



Guía práctica para medición de condiciones ambiente



°C

% HR

td

g/kg

hPa

m/s

m³/h

ppm
CO

ppm
CO₂

rpm

mA

mV

1^a edición

Prólogo

El presente folleto ha surgido de multitud de discusiones técnicas con nuestros clientes y está dirigido a todos aquellos que se ocupan de mediciones relativas a la evaluación de puestos de trabajo.

Una parte de este folleto se ha tomado de los opúsculos de evaluación AUVA.

Aquí se encontrarán valiosas indicaciones sobre cómo se pueden evitar errores de medición, cómo se utilizan eficientemente los aparatos de medición y las sondas y que condiciones marginales deben tenerse en cuenta para poder interpretar de forma correcta los resultados de las mediciones.

Les agradeceríamos sus observaciones, que incorporaremos en la próxima edición. Si tienen aún alguna pregunta relativa al tema de la técnica de medición y al servicio de calibración, llámenos. Le aconsejaremos con mucho gusto.

Teléfono: 93 753 95 20
e-mail: info@testo.es

Esperamos que esta publicación técnica de Testo les sea de utilidad práctica y personal.

**Esta guía es la traducción del original
editado en Austria/Alemania.**



Índice

PRÓLOGO	3
ÍNDICE	4
A DISPOSICIONES LEGALES	6-11
B EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO - LÍMITES IMPORTANTES.....	12
C BASES DE LA MEDICIÓN TÉCNICA.....	13
MEDICIÓN DE TEMPERATURA	13-16
Medir la temperatura del ambiente.....	13
Errores de medición cuando se mide en condiciones no estáticas.....	14
Errores de medición debidos a la influencia de radiación	15
Errores de medición debidos a estratificación	16
MEDICIÓN DE HUMEDAD	17-21
General.....	17
Medición de humedad relativa en salas	20
Diagrama de Mollier -h.....	21
MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE	22-26
Principio / ¿Qué debe tenerse en cuenta durante la medición?.....	22
Medición de la velocidad del aire ambiente.....	26
Preparación y realización de mediciones	26
MEDICIÓN DE LA ILUMINACIÓN	27-32
Magnitudes de la iluminación.....	27
El ojo humano	28
Magnitudes básicas de la luminotecnia	30
Medición de instalaciones de iluminación	31
MEDICIÓN DEL NIVEL DE RUIDO.....	33-49
Unidades de ruido.....	33
El oído humano	37
Nivel de sonido.....	39
Tecnología instrumento.....	44
Manejo.....	46

MEDICIÓN DE CO₂ PARA EVALUAR EL CLIMA DE LA SALA.....	50-51
D GENERALIDADES SOBRE EL MANEJO DE APARATOS DE MEDICIÓN.....	52
Manipulación de sondas y sensores	52
E CALIBRACIÓN	54
F GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS	55/56

A Disposiciones legales

1 CLIMA

En todas las cuestiones relativas a condiciones climáticas debe tenerse en cuenta que ha de aspirarse al estado de equilibrio térmico respecto al cuerpo de las personas que trabajan. Esto significa que la cantidad de calor liberada por el cuerpo a causa de los procesos metabólicos necesarios para la vida y la energía debida al trabajo debe traspasarse al ambiente. Esta transmisión de calor puede tener lugar mediante convección (del aire ambiente), radiación y evaporación del sudor. A la inversa, el cuerpo también puede resultar obligado a absorber calor del ambiente por transmisión (debida a altas temperaturas ambientales) y radiación.

Las condiciones climáticas en el puesto de trabajo deben adaptarse a las necesidades corporales y al grado de actividad. Para delimitar situaciones de peligro pueden tomarse los valores indicados en la Tabla (según § 12 AAV):

Necesidades corporales	Grado de actividad (según ÖNORM H6000 Parte 3)	Temperatura aire min/máx
Bajas	Sentado en reposo (leer o escribir) Trabajos manuales ligeros sentado (p.ej. trabajo de oficina)	19-25 °C
Normales	Trabajo manual ligero de pie (p.ej. peluquero) Trabajo semipesado	18-24 °C
Altas	Trabajo corporal pesado Trabajo corporal muy pesado	Mínimo 12 °C

La humedad relativa debe estar siempre entre 30 y 70% (mínimo 40% con instalación de climatización)

En caso de desviaciones con respecto a los valores de esta tabla, o si se producen quejas de los empleados sobre el clima del lugar de trabajo, debe realizarse un análisis a fondo. Este análisis debe operar con los parámetros siguientes:

- Magnitudes relacionadas con el ambiente:
 - Temperatura del aire
 - Humedad del aire
 - Velocidad del aire
 - Radiación de calor
- Magnitudes relacionadas con las personas:
 - Dureza del trabajo
 - Vestuario
 - Tiempo de exposición

Las posibles cargas y medidas de ayuda son, por ejemplo:

Daños y perjuicios para la salud debidos a frío, agua y humedad

- Medidas de organización
 - Ubicación del lugar de trabajo en una zona con clima más confortable
 - Establecimiento de fases de recuperación, zonas de pausa con clima neutro

Sobrexigencias y daños para la salud debidos a calor excesivo

- Disposiciones relativas al personal:
 - Empleo de vestuario que proteja del calor de forma adecuada
- Disposiciones relativas a la disposición del puesto de trabajo:
 - Relación tiempo de trabajo-pausa ("pausas de enfriamiento")
 - Zonas de pausa con clima neutro
 - Bebidas contra el calor
 - Pruebas de aptitud y seguimiento

ASchG § 49 (1, 2) y § 66

Puestos de trabajo con sobrecarga de calor

- Disposiciones técnicas
 - Climatización (enfriamiento del aire)
 - Medidas de protección contra la radiación de calor, p.ej. aislamiento, enfriamiento de superficies con agua, cortinas de protección

§ 1 del Art. VII, Parr. 2 Zi. 2 NSchG la Ordenanza

Radiación de calor

- Equipo de protección personal
 - Protección contra el calor en lugares de trabajo sometidos a radiación de calor, p.ej. guantes protectores contra el calor
 - Mandil de protección contra el calor, capa protectora contra el calor, casco contra el calor con visera

Independientemente de las magnitudes climáticas antes indicadas, en el puesto de trabajo debe existir, de forma permanente, una cantidad de aire suficiente y, a ser posible, exento de contaminación. En principio, la calidad del aire debe corresponder a la del aire exterior.

Ventilación natural (libre) de puestos de trabajo

Deben dejarse abiertas ventanas o aberturas de ventilación equivalentes, como mínimo, a 1/50 de la superficie del suelo; con una altura de techo superior a 10 m, debe ser posible una ventilación perpendicular.

Renovación del aire ambiente mediante impulsión de aire exterior

- Caudal de aire exterior necesario (m³/h)
 - Con esfuerzo corporal

pequeño	35 m ³ /h
normal	50 m ³ /h
fuerte	70 m ³ /h

AAV § 13

Utilización del tipo de filtro de aire correcto en instalaciones técnicas (instalaciones RLT)

Selección del filtro según la clase de producto

ÖNORM EN 799 4.98, DIN 24185, datos de fabricación

Control e intervalo de mantenimiento de la instalación de aspiración

Verificación y documentación del funcionamiento de la instalación mínimo 1 x año

AAV § 16



2 LUZ E ILUMINACIÓN

La luz artificial debe proporcionar una iluminación suficiente con una uniformidad relativamente buena (distribución por los distintos puntos) y sin que deslumbré.

Debe disponerse siempre de luz natural con una buena intensidad y uniformidad de iluminación, pero deben evitarse los deslumbramientos y la radiación de calor debida a la luz solar directa.

El trabajo con monitores exige condiciones especiales de luz e iluminación; deben evitarse en especial los deslumbramientos y reflejos.

En las salas de trabajo que no dispongan de luz natural o donde las autoridades la hayan prohibido por aumentar los riesgos de accidente, debe existir iluminación de emergencia.

1. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Intensidad de iluminación suficiente

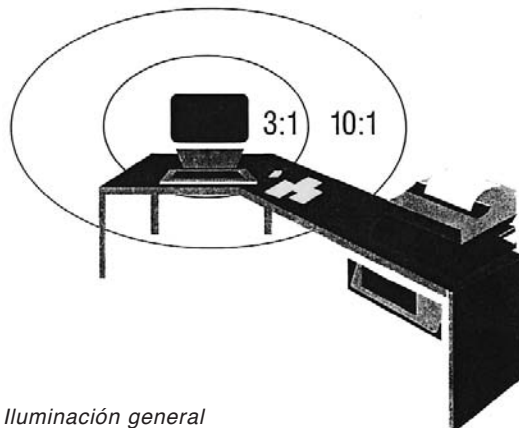
- Intensidad de iluminación acorde con la actividad y tipo de sala
- Intensidad mínima de iluminación en salas de trabajo 100 lux
- Intensidad mínima de iluminación en vías de paso 30 lux
- Intensidad de iluminación no inferior a 0,8 x intensidad nominal de iluminación E_n (media de todos los puestos de trabajo, independiente del envejecimiento de la instalación de iluminación)

ASchG § 22 (7), ÖNORM O 1040, AAV § 9 (3), 24 (4)

Intensidad de iluminación según ÖNORM O 1040	Lux
Trabajo pesado y medio con máquinas como tornos y fresas	300
Trabajo fino con máquinas, ramo mecanización de metales	500
Trabajo con máquinas de labrar madera	500
Salas de oficinas de techo alto y/o trabajo por la tarde	500
Peluquerías, iluminación general	500
Dibujo técnico	750
Talleres de óptica y relojería	1500

Uniformidad de la iluminación general

- Diferencias permitidas de densidad de iluminación entre campo de trabajo, sus cercanías y el entorno del lugar 1 : 3 : 10 (recomendación)
- Proporción ponderada de densidad de luz por reflexión para techo 0,7, paredes 0,5 y suelos 0,2



ÖNORM O 1040, AAV § 9 (2)

Iluminación general

Pantallas antideslumbramiento suficientes

- Lámparas con pantalla antideslumbramiento
- La luz no puede mirarse directamente desde el lugar de trabajo gracias, sobre todo, a la disposición horizontal o hacia abajo pero con la inclinación adecuada

ÖNORM O 1040, AAV § 9 (1)

Iluminación de emergencia/seguridad

- Intensidad mínima de iluminación $1/100 E_n$, pero no inferior a 1 lux al cabo de 15 segundos máximo
- En caso de gran peligro: intensidad mínima de iluminación 15 lux al cabo de 2 segundos máximo de retraso de conexión

AAV § 10 (3), ASchG § 20 (6)

2. ILUMINACIÓN NATURAL

Contacto visual hacia el exterior

- Las superficies de entrada de luz que den al exterior con dimensiones equivalentes a 1/10 de la superficie del suelo, y la mitad de ellas, como mínimo, a la altura de los ojos
- Iluminación lo más uniforme posible
- Visión hacia el exterior desde las posiciones de trabajo predominantes
- No se utilizarán vidrios opalinos ni similares

AAV § 8 (1), ASchG § 22 (6), Recomendación

Incidencia de la luz desde el exterior y radiación de calor debida al sol

- Disposición (en especial en lugares de trabajo con monitores) con la dirección de la vista paralela al frente de la ventana, protección contra la radiación solar directa
- Visión hacia el exterior y protección contra el Sol mediante persianas antideslumbrantes regulables individuales

Recomendación, Directriz EG Monitores, ÖNORM A 2630-1

Además, para lugares de trabajo con monitores:

Dispositivos de iluminación para lugares de trabajo con monitores (BAP)

- Ninguna fuente de luz sin pantalla (p.ej. cubiertas de vidrio opaco)
- Disposición de los BAP con la dirección de la vista paralela a las ventanas y a las líneas de alumbrado del techo; en general, no deben situarse directamente debajo de la línea de alumbrado
- Diferencia máxima de intensidad de iluminación permitida entre la superficie del monitor y el entorno 1 : 10

ÖNORM O 1040, ASchG § 67(3), ÖNOR; A 2630-1 y BSV § 6

Los análisis exactos de la situación de luz e iluminación son costosos debido a los aparatos y precisan conocimientos técnicos especiales. En caso necesario, por lo tanto, debe solicitarse la actuación de un experto (con los conocimientos necesarios).



3 NIVEL DE RUIDO

VALORES TÍPICOS DE NIVEL DE RUIDO PARA DISTINTAS MÁQUINAS Y APARATOS

MÁQUINA	Valor máx. de ruido dB(A)
Mecanización de metales	
Esmeriladora angular	95-105
Estampadora	85-100
Soldadora	75-90
Torno	75-85
Enderezadora	100-120
Enderezadora de chapa	hasta 130
Labrado de madera	
Sierra alternativa	90-95
Sierra de disco	85-100
Sierra de cinta	80-90
Sierra oscilante (d= 180 cm)	100-105
Regruesadora	90-100
Planeadora	90-100
Pulidora manual	hasta 90
Industria del papel	
Máquina de hacer papel	85-95
Cortadora de rollos	85-100
Refinadora	95-100
Instalación de corte transversal	80-90

DISPOSICIONES PARA REDUCIR EL RUIDO

Acústica de la sala: (montaje de amortiguadores de ruido en los talleres)
Deben tomarse medidas de tipo acústico al montar o remodelar talleres.

Posibles formas de proceder:

- Capas de lana mineral de 50 mm de grosor colocadas entre emparrillado de listones. Tejado con guata de fibra de vidrio (protección contra mojaduras) y chapa perforada.
 - o metal desplegado
 - o placas acústicas
 - o contra-entablado
- Pegado de capas de 50 mm de grosor de espuma artificial
- Colgado de materiales absorbentes del ruido

Amortiguadores de ruido:

Debido a su fácil montaje y a su efectividad, cada vez se utilizan más los amortiguadores por absorción de ruido. Se trata de canales revestidos que absorben el ruido y con los que pueden alcanzarse niveles de hasta 25 dB.

Posibilidades:

- Canales revestidos para absorber el ruido
- Colisas amortiguadoras de ruido
- Tubos amortiguadores de ruido

Pantallas contra ruido

Con las pantallas contra ruido se impide la propagación directa (rectilínea) entre la fuente de ruido y el receptor. En salas cerradas sólo puede esperarse una disminución de unos 3 dB (A) de ruido, siempre que existan buenas condiciones acústicas.

Encasetado (encapsulado)

Si se encaseta una fuente de ruido, la energía sónica queda retenida dentro de la caseta, dentro de la cápsula hay más ruido. Esta retención puede disminuirse revistiendo la cápsula con material absorbente del ruido y mejorar así el efecto de la caseta.

DISPOSICIONES LEGALES Y FUNDAMENTOS

Ordenanza sobre seguridad en máquinas (MSV) § 54, § 73(1), § 7

Ley de protección de los trabajadores (ASchG) § 7, § 50, § 65

Ordenanza sobre seguridad PSA (PSASV) especialmente, § 50

Directiva ÖAL n° 32

Resumen de información de AUVA

Hoja de información AUVA "Grundlagen der Lärmbekämpfung" (Fundamentos de la lucha contra el ruido) (M 069) y "Lärmbekämpfung Holzbearbeitung" (Lucha contra el ruido en el labrado de madera) (M 580)

Typoskript 24-93 de AUVA, Lucha contra el ruido Parte 2

testo

B Evaluación de puestos de trabajo - Límites importantes

Resumen de los límites para:

Temperatura
 Humedad
 Velocidad del aire
 Iluminación
 Nivel de ruido

Temperatura:	Esfuerzo corporal pequeño	19 - 25 °C
	Grado de actividad: trabajo manual ligero sentado.	
	Esfuerzo corporal normal	18 - 24 °C
	Grado de actividad: trabajo manual ligero de pie.	
	Esfuerzo corporal fuerte, mínimo	12 °C
	Grado de actividad: trabajo corporal pesado.	
Legislación:	AAV § 12, ASchG § 66 (2, 3), ASchG § 49 (1, 2), ÖNORM H6000 T3	
Humedad del aire:	30 - 70 %HR, con climatización 40 - 70 %rF.	
Legislación:	AAV § 12, ASchG § 66 (2, 3), ÖNORM H6000 T3	
Velocidad del aire:	Esfuerzo corporal pequeño	≤ 0,10 m/s
	Esfuerzo corporal normal	≤ 0,20 m/s
Legislación:	AAV § 12, ASchG § 66 (2, 3), ÖNORM H6000 T3	
Ventilación artificial:	Esfuerzo corporal pequeño	
	Cantidad mínima de aire fresco	35 m³/h
	Esfuerzo corporal normal	
	Cantidad mínima de aire fresco	50 m³/h
	Esfuerzo corporal pesado	
	Cantidad mínima de aire fresco	70 m³/h
Legislación:	AAV § 13 (4)	
Iluminación:	Intensidad de iluminación mínima en salas de trabajo	100 Lux
	Cada lugar de trabajo debe iluminarse de forma adicional de acuerdo con la visión necesaria	300 - 1500 Lux
Legislación:	AAV § 9 (3), ASchG § 22 (7)	
Normas:	ÖNORM O 1040	
Nivel de ruido:	Principalmente actividades silenciosas	≤ 50 dB(A) , constante de tiempo 127 ms
	Actividades de oficina sencillas o mecanizadas, o actividad similar	≤ 70 dB(A) , constante de tiempo 127 ms
	Otras actividades	< 85 dB(A) , constante de tiempo 127 ms
Legislación:	AAV § 51 (1), § 67, ASchG § 50, § 65	

C Bases de la medición técnica

Medición de temperatura

MEDIR LA TEMPERATURA DEL AMBIENTE

Las mediciones de temperatura se efectúan como parte de las mediciones para aceptar la unidad central de la planta de aire acondicionado, en aire libre y en salas aclimatadas.

Además de la temperatura ambiente se han incorporado otras exigencias relacionadas con temperatura de confort para las personas.

Se aplican límites para las temperaturas siguientes:

- **Temperatura ambiente**

La temperatura ambiente debe medirse con un termómetro protegido frente a la radiación. Todas las sondas de temperatura de Testo con varilla en inoxidable son adecuadas para este propósito. En Alemania, por ejemplo, el gradiente de temperatura vertical en ambiente no debe exceder 2 K/m.

- **Temperatura efectiva (o sensación de temperatura)**

Se mide con un termómetro de esfera. De acuerdo con Glück [4], cuando se utiliza un termómetro de esfera con un diámetro de 150 mm (ver sonda de esfera de Testo), la temperatura efectiva coincide con la sensación de temperatura de los humanos a ± 0.41 K.

Calcular la temperatura efectiva a partir de los valores medidos de temperatura ambiente y temperatura de las superficies circundantes de la habitación, considerando los factores de aislamiento, requiere dedicar tiempo y efectuar cálculos y por lo tanto no vamos a entrar aquí en detalles. Además, utilizando la sonda de esfera de Testo ya no es necesario este método.

Cuando se utilizan termómetros de esfera es importante garantizar que la esfera no reciba rayos de luz o de sol directos, ya que sólo debe tenerse en consideración la temperatura de las superficies circundantes al medir temperatura, es decir seleccionar el punto de medición de acuerdo con estos criterios o, si no es posible, proteger la esfera a la mayor distancia posible. Debido a la inercia del termómetro deberá medirse durante un periodo suficientemente largo (hasta que se visualice un valor constante - por lo menos entre 20 y 30 minutos).

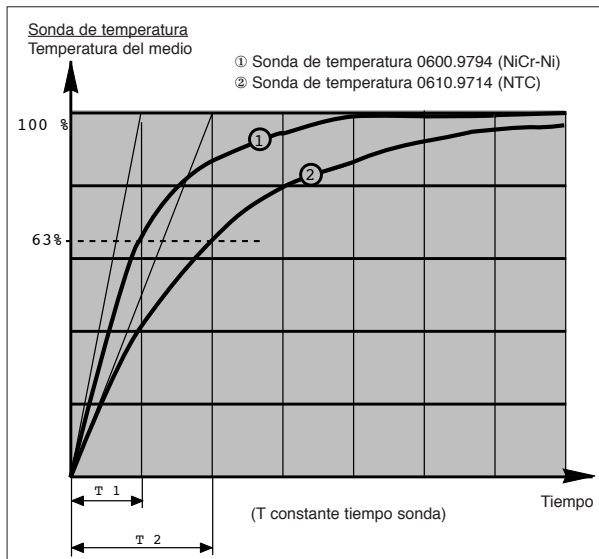
La medición de temperatura en habitaciones (temperatura ambiente y de funcionamiento) debe efectuarse en el mismo punto y en condiciones marginales idénticas, igual como las mediciones de velocidad ambiente.



Errores de medición cuando se mide en condiciones no estáticas

Medir y registrar temperaturas variantes requiere que las sondas de temperatura a utilizar tengan una constante de tiempo equivalente a la velocidad de variación de la temperatura del medio.

La constante de tiempo depende de la transmisión de calor de la superficie de la sonda, de la conductividad térmica del material de la sonda y de las propiedades de almacenamiento de calor (masa, densidad, capacidad térmica) de la sonda

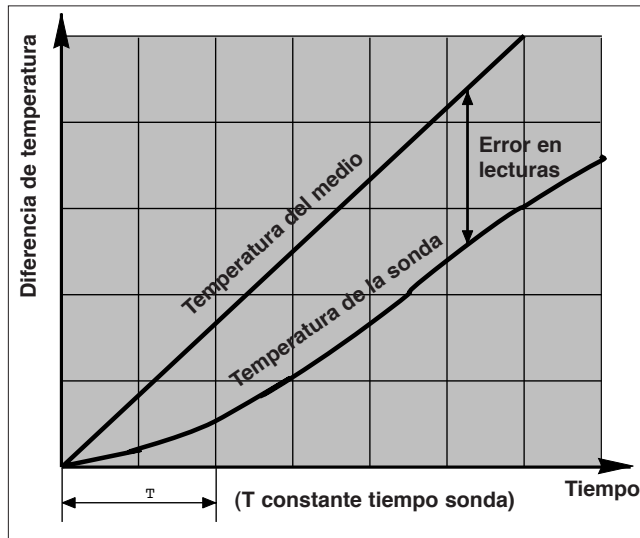


Respuestas de dos sondas de temperatura con dos constantes de tiempo diferentes ($T_2 = 2T_1$)

El tipo de sonda a utilizar depende de la aplicación. Recomendamos la sonda ② en situaciones en las que las condiciones varíen suavemente pero en las que se necesite un elevado nivel de precisión del sistema (medir en habitaciones, confort, exactitud del sistema $> 0.5^\circ\text{C}$).

Para medir en conductos (ej. cuando la rápida variación de temperatura se produce después de un cambio repentino en la proporción de aire ambiente) debe elegirse la sonda ①.

La fig. 6 muestra en términos de calidad la diferencia de temperatura entre la temperatura del medio y la del visualizador. Se asume que la temperatura del medio aumenta de forma constante.



Esquema de error en la lectura con un aumento constante de la temperatura del medio debido a la inercia de la sonda de temperatura

Una sonda lenta (no. ②) conduce a errores de medición en procesos dinámicos a pesar de ser muy precisa en equilibrio. A mayor rapidez de la sonda, más real será el valor medido visualizado.

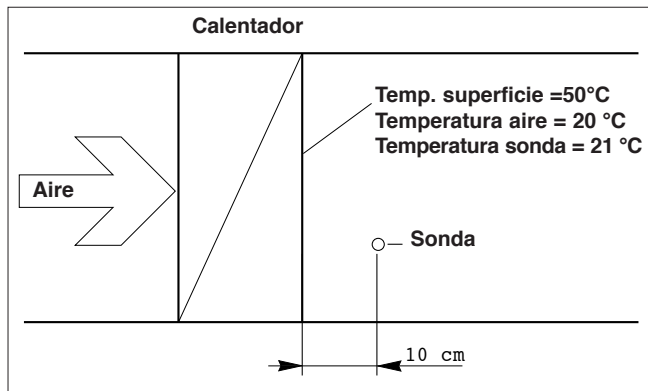
El t_{99} de la sonda debe ser por lo menos dos veces más rápido que la variación prevista de la temperatura del medio.

Errores de medición debidos a la influencia de la radiación

Para garantizar una mayor precisión al medir temperatura, debe tenerse en consideración el intercambio de calor debido a la radiación entre la sonda de temperatura y la superficie circundante. Pueden producirse desviaciones considerables en la temperatura actual del aire debido a la diferencia de temperatura entre la sonda y la superficie y la distancia entre ambas.



La figura siguiente muestra una medición de temperatura utilizando un termómetro sin protección contra la radiación detrás de un calentador de aire. El error de medición (temperatura demasiado elevada) puede ser incluso mayor con un transmisor de calor por convección (debido a las bajas velocidades de aire).



Medición de la temperatura del aire utilizando un termómetro sin protección contra radiación.

En este ejemplo, la medición de temperatura con una sonda sin protección contra la radiación produce un error de medición de 1 K.



En la práctica, evite medir temperaturas del aire cerca de superficies en las que la temperatura difiera considerablemente de la temperatura del aire. Si no puede evitarse, aisle la sonda de la radiación mediante por ejemplo una hoja de papel de aluminio entre la fuente de radiación y la sonda

Errores de medición debidos a estratificación

Cuando se mide la temperatura del aire en conductos y en la unidad central, en muchos casos sólo puede ser en un solo punto. Las mediciones sólo son representativas del flujo total del aire si se registran promedios de temperatura y velocidad de la sección en el punto de medición.

Puede producirse estratificación de temperatura si el aire que fluye a temperaturas diferentes se mezcla, o después de pasar a través de un intercambiador de calor, en especial si la temperatura de la superficie varía en la sección del intercambiador (a menudo en el caso de carga parcial).

Si en el punto de medición no se dispone de un flujo bien mezclado (comparable con la medición de caudal), debe efectuarse una rejilla de medición (ver también página 31). El número de puntos de medición se determina mediante la irregularidad del perfil de temperatura.

Las temperaturas medidas tienen que compensarse con las velocidades asociadas para poder determinar con precisión la temperatura promedio del flujo de aire total.

Medición de humedad

GENERAL

Controlar la humedad atmosférica es importante cuando deben efectuarse comparativas a largo plazo de salas con sustancias sensibles a la humedad o personas. En estas salas se produce un intercambio de humedad entre el ambiente y las sustancias o personas.

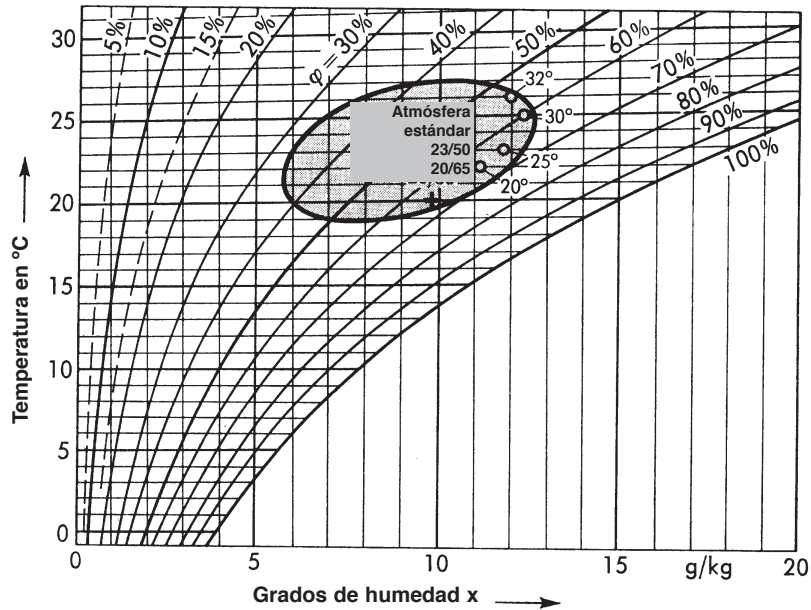
Las sustancias higroscópicas liberan humedad en el entorno o absorben humedad del mismo. Con ello, se produce un equilibrio entre su contenido en humedad y el del entorno. Esto significa que en ambientes con un bajo contenido en humedad relativa las sustancias higroscópicas se secan lentamente; si la humedad relativa es elevada, los materiales absorben humedad.

Para dar un ejemplo: con baja humedad atmosférica, los materiales se vuelven frágiles y rompibles (en especial durante el invierno con la calefacción en marcha). Una elevada humedad atmosférica y con superficies parcialmente frías, los materiales empiezan a hincharse. Se forman condensaciones y, en algunos casos, pueden desarrollarse hongos.

La fuerza que mueve este fenómeno es el grado de humedad atmosférica relativa. Puede definirse un rango óptimo de humedad relativa para los materiales higroscópicos y las personas.

Cuando se trata de personas, se le llama rango de confort. En edificios, también puede transmitirse a otros objetos como madera, materiales, papel de la pared, papel, etc.

Mientras las condiciones ambiente permanezcan dentro de este rango, puede suponerse que no se producirá un excesivo intercambio de humedad y no se producirán cambios importantes en las propiedades de las sustancias o materiales.



Rango de confort

El valor de humedad relativa se refiere siempre a la temperatura. Esto se debe a la definición de humedad relativa:

La humedad relativa se calcula a partir de la humedad existente (absoluta) en relación a la máxima posible (absoluta) a la temperatura existente. Cuando se alcanza la máxima humedad posible, se refiere como temperatura del punto de rocío y la humedad relativa es 100%HR: agua de condensación o formación de neblina, y el aire se satura de humedad.



Por norma, los instrumentos de medición de humedad tienen especificada una precisión del $\pm 2\%$ HR. En la mayoría de los casos, estos valores sólo son válidos en un pequeño rango de temperatura (18 - 25 °C). Testo compensa esta dependencia mediante la medición adicional de temperatura.

En general, las sondas de humedad de Testo tienen incorporado sensores de humedad y temperatura. Se obtienen dos valores, temperatura y humedad, a la vez. Si se desea, también puede visualizarse la temperatura calculada a partir de estos valores, del punto de rocío.

Las sondas capacitivas para medir humedad relativa atmosférica no necesitan generalmente mantenimiento. Es recomendable contrastarlas de vez en cuando con un set de ajuste y calibración.

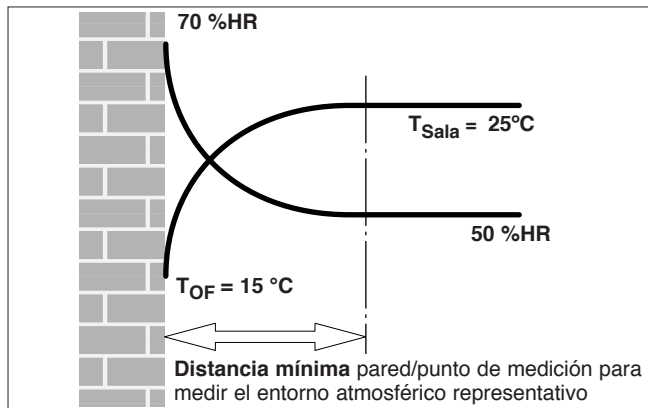
La velocidad del flujo también tiene un papel importante en el intercambio de humedad en superficie. Si aumenta la velocidad del aire, el proceso se acelera debido al equilibrio local, no puede alcanzarse una capa límite de aire en la zona próxima a la superficie.



MEDICIÓN DE HUMEDAD RELATIVA EN SALAS

Básicamente se aplican las mismas normas que para medir temperatura. Con una humedad absoluta constante, la humedad relativa es una función de la temperatura. Existe el riesgo de estratificación y de cambios significativos en proximidad de superficies cuya temperatura difiera considerablemente de la temperatura del aire.

La distancia mínima de la pared se consigue cuando a pesar de modificar la distancia, no varían los valores de humedad y temperatura visualizados



Humedad relativa en salas

En la sala se efectúan dos tipos principales de medición:

- **medición de control:**

Una rápida medición de control es la más normal si se producen cambios fuertes o repentinos, es decir, en el caso de plantas de aire acondicionado con una gran renovación de aire, en las que se abren frecuentemente las puertas o las ventanas, fuentes de humedad en la misma sala, como cocinas y baños, etc



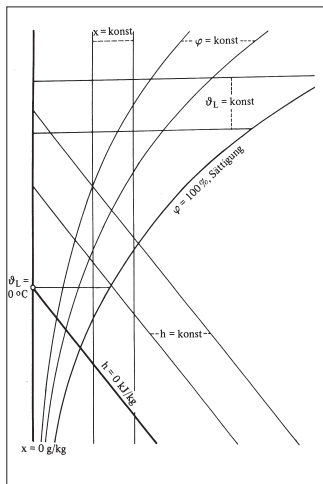
Asegurarse de que la sonda de humedad tiene la misma temperatura que el aire a medir. En ambientes estáticos mover suavemente la sonda (para acortar el tiempo de respuesta).

Evitar el contacto directo del sol. Incluso diferencias de pocas décimas de grado entre la temperatura del tubo de la sonda y del ambiente pueden distorsionar los resultados de medición.

DIAGRAMA DE MOLLIER -h

La base para ver el equilibrio de humedad con el consumo de energía asociado es el diagrama de Mollier. Este diagrama se utiliza en la práctica ya que trabajar in situ con fórmulas es engorroso. El diagrama de Mollier consta de una superposición de familias de curvas, cada una representa un valor constante.

Por tanto tiene líneas rectas para temperatura constante (ϑ), líneas para humedad relativa constante (φ), líneas para humedad absoluta constante (x) y líneas para contenido calórico constante o entalpía (h).



Principio estructural del diagrama de MOLLIER

El estado de la humedad del aire está claramente definido en términos de dos de estos valores. Los otros dos parámetros pueden leerse en el diagrama, es decir midiendo la temperatura y la humedad. Vd. puede localizar el punto en el diagrama del aire en el punto de medición. Todos los cambios técnicos (calor, frío, secado, humidificación) de este aire corresponden a un movimiento dentro del diagrama.

Estructura del diagrama de MOLLIER

h	Contenido calórico kJ/kg aire seco
x	Contenido en agua g/kg aire seco
ϑ	Temperatura aire $^\circ\text{C}$
φ	Humedad relativa atmosférica %HR



Trucos prácticos para medir:

- No utilice sondas electrónicas de humedad para medir puntos de rocío superiores que la temperatura de la sonda, debido a la condensación resultante
- saturación del mecanismo del sensor durante un tiempo, o incluso
- formación de condensación en la electrónica, perjudicando la sonda (hasta que se seca).



Medición de la velocidad del aire

PRINCIPIO / ¿QUÉ DEBE TENERSE EN CUENTA DURANTE LA MEDICIÓN?

El medidor térmico de caudal de Testo

Para medir la velocidad del aire con el fin de evaluar lugares de trabajo se precisan sondas que capten con rapidez incluso los valores más pequeños. La solución óptima para ello es la sonda térmica de caudal de Testo.

Principio

El principio físico de medición, el "enfriamiento causado por una corriente de fluido en un cuerpo calentado" se conoce desde hace más de 100 años. En general, este principio se traduce en la práctica de la forma siguiente:

Se calienta un NTC a 100 °C. Cuanto mayor sea el caudal de aire que lo circunda, mayor será la corriente necesaria para alcanzar la temperatura exigida. Por consiguiente, la cantidad de calor que se precisa es proporcional a la velocidad del aire. Para ello, la diferencia de temperatura entre el aire y el NTC debe ser superior a 20 °C. Si ambas temperaturas son similares, o si el aire ambiente está incluso más caliente que el NTC, ya no existe proporcionalidad entre la velocidad del aire y la extracción de calor que ocasiona y el resultado de la medición es incorrecto.

Naturalmente, para compensar los cambios de temperatura del aire es necesario un segundo sensor (NTC 2). Intervalo de medición aprox. -20 a +70 °C.

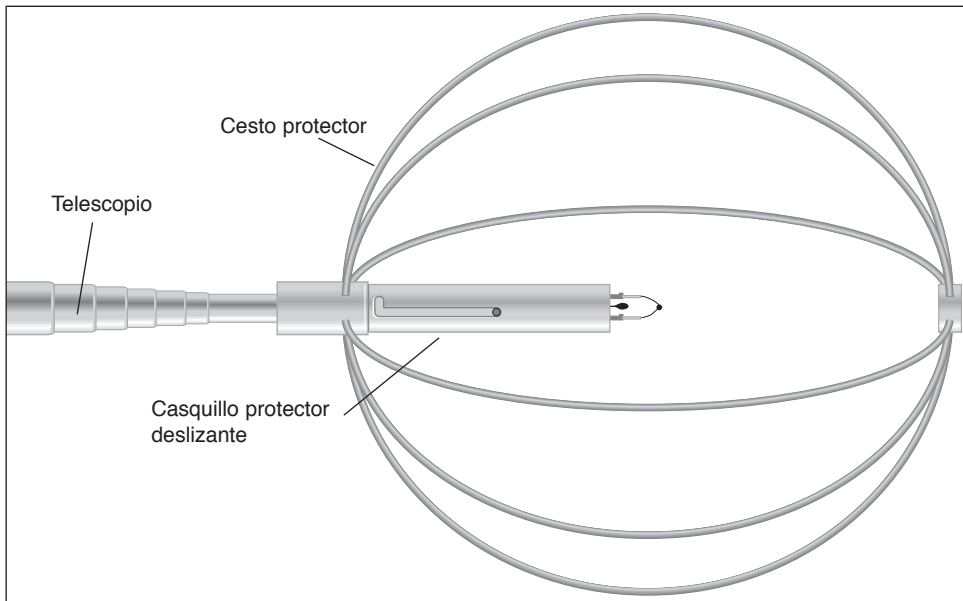
Disposición

Al llevar a la práctica este principio, es necesario alcanzar un compromiso óptimo entre dos requisitos opuestos entre sí:

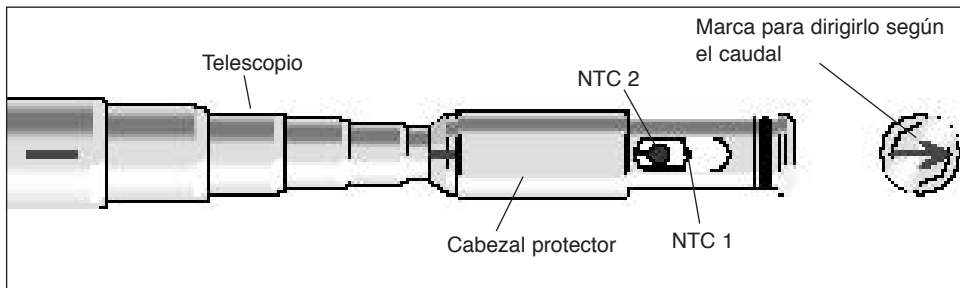
- a) la sensibilidad debe ser lo más alta posible
- b) la sonda debe tener la máxima estabilidad mecánica

Cuanto más sensible sea una sonda, menor debe ser su masa. Esto conduce a una estructura que parece una filigrana y que debe protegerse contra daños mecánicos.

La "Sonda confort" funciona según el principio del hilo caliente y está preparada para alcanzar una sensibilidad óptima. Con esta disposición constructiva no existe prácticamente ninguna influencia por parte de la dirección del caudal. Una estructura típica sería la siguiente:



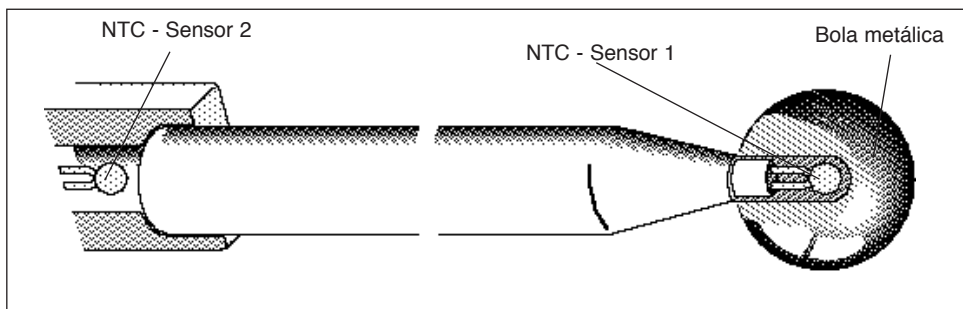
La disposición siguiente es mecánicamente estable, pero debe tenerse en cuenta la dirección del caudal.



Esquema de la sonda Testo de hilo caliente



La sonda de "bola caliente" tiene una estabilidad mecánica óptima. Su estructura típica sería la siguiente:



Disposición típica de una sonda Testo de esfera caliente

El sensor consiste en una esfera de aluminio que contiene un NTC (1) dentro de un taladro ciego. Tal como se ha mencionado, este sensor se calienta. Los julios de calor se distribuyen de manera prácticamente simétrica por todo el aluminio. El caudal de aire (más frío) que incide sobre la esfera lo enfría.

¿Qué debe tenerse en cuenta durante la medición?

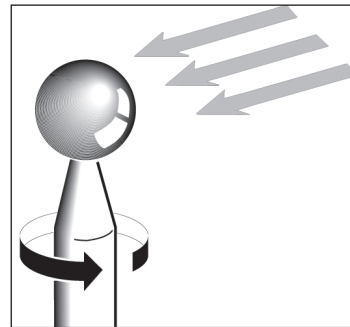
Con estos sensores térmicos de caudal pueden medirse caudales de aire que provengan de cualquier dirección. Esto explica que puedan aparecer diferencias entre los resultados obtenidos con estos aparatos y los hallados con molinetes cuando se trabaja en el seno de caudales no direccionados, a causa de los remolinos que se producen alrededor de la sonda. En tales casos, el sensor térmico de caudal indicará valores superiores a los de una rueda de aletas.

Esto debe tenerse en cuenta al efectuar mediciones en canales. Según sea la forma del canal, a partir de pocos m/s debe contarse con caudales no direccionados.

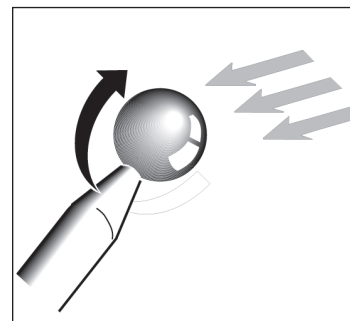
Debe tenerse en cuenta también que la bola no toque ninguna superficie conductora del calor, puesto que la pérdida de calor resultante sería falsamente interpretada como caudal por el aparato.

Posibles desviaciones debidas a giro o inclinación:

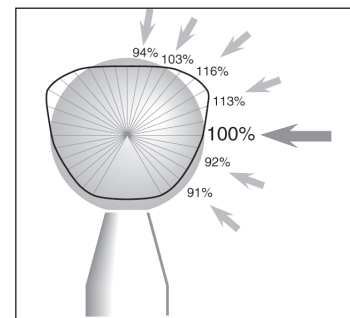
Si el caudal incide sobre el sensor esférico de forma perpendicular al soporte, la desviación máxima debida al giro es inferior al 2,5 % del valor medido.



Si el sensor esférico se inclina con el soporte, se obtienen valores variables debido al remolino posterior que forma el caudal.



Esta desviación no se puede eliminar, pero puede reproducirse. El dibujo que figura a la derecha es válido para una velocidad de 2 m/s.



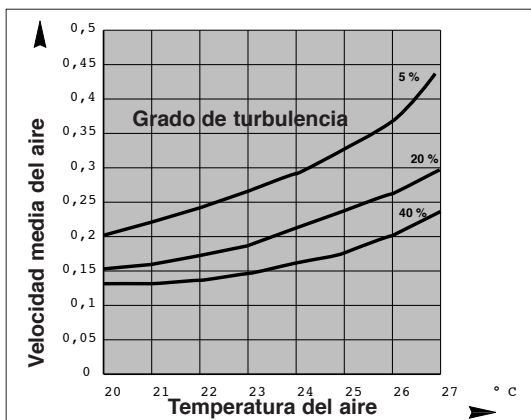
En resumen, lo más importante respecto a sensores de hilo caliente y de bola caliente

Intervalo típico de medición: 0 ... 5 (10) m/s
No existe ninguna pieza mecánica, por lo que resulta relativamente robusto.
Debe tenerse en cuenta el intervalo de temperatura.



MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE AMBIENTE

La velocidad del aire ambiente es una magnitud muy importante en relación con el confort térmico de las personas en las salas de descanso.



Velocidades medias del aire en función de la temperatura y grado de turbulencia del aire en el intervalo de confort

PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE MEDICIONES

En principio, las mediciones deben realizarse en salas totalmente equipadas, ya que el mobiliario y los aparatos ejercen una notable influencia sobre la turbulencia del caudal.

Antes de iniciar las mediciones deben establecerse las condiciones marginales y ajustarse de forma conveniente. Sobre todo, debe comprobarse la regulación de paso de aire y la diferencia entre la temperatura del aire de entrada y la del aire ambiente, ya que ejercen un gran influjo sobre la distribución de aire y la velocidad del mismo en la zona de descanso.

Debe garantizarse, además, que en las superficies que delimitan la sala (puertas, ventanas) no se produce ningún intercambio inadvertido de aire que pudiera dar lugar a caudales de aire que no pueden atribuirse a la instalación de climatización.

La elección del lugar de medición se limita, por lo general, a la zona de permanencia de las personas. El caudal de aire en estos puntos, partiendo de las salidas de aire próximas, se hace visible con humo (precaución, las sondas de medición de velocidad del aire no deben entrar en contacto con el humo).

Si se comprueban tiros de aire con la región de los nudillos, deberá comprobarse si no son consecuencia del descenso de aire frío en la ventana. En los puntos críticos así determinados se mide finalmente la velocidad media del aire ambiente, el grado de turbulencia (escalar) y la temperatura del aire, con preferencia a las alturas de 0,1 m (zona de los nudillos), 1,3 m (altura de la cabeza en posición sentado) y 1,8 m (altura de la cabeza en posición erguido).

Medición de la iluminación

MAGNITUDES DE LA ILUMINACIÓN

Es sabido que la iluminación influye sobre la ocurrencia de accidentes. Se ha comprobado también, mediante ensayos, que la luz influye en gran medida sobre el comportamiento de las personas que están trabajando, en especial en lo que se refiere a su capacidad de concentración y de reacción.

En la mayoría de los casos, estos efectos de la luz no se tienen en cuenta. Debido a la gran capacidad de adaptación del ojo humano las consecuencias sólo aparecen con lentitud y tarde y, con frecuencia, se atribuyen a causas distintas. La importancia de la luz para las personas puede aclararse con un par de cifras:

Aproximadamente el 80% de las percepciones sensoriales son de naturaleza óptica, es decir, penetran a través de los ojos y precisan luz como medio de transporte. Aún más destacable es la observación de una publicación americana que dice que el 25 % de toda la energía doméstica humana se consume en el proceso de visión. Este valor tan alto significa que la luz provoca multitud de funciones y reacciones en las personas y que, en este proceso, no está implicado sólo el sentido de la vista humano.

A continuación se tratará sobre las distintas interacciones entre personas y luz, y se demostrará su importancia respecto a la seguridad en el trabajo.

Como apunte básico debe decirse también que las personas son seres diurnos, es decir, están acostumbradas a la intensidad de luz que existe al aire libre a lo largo del día. Esta intensidad puede variar entre los aprox. 5000 lx de un día nublado de invierno y los aprox. 100.000 lx de un día soleado de verano.

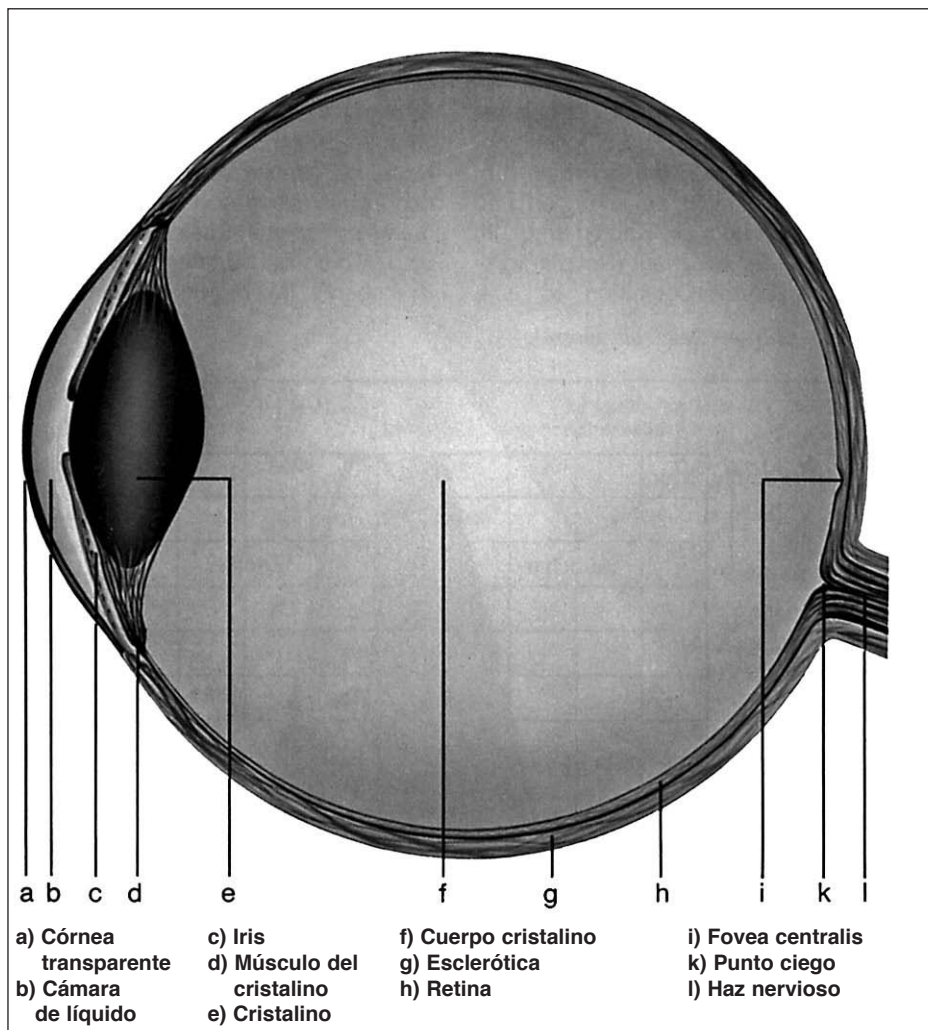
Por el contrario, y en general, las intensidades de luz con instalaciones de iluminación artificial se encuentran entre 100 y 1000 lx.

La iluminación influye sobre toda la persona en sus tres facetas, corporal, intelectual y espiritual. Los valores de intensidad previstos para las instalaciones de iluminación artificial sólo consideran el proceso de visión en sí, que es una función pura del cuerpo humano. De todas formas, los valores prescritos no son tampoco, en ningún caso, valores óptimos, sino mínimos que, teniendo en cuenta una determinada tarea de visión, deben permitir el proceso de visión durante ocho horas.

La sensación de cansancio debido a luz escasa aparece en pocos casos en los ojos, sino con mayor frecuencia en todo el organismo, con lo que una iluminación escasa o defectuosa no se reconoce, en general, como causa de accidentes y cansancio.



EL OJO HUMANO

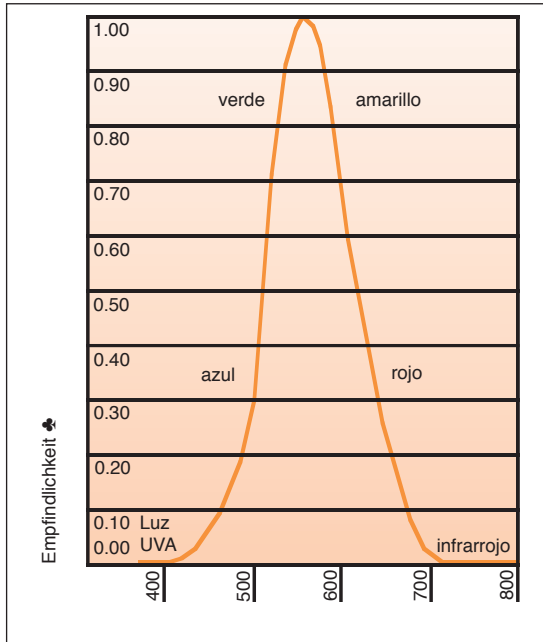


Corte del ojo humano

El funcionamiento del ojo humano puede compararse con el de una cámara fotográfica. Los componentes más importantes son la pupila, el cristalino y la retina, que corresponden al diafragma, objetivo y película de la cámara.

La retina está revestida de foto-receptores con distintas funciones. Según su forma, se distingue entre bastones y conos. Los 7 millones de conos, aproximadamente, que se encuentran en la retina sirven para ver de día y reconocer los colores. Unos 130 millones de bastones se utilizan para ver en condiciones de poca luz. Los bastones sólo pueden apreciar la intensidad, es decir, no reconocen los colores, y de ahí viene el dicho de que "de noche, todos los gatos son pardos". En la parte central de la retina (mácula lútea = fovea centralis) sólo existen conos. En la periferia de la retina, el número de conos disminuye y el de bastones aumenta. En el límite inferior de la visión pura de bastones (visión diurna = visión fotópica) viene marcado por una densidad luminosa de 10 cd/m². La visión pura con bastones (visión nocturna = visión escotópica) empieza con densidades de luz inferiores a 10⁻³ cd/m². En medio se encuentra la zona de transición en que existe visión conjunta con bastones y conos (visión mesópica).

El ojo humano ve los distintos colores espectrales con una misma intensidad de radiación física con claridad distinta. La curva espectral de sensibilidad a la claridad del ojo (véase el dibujo inferior) indica la claridad con la que los conos V(λ) o los bastones V'(λ) ven los distintos colores espectrales (longitudes de onda).



La luz se compone de oscilaciones electromagnéticas muy altas, entre 380 y 770 nm. El ojo aprecia como luz las oscilaciones en esta zona

Sensibilidad espectral del ojo.



MAGNITUDES BÁSICAS DE LA LUMINOTECNIA

Por lo tanto, blanco no es lo mismo que claro ni negro es lo mismo que oscuro. Para poder expresarse con claridad en el campo de la luminotecnia fue necesario introducir magnitudes básicas unificadas.

Intensidad de iluminación (abreviado E)

Unidad: el lux (abreviado lx)

Como intensidad de iluminación se entiende el cociente entre el flujo luminoso que incide sobre una superficie y el área de la superficie.

Intensidad de iluminación (lx) = $\frac{\text{Flujo luminoso (lm)}}{\text{Superficie (m}^2\text{)}}$

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

En general, el flujo luminoso no se distribuye de forma uniforme sobre toda la superficie. Por consiguiente, las intensidades de iluminación calculadas según la **fórmula de iluminación de superficies** deben considerarse sólo como medias (intensidad media de iluminación EM).

Ejemplos de intensidades de iluminación en lx

Soleado día de verano al aire libre	aprox. 100.000
Cielo nublado en verano	aprox. 20.000
Soleado día de invierno al aire libre	aprox. 10.000
Sombrío día de invierno	aprox. 3.000
Buena iluminación en un lugar de trabajo	1.000
Buena iluminación viaria	40
Luna llena	0.25
Luz de las estrellas	0.01

MEDICIÓN DE INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

El cumplimiento de los valores requeridos sólo es posible si las instalaciones de iluminación se **controlan periódicamente**. Los resultados de las mediciones indican que en un taller mecánico, por ejemplo, la intensidad de iluminación al cabo de aprox. 2 años es sólo la mitad de la inicial. Esto puede aplicarse también a instalaciones de iluminación de oficinas. Si existe mucha suciedad, causada por ejemplo por vapores de aceite o polvo, la intensidad inicial se reduce a la mitad al cabo de tan sólo medio año.

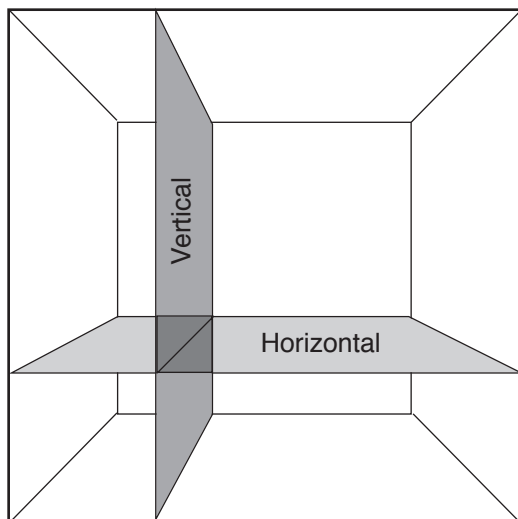
El gran problema de la medición de instalaciones de iluminación es eliminar la luz natural. Al comprobar instalaciones de iluminación artificial sólo debe evaluarse la parte de luz que proviene de dichas instalaciones, porque las intensidades de iluminación prescritas se refieren sólo a esta porción. Esto significa que debe eliminarse la luz natural. La norma DIN 5035, Parte 6, considera tres posibilidades de lograrlo:

- a) En la oscuridad (de noche)
- b) Con ventanas y claraboyas herméticamente cubiertas
- c) Con ventanas no cubiertas de forma hermética, midiendo con la luz artificial en marcha y desconectada

Los valores obtenidos con iluminación artificial se calculan como diferencia entre los valores de la medición con luz artificial (incluyendo la luz natural) y los obtenidos sólo con luz natural. Dado que la luz natural puede sufrir fuertes variaciones con el tiempo, estas dos mediciones deben realizarse una inmediatamente después de la otra. El método según a) sería posible siempre que un único técnico de medición pudiera medir siempre sólo en la oscuridad. En este caso sería razonable que el personal de seguridad quisiera hacerse cargo de medir las instalaciones de iluminación de su propia fábrica. A pesar de todo, no debe partirse de la idea de que el método a) proporciona los resultados más exactos, porque la falta de calefacción de las salas durante la noche o tensiones de red distintas pueden falsear las mediciones.

Debe hacerse notar que no debe valorarse de forma conjunta la posible iluminación local de un lugar o máquina, es decir, debe apagarse al efectuar las mediciones, porque los valores exigidos se refieren sólo a la iluminación general (iluminación de techo).

Si no se acuerda otra cosa, la medición se realiza, en principio, sobre un plano horizontal situado a 0,85 m de altura con respecto al suelo (véase Figura). En las vías de desplazamiento, la intensidad de iluminación se mide a un máximo de 0,2 m sobre el suelo en distintos puntos a lo largo de la vía.



*La intensidad de iluminación se mide, en general,
sobre un plano de referencia horizontal*

Todo aparato de medición de intensidad de iluminación debe ser capaz de seguir el curso exacto de la sensibilidad del ojo humano. Esto se consigue con filtros ópticos especiales. Una célula medidora especial (fotodiodo) convierte la luz incidente en una señal eléctrica y la lleva a un indicador.

Medición del nivel de sonido

UNIDADES DE SONIDO

El oído humano es el órgano de sentido más utilizado del cuerpo humano junto con la vista. Debido a los sonidos de nuestro alrededor -conversaciones, música, pájaros cantando o ruido de máquinas- el oído nos permite participar en nuestro entorno. El oído es un órgano de sentido importante que debemos proteger. En nuestra vida profesional, sonidos como los que producen las máquinas se consideran molestos. Todo el mundo sabe que ruidos y sonidos demasiado fuertes pueden dañar permanentemente el oído. El medidor de sonido testo 816 es un equipo moderno que permite medir y analizar el sonido, ruido o tonos puros. Pero, ¿qué es sonido?

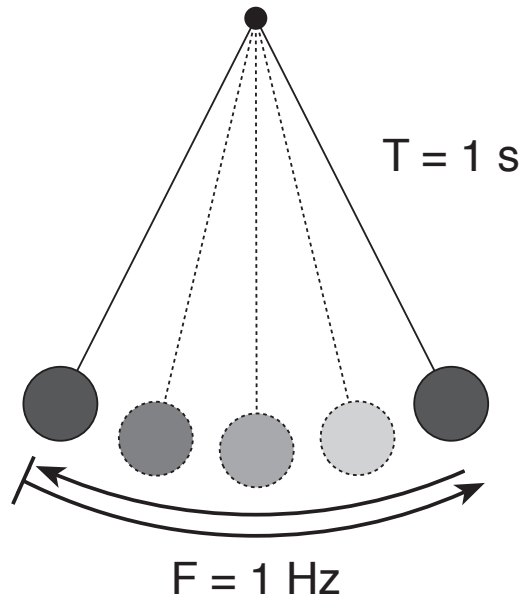
Ondas de sonido como fluctuaciones en la presión del aire

Percibimos el sonido debido al factor que en el lugar en el que se produce el sonido se altera la presión del aire. Cada cambio en la presión del aire es sonido.

Si es perceptible por el oído humano hablamos de **sonido audible**. El instrumento más conocido para medir los cambios en la presión del aire es el barómetro. Los barómetros que miden cambios en la presión que siguen a los cambios de tiempo, son demasiado lentos para las fluctuaciones en la presión causadas por las ondas de sonido. Las sondas de presión no son adecuadas para esta tarea. Un sensor de presión adecuado con la sensibilidad y velocidad de medición correspondiente es el **micrófono**. Las fluctuaciones de presión que se producen con sonidos audibles son muy, muy pequeñas. A una presión normal de 1013 mbar, los cambios en el rango de bar son suficientes para irritar el oído. La enorme sensibilidad del oído humano y el rango dinámico que cubre lo trataremos más adelante.

Longitud de onda/frecuencia

El número de cambios en la presión por segundo se llama **frecuencia** del sonido. Se mide en **Hertzios (Hz)**. La frecuencia del sonido es la responsable del tono **característico**. Los tonos agudos tienen una elevada frecuencia, los tonos graves tienen una baja frecuencia.



Oscilación mecánica

Si desplazamos la esfera desde el medio hasta el lateral y la soltamos empieza a balancearse. El periodo de tiempo que tarda desde que la soltamos hasta que alcanza de nuevo esta posición, se llama **duración del ciclo**. Si la esfera descrita más arriba necesita exactamente un segundo para completar el balanceo, nos referimos a una duración del ciclo de un segundo. La frecuencia sólo es la inversa de la duración del ciclo. O sea:

$$F = \frac{1}{T}$$

Ejemplo: Nuestro péndulo se balancea 7 veces por segundo. La frecuencia del péndulo es por tanto 7 Hz. La duración del ciclo se calcula de la siguiente manera: $1 : 7 = 0.143$ segundos. Por tanto, el péndulo necesita 0.143 segundos para ir y volver.

Cuando las ondas de sonido son producidas por un objeto que vibra, distinto a la esfera antes mencionada, por ej. por un altavoz, podemos oír estas oscilaciones como **sonido**. Las ondas de sonido deben estar en un **rango de frecuencia** de 20 Hz a 20 000 Hz. Al rango de medición de 20 Hz a 20 000 Hz también se le llama **rango audible** del oído humano.

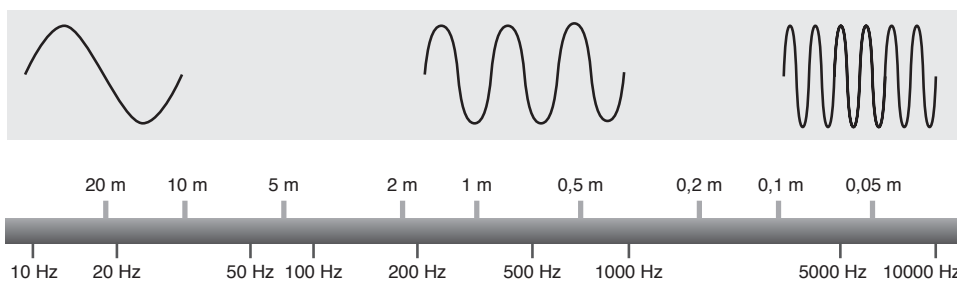
Conocemos por las leyes físicas que el ruido se expande a 344 m/s por el aire. Si conocemos la velocidad y la frecuencia del ruido, podemos calcular su **longitud de onda**. La longitud de onda es la distancia desde un pico de presión al siguiente. La ecuación para el cálculo de las longitudes de onda es simple:

$$\text{Longitud onda } (\lambda) = \frac{\text{Velocidad del sonido}}{\text{Frecuencia}}$$

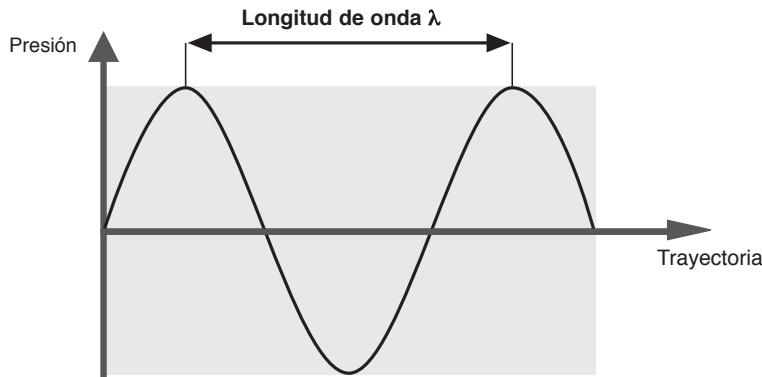
Ejemplo:

$$\frac{\text{Velocidad del sonido} = 344 \text{ m/s}}{\text{Frecuencia} = 250 \text{ Hz}} = 1,376 \text{ m (longitud onda)}$$

Los tonos con alta frecuencia (muchas oscilaciones por segundo) tiene una longitud de onda corta, los tonos con baja frecuencia tienen en consecuencia una longitud de onda larga. Un tono con una frecuencia de 100 Hz tiene una longitud de onda de 3.44 m, un tono de 10 000 Hz tiene una longitud de onda de solo 0.0344 m. Esta longitud de onda tiene un papel importante en la comprobación del sonido. A mayor longitud de onda, más sencillo es que estas ondas de sonido penetren en objetos sólidos como paredes, paneles de ventanas y aislamientos.



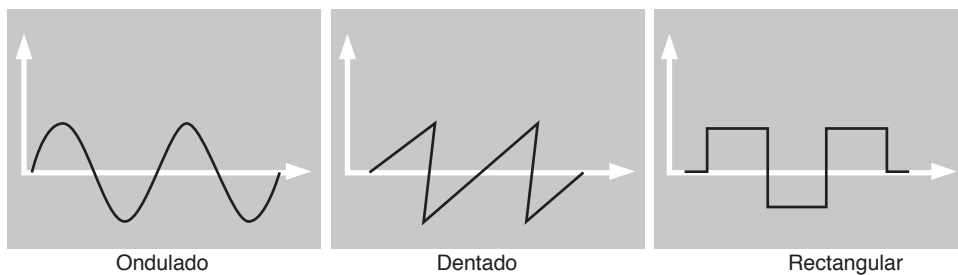
Frecuencia de oscilación



Longitud de onda

Tonos puros/composición de la frecuencia

El sonido con una sola frecuencia se describe como **tono** puro. Los tonos puros son sinusoidales (ver más arriba) y sólo se produce muy raramente. Los tonos puros se producen técnicamente por los llamados **generadores de frecuencia**. En la vida diaria, los sonidos diarios están compuestos por tonos distintos. Incluso el tono individual de un instrumento de música está compuesto de muchos tonos distintos, esto se refiere a formas de onda complicadas (**composición de frecuencia**). Este tipo de composición de frecuencia tiene un efecto sustancial en cómo percibimos el tono. Diferentes tonos y formas de onda hacen que el sonido de un piano sea distinto al de una guitarra o una trompeta. De esta forma, cada voz humana es diferente. Su composición de frecuencia sólo corresponde a la persona que está hablando. Cuando se miden sonidos con un medidor de sonido, raramente medimos un tono individual sino que siempre medimos una **composición de frecuencia**.



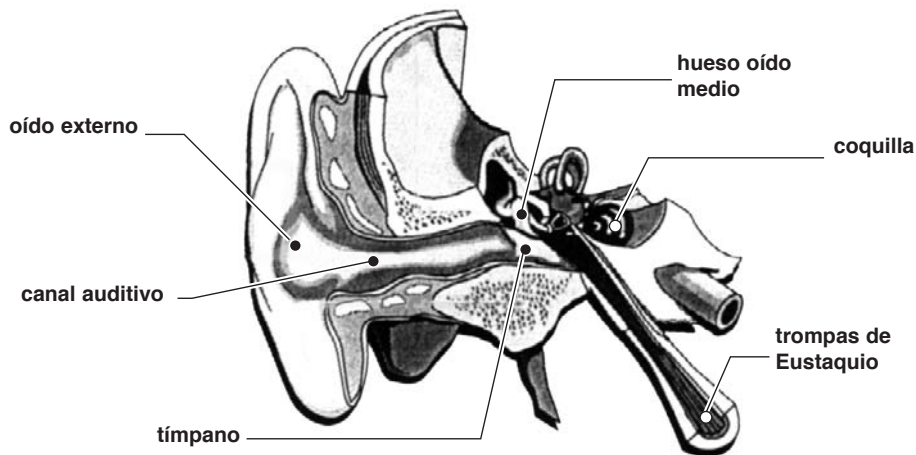
Ejemplos de formas de onda

EL OÍDO HUMANO

El oído humano es el órgano de sentido que corresponde al micrófono del medidor de nivel de sonido. El oído humano es un especialmente preciso "sensor de sonido", especialmente adaptado a las condiciones del entorno.

Estructura

El oído humano está compuesto por tres partes: el **oído externo**, el **oído medio** y el **oído interno**. El oído externo está compuesto por la aurícula y el canal auditivo. La aurícula recoge las ondas de sonido en el aire como un cono y las pasa al canal auditivo del tambor del oído. Detrás del tímpano, que vibra como la piel de un tambor (de aquí su nombre), hay un amplificador. Este amplificador consta de un martillo, un yunque y un estribo. Los tres pequeños huesos del oído tienen el efecto de una palanca de cambio y transmiten las ondas de sonido al órgano auditivo (también llamado coquilla). El órgano auditivo es un conducto con forma de caracol relleno de un líquido, que convierte los impulsos acústicos en impulsos nerviosos eléctricos. Estos se transmiten al cerebro y se procesan.

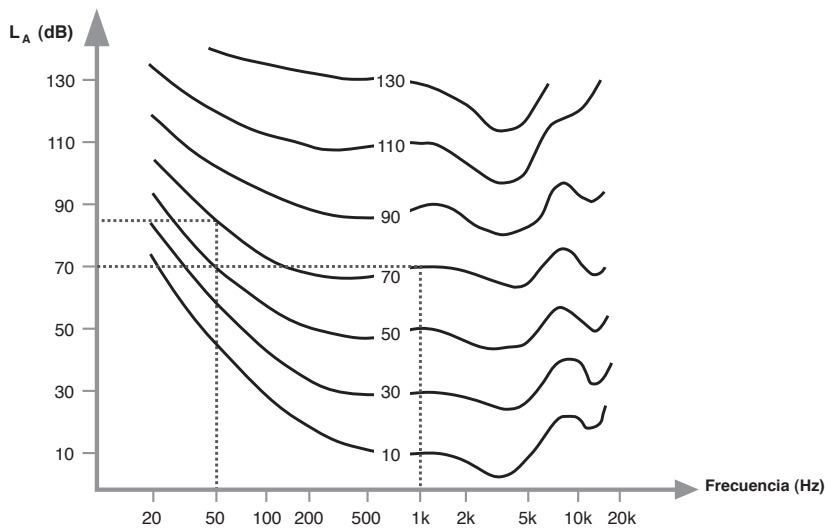


El oído humano



Respuesta a la frecuencia

Como resultado de su adaptación al entorno, el oído no tiene la misma sensibilidad a todas las frecuencias. Los tonos por debajo a 300 Hz y los tonos por encima de 5 000 Hz, por ejemplo, se perciben a la misma presión de sonido que tonos en el rango 1 000 a 3 000 Hz. La sensibilidad subjetiva de un humano en que tan grave es un tono, se describe como **tonalidad**. El tono característico de una televisión tiene una frecuencia de 1 000 Hz. Su nivel de presión de sonido debe ser menor para poderlo percibir como grave que el sonido del motor de un coche, por ejemplo. La sensibilidad del oído en relación al nivel de sonido se describe como **respuesta de frecuencia**.



Curvas del mismo nivel de volumen

El esquema anterior muestra líneas del mismo volumen. Este ejemplo muestra que una frecuencia de 1 000 Hz, un nivel de 70 dB es suficiente para producir el mismo volumen con una frecuencia de 50 Hz a 88 dB.

El oído también tiene una segunda característica. Los sonidos de pulsos, es decir los sonidos más cortos de un segundo, no los percibe el oído tan fuerte como los sonidos permanentes. El martilleo de una máquina de escribir, una impresora o una fotocopiadora es por tanto menos molesto (visto en base absoluta) que el sonido permanente de una máquina de moler con el mismo nivel de sonido. Un medidor de nivel de sonido debe tener en consideración estas particularidades. La **dependencia a la frecuencia** del oído debe tenerse especialmente en consideración.

Sensibilidad

El oído humano es un órgano de sentido extremadamente sensible. El menor ruido detectable por el oído humano produce fluctuaciones de presión del aire de menos de 20 µPa. El ruido más grave que se puede oír sin sufrimiento, corresponde a fluctuaciones de presión de 63 Pa. Esto es una diferencia de 1:3 000 000. Esta diferencia se describe como el **rango de volumen** del oído.

NIVEL DE SONIDO

Como el oído humano tiene un extremadamente amplio rango de volumen, una lista de valores de presión sería inadecuado por datos técnicos. Como resultado pueden resultar números largos y complejos. Para poder expresar el rango completo de fluctuaciones de presión con números manejables, los valores de presión deben sustituirse por valores de nivel.

A menudo se utilizan **valores de escala logarítmica** para obtener una representación clara de grandes rangos de volumen. Se colocan dos números como proporción (división) y se dibuja el logaritmo (logaritmo común). La función logarítmica está disponible en todas las calculadoras científicas. En la tecnología de medición de sonidos, este valor se multiplica por 20, lo que resulta como un número manejable. El nuevo valor se llama **decibelio (dB)**.

El decibelio no es una unidad de medición absoluta. Está más basado en la relación de cualquier unidad de medición en un ajuste de nivel de referencia. El nivel de referencia es 20 µPa en tecnología de medición de sonido. Es el punto de salida o también llamado presión de referencia.

Fórmula general para el cálculo del nivel de presión de sonido:

$$\text{Nivel (dB)} = 20 \times \log \frac{P}{P_{\text{ref}}}$$

P= presión de sonido media

P_{ref}= valor de referencia (20 µPa)



Ejemplo 1: Presión de sonido media: 20 000 μPa
Presión de referencia: 20 μPa

Pregunta: ¿Cuántos dB corresponden con?

$$\frac{20\,000\ \mu\text{Pa}}{20\ \mu\text{Pa}} = 1\,000$$

Respuesta: $\text{Log}_{10}(1\,000) = 3$ $20 \times 3 = 60\ \text{dB}$

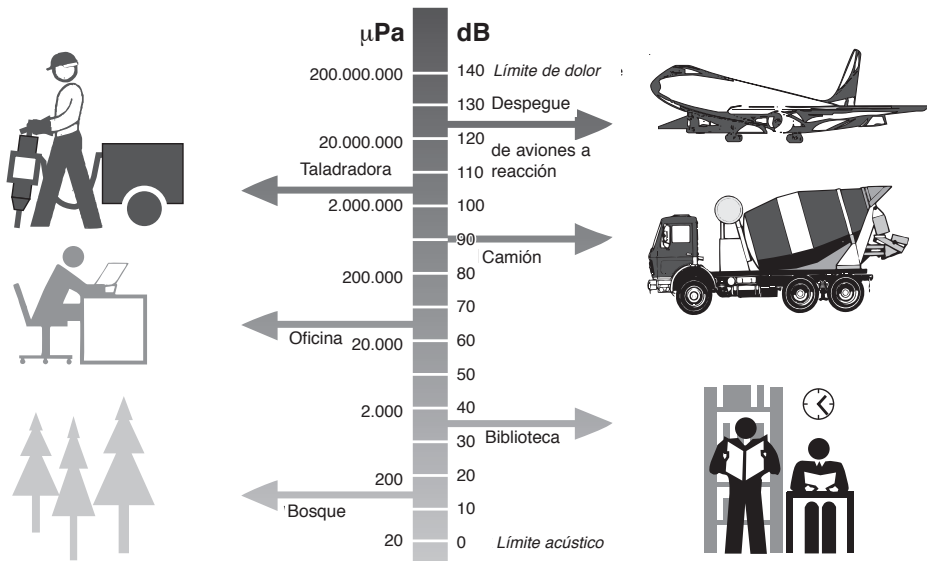
Ejemplo 2: Presión de sonido media: 200 000 μPa
Presión de referencia: 20 μPa

Pregunta: ¿Qué valor de nivel de dB corresponde con?

Respuesta: Nivel = $20 \times \log\left(\frac{200\,000\ \mu\text{Pa}}{20\ \mu\text{Pa}}\right)$

Nivel = **80 dB**

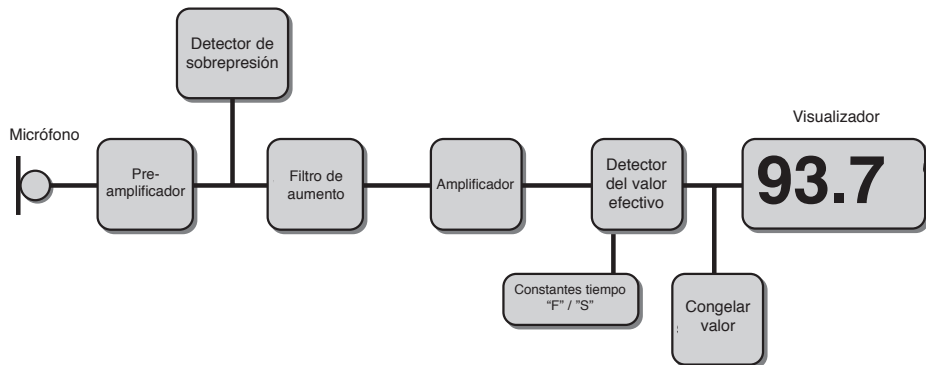
Cada vez se **multiplica** el nivel de sonido en Pascal por 10, añadimos 20 dB al nivel, así 200 μPa se corresponden con 20 dB, 2 000 μPa con 40 dB, 20 000 μPa con 60 dB etc. De esta forma puede visualizarse con mucha claridad el rango completo audible por el oído humano hasta el nivel de dolor.



Escala comparativa - presión de sonido a nivel de sonido

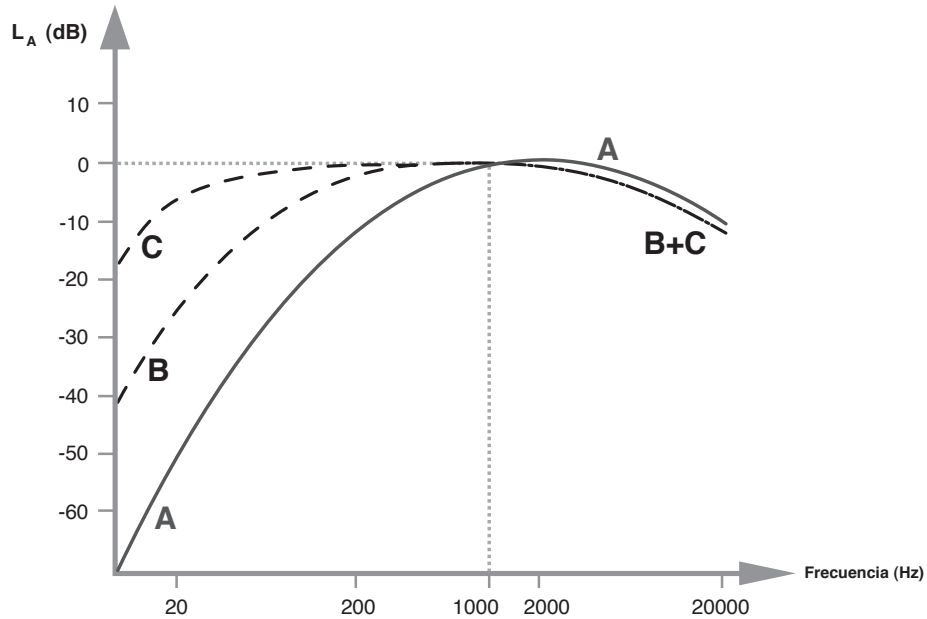
Estructura de un medidor de nivel de sonido

Un medidor de sonido debe estar diseñado de forma que le permita reaccionar como el oído humano en relación a la frecuencia, y visualizar el nivel de sonido en dB. Las ondas de sonido detectadas por un micrófono se transfieren a una red de aumento a través de un pre amplificador. Esta red de aumento garantiza que el instrumento mide ondas de sonido de la misma forma que las percibe el oído humano. Otro amplificador envía la señal a un detector root mean square. Calcula el r.m.s. (voltaje directo a igual potencia) de una señal de corriente alterna adjunta y transfiere este valor al visualizador del instrumento a través del visualizador correspondiente. Con un interruptor especial pueden seleccionarse dos **constantes de tiempo**, lento y rápido. Estas características, que pueden ser suficientes para el medidor de nivel de sonido, están definidas en la directriz internacional DIN IEC 651



Estructura esquemática de un medidor de nivel de sonido

Uno de los elementos más importantes de un medidor de nivel de sonido es la **red de aumento de frecuencia**. Esta red garantiza que el medidor de nivel de sonido se comporta acústicamente de la misma forma que el oído humano. Como no es sencillo utilizar un circuito electrónico para crear una red que corresponda exactamente con el oído humano, esta característica se simula mediante tres curvas internacionalmente estandarizadas. Se conocen como aumento "A", "B" y "C". El aumento "A" procesa una señal de forma que corresponda con una curva inversa con el mismo nivel de sonido, a niveles de presión de sonido bajos. El aumento "B" efectúa lo mismo a niveles medios y el aumento "C" a niveles de presión altos. Una curva especial, también llamada aumento "D", se desarrolló especialmente para medir el ruido de aviones. Ensayos subjetivos (con varios miles de testers) mostraron que el aumento "A" es la curva que corresponde mejor con la sensibilidad de sonido de los humanos. Esto también se refiere como **volumen audible de sonido**. La **curva dB (A)** es la curva de aumento más comúnmente utilizada actualmente en el mundo. Además de una o varias de estas curvas de aumento, también puede enviarse al visualizador una señal sin filtrado para casos especiales. En este caso nos referimos a una medición de nivel de aumento no conocido, que se indica en el teclado con **Lin**.



Curvas de aumento de sonido

El decibelio como unidad de medición

Como un medidor de nivel de sonido visualiza valores logarítmicos, transferidos mediante una red de aumento, es muy importante que esté indicado en todo el valor de nivel. La información "nivel de sonido de 65 dB" sola no nos dice mucho. ¿Se utilizó una medición lineal o dB (A), dB(B), dB (C)? El medidor de nivel de sonido de Testo, testo 816, utiliza el aumento de frecuencia "A". Por lo tanto mide dB (A).

Es muy importante que se respete el rango de medición. Si el nivel de sonido es mayor o menor de este rango, se visualiza una advertencia, "Superior" o "inferior".

El testo 816 cubre un rango desde 30 dB (A) a 130 dB (A). Esto corresponde subjetivamente con el nivel de volumen de sonido de una librería (30 a 40 dB (A)) a la puesta en marcha de un avión a reacción (120 a 130 dB (A)). El límite de dolor de un oído humano está entre 130 y 140 dB. El oído puede resultar dañado permanentemente con niveles de sonido superiores a 140 dB.



TECNOLOGÍA INSTRUMENTO / DIN IEC 651

Aumento frecuencia

Para poder valorar las señales de sonido de forma que corresponda con el canal auditivo humano, se efectúa un aumento de frecuencia. Como se muestra en la figura 9, existen las siguientes curvas de aumento de sonido: A, B, C y D. La DIN IEC 651 contiene una tabla que representa los cambios en nivel con las diferentes curvas de aumento. El aumento A es válido para el testeo 816. A continuación un breve extracto de esta tabla (para varias frecuencias importantes):

Frecuencia nom. en Hz	aumento A	aumento B	aumento C
10	-70,4	-38,2	-14,3
20	-50,5	-24,2	-6,2
50	-30,2	-11,6	-1,3
100	-19,1	-5,6	-0,3
250	-8,6	-1,3	-0,0
500	-3,2	-0,3	0,0
1 000	0,0	0,0	0,0
2 000	+1,2	-0,1	-0,2
2 500	+1,3	-0,2	-0,3
5 000	+0,5	-1,2	-1,3
8 000	-1,1	-2,9	-3,0
10 000	-2,5	-4,3	-4,4
20 000	-9,3	-11,1	-11,2

¿Como deben interpretarse estos valores?

Ejemplo: Un instrumento con la curva de aumento de sonido A muestra 19.1 dB (A) menos, a 100 Hz, que si la señal no se hubiera aumentado. Las tres curvas sólo no se aumentan a una frecuencia de 1000 Hz. Lo que significa que la señal se transmite sin filtrado.

Aumento de tiempo

Para garantizar que la señal se adapta de la mejor forma posible a las fluctuaciones de cambio de tono, en la DIN IEC 651 se han planeado diferentes aumentos de tiempo. En características generales, punto 4.5 puede encontrar:

La señal de frecuencia aumentada es unidirec[t]a y se visualiza, la señal está aumentada en tiempo con la ayuda de una de las características S, F, l y "peak" ("PEAK"). El medidor de nivel de sonido puede ajustarse con varios de estos aumentos de tiempo, pero deben ajustarse con por lo menos uno de los aumentos de tiempo F y S. El aumento de tiempo "peak" permite un valor peak absoluta de una señal acústica. Las constantes de tiempo se estipulan como sigue:

Aumento de tiempo F: constante de tiempo = 125 mS
Aumento de tiempo S: constante de tiempo = 1 000 mS (1 segundo)

Clases de instrumento

Los medidores de nivel de sonido se subdividen generalmente en 4 clases. En principio sólo pueden distinguirse por su exactitud.

Clase 0	Clase 1	Clase 2	Clase 3
± 0.4 dB	± 0.7 dB	± 1.0 dB	± 1.5 dB

Esta información sobre las clases sólo es válida para rangos de temperatura de trabajo de -10 a +50 °C. Los instrumentos que operan en uno de los rangos limitados (ej. 0 a 40 °C) se indican con una L (ej. clase 2L, clase 3L etc.).

En la DIN/IEC 651 puede leerse:

"Debe haber disponible un equipo que pueda utilizarse para control, y si es necesario corregir la calibración del instrumento a una frecuencia de referencia"

Nota: Esto es posible con nuestro calibrador (accesorio).

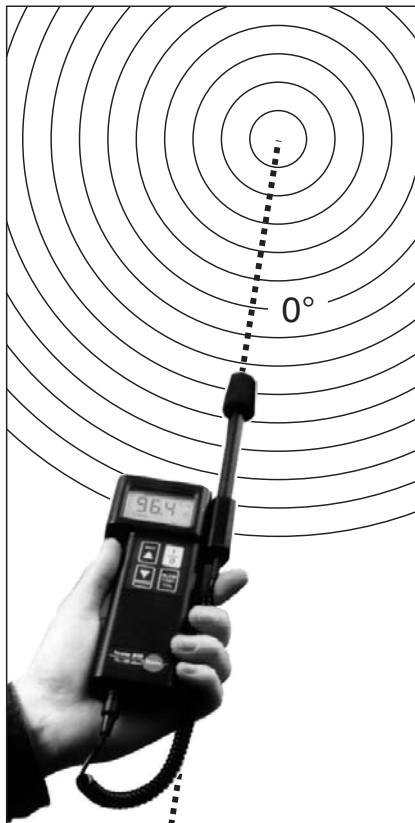
El rango de frecuencia del instrumento de clase 3 cubre de 31.5 Hz a 8 000 Hz.



MANEJO

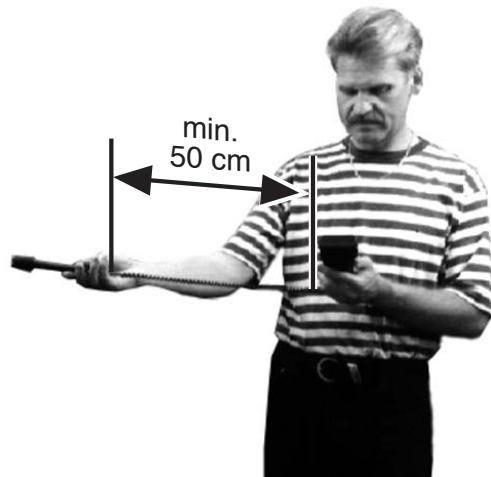
El sonido tiene la molesta característica de reflejarse en las paredes, techo o el cuerpo del usuario. Cuando no se utiliza correctamente, pueden producirse errores de medición. Por lo tanto, deben respetarse ciertos puntos cuando se utiliza un medidor de nivel de sonido.

Manejar el micrófono



De acuerdo con la directriz DIN/IEC, un medidor de nivel de sonido debe estar situado en un ángulo de 0° en relación a la fuente del ruido. Esto significa que el micrófono debe estar orientado directamente hacia la fuente del ruido.

Posicionamiento del micrófono según la DIN/IEC



Manejo del micrófono

La caja del instrumento y la presencia del operador pueden no sólo obstruir el sonido, que venga de una cierta dirección, sino que también puede originar reflejos y por tanto considerables errores de medición. Experimentos efectuados mostraron que a frecuencias de 400 Hz, pueden producirse errores de hasta 6 dB si la medición se realiza a una distancia del cuerpo menor de un metro. Con otras frecuencias este error es menor, aunque debe respetarse una distancia mínima. Es recomendable separar el micrófono por lo menos 30 cm incluso mejor a 50 cm del cuerpo. El testo 816 tiene el micrófono separable. Esto representa una ventaja para el usuario y le permite no colocarse en el campo del ruido sujetando el micrófono con el brazo extendido lateralmente. Así se eliminan los errores por reflexión.

Cuando el micrófono no está separado del instrumento, debe respetarse lo siguiente: el micrófono debe estar colocado en la parte superior de la guía ya que de lo contrario podrían producirse errores por reflejos en la parte superior de la caja del instrumento.



Campo libre/campo difuso

Siempre pueden obtenerse condiciones de medición ideales cuando no hay objetos que obstruyan el campo del ruido. Esta condición puede cumplirse, por ejemplo, al aire libre en la cúspide de una montaña. El micrófono debe colocarse en un soporte y el usuario debe separarse varios metros. Como no hay paredes o techos en las que pueda reflejarse el sonido, queda garantizada una libre difusión del mismo.

Estas condiciones de medición se conocen técnicamente como **campo libre**. En la práctica diaria, los reflejos en techos, paredes u otros objetos pueden ser tan fuertes que no permita mediciones de sonido directa y precisas. Se le llama **campo difuso**.

Los medidores de nivel de sonido se desarrollan normalmente para medir en campo libre. También se garantiza un campo libre si el nivel de sonido cae **6 dB** cada vez la **distancia doble de la fuente**. Este es el caso en la mayoría de habitaciones.

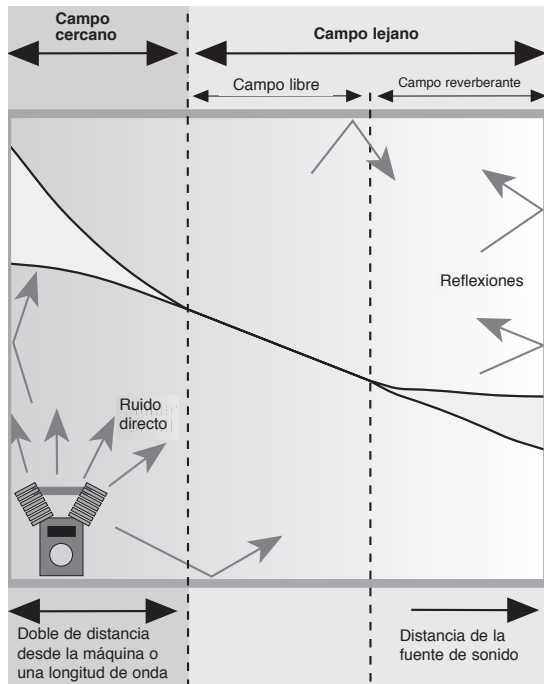
Ejemplo:

Oficinas con carpetas, cortinas y separaciones = campo libre

Sótanos con paredes de cemento, sin muebles, resonante = campo difuso

Error cerca del campo durante la medición

Si necesita medir el nivel de sonido de máquinas, el nivel de presión de sonido puede alterarse considerablemente con un ligero cambio en la posición del medidor de nivel de sonido. Esto se produce muy particularmente a una distancia menor de la longitud de onda de la frecuencia menor, que emite la máquina. El campo en la proximidad inmediata de la fuente de ruido se conoce como **campo cercano**. Deben evitarse, siempre que sea posible, las mediciones en esta área. La distancia debe ser de por lo menos 1 m, incluso mejor 2 m, del origen del ruido. Por ejemplo, en una habitación cerrada, una pared está frente a la fuente de ruido. Testo puede producir reflejos, que produzcan resultados de medición incorrectos. A este cambio también se le llama **campo reverberante**.



Las mediciones con un medidor de nivel de sonido deben efectuarse fuera de un campo cercano. El área fuera del campo cercano (campo libre o campo reverberante) se conoce como **campo de distancia**.

Campo cercano, campo libre, campo reverberante

Calibración

De acuerdo con DIN/IEC 651, sección 4, un aparato debe estar disponible que pueda utilizarse para control, y si es necesario corregir la calibración del instrumento a una frecuencia de referencia. Esto es posible con el calibrador (accesorio) para el test 816. El calibrador produce un tono de alta-constante de 1000 Hz a niveles de 94 dB o 104 dB. 94 dB se utiliza habitualmente como nivel de referencia. El micrófono se inserta en el calibrador, este se pone en marcha (94 dB) y se mantiene presionada la tecla Cal mientras se pone en marcha el instrumento de medición. Las teclas subir/bajar permiten al usuario alterar el nivel, hasta que aparezca en el visualizador 94.0 dB. Se mantiene presionada la tecla Cal hasta que parpadee en el visualizador Lento/Rápido alternativamente. Queda completada la calibración.

El instrumento de medición debería calibrarse antes y después de una medición para poder notar los cambios. La calibración debe efectuarse por lo menos una vez por semana, o dos veces por semana cuando se realizan mediciones con regularidad. Si no se utiliza el instrumento durante periodos largos, debe efectuarse la calibración antes de empezar a medir.



Medición de CO₂ para evaluar el clima de la sala

En los países de habla alemana de Europa aún está en mantillas, en los países escandinavos, EE.UU. y Japón ya está firmemente anclado en la conciencia de los técnicos e ingenieros de climatización y es el tema de multitud de discusiones. Estamos hablando de la medición de CO₂ como base de una regulación de la climatización acorde con las necesidades.

¿Cuáles son los motivos de introducir una nueva magnitud, hasta ahora desconocida, en la tarea diaria de la técnica de medición de climatización y ventilación y hacer que esta magnitud sea junto con la temperatura, humedad, velocidad del aire y presión, un componente firme de las mediciones de aceptación?

En la actualidad, en los grandes edificios, complejos de oficinas, etc., ya no es posible regular el aporte de aire fresco abriendo las ventanas durante breve tiempo. La efectividad de una instalación de acondicionamiento de aire consiste en conseguir, en el momento y en la sala correctos, un clima óptimo desde el punto de vista de la sensación de confort de las personas que se encuentran o trabajan en dicho espacio. Todo esto, naturalmente, bajo condiciones de aprovechamiento máximo de la energía.

¿Cómo se traduce en la práctica?

Si el ahorro de energía se sitúa en primer plano, la consecuencia es una instalación de acondicionamiento de aire orientada hacia un mínimo de intercambio de aire en cada habitación y se opera con una gran proporción de aire recirculante. Naturalmente, bajo tales condiciones, las entradas de aire en las salas deben reducirse al mínimo posible.

Se llega así a cuellos de botella en la aportación de aire "fresco" cuando en las salas ventiladas se encuentran a la vez más personas que el promedio calculado. Entonces se experimenta una sensación de malestar general, acompañada de dificultad de concentración, cansancio y descenso de productividad. Todo esto apunta al problema del "síndrome del edificio enfermo", muy discutido en los países de habla inglesa.

En el segundo caso, el ajuste de la instalación de ventilación está pensado para el máximo de personas posible en las salas. De esta manera se garantiza que siempre se dispondrá de suficiente aire fresco, pero esta situación tampoco resulta confortable, hay "corrientes de aire". Otra consecuencia es que, en promedio, se consume más energía de la necesaria para la situación.

La medición de la cantidad de CO₂ resulta el indicador ideal para determinar si el aire ambiente está gastado y si se debe aumentar o rebajar la proporción de aire fresco en la alimentación. Es decir, el contenido de CO₂ se considera la magnitud con la que se puede saber la calidad del aire de forma directa.

El aire fresco tiene un contenido de CO₂ de aprox. 350 ppm. Partiendo de la base de que una persona que trabaja sentada emite una cantidad de CO₂ de aprox. 20 l/h, en una sala cerrada se produce un aumento de la concentración de CO₂ a pesar de la aportación de aire exterior.

Entrada de aire exterior por persona [m³/h Persona]	Concentración de CO₂ [ppm]
3,8	5000
8,5	2500
14,9	1500
25,6	1000

Tabla:
**Valor de régimen para la
concentración de CO₂ en una
sala, dependiendo de la entrada
de aire fresco**

Estas consideraciones cada vez se tienen más en cuenta en la técnica de regulación, y cada vez mayor número de instalaciones se equipan con convertidores de señal de CO₂ con el fin de adaptar la entrada de aire fresco a las necesidades de cada momento.

El valor MAK para CO₂ es de 5000 ppm.

Para operaciones de regulación de instalaciones técnicas y mediciones de control en salas con número de personas que varía de forma constante, la solución ideal son sondas de CO₂ conectadas con un tabulador electrónico de datos. Pueden realizarse tanto determinaciones al azar como permanentes a lo largo de períodos prolongados de tiempo. Véase texto 454 con sonda para CO₂.

testo

D Generalidades sobre el manejo de aparatos de medición

Antes de utilizarlos, los aparatos de medición deben comprobarse y, en caso necesario, ajustarse de nuevo. En el caso de mediciones relacionadas con ISO 9000, se establece una recalibración reiterada a intervalos definidos. Testo ofrece certificados de calibración para sistemas completos de medición (es decir, indicador y sonda para certificación en el marco de ISO 9000). En especial, existe el acreditado Laboratorio DKD para temperatura y humedad.

- Debe disponerse de suficiente baterías de repuesto para las mediciones. En caso de acumuladores, debe procurarse que estén completamente cargados y que dispongan de suficiente capacidad de almacenamiento.
- Durante las mediciones, debe tenerse en cuenta que la temperatura ambiente se encuentre dentro del intervalo de utilización indicado por Testo. Cuando se transporte el aparato de medición en días fríos de invierno (por ejemplo, en el portaequipajes de un automóvil), debe esperarse el tiempo suficiente hasta que el aparato se encuentre a la temperatura de utilización. Para evitar condensaciones, el aparato debe permanecer en su estuche durante este tiempo de equilibrado de temperatura.
- Si el indicador del aparato muestra fuertes oscilaciones, se recomienda hallar la media, bien anotando el punto medio de las oscilaciones durante un período prolongado, bien calculando la media de una gran número de determinaciones puntuales. En este último caso, también deben protocolizarse los valores individuales que se han utilizado para establecer la media. De esta manera, los resultados de la medición podrán seguirse exactamente en futuras comprobaciones.

Manejo de sondas y sensores

- Si se trata de sondas para medir el caudal de aire, se recomienda de vez en cuando realizar una comparación con sondas de referencia calibradas (que no se utilicen para el trabajo diario y cuya exactitud, en consecuencia, esté garantizada durante largos períodos de tiempo).

Para un control rutinario sencillo se necesita tanto un túnel de viento como sondas de referencia. Para molinetes basta con un soplador suave. La molinetes debe funcionar de forma absolutamente uniforme y sin ruido (zumbido ligero). Una molinetes debe girar de forma uniforme hasta que se para. El balanceo de la rueda de aletas antes de pararse indica que una de las aspas está torcida.

Si la molinetes no gira con un ligero soplido y la puesta en movimiento no se inicia hasta que no se aplican velocidades mayores de aire y lo hace a sacudidas, es señal de que los cojinetes están sucios y deben limpiarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

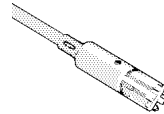
En general, las sondas de caudal térmicas sólo precisan una inspección ocular.

Las comparaciones entre sondas de caudal de tipo distinto, por ejemplo, comparación entre sonda térmica y molinetes, sólo deben realizarse bajo condiciones ideales de caudal. Estas condiciones deben ser lo más parecidas posible en la comparación, es decir, medición en flujo laminar, medición en chorro libre y no en túnel.

El coste de una medición exacta de comparación es notable y precisa de amplia instalación técnica (túnel de viento y sistema de referencia). En la práctica, la exactitud reflejada y garantizada en la documentación juega sólo un papel secundario. En el trabajo diario, la exactitud y significación de los resultados de las mediciones viene determinada, exclusivamente, por el correcto manejo del aparato de medición y la adecuada selección del punto de medida.

- Con las sondas de temperatura de superficies basta con un control visual.

Debe controlarse de forma ocasional la rotura del sensor en las sondas de banda en cruz o de superficie de tubo (con bandas de termoelemento laminadas de forma elástica)



La exactitud de la sonda de temperatura para aire o de inmersión no resulta crítica siempre que ésta se utilice según las instrucciones de Testo.

- Por lo general, los sensores de humedad no precisan mantenimiento; existe un equipo de control y comparación para las ocasionales tareas de este tipo que se precisen.
- El cero de las sondas de presión diferencial debe ajustarse antes de cada medición (véase descripción del aparato). Para evitar sobrecargas, las mediciones deben iniciarse con la sonda de mayor intervalo de medida. A continuación, cuando la presión ya se conoce con aproximación, pueden realizarse determinaciones más precisas con una sonda con menor intervalo de medición.

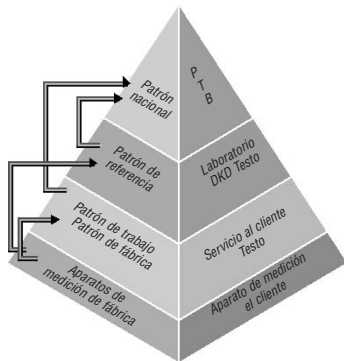


E Calibración de laboratorios Testo acreditados

REQUISITOS DE ISO 9001

Los sistemas de garantía de calidad, como ISO 9000, por ejemplo, establecen exigencias muy altas para los medios de prueba y medición destinados a procesos de desarrollo y control.

Además de definir las necesarias especificaciones para los aparatos y métodos de prueba, la norma establece lo siguiente:



1. Calibración periódica

2. Trazabilidad o métodos de medición estandarizados. Debe garantizarse que las desviaciones del aparato (por ejemplo, de los medios de medición utilizados en producción) se comparan con un patrón nacional. Esta comparación puede tener lugar a través de diferentes etapas (véase figura de la izquierda).

3. Certificado de calibración

Documentación de la exactitud del aparato y la sonda.

SOLUCIONAMOS SUS TAREAS DE CALIBRACIÓN

Calibramos desde hace años. Todas las calibraciones se realizan en el marco de DKD o como calibración de fábrica según DIN ISO 10012.

El laboratorio de calibración acreditado por DKD para temperatura, el primer laboratorio mundial DKD para humedad y el laboratorio DKD para caudal hacen de Testo uno de los principales proveedores de servicios de calibración.

DKD: temperatura, humedad, caudal, presión, tensión, corriente y frecuencia.

ISO: temperatura, humedad, caudal, presión, revoluciones, tensión, corriente, frecuencia, nivel de ruido, intensidad de luz, gases de escape.

Informe de calibración

Se entregan protocolos de calibración gratuitos con casi todos los aparatos de medición Testo. Estos protocolos documentan, en el momento de la entrega, la exactitud del aparato de medición y la calidad Testo.

Certificado de calibración ISO

Para mediciones en el marco de ISO 9001 se precisa el certificado de calibración ISO para el sistema completo (= aparato de medición + sonda).

Certificado de calibración DKD

Si se solicita, se puede entregar el certificado de calibración DKD, que proporciona una seguridad absoluta incluso ante los Tribunales.



F Glosario de términos técnicos

Patrón de trabajo

Aparato de medición de referencia destinado al uso diario.

Resolución

La resolución es la variación más pequeña de la magnitud medida que puede detectarse con un aparato de medición; no tiene nada que ver con la exactitud.

Aparatos de medición de fábrica

Son aparatos de medición destinados a medir bajo las duras condiciones de operación de la fábrica.

Calibración (oficial)

Se trata de la comprobación oficial de un sistema de medición, y sólo puede efectuarla el Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) (Departamento Federal de Calibración y Medición).

Longitud de montaje

La longitud de montaje es cualquier longitud alcanzada por el termómetro cuando éste se monta en un recipiente, tubería, horno, etc.

Límite de error

El límite de error indica los límites entre los que un valor medido puede desviarse con respecto al valor correcto. Los límites de error se deben, principalmente, a desviaciones sistemáticas que tienen su origen, en gran parte, en oscilaciones inevitables durante la fabricación del aparato de medición.

Inseguridad total de medición en la calibración

La inseguridad total de medición es la suma de todas las inseguridades en la calibración. Puede simplificarse dividiendo la inseguridad total en tres componentes: la inseguridad del termómetro de referencia, inseguridad del error del método de calibración, incluyendo captación de la medida, e inseguridad (inestabilidad) de la muestra o probeta.

Ajustar

Ajustar se define como regular un sistema de medición de forma que presente la mínima desviación posible. Debe actuarse sobre el sistema.

Calibrar

Calibrar significa obtener y documentar la desviación efectiva de un sistema de medición con respecto al patrón (nacional). Con ello no se actúa sobre el sistema.

Capacidad de calibración

Los sistemas de medición deben satisfacer determinados requisitos, entre ellos que su tipo y construcción sean adecuados para realizar calibraciones. La capacidad de calibración depende de la geometría, de las características eléctricas y mecánicas y de la estabilidad durante períodos prolongados.



Boletín de calibración (certificado de calibración)

En el boletín de calibración se documentan los resultados de la calibración y se describen los métodos utilizados para ello, las referencias empleadas y las condiciones marco durante la calibración.

Ciclo de calibración

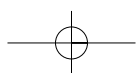
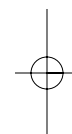
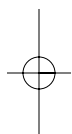
El ciclo de calibración indica cada cuanto tiempo debe repetirse una calibración. Se basa en la frecuencia y en la dureza de las condiciones de uso del medio de medición en cuestión.

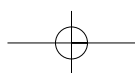
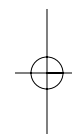
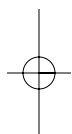
Recalibración

La recalibración es la calibración que se repite al cabo de un tiempo determinado.

Trazabilidad

El término trazabilidad (traceability) describe el proceso por el que los valores obtenidos por un aparato de medición pueden compararse, a través de uno o varios pasos, con el patrón nacional para la magnitud en cuestión. En cada uno de estos pasos se compara un aparato de medición con un patrón, cuya desviación de medición, a su vez, se determina mediante calibrado contra un patrón de rango superior.







Instrumentos **testo** S.A.

Zona Industrial, c/B, nº2
08348 Cabriels (Barcelona)
Tel. 93 7 53 95 20
Fax 93 7 53 95 26
e-mail: info@testo.es
<http://www.testo.es>

0885.0453/dk/R/08.2003