



CRITERIOS SOBRE EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA AMBIENTAL PARA PRUEBAS Y MEDICIONES ELÉCTRICAS

Enrique Navarrete García
Carlos David Avilés Castro
Dionisio Hernández Villaseñor

Centro Nacional de Metrología

enavarre@cenam.mx; caviles@cenam.mx ; dhernand@cenam.mx

NOTA 1. Este trabajo ha sido desarrollado con recursos del gobierno federal de México. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

NOTA 2. En este documento pueden aparecer marcas comerciales únicamente con fines didácticos y a fin de lograr un entendimiento claro de las técnicas y procesos descritos. En ningún caso esta identificación implica recomendación o aval del CENAM o de alguna otra institución del gobierno federal de México, ni tampoco implica que los equipos o materiales identificados sean necesariamente los mejores para el propósito para el que son usados. El CENAM y las demás instituciones no tienen compromisos con ninguna marca comercial en particular.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. DISEÑO DE LA CÁMARA AMBIENTAL
3. CONSTRUCCIÓN
4. PRUEBAS
5. EJEMPLOS DE APLICACIÓN
6. CONCLUSIONES
7. REFERENCIAS

1. INTRODUCCIÓN

En general todo sistema de medición se ve afectado por las condiciones ambientales en las que se opera.



1. INTRODUCCIÓN

Conforme se desea incrementar la exactitud de la medición, se vuelve importante caracterizar la sensibilidad del sistema a cambios en las condiciones ambientales y aplicar la compensación necesaria al resultado de la medición..



Referencia Zener
 $CP = 2 \times 10^{-9} / \text{hPa}$

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Necesidades

- ✓ El laboratorio de tensión eléctrica continua del CENAM requiere caracterizar los coeficientes de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica (THP) de referencias Zener usadas en comparaciones nacionales e internacionales. Es particularmente importante para el CENAM medir el coeficiente de presión, ya que la presión atmosférica en el CENAM difiere mucho de la mayoría de los laboratorios nacionales con los que comparamos patrones.
- ✓ Se requiere también caracterizar la respuesta a cambios en la temperatura de las referencias de tensión y divisores resistivos involucrados en los servicios de calibración que se brindan a clientes.
- ✓ Otros laboratorios del CENAM también requieren caracterizar la respuesta de diferentes dispositivos, tales como resistores patrón y termoconvertidores.

Estas labores tienen impacto en el reconocimiento internacional de las capacidades de medición de la División de Mediciones Electromagnéticas, y en la armonía del sistema de calibraciones a nivel nacional.

2. DISEÑO DE LA CÁMARA AMBIENTAL

2.1 Criterios de diseño

Característica	Especificación	Comentario
Dimensiones	Exterior: (1 x 1 x 1) m ³ Interior: (80 x 80 x 40) cm ³	Dimensiones adecuadas para probar un calibrador MF o varios equipos simultáneamente.
Sensores	3 en total (THP)	Ubicados internamente para monitoreo continuo de las variables ambientales
Temperatura	Intervalo: (13 a 33) °C Estabilidad 0,1 °C	Se usan lámpara infrarrojas y circulación de agua fría para aumentar o disminuir temperatura
Humedad relativa	Intervalo: (30 a 70) % Estabilidad: 5 %	Se usa un vaporizador e inyección de aire seco para aumentar o disminuir la humedad.
Presión	Intervalo: (80 a 100) kPa	Se usa inyección de aire a presión y válvula de alivio para aumentar o disminuir la presión

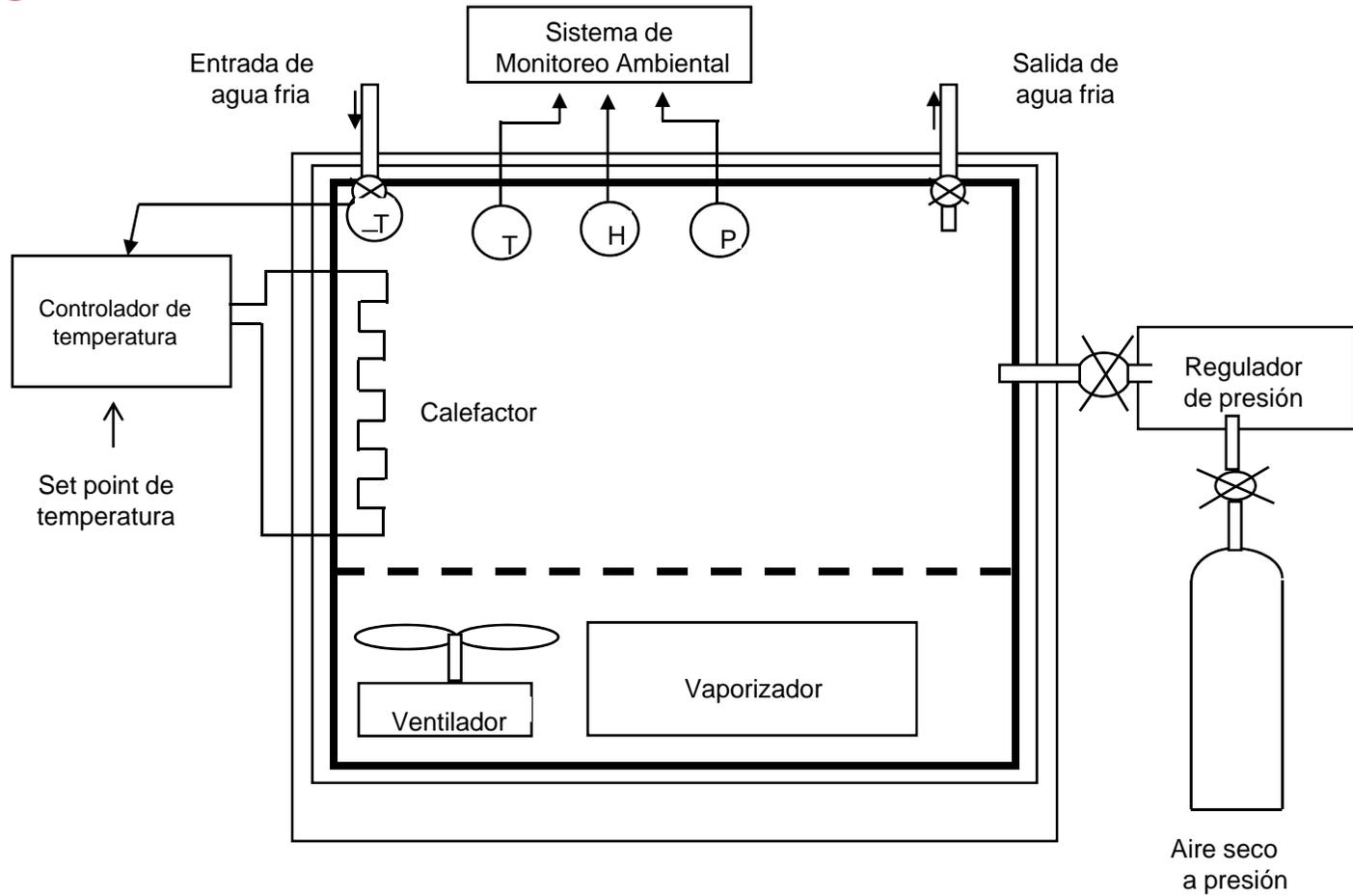
2. DISEÑO DE LA CÁMARA AMBIENTAL

2.1 Criterios de diseño (continuación)

Característica	Especificación	Comentario
Paredes de la cámara	Aluminio	Material ligero de bajo costo que soporta la presión máxima especificada.
Serpentín de agua fría	Cobre con sección cuadrada	Para realizar el enfriamiento rápido de la cámara ambiental
Tomacorrientes	2 de 127 VAC	Disponibles dentro de la cámara para alimentar los dispositivos bajo prueba
Cables de conexión	10 líneas blindadas de bajas FEM térmicas	Para conectar los dispositivos bajo prueba con el resto del sistema de medición en el exterior
Cable de interface	IEEE488	Para controlar externamente los dispositivos bajo prueba
Ventiladores	2	Para homogenizar las variables ambientales dentro de la cámara

2. DISEÑO DE LA CÁMARA AMBIENTAL

2.2 Diagrama de la cámara



3. CONSTRUCCIÓN

3.1 Cuerpo de la cámara ambiental

- Las placas de aluminio que forman el cuerpo de la cámara ambiental se unieron mediante tornillos y se sellaron las uniones con silicón
- Se sujetó el serpentín de cobre a la caja de aluminio mediante epóxico metalizado
- Se colocó una puerta de acrílico montada en un marco de acero inoxidable y sellada con silicón para dar acceso al interior de la cámara
- Se usó espuma de poliestireno para aislar térmicamente la cámara ambiental del medio ambiente
- Se le colocó a la cámara ambiental una cubierta de formica y ruedas para facilitar su desplazamiento



3. CONSTRUCCIÓN

3.2 Sellado de la puerta de acrílico

- Se desarrolló una técnica para moldear un sello en la puerta de la cámara. Se inyectó silicón hasta llenar el espacio entre los dos marcos de acero inoxidable que sujetan la puerta de acrílico al cuerpo de la cámara. Previamente se recubrió con papel encerado el marco de la puerta de acrílico para evitar que quedara pegado.
- Se agregaron dos anillos de sellado hechos también de silicón.
- 6 tornillos alrededor de los marcos de acero inoxidable aseguran el sellado de la puerta de acrílico



3. CONSTRUCCIÓN

3.3 Sellado del cableado pasamuro

- Se desarrolló una técnica para evitar fugas de aire por los cables que pasan a través de una de las paredes de la cámara.

- A cada conductor se le retira la cubierta aislante
- Se aplica soldadura para llenar los huecos entre los alambres que forman el conductor
- Se forman grupos de cables y se unen con adhesivo epóxico
- Se completa el sello con adhesivo epóxico por dentro de la cámara ambiental

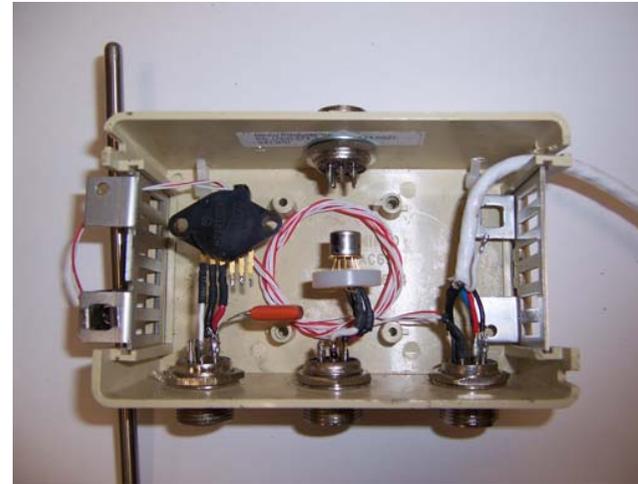


- Se sellaron en total 67 conductores individuales correspondientes a la interface IEEE400, sensores THP, cables de medición, calefacción, iluminación, ventilación y alimentación AC.

3. CONSTRUCCIÓN

3.4 Monitoreo ambiental

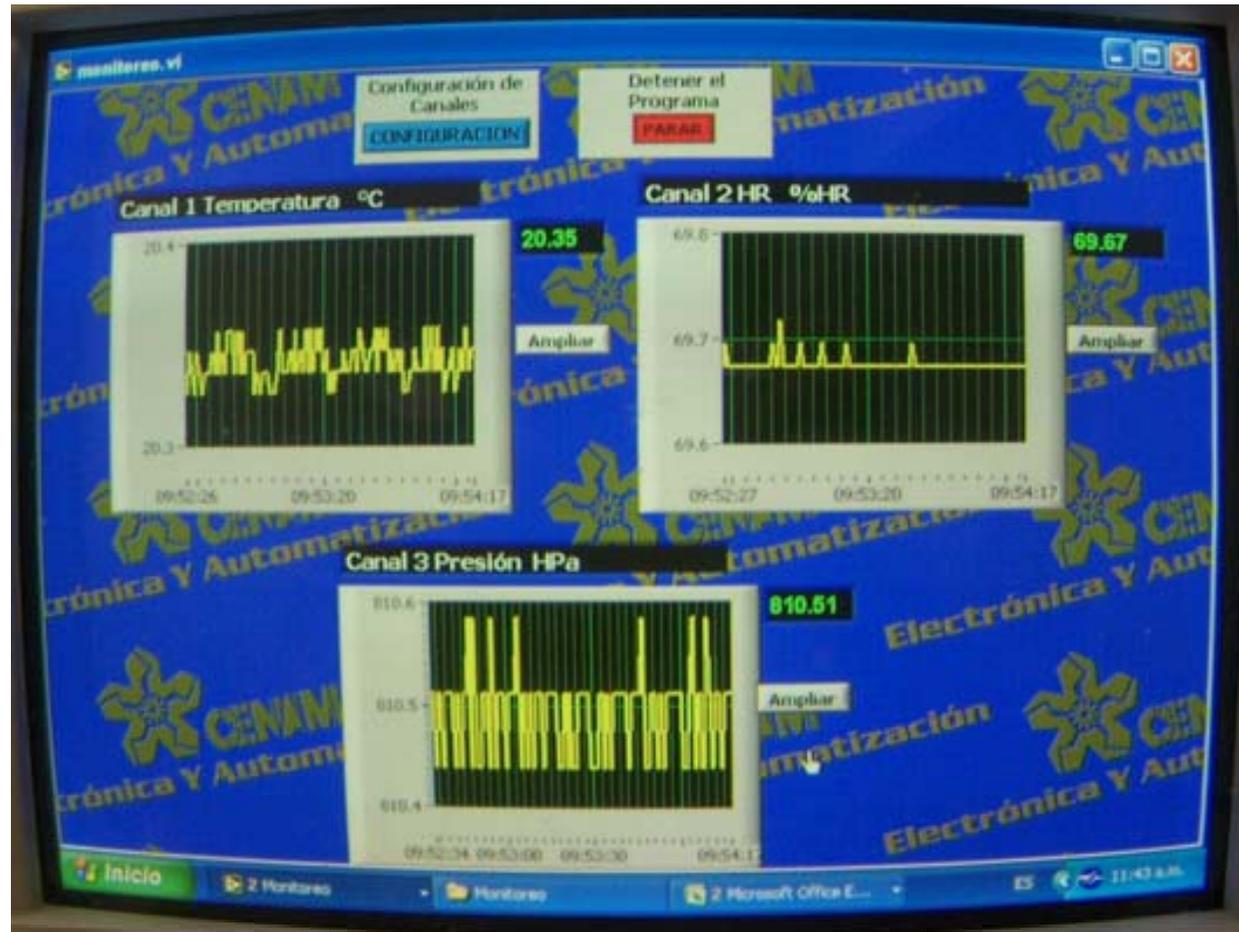
- Se colocaron los tres sensores THP en una caja dentro de la cámara y la electrónica asociada se ubicó en el exterior.
 - Temperatura: RTD
 - Humedad: Honeywell HIH-4602-C
 - Presión: Motorola MPX4100AP
-
- Circuitos de acondicionamiento de señal que considera etapas de amplificación y de transmisión basada en el XTR105P, transmisor de corriente 4-20 mA.



3. CONSTRUCCIÓN

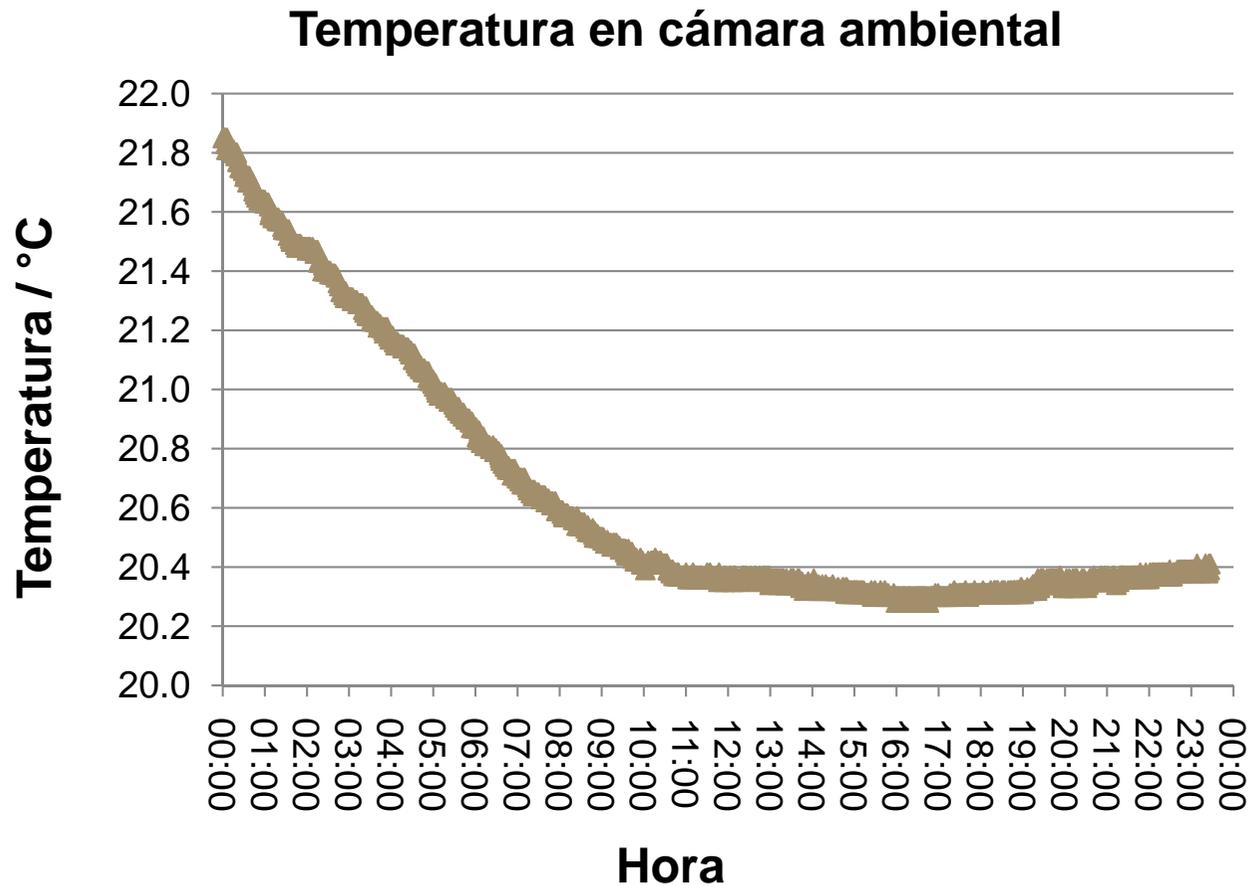
3.4 Monitoreo ambiental (continuación)

- Pantalla que muestra el programa desarrollado en LabView para exhibir y almacenar en archivo los datos de THP.
- Desarrollado por el Dpto. de Automatización del CENAM



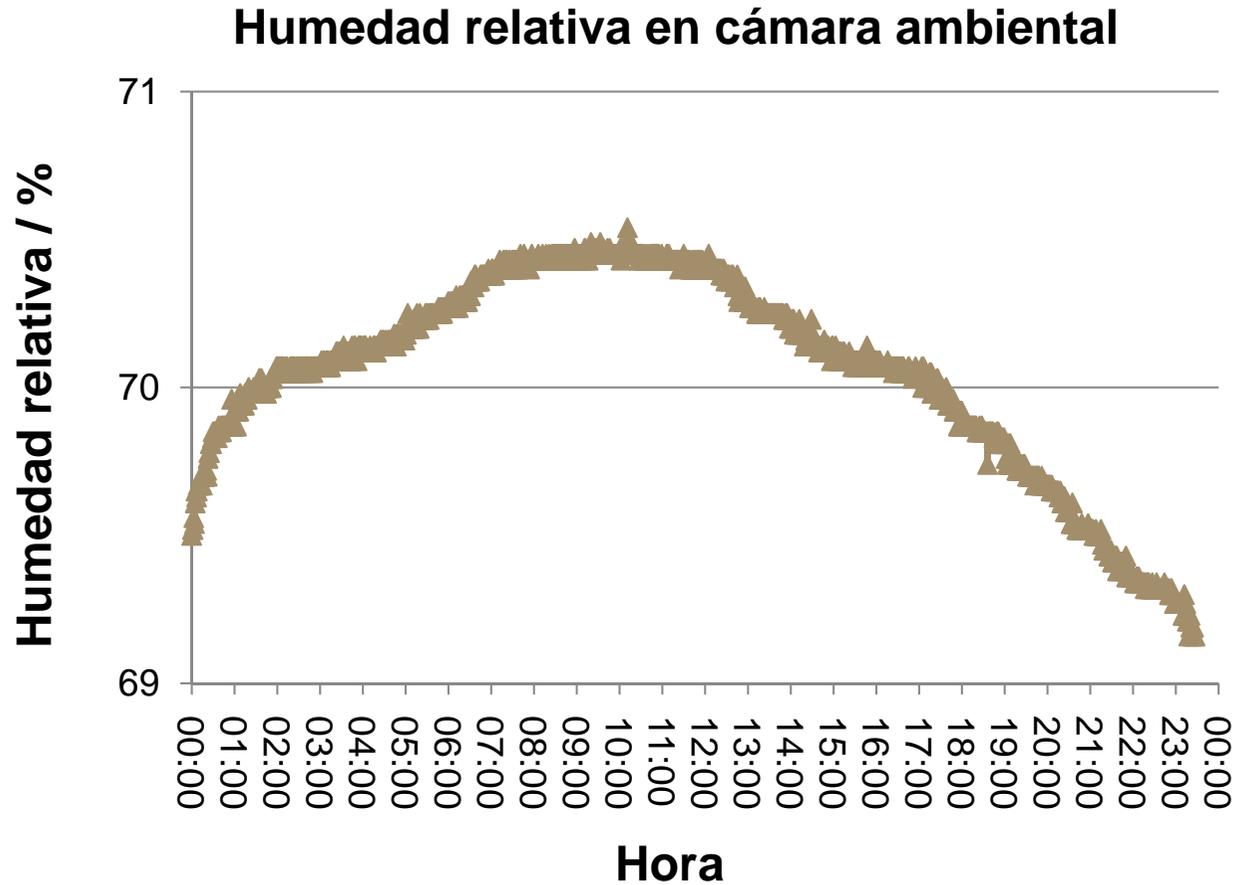
4. PRUEBAS

4.1 Control de temperatura



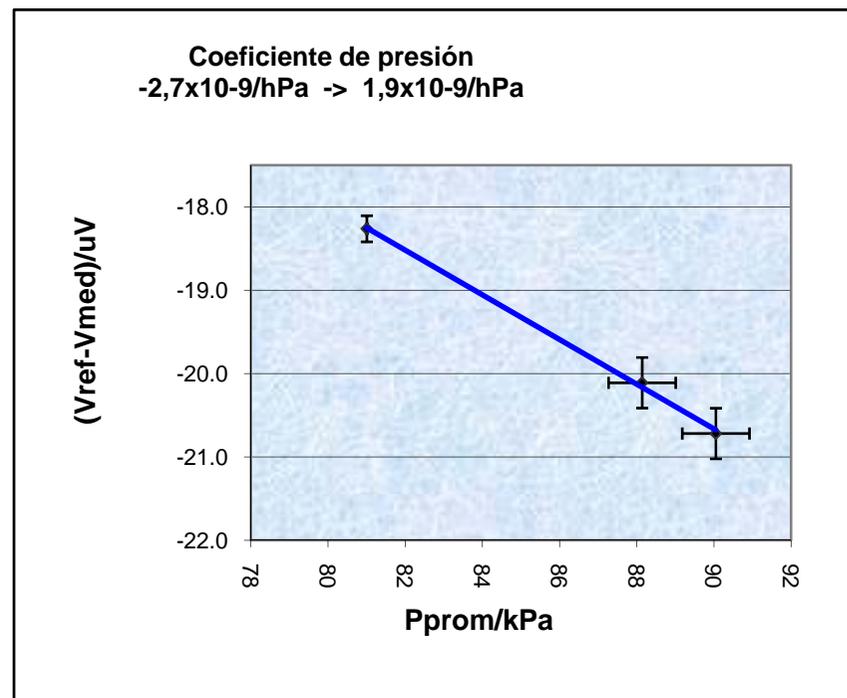
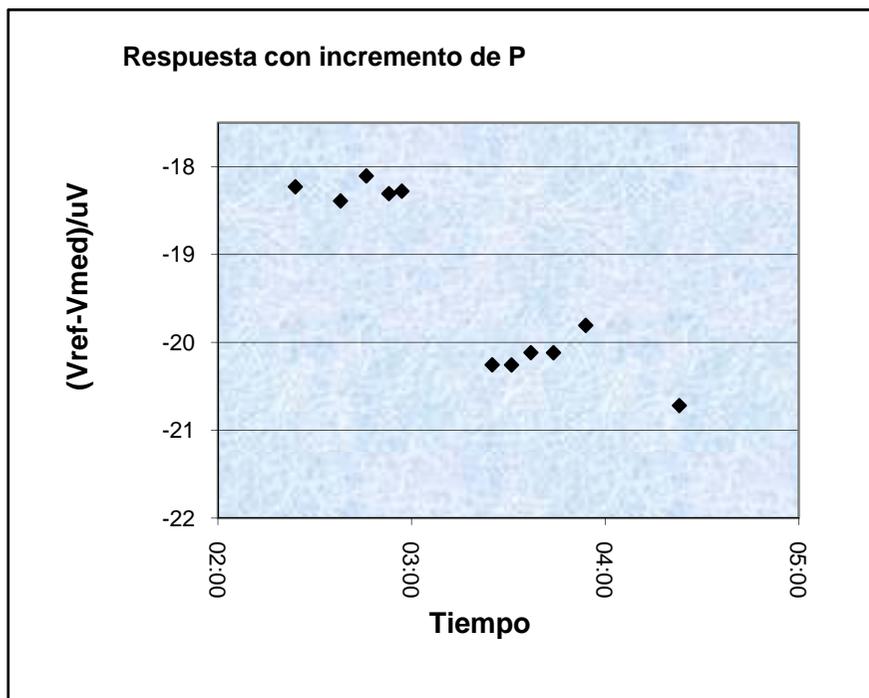
4. PRUEBAS

4.2 Ajuste de la humedad relativa



5. EJEMPLOS DE APLICACIÓN

5.2 Medición del coeficiente de presión de una referencia Zener

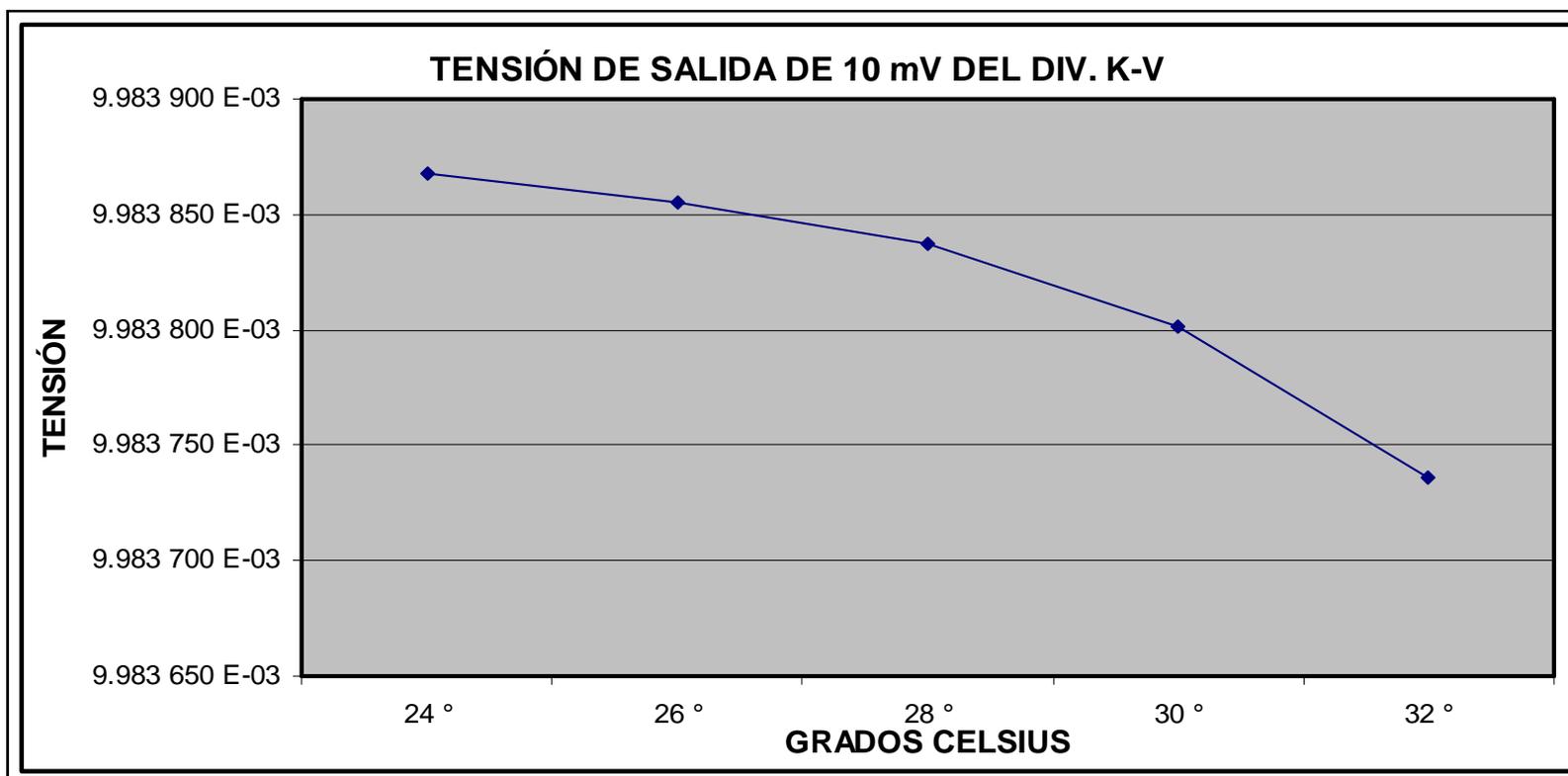


Coeficiente de presión medido CP = $2,7 \times 10^{-9}$ /hPa

Coeficiente de presión típico CP = 2×10^{-9} /hPa

5. EJEMPLOS DE APLICACIÓN

5.3 Medición de la tensión de salida de un divisor Kelvin-Varley alimentado con un Zener de 10 V



6. CONCLUSIONES

Se diseñó y construyó una cámara ambiental que permite controlar la temperatura, la humedad y la presión, y que puede ser utilizada convenientemente en la caracterización de efectos ambientales sobre instrumentos de medición y patrones.

Las características finales obtenidas de la cámara ambiental cumplieron las especificaciones de diseño.

Se mostraron algunos ejemplos de la aplicación de la cámara ambiental en la determinación de coeficientes de presión de referencias Zener, en la determinación de efectos térmicos en un divisor Kelvin-Varley, y se mostró también que es posible determinar efectos de humedad sobre diversos instrumentos.