso en puntos de rocío bajos.

La tecnología de polímero, que es el resultado de años de pruebas y una cuidadosa selección de material, combinada con sistemas electrónicos inteligentes, ofrece una solución de alto rendimiento en aplicaciones en las que el mantenimiento mínimo es necesario para el transmisor de punto de rocío.

Problema 1:

¿Cómo puedo garantizar un tiempo de respuesta rápido?

Al instalar una sonda de punto de rocío que se ha aclimatado a los puntos de rocío del ambiente en una línea de aire comprimido de -40°C , el tiempo de respuesta necesario para que los sensores tradicionales se estabilicen a este valor de -40°C a menudo puede llevar de varias horas a varios días para que se consiga alcanzar el equilibrio. Ello se debe a que otras tecnologías de sensores capacitivos tienen que depender del relativamente lento proceso de utilizar el aire de proceso seco para secar pasivamente la capa higroscópica (absorción de agua) del sensor.



Layer construction of the DRYCAP® sensor. 1. Water vapor permeable upper electrode | 2. Humidity sensitive polymer layer | 3. Bottom electrode | 4. Sensor substrate | 5. Connection pins

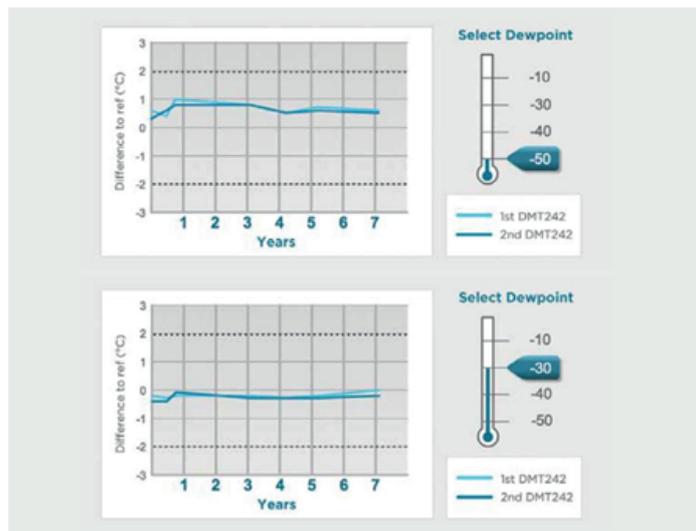
Una mejor solución consiste en utilizar un sensor de polímero capacitivo con función de purga. El sensor DRYCAP® de Vaisala reacciona inmediatamente cuando detecta una disminución en el punto de rocío de 10°C o más iniciando un ciclo de purga del sensor que aplica calor al sensor. Esto ayuda a expulsar las moléculas de agua de la capa de polímero, secando el sensor y proporcionando una lectura estabilizada en 5-6 minutos.

Problema 2:

¿Cómo puedo garantizar una lectura correcta?

La pregunta más habitual sobre el punto de rocío que se hacen los técnicos de aire comprimido es: "tengo diferentes instrumentos de punto de rocío instalados en el mismo punto de instalación pero todos muestran valores diferentes, ¿cómo puedo saber cuál es el correcto?" Esta pregunta generalmente es la más difícil de responder debido al número de variables que pueden afectar a la lectura: condiciones del proceso, método de instalación, la manera de leer la señal, precisión de los sensores instalados y tiempo transcurrido desde la última calibración.

Tecnologías de los sensores de punto de rocío



Los gráficos de arriba se han obtenido de una prueba en curso en la que se instalaron dos transmisores de punto de rocío DMT242 DRYCAP® en una línea de aire comprimido durante siete años y no han sido recalibrados ni ajustados. Las condiciones de línea son representativas del instrumento de aire. El eje x representa los años, el eje y representa la diferencia al valor de referencia en inspecciones periódicas

Aunque es ampliamente conocido que cada sensor de punto de rocío varía, las preguntas críticas son: ¿cuánto y a qué velocidad? El sensor de polímero de alta calidad consolidado con autocalibración proporciona un alto nivel de precisión gracias a un método de autocalibración que se activa una vez cada hora en un entorno estable (más a menudo en condiciones variables) para garantizar la mínima desviación absoluta del sensor, proporcionando no realizar mantenimiento durante dos años, mediciones fiables en las que puede confiar.

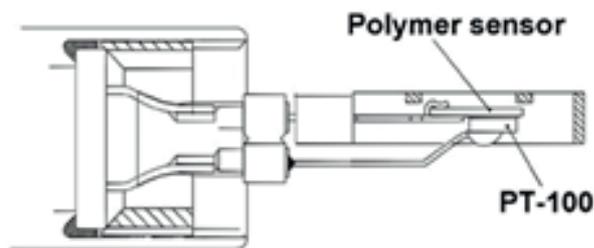
Problema 3:

¿Cómo se recupera el sensor de los picos de agua o la condensación?

Los picos de agua de alta humedad ocasionales o la exposición a las gotas de agua son un fenómeno inevitable en el funcionamiento normal del sistema de aire comprimido. Que el sensor de punto de rocío pueda sobrevivir y recuperarse de estos fenómenos depende del tipo de sensor instalado.

Los sensores de óxido metálico siguen oxidándose en presencia de agua, lo que da como resultado un cambio estructural en la capa porosa de óxido. Esto se traduce en una medición inexacta y una desviación del sensor.

Los sensores de polímero, por otro lado, son inmunes al agua gracias a sus características inertes inherente. Cuando un sensor de polímero con función de autocalibración detecta un pico de agua, comienza un ciclo de autocalibración conforme el aire seco normal vuelve a la línea, volviendo a los valores normales de funcionamiento en unos pocos minutos.



Estructura de sensor de polímero capacitivo de Vaisala DRYCAP

Problema 4:

¿Puede el sensor soportar la exposición a aceites arrastrados del compresor?

Las cantidades residuales del aceite del compresor suspendidas en aire comprimido pueden resultar desastrosas para algunas tecnologías de sensores. Afortunadamente, la estructura de algunos sensores de polímero, como Vaisala DRYCAP®, ha sido específicamente diseñada para seleccionar solo las moléculas de agua. Esto se ha logrado gracias a un electrodo superior permeable específicamente diseñado con un tamaño de poro que permite solo el paso del vapor de agua. En comparación, las moléculas de hidrocarburos mucho más grandes (es decir, aceites) no pueden pasar por los poros, eliminando así toda sensibilidad cruzada a los aceites.

Claramente por diseño, la óptica de los espejos fríos y las superficies reflectantes deben permanecer limpias para mantener su correcto funcionamiento y, por tanto, tener una tolerancia mínima a la contaminación por aceite.

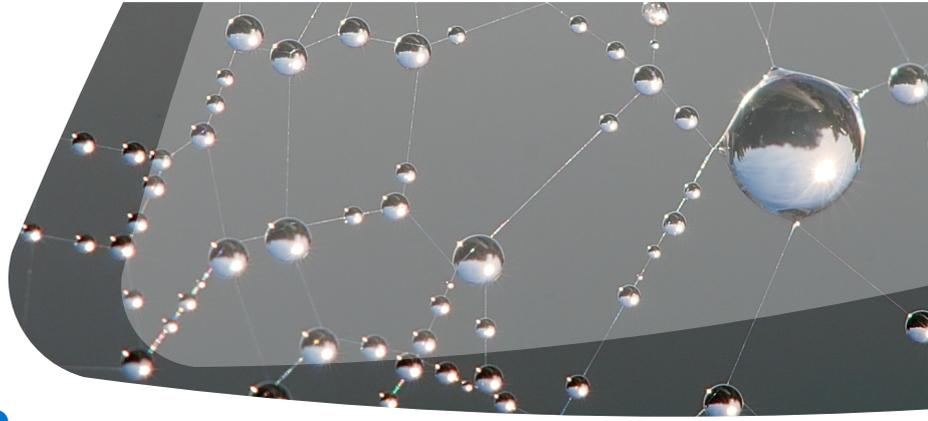
En resumen

- La tecnología de espejo frío ofrece la mayor precisión en un amplio rango de puntos de rocío, pero su rendimiento se puede ver limitado por la presencia de contaminantes.
- Los sensores de óxido metálico capacitivos proporcionan una medición de punto de rocío muy bajo, pero pueden verse dañados por los altos niveles de humedad y la condensación.
- Los sensores de polímero capacitivos con función de autocalibración funcionan en un amplio rango de humedad, no se ven afectados por la condensación y garantizan estabilidad a largo plazo.

+34 91 567 97 00 | alava@grupoalava.com

Edificio Antalia. Albasanz 16, 28037 Madrid

Madrid | Barcelona | Zaragoza | Lima | Lisboa | Quito | Texas



Soluciones para medida de punto de rocío

Transmisor Vaisala DPT146

Punto de rocío y presión para aire comprimido para las mediciones industriales. Proporciona un monitoreo del aire comprimido simple y cómodo. El DPT146 mide simultáneamente el punto de rocío y la presión del proceso, lo que lo convierte en la elección ideal para quienes utilizan o monitorean aire comprimido.



Transmisores de punto de rocío DMT345 y DMT346 DRYCAP® de Vaisala

Para las mediciones industriales y construidos para medir la humedad en aplicaciones de secado industrial con temperaturas especialmente altas. Puesto que las sondas están diseñadas para colocarse directamente en procesos calientes, no hay necesidad de sistemas de muestreo ni de cintas calefactoras. Registro de datos e interfaz (W)LAN opcionales.

Transmisor Vaisala DPT145

El transmisor Vaisala DPT145 de parámetros múltiples para gas SF₆, es una innovación única que hace posible la medición en línea del punto de rocío, la presión y la temperatura. Además, calcula cuatro valores adicionales, entre los que se encuentran la densidad del gas SF₆. El transmisor DPT145 es especialmente apropiado para integraciones de sistemas OEM.



Medidor portátil de punto de rocío DM70 DRYCAP® de Vaisala

Diseñado para calibraciones de transmisores y comprobación de errores en terreno. Calibración acreditada disponible.

Sistema de muestreo portátil DSS70A para DM70 DRYCAP® de Vaisala

Para mediciones industriales, es una solución integral para mediciones de punto de rocío en lugares donde resulta difícil realizar mediciones directas. Incluye una bomba que funciona por batería, con opción de derivación, filtro y control de caudal.

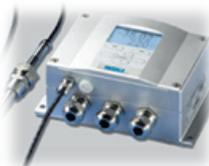


Transmisor de punto de rocío DMT143 DRYCAP® de Vaisala

Instrumento para medición del punto de rocío de tamaño miniatura para aplicaciones OEM industriales, tales como secadores de aire y secadores de plástico.

Transmisor de punto de rocío y temperatura serie DMT340 DRYCAP® de Vaisala

Diseñado para mediciones industriales de punto de rocío por debajo de 10% (HR). Ideal para monitoreo de aire seco y secadores de plástico. Registro de datos e interfaz (W)LAN opcionales.



Transmisor de punto de rocío para secadores refrigerantes DMT132

Para mediciones industriales, el transmisor de punto de rocío DMT132 HUMICAP® de Vaisala es un instrumento de medición de punto de rocío asequible, diseñado para comprobar el funcionamiento de secadores refrigerantes.

Transmisor de punto de rocío DMT152 DRYCAP® de Vaisala

Para mediciones industriales, el modelo DMT152 -de reciente actualización- está diseñado para mediciones de punto de rocío bajo en aplicaciones OEM, incluso de hasta -80 °C.

