

EXTENSIÓN DEL PATRÓN NACIONAL DE HUMEDAD EN LA MAGNITUD DE TEMPERATURA DE PUNTO DE ESCARCHA

Dávila P. Jesús, Lira C. Leonel, Martines L. Enrique
 Centro Nacional de Metrología
 Carretera a Los Cués, km 4.5, El Marqués, Qro. C. P. 76246
 (442) 2110500 ext. 3395, jdavila@cenam.mx

Resumen: El Patrón Nacional de Humedad en Gases es el origen de la trazabilidad de las medidas de humedad relativa en el país. Su declaración fue en el año 2000 con un intervalo de operación desde 0 °C hasta 64 °C de punto de rocío con incertidumbres de 0.08 °C a 0.12 °C ($k=2$). En el año 2013 se caracterizó un nuevo sistema de generación de humedad que opera con el método de dos presiones y dos temperaturas con el que se realizó la extensión hasta -80 °C de punto de escarcha, con incertidumbres de 0.2 °C a 0.08 °C para el intervalo de -80 °C a 0 °C y de 0.08 °C a 0.12 °C para el intervalo de 0 °C a 64 °C ($k=2$). Se presentan los principios físicos y el modelo asociado para determinar el valor de temperatura de punto de rocío y escarcha, la estimación de la incertidumbre y los resultados en la actualización del Patrón Nacional de Humedad.

1. INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Metrología (CENAM) como Laboratorio Nacional tiene la responsabilidad de establecer, mantener y desarrollar los patrones nacionales de medición en el nivel de exactitud más alto posible y de compararlos con los de otros laboratorios nacionales, a fin de lograr que éstos sean equivalentes entre sí y con ello tener el reconocimiento mutuo de mediciones.

En la actualidad existen necesidades de medición en bajos valores de humedad en industrias como la farmacéutica, la de alimentos, la automotriz, la aeronáutica, en almacenadores y comercializadores de materia prima, de distribución y comercialización de gas natural y en laboratorios de calibración.

La temperatura de punto de rocío o escarcha es una forma de expresar la humedad en un gas, la cual se define como la temperatura a la que se condensa o solidifica el vapor de agua cuando el gas se enfría a presión constante [1].

El Patrón Nacional de Humedad en Gases (CNM-PNE-8) es el origen de la trazabilidad de las medidas de humedad relativa en el país. Su declaración fue en el año 2000 con un intervalo de operación desde 0 °C hasta 64 °C de punto de rocío con incertidumbres de 0.08 °C a 0.12 °C ($k=2$).

En el año 2013 se caracterizó un nuevo sistema de generación de humedad con el que se obtuvieron intervalos de operación desde -80 °C hasta 64 °C con una incertidumbre de 0.2 °C a 0.08 °C para el

intervalo de -80 °C a 0 °C y de 0.08 °C a 0.12 °C para el intervalo de 0 °C a 64 °C ($k=2$).

En este trabajo se presentan los principios físicos y el modelo asociado para determinar el valor de la temperatura de punto de rocío o escarcha por el método de dos presiones y dos temperaturas, la estimación de la incertidumbre del patrón y resultados en la actualización del Patrón Nacional de Humedad.

2. DESCRIPCIÓN DEL PATRÓN NACIONAL DE HUMEDAD.

El método dos presiones - dos temperaturas para generación de humedad se muestra en la Figura 1.

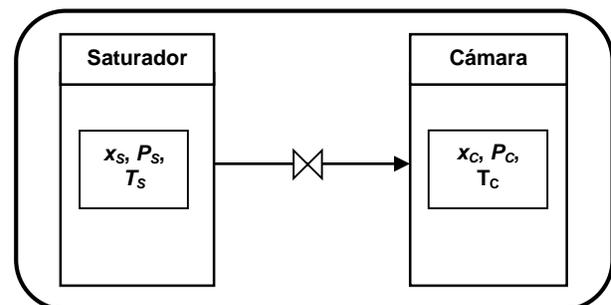


Fig. 1. Esquema de un generador de humedad por dos presiones.

En el saturador se tiene una mezcla de aire saturado con vapor de agua, cuya fracción molar x_s está a una presión P_s y a temperatura T_s , la cual circula hacia la cámara de prueba a través de una válvula de expansión, reduciendo la presión (de forma

adiabática) hasta aproximadamente la presión atmosférica P_C y a una temperatura ambiente. Por conservación de masa se cumple que la fracción molar de vapor de agua en la cámara x_C es igual a x_S .

$$x_S = x_C \tag{1}$$

La ecuación 2 se escribe en términos de fracciones parciales de vapor de agua

$$\frac{e(T_S) \cdot f(P_S, t_S)}{P_S} = \frac{e(T_d) \cdot f(P_C, t_d)}{P_C} \tag{2}$$

De las ecuaciones (2) se obtiene la ecuación (3).

$$e(T_d) \cdot f(P_C, t_d) = e(T_S) \cdot f(P_S, t_S) \cdot \frac{P_C}{P_S} \tag{3}$$

en donde:

- P_C es la presión de la cámara, en Pa
- P_S es la presión del saturador, en Pa
- T_S temperatura del saturador, en K
- $e(T_S)$ es la presión de saturación de vapor a la temperatura del saturador, en Pa
- $e(T_d)$ es la presión de vapor a la temperatura de punto de rocío, en Pa
- $f(P_S, t_S)$ es el factor de corrección a la temperatura y presión de saturación, adimensional (Pa/Pa)
- $f(P_C, t_C)$ es el factor de corrección a la temperatura y presión de la cámara de prueba, adimensional (Pa / Pa)

Las ecuaciones para el cálculo de la presión de vapor de agua y los factores de corrección se describen en [2,3].

3. RESULTADOS

Se realizó la generación y medición de temperatura de punto de escarcha y rocío en el intervalo de -80 °C a 64 °C, cuyas mediciones involucradas son trazables a Patrones Nacionales.

La medición de temperatura se realizó con un termómetro de resistencia de platino con una incertidumbre de medida de 0.02 °C a 0.04 °C ($k=1$) en el intervalo de medición de -70 °C a 70 °C.

La incertidumbre en la medición de presión se realizó con dos sensores de presión absoluta con una incertidumbre de medida de 152 Pa en el intervalo de 81 kPa a 360 kPa ($k=1$).

La incertidumbre estimada en temperatura de punto de rocío o escarcha se realizó al aplicar la propagación de incertidumbres [4] a la ecuación (3). En la gráfica 1 se muestran los resultados sólo de la propagación de incertidumbre al modelo.

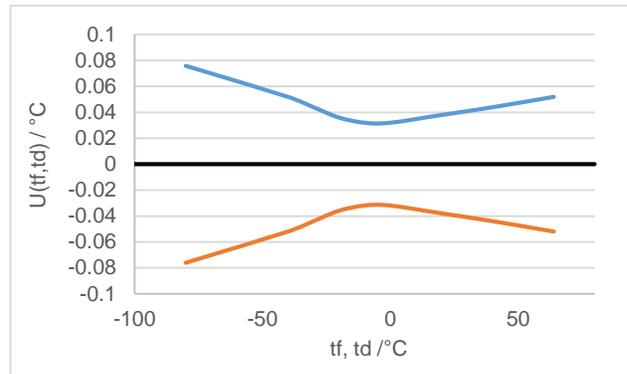


Fig. 1. Incertidumbre de temperatura de punto de escarcha o rocío del Patrón Nacional de Humedad.

Adicionalmente se evaluó la incertidumbre por estabilidad y reproducibilidad de los sistemas de generación de humedad y se obtuvieron $u_I=0.02$ °C $u_R=0.04$ °C respectivamente.

4. CONCLUSIONES

Con la caracterización de un nuevo sistema de generación de humedad se extendió el alcance del Patrón Nacional de Humedad.

Se realizó la propagación de incertidumbre del modelo para calcular la temperatura de punto de escarcha en el intervalo de -80 °C a 64 °C. La incertidumbre va desde 0.08 °C a 0.2 °C. De acuerdo a la figura 1 estos valores dependen del valor de temperatura de punto de escarcha o rocío que se produzca.

REFERENCIAS

- [1] Quinn, F., The most common problem of moisture/humidity measurement and control. Proceedings of 2nd International Symposium of Humidity and Moisture; Washington, ISA, 1985.
- [2] Dávila P. Jesús, "Patrón Nacional de Humedad en Gases". Simposio de Metrología 2014.
- [3] S. Hasegawa, J. W. Little, "The NBS Two Pressure Humidity Generator, Mark 2", Journal of research of the National Bureau of Standards, 1977.
- [4] ISO GUM, "Guide to expression of the uncertainty in Measurement". BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAP, IUPAC, OIML, 2008.