Hoja de datos
testo 552

Be sure. testo

Vacuómetro digital con Bluetooth®

testo 552 - Para la generación de vacío en sistemas de refrigeración/climatización y bombas de calor

- Resultados de medición precisos y fiables
- Monitorización de los valores medidos a través de la aplicación testo Smart Probes
- Envío de los datos medidos a través de la aplicación testo Smart Probes
- Medición de la temperatura de evaporación del H_2O
- Alarma óptica en caso de sobrepasar el valor límite
- Extremadamente robusto y resistente al agua y la suciedad (IP42)

Bluetooth + aplicación

Aplicación testo Smart Probes para descargar gratuitamente

Google play | Available on the App Store

El testo 552 es un vacuómetro para la evacuación de sistemas de refrigeración y bombas de calor. Mide con exactitud incluso presiones absolutas extremadamente bajas y proporciona información exacta sobre el grado de deshumidificación de un sistema (eliminación de sustancias no deseadas como aceites o gases extraños).

A través de una interfaz Bluetooth, el testo 552 se conecta con la aplicación testo Smart Probes en su teléfono inteligente o tableta. De este modo es posible monitorear de forma cómoda e inalámbrica la presión absoluta alcanzada durante la generación de vacío. Además, los resultados de la medición pueden documentarse rápidamente en la aplicación y enviarse por correo electrónico.
Gracias a su diseño robusto es ideal para el uso diario y está protegido contra la suciedad y el agua.

Be sure. testo

Datos técnicos / Accesorios

testo 552

testo 552, vacuómetro digital con conexión Bluetooth para el monitoreo inalámbrico de los resultados de medición

Modelo 0560 5522

Aplicación testo Smart Probes
Con la aplicación, su teléfono inteligente/tableta se convierten en la pantalla del testo 552. Tanto el manejo del instrumento de medición como la visualización de los valores medidos se efectúan por medio de Bluetooth a través de la aplicación Smart Probes instalada en el teléfono inteligente o tableta, independientemente del lugar de medición. Además puede crear protocolos de medición en la aplicación, insertar fotos y comentarios y enviarlos por correo electrónico. Para iOS y Android.

Accesorios	Modelo	
Cable con conector MiniDin para conexión del testo 552 con el analizador digital de refrigeración testo 570	0554 5520	

Tipo de sensor	Sensor Pirani
Rango de medición vacío	0 … +26,66 mbar / 0 … 20.000 microns
Exactitud vacío ±1 dígito (a +22 °C)	±10 microns + 10 % del v.m. (100 … 1 000 microns)
Resolución vacío	1 micron (0 … 1.000 microns) 10 microns (1.000 … 2.000 microns) 100 microns (2.000 … 5.000 microns) 500 microns (5.000 … 10.000 microns) 5.000 microns (10.000 … 20.000 microns)
Sobrecarga vacío	absoluta: 6 bar / 87 psi relativo: 5 bar / 72 psi

Datos técnicos generales

Temperatura de almacenamiento	-20 … +50 °C
Temperatura de servicio	-10 … +50 °C
Medidas	160 x 110 x 50 mm
Peso	aprox. 500 g
Clase de protección	IP 42
Tipo de pila	2 pilas mignon AA
Autonomía	50 h (sin Bluetooth/retroiluminación)
Conexión	2 x 1/4" SAE (7/16" UNF) 1 x mini - DIN (conexión con testo 570)
Transductor de medición	Sensor Pirani
Parámetros	mmHg, Torr, mbar, hPa, micrones, in$H_2$0, inHg, Pa
Ciclo de medición	0,5 s
Compatibilidad con la conexión a la aplicación	requiere iOS 8.3 o superior / Android 4.3 o superior requiere un dispositivo móvil con Bluetooth 4.0

1985 0844/TT/I/03.2018

Reservado el derecho a modificaciones, también de carácter técnico.

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

Acerca de la medición de vacío en sistemas HVAC con vacuómetros digitales

Consejos para lograr un buen nivel de vacío

Para poder alcanzar un buen nivel de vacío en un sistema, tenga en cuenta las siguientes indicaciones:

- **Utilice una bomba con capacidad suficiente para el trabajo a realizar.**
- **Mantenga la bomba en buen estado**. El aceite hidrolizado de la bomba puede afectar en gran medida el nivel de vacío alcanzado. Verifique el estado del aceite y cámbielo frecuentemente.
- **Utilice mangueras adecuadas para realizar el vaciado**. Las mangueras para vacío son constructivamente distintas que las mangueras de alta presión para refrigerante. Mangueras que soportan alta presión, como las que se utilizan para refrigerante 410a, no son adecuadas para realizar vacío. Las mangueras para vacío poseen barreras adicionales para impermeabilizarlas y asegurar la estanqueidad. La sección de manguera juega un papel fundamental en el vaciado, es por ello que las mangueras de vacío son de mayores secciones, como 3/8" o ½". Se obtienen mejores resultados en cuanto a valor alcanzado y tiempo usando mangueras más cortas y de mayor sección, debido a la menor resistencia al caudal generada.

Figura 1- La utilización de mangueras adecuadas, de mayor sección, menor longitud y barrera impermeable es fundamental para poder alcanzar buenos niveles de vacío.

- **Minimice la cantidad de conexiones.** Cada conexión extra que agregue genera un nuevo potencial punto de pérdida de estanqueidad. Mantenga un circuito de vaciado simple: sistema – vacuómetro – válvula – bomba.
- **Reemplace los lóbulos de las válvulas *pinche*.** Las válvulas pinche presentan una restricción para el vaciado. Reemplace los lóbulos transitoriamente.

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

- **Minimice los recorridos de manguera**. Acople el vacuómetro mediante un acoplador para evitar un tramo de manguera adicional
- **Utilice válvulas de grado de vacío**. Use válvulas de buena calidad y adecuadas para el vaciado. Junto con las mangueras, son las principales responsables de las pérdidas de estanqueidad.

Figura 2- Las válvulas deben ser de grado de vacío.
Abajo a la derecha: acoplador para vacuómetro.

- **Realice el vaciado durante el tiempo necesario**. Una vez alcanzado el valor objetivo de vacío, mantenga la bomba en funcionamiento de manera adicional por 1/3 del tiempo total empleado para el vaciado.

A continuación se recopilan respuestas a las preguntas frecuentes con respecto a la utilización de vacuómetros digitales.

1) El valor indicado de vacío sube luego de cerrar la válvula que conecta a la bomba

Figura 3 - Ejemplo de conexionado de sistema, bomba, vacuómetro y válvula

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

Figura 4 – Una mejor opción: reemplazo de la manguera por una válvula de grado vacío y un acople para vacuómetro.

Suponiendo un esquema de conexión como los mostrados, es frecuente que la indicación suba luego de efectuar el vaciado durante algún tiempo y cerrar la válvula. Esto puede deberse a varios motivos que son ajenos al instrumento, realmente la presión en el circuito se está incrementando.

1) Si se incrementa sin detenerse, y el incremento es de forma lineal, es muy probable que exista una fuga en el circuito. Revise las conexiones y componentes.
2) El tiempo de vaciado fue insuficiente y todavía hay agua evaporándose en el circuito. Observar si el incremento de la presión es de forma "logarítmica" o amortiguada.
3) Las conexiones no son perfectamente estancas.
4) Puede haber difusión a través de las mangueras. Con que la manguera tenga algún poro es suficiente para romper el vacío. Utilice mangueras adecuadas para realizar vacío, las mangueras para refrigerante no son adecuadas para esta tarea. Utilice mangueras adecuadas para realizar el vaciado.
5) El efecto de calentamiento de los componentes aumenta la presión en el circuito.
6) El rozamiento del cierre de las válvulas es suficiente para aumentar la presión, si el volumen vaciado es pequeño o bien la válvula no es perfectamente estanca. Utilice válvulas de grado de vacío.
7) El estado de la bomba (hidrolización del aceite) puede afectar el valor de vacío alcanzado.
8) Los efectos anteriores se ven amplificados si el volumen de ensayo es muy pequeño (por ejemplo, al conectar directamente la bomba al instrumento con una manguera corta).
9) Si usted conecta el vacuómetro directamente a la bomba, sin válvula, y apaga la bomba, la indicación va a subir indefectiblemente. Esto es porque las bombas de vacío no necesariamente retienen la estanqueidad una vez apagadas.

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

Si la subida que observa es de hasta 1500 micrones luego de cerrar la válvula, puede deberse a humedad remanente en el circuito.
Si este fuese el caso, repita su ensayo dejando realizar más tiempo vacío a la bomba, y asegúrese de que las conexiones sean estancas (puede probar teflonar las conexiones o utilizar algún sellador líquido para refrigeración).

Solo si se probaron y descartaron todas las posibilidades anteriores puede considerarse que esté sucio el sensor o bien en última instancia que exista una fuga o falla en el instrumento. Pero esto último es altamente improbable, en especial si el vacuómetro tiene poco uso y se usa de forma responsable.

2) No logro tener valores de vacío aceptables, nunca llega debajo de cierto valor ¿el vacuómetro funciona mal?

Lo más probable es que se trate de alguno de los motivos enumerados en la respuesta a la pregunta anterior, en especial con respecto a la calidad de mangueras y válvulas. Pero si se sospecha del vacuómetro puede limpiarse el sensor en primera instancia, y luego si aun así y habiendo descartado todo lo anterior se sospecha que presenta una fuga, deberá enviarlo a Servicio Técnico para que sea evaluado y reparado si es necesario.

3) ¿Cómo se limpia el instrumento?

Los vacuómetros que tengan un sensor Pirani (medición por conductividad térmica) pueden ser limpiados con alcohol (solo el sensor). Tape uno de los conectores, vierta alcohol a través del otro, tápelo también, agite el instrumento, vacíelo y deje secar destapado antes de usar.
Nunca use alcohol para la limpieza de carcasas plásticas, es solo para la limpieza interna del sensor.
Las carcasas y display, por otro lado, se limpian con un paño con agua jabonosa y luego se enjuagan de la misma manera con paño húmedo con agua.

4) ¿Cuándo se limpia el sensor?

Limpie el sensor cuando sospeche que pudo haberlo sometido a una condición en la que se haya salpicado o ensuciado, si observa diferencias en la medición comparando con otros instrumentos o bien cuando observe que la presión de vacío no alcanza niveles aceptables y ya se hayan descartado otros motivos.

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

5) **¿Puedo dejar el vacuómetro conectado a mi manifold mientras realizo otras tareas aplicando presión sobre el sistema?**

No. Tenga presente que los vacuómetros no son para medir presiones positivas, y de hecho una presión alta, mayor a 6 bar (87 psi) puede hacer que se rompan. Si el equipo queda conectado mientras se presuriza el sistema, por ejemplo en una prueba de estanqueidad con nitrógeno, usted corre el riesgo de dañar el sensor de forma irreparable. Tenga presente cerrar la válvula que acopla el vacuómetro al sistema antes de realizar otra tarea o bien, para mayor tranquilidad, solo conéctelo al momento de realizar el vacío y luego una vez finalizada la tarea, cierre la válvula y desconéctelo.

6) **Creo que mi vacuómetro no funciona… indica "oooooo" en pantalla a presión ambiente o aun cuando realizo vacío con la bomba**

Esta indicación es normal. Los vacuómetros con sensor Pirani están ajustados para medir en rangos de presiones muy bajas. Por ejemplo, por debajo de los 20000 micrones (26,66 mbar). Por encima de esta presión, no habrá indicación ni cálculo de punto de ebullición. A presión atmosférica, no hay indicación porque está fuera de rango. Si usted realiza vacío y luego de algún tiempo no llega a tener indicación, es porque no se está alcanzando ese valor debajo de los 20000 micrones. Existe una fuga importante en el circuito, o bien la bomba necesita mantenimiento o es insuficiente para el sistema.

7) **Se observa variabilidad en la medición, el valor no permanece estable**

Los vacuómetros analógicos vienen escalados, en general, en pulgadas de mercurio o en cm de mercurio, con lo cual una diferencia de 300 micrones, por ejemplo, no podría ser detectada. Si usted venía trabajando con vacuómetros analógicos, el problema existía igual, solo que no podía verlo porque la resolución era insuficiente. Los vacuómetros digitales son mucho más precisos y con mejor resolución. Evidencian hasta las variaciones mínimas. Las fluctuaciones en muchos casos son generadas por la misma bomba. Recuerde que un micrón es una unidad 25400 veces más chica que la pulgada de mercurio. Teniendo en cuenta esto, si observa valores anormalmente variables puede ser por alguno de los motivos mencionados anteriormente con respecto a la falta de estanqueidad.

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

8) ¿En qué unidades se expresan las presiones de vacío y por qué?

Las unidades más frecuentemente utilizadas para medir valores de presiones muy bajas (en valor absoluto) son:

- μmHg (micrones de columna de mercurio)
- mmHg (milímetros de columna de mercurio)
- inHg o “Hg (pulgadas de columna de mercurio)
- cmHg (centímetros de columna de mercurio)
- Torr (en desuso, se usa el mmHg)
- mbar (milibar)
- Pa (Pascales)
- inH_2O o “H_2O (pulgadas de agua)
- mmH_2O (milímetros de columna de agua)

Se usan unidades que son submúltiplos de la altura de columna de mercurio (Hg). La columna de mercurio fue la forma en la que el físico y químico italiano Evangelista Torricelli midió por primera vez la presión atmosférica en un experimento en 1643 en la ciudad italiana de Pisa.
Tomó un tubo de 1 metro de largo con un extremo cerrado, lo llenó de mercurio y lo dio vuelta sobre una cubeta también llena de mercurio. Observó que la columna se mantuvo estable con una altura de 760 mm, y esta altura era entonces influida por la presión atmosférica. Se definió entonces que 1 atmósfera = 760 mmHg. Entonces 1 mm de la columna de Hg es equivalente a 1/760 atmósfera. Se llamó “Torr” a esta unidad en homenaje al italiano.
Sin embargo, al redefinirse los valores de aceleración de la gravedad standard y de la presión atmosférica standard por la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, surgen diferencias entre las unidades. En el caso del Torr, no es exactamente 1 mmHg pero la diferencia es despreciable en la mayoría de los casos.
De forma homóloga es posible medir la presión con el peso de una columna de agua pura con densidad 1000 kg/m^3. 1 mmHg entonces equivale a 13,595 mm de columna de H_2O.
Por otro lado, el Pascal es una unidad también muy pequeña y se define como kg/(m*s^2). Un Pascal equivale a 0,0075 mmHg.

En los países que utilizan el sistema imperial, las unidades de columna son convertidas a pulgadas en lugar de mm. Es por este motivo que están tan difundidos los equipos que muestran la medición de vacío en “Hg o inHg (“in” por “inches”, pulgadas).

De todas estas unidades, la más pequeña utilizada para las mediciones de vacío en sistemas HVAC es el “micrómetro (micrón) de columna de mercurio (μmHg)”. Es decir, el submúltiplo 1000 veces menor que el mmHg.

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

Tenga presente que 1 µmHg son 0,000039 pulgadas de mercurio (inHg) o bien 0,0001 cm de mercurio (cmHg).
Otras unidades también de presión, como **hPa** (hectopascales) o **psi** (pound per square inch o libra sobre pulgada cuadrada) resultan demasiado grandes e incómodas para trabajar en este orden de valores tan pequeños de presión.

µmHg (micrón)	Pa	mmca (mmH2O)	cmca (cmH2O)	hPa	mmHg	inH2O ("H2O)	cmHg	inHg ("Hg)
1	0,13332	0,01359	0,001359	0,0013332	0,001	0,00053524	0,0001	0,00003937
7,5006	1	0,10197	0,010197	0,01	0,0075	0,004014	0,00075	0,0002953
73,556	9,807	1	0,1	0,098	0,073556	0,03937	0,0073556	0,0028959
735,559	98,066	10	1	0,9807	0,73556	0,3937	0,073556	0,028959
750,061	100	10,197	1,0197	1	0,75	0,40146	0,075	0,0295
1000	133,322	13,595	1,3595	1,333	1	0,53524	0,1	0,03937
1868,32	249,089	25,4	2,54	2,49	1,868	1	0,18683	0,07355
10000	1333,224	135,951	13,595	13,332	10	5,352	1	0,3937
25400	3386,389	345,315	34,531	33,864	25,4	13,595	2,54	1

Tamaño de la unidad

Figura 5 – Tabla de conversión entre unidades de presión de vacío.

9) ¿Qué tan pequeño es un 1 micrón?

Obsérvese el siguiente gráfico para tener una mejor noción de la diferencia en el orden de magnitud:

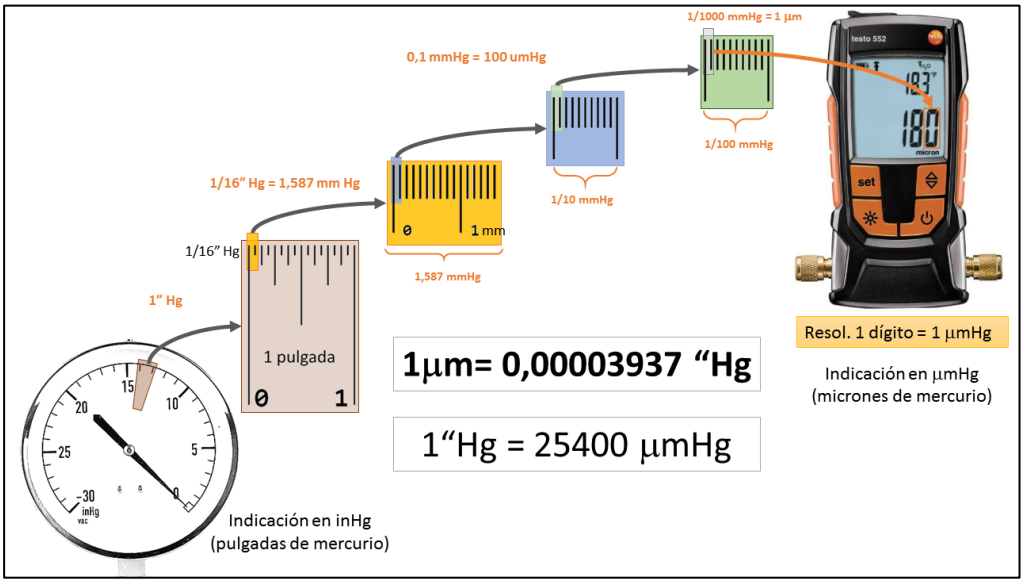

Figura 6 - Comparativa entre pulgadas de mercurio en un analógico y microres de mercurio en un digital

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

10) ¿Por qué es necesario medir valores tan bajos?

Para poder garantizar que el sistema esté libre de agua es necesario alcanzar una presión de vacío muy baja. La bomba de vacío no solo remueve partículas de aceite y agua mecánicamente por succión, sino que además la generación de vacío hace que el punto de ebullición del agua baje a una temperatura menor que la temperatura ambiente y entonces pueda ser removida en forma gaseosa. Agua en el circuito de refrigeración/bomba de calor, aunque sea en cantidades muy pequeñas, implica un menor rendimiento del sistema y riesgo de deterioro por oxidación, condensación en el compresor y golpe de ariete. Algunos fabricantes tienen como recomendación o requisito, para la instalación óptima del sistema, alcanzar valores entre 500 micrones y 200 micrones.

11) ¿Y para qué presión el punto de ebullición del agua baja a la temperatura ambiente?

La presión de saturación de vapor de agua es función de la temperatura ambiente y es la máxima presión a la que puede estar en equilibrio la fase líquida del agua con su fase gaseosa en un recipiente cerrado. Cuando la presión de vapor alcanza a la presión del agua líquida, el agua hierve.

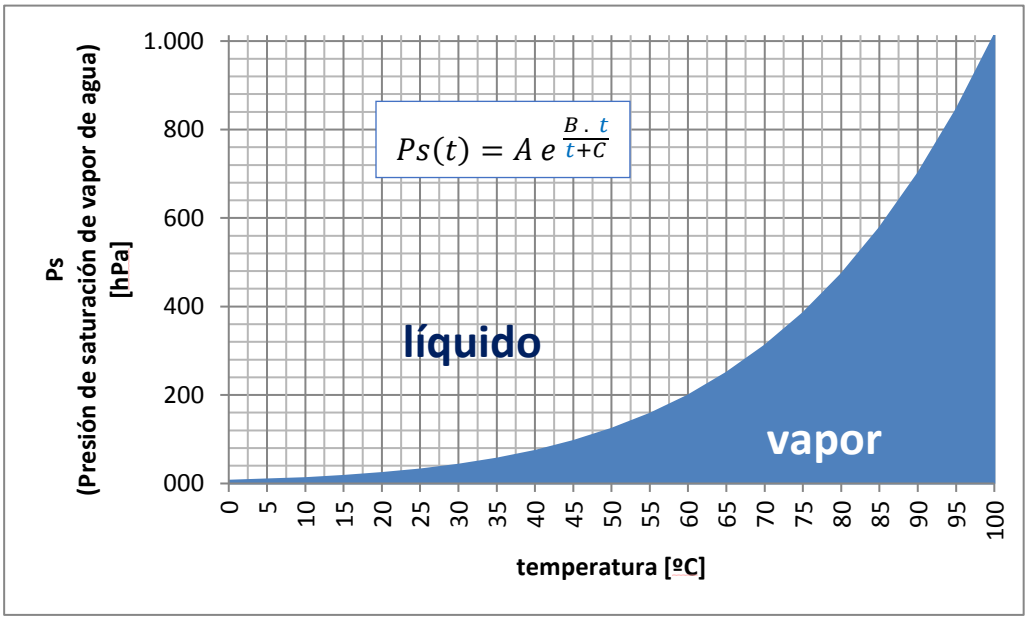

Figura 7- Curva de presión de saturación del vapor de H_2O

A= 6,1094, B= 17.625 C= 243.04
(coeficientes Magnus sugeridos por Alduchov, 1996)

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

A, B y C son los coeficientes Magnus sobre superficie de agua. Esta es una de las aproximaciones utilizadas para el cálculo de la presión de saturación.

Consideremos los siguientes ejemplos:

- En la ciudad de Buenos Aires, a 0 metros sobre el nivel del mar, la presión barométrica es de 1013 hPa. La presión de saturación de vapor para 100ºC es de 1013 hPa… por ello el agua hierve a esta temperatura.
- En la ciudad de Cusco (3399 msnm), la presión barométrica es de 693 hPa y en consecuencia el agua hierve a 90ºC.
- En los dos ejemplos anteriores hablamos de poner a calentar agua para modificar su temperatura y hacer que alcance el punto de saturación.
- Ahora supongamos que modificamos la presión y no la temperatura. Es lo que sucede al realizar la aspiración con bomba de vacío en un sistema cerrado. ¿Para qué presión el agua herviría a temperatura ambiente (25ºC)?

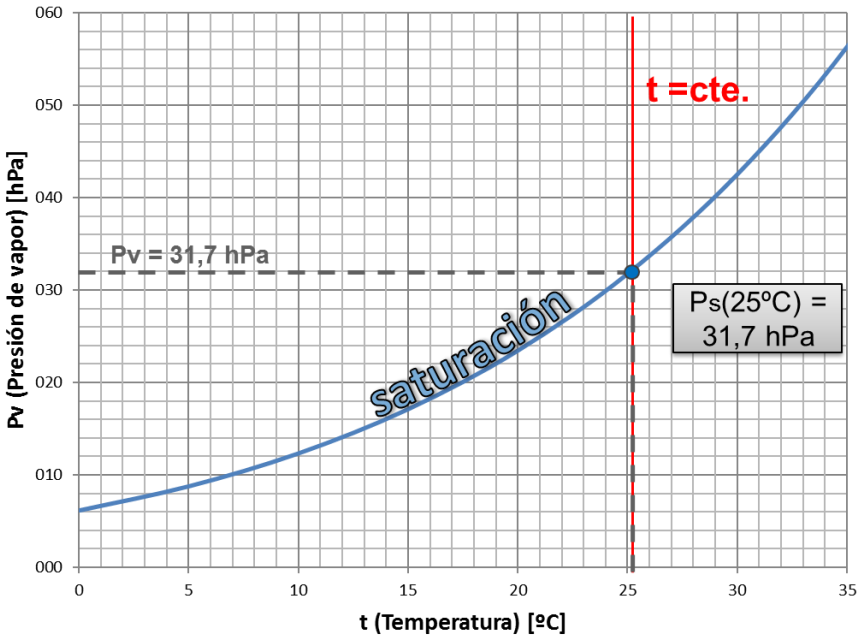

Figura 8 - Presión de saturación del vapor de H_2O para 25ºC

El agua pasará a estado gaseoso a 25ºC cuando la presión absoluta esté por debajo de 31,7 hPa (31,7 mbar). Este valor equivale a 23777 micrones. Para lograr el mismo objetivo pero a 10ºC, la presión deberá descender a 12,29 mbar = 9226 micrones.
Si se desea que el punto de ebullición del agua sea de al menos 20ºC por debajo de la temperatura ambiente (considerando 25ºC), esto sería 8,73 mbar

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

= 6548 micrones para que hierva a 5ºC. Y para el caso de tener una temperatura ambiente de 10ºC, lograr un punto de ebullición de -10ºC requiere aspirar hasta bajar la presión a 1950 micrones. Recordemos entonces que una pulgada de mercurio son 25400 micrones: todos estos valores están muy por debajo de esto. Los fabricantes de sistemas de aire acondicionado recomiendan el valor de micrones de vacío a alcanzar para tener resultados óptimos.

12) ¿La medición está expresada como “presión absoluta” o “presión relativa”?

Los vacuómetros digitales miden el vacío absoluto. Esto significa que la referencia de “cero” es el vacío absoluto.
Los manifolds y vacuómetros analógicos, en cambio, miden presiones manométricas, relativas. El “cero” de referencia en este caso es la presión atmosférica.
Un valor de presión absoluta siempre hará referencia al mismo valor. En cambio, la presión atmosférica puede variar dependiendo de las condiciones climáticas y de la altura. Por lo tanto, las mediciones manométricas están sujetas a esas variaciones. Dos valores distintos de presión relativa en distintas condiciones de presión atmosférica pueden hacer referencia al mismo valor de vacío absoluto alcanzado.

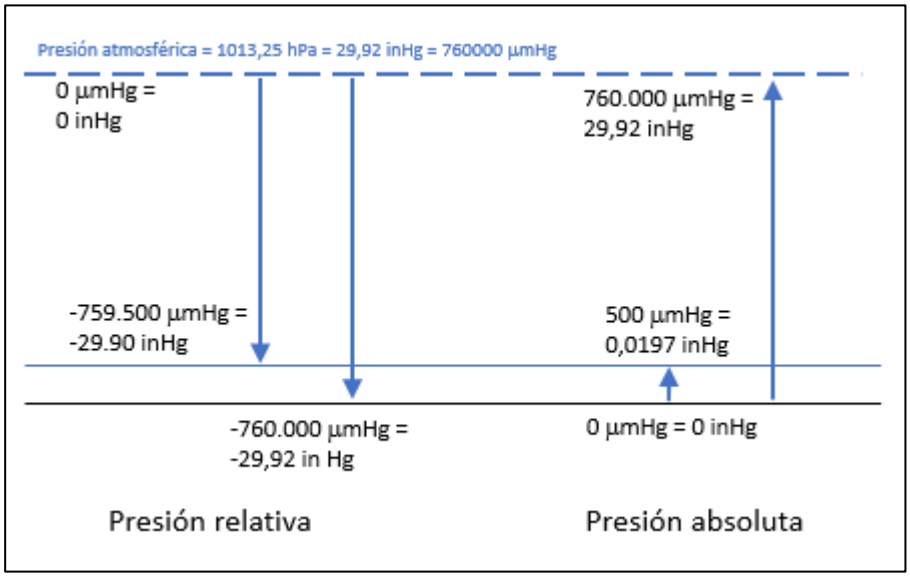

Figura 9 - Presión relativa y presión absoluta

Se cumple:

Prel = Pabs – Patm

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

donde Prel es la presión relativa, Pabs es la presión absoluta en el sistema y Patm es la presión atmosférica.
En el ejemplo de la imagen anterior, para una presión absoluta alcanzada de 500 micrones luego del vaciado y presión atmosférica inicial de 1013,25 hPa (760.000 micrones) se tiene:

Prel = Pabs – Patm = 500 μmHg - 760000 μmHg = -759.500 μmHg
= **-29,90 inHg = - 75,95 cmHg**

Ese sería el máximo valor de vacío que debería indicar un instrumento analógico (si tuviese una resolución suficiente).

Tomemos otro ejemplo. En la ciudad de San Luis, la altura es mayor a 700 msnm. A esta altura, la presión atmosférica se sitúa alrededor de 933 hPa. ¿Cuánto sería la presión relativa que indicaría un vacuómetro analógico al alcanzar una presión absoluta de 500 micrones para un sistema cerrado y cuya presión inicial sea dicha presión atmosférica?

Convirtiendo a micrones:
933 hPa * 760000 μmHg/1013,25hPa = 699.807 μmHg

Prel = Pabs – Patm = 500 μmHg - 699.807 μmHg = - 699.307 μmHg =
-27.53 inHg = - 69,93 cmHg

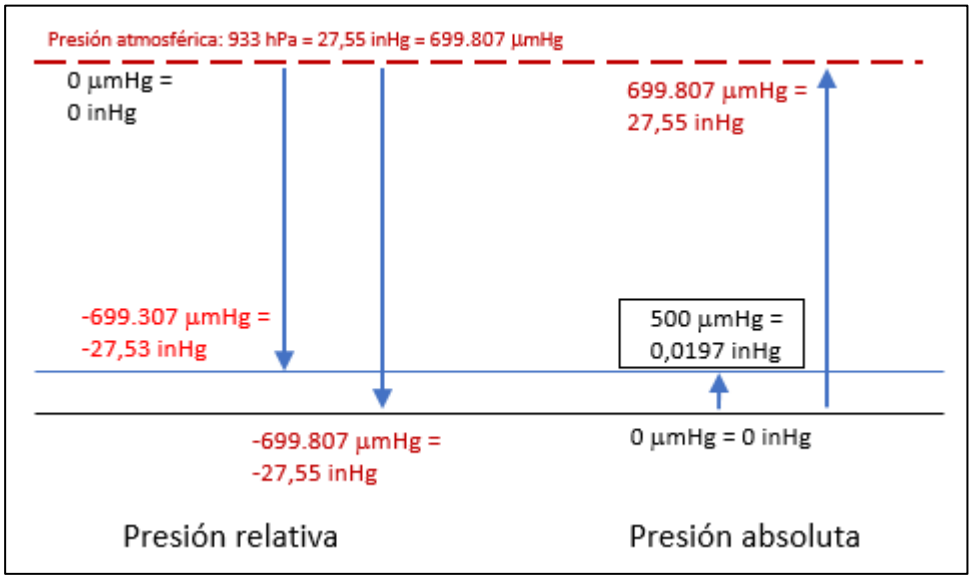

Figura 10- Diferencia de indicación a distinta presión atmosférica (compare con la Figura 6). La indicación de vacío absoluto es la misma ante distintas condiciones atmosféricas, la relativa varía.

Yerbal 5266 4to piso
C1407EBN Buenos Aires · Argentina
Tel. (011) 4683-5050 - Fax (011) 4683-2020
info@testo.com.ar - www.testo.com.ar

Observamos entonces que si vaciáramos el mismo sistema con la misma bomba y el mismo vacuómetro analógico, tendríamos distintas indicaciones relativas de vacío alcanzado según la presión atmosférica de cada lugar, pero una indicación de vacío absoluto serviría como referencia invariable en cualquier caso.
Peor aún, en un mismo lugar la presión atmosférica puede variar día a día en valores tales como +/-10 hPa, dando lugar a diferencias en los valores relativos medidos también.
La indicación de vacío absoluto, en cambio, siempre será la misma independientemente de ello.

Testo Argentina SA