

NTP 729: Diseño de dispositivos de información visual

Conception des dispositifs de signalisation visuelle
Visual displays design

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactor:

Alfredo Álvarez Valdivia
Ingeniero industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Los dispositivos de información visual presentan información sobre el estado de un sistema. Es habitual que estén acompañados de un mando para que se pueda controlar el sistema en función de la información mostrada. Aunque la tendencia actual es la de utilizar pantallas de visualización de datos, los clásicos dispositivos analógicos son todavía ampliamente utilizados. Un correcto diseño de estos dispositivos facilitará que la información sea aprehendida por el usuario evitando errores, confusiones y descuidos.

Introducción

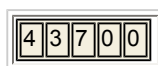
Los dispositivos de información son instrumentos que sirven para presentar información que puede variar a lo largo del tiempo, con objeto de transmitirla al operador de forma visible, audible o discernible al tacto. Usualmente, muestran el valor de una magnitud, el resultado de una medición o el estado de una situación.

De entre estos dispositivos, los visuales son los que exponen la información de forma que es aprehendida a través de la visión.

Tradicionalmente, los dispositivos de información visual se han clasificado en tres grupos:

- Dispositivos de información numéricos: son dispositivos en los que la información se presenta mediante un código numérico. El mecanismo de actuación sobre los números puede ser tanto mecánico como electrónico. Por ejemplo, el cuentakilómetros del coche tanto si se trata de una rueda de números como de una pantalla electrónica de cristal líquido. (Fig. 1)

Figura 1
Dispositivo numérico



- Dispositivos de información alfanuméricos: son dispositivos en los que la información se presenta mediante una combinación de letras y números. Al igual que antes, el mecanismo puede ser tanto mecánico como electrónico. Por ejemplo, las pantallas de visualización de datos son dispositivos alfanuméricos.
- Dispositivos de información analógicos: son dispositivos en los que la información sobre el estado del sistema se presenta mediante una longitud, un ángulo u otra dimensión, ya sea a través del desplazamiento de un índice, la longitud de una barra o cualquier otra dimensión visual. A diferencia de los dos anteriores, suelen ser dispositivos mecánicos. Por ejemplo, el marcador de velocidad clásico de un coche o un manómetro en una industria química. (Fig. 2)

Figura 2
Dispositivo analógico




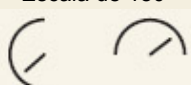

Tradicionalmente, los dispositivos más utilizados habitualmente han sido los analógicos pero en los últimos años los dispositivos alfanuméricos, en especial las pantallas de visualización de datos, se han convertido en la opción más frecuentemente utilizada.

Otro criterio de clasificación depende de si existe o no un mando de control asociado al dispositivo. Cuando existe un control, entonces el usuario puede actuar sobre el sistema a partir de la lectura del dispositivo; mientras que en los casos en que no existe control asociado, el dispositivo tiene una función meramente informativa. Es recomendable elegir el tipo de dispositivo en función de la tarea que se deba realizar. La UNE EN 894-2 clasifica las tareas en tres grupos principales:

- Lectura de un valor medido. Es una tarea de percepción para tener conocimiento de un valor concreto que muestra el dispositivo. La velocidad de variación de la información presentada debe ser pequeña de forma que permita una observación precisa. En dispositivos numéricos la frecuencia debe ser inferior a 2 Hz.
- Lectura de verificación. Consiste en comprobar, mediante una mirada rápida, que el valor mostrado en el dispositivo está dentro de un determinado rango.
- Control de las variaciones de un valor medido. Se trata de una tarea habitual en el control de procesos y consiste no en observar un determinado valor sino en observar la evolución de dicho valor a lo largo del tiempo.

De acuerdo a esta clasificación de tareas, la UNE-EN 894-2 recomienda la utilización de los dispositivos de información visual de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1
Elección del dispositivo de información visual en función de la tarea

TIPO DE DISPOSITIVO		TAREA DE PERCEPCIÓN			
		LECTURA DE UN VALOR MEDIDO	LECTURA DE VERIFICACIÓN	CONTROL DE VARIACIONES EN UN VALOR MEDIO	COMBINACIONES DE TAREAS DE PERCEPCIÓN
DISPOSITIVO NUMÉRICO		Recomendado	No adecuado	No adecuado	No adecuado
DISPOSITIVO ANALÓGICO	Escala de 360° 	Aceptable	Recomendado	Recomendado	Recomendado
	Escala de 270° 	Aceptable	Recomendado	Recomendado	Recomendado
	Escala de 180° 	Aceptable	Recomendado	Recomendado	Recomendado
	Escala de 90° 	Aceptable	Recomendado	Aceptable	Aceptable
	Escala lineal: - Vertical - Horizontal	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Algunos dispositivos de información visual tienen una fuente de luz interna que lo ilumina en aquellas situaciones en las que se requiere la atención del usuario porque el cambio en la variable que monitorizan es importante. De esta forma, pueden clasificarse en dos grupos:

- Dispositivos activos: aquellos dispositivos que pueden emitir una señal luminosa para advertir al usuario de un cambio importante.
- Dispositivos pasivos: aquellos que no son emisores de luz.

Los dispositivos analógicos pueden presentar diferentes formas y utilizar diferentes mecanismos para reflejar el valor de la variable que miden. Por ello, pueden clasificarse en cuatro grupos principales:

- Circulares y de sectores de índice móvil. Son recomendados para lecturas cualitativas (lecturas de verificación). Son preferibles los circulares a los de sectores aunque, por contrapartida, ocupan más espacio. (Fig. 3)
- Escalas horizontales y verticales de índice móvil. También están indicados para lecturas cualitativas, aunque no proporcionan tanta información como los dispositivos circulares y de sectores. Sin embargo, suelen ocupar poco espacio. (Fig. 4)
- Circulares y de sectores de índice fijo. Son especialmente útiles para aquellas situaciones en las que no es necesario visualizar la escala completa. (Fig. 5)
- Escalas horizontales y verticales de índice fijo. Su característica principal es que pueden utilizar escalas con un rango de valores muy amplio ya que es posible utilizar escalas largas que quedan recogidas detrás de la ventana del instrumento. (Fig. 6)

Figura 3
Dispositivo circular y de sector de índice móvil

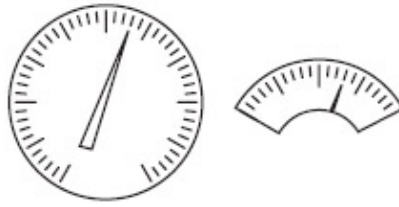


Figura 4
Escala vertical y horizontal de índice móvil

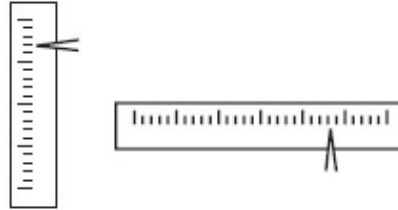


Figura 5
Dispositivo circular y de sector de índice fijo

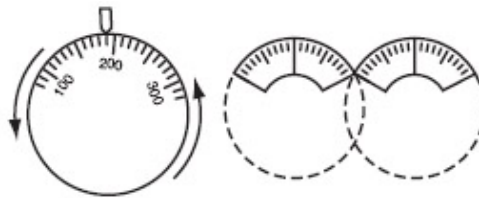
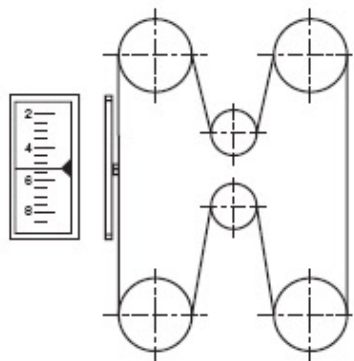


Figura 6
Escala vertical de índice fijo



Consideraciones generales

Tanto en situaciones normales como de emergencia debe ser posible visualizar la información que presenta el dispositivo. Es por ello que deben utilizarse contrastes elevados y debe reducirse la posibilidad de confusión entre dispositivos (ya sea mediante formas, colores, marcas o cualquier otro medio). Es importante que el dispositivo sea visible desde cualquier postura que el trabajador pueda adoptar.

La elección del tipo de dispositivo de información que se va a utilizar (analógico, alfanumérico o numérico) deberá realizarse en función del objetivo de la tarea y del tipo de información que se deba transmitir. En aquellas situaciones en las que se agrupen varios dispositivos bien sea por motivos de lectura integrada o por motivos de detección de desviaciones, hay que poner especial atención para evitar posibles confusiones entre ellos.

Cuando se utilizan dispositivos de información pasivos, es recomendable que el nivel de iluminación no sea inferior a 200 lux., que es el nivel recomendado para tareas con exigencias visuales moderadas en el Real Decreto 486/97.

Se recomienda utilizar una representación en positivo: caracteres y símbolos negros sobre fondo blanco. La relación de contrastes entre el dispositivo y el entorno deberá ser superior a 3:1 pero inferior a 10:1. Es recomendable seguir las indicaciones de la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo en temas de equilibrio de luminancias, control del deslumbramiento, control de los reflejos y direccionalidad de la luz.

Diseño de símbolos

Se entiende por símbolos el conjunto de letras, números, pictogramas o una combinación de estos elementos, utilizados para caracterizar las graduaciones de un dispositivo de información o como medio de identificar el dispositivo propiamente dicho.

La norma UNE-EN 894-2 recomienda utilizar, para letras y números, formas sencillas y familiares, de forma que se evite la posibilidad de confusión entre caracteres (por ejemplo, B con 8, 6 con 5...). Por este motivo, los dispositivos de diodos luminiscentes de siete segmentos (LED o LCD), sólo son aceptables si su utilización se restringe a la representación de números. Las dimensiones mínimas de los caracteres podrán ser de 5x7 y 7x9 puntos (la UNE-EN 29241-3 también establece estas dimensiones mínimas), aunque preferentemente deben utilizarse de mayor tamaño. Cuando se utilicen pictogramas, su forma debe ser simple y deben ser fácilmente identificables e interpretables por los usuarios.

La misma norma establece que el ángulo de visión (α en la figura 7) debe estar comprendido, preferentemente, entre 18' y 22' (minutos de arco), aunque se consideren como aceptables aquellos valores que están en el margen que va de 15' a 18'. Finalmente, afirma que valores de α inferiores a 15 no son aceptables. Es interesante comparar estos valores con los recomendados para las pantallas de visualización de datos. La norma UNE-EN 29241-3 establece los requisitos para las pantallas de visualización de datos. Dicha norma recomienda una altura de carácter comprendida entre 20' y 22'. Así mismo, establece que en ningún caso se deberán utilizar alturas inferiores a 16' (de forma que nunca se obtengan distancias de visualización inferiores a 400 mm). Estos valores están muy por encima del límite de resolución de la visión humana, situado en 5'. En la figura 8 se representan estos valores.

Figura 7
Distancia de visualización (d), altura del carácter (h) y ángulo de visión (α)

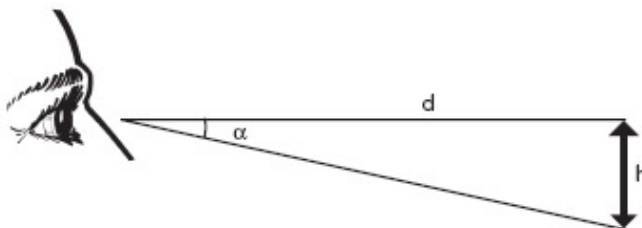
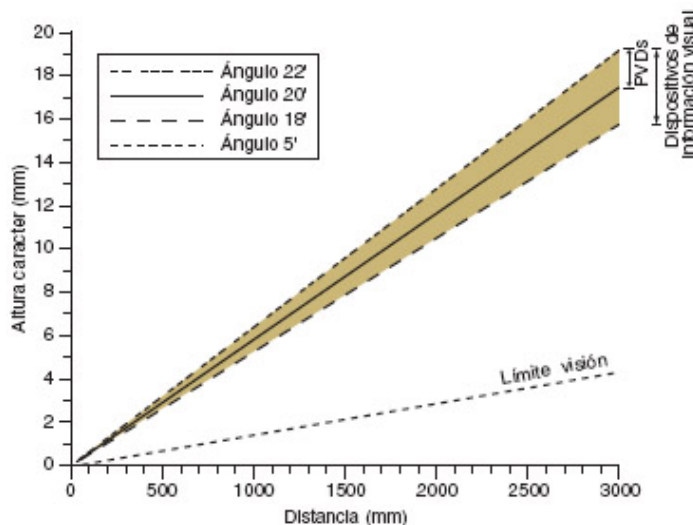


Figura 8
Valores de ángulo de visión recomendados por la UNE-EN 894-2 y la UNE-EN 29241-3 para dispositivos de información visual y pantallas de visualización respectivamente



Para utilizar la información del gráfico de la figura 8, deben seguirse los siguientes pasos:

- Medir la altura del carácter en el dispositivo.
- Trazar una línea horizontal sobre el gráfico correspondiente a dicha altura.
- La distancia mínima de visualización viene dada por la intersección con la línea de 18' (según la UNE-EN 894-2) o con la línea de 20' (UNE-EN 29241-3).
- La distancia máxima de visualización viene dada por la intersección con la línea de 22'.

En cuanto a la anchura del carácter, la UNE 894-2 recomienda que deberá situarse entre el 60% y el 80% de su altura. Cuando la superficie del dispositivo sea curva o el eje de visión sea oblicuo entonces podrá utilizarse un rango de anchuras comprendido entre el 80% y el 100% de la altura del carácter. Valores de anchura inferiores al 50% de la altura no son adecuados. De nuevo, los valores que recomienda la UNE-EN 29241-3 son ligeramente diferentes: entre el 70% y el 90% de la altura del carácter. Finalmente, la norma UNE-EN 894-2 también considera el espesor de trazo. En la tabla 2 se establecen tres grados de adecuación diferentes para cada tipo de dispositivo de información. Se recomienda espaciar las letras adecuadamente (entre un 20% y un 50% de la anchura del carácter) así como las palabras (de 1 a 1,5 veces la anchura del carácter).

Tabla 2
Espesor de trazo según la UNE 894-2

Espesor de trazo en % de la altura de carácter			
Tipo de dispositivo	Representación en positivo ⁽¹⁾	Representación en negativo ⁽²⁾	Grado de adecuación
DISPOSITIVO DE INFORMACIÓN ACTIVO	De 17 a 20	De 8 a 12	Recomendado
	De 14 a < 17	De 6 a < 8 y de > 12 a 14	Aceptable
	De 12 a < 14	De 5 a < 6 y de > 14 a 15	Aceptable con condiciones ⁽³⁾
DISPOSITIVO DE INFORMACIÓN PASIVO	De 16 a 17	De 12 a 14	Recomendado
	De 12 a < 16	De 8 a < 12 y de > 14 a 16	Aceptable
	De 10 a < 12 y de > 17 a 20	De > 16 a 18	Aceptable con condiciones ⁽³⁾

(1) Representación en positivo: caracteres oscuros sobre fondo claro.

(2) Representación en negativo: caracteres claros sobre fondo oscuro.

(3) En condiciones de visión especialmente favorable.

En este aspecto, la norma 29241-3 es menos específica y sólo recomienda que la anchura de trazo esté situada entre el 8% (1/12) y el 16% (1/6) de la altura del carácter.

Diseño de escalas

Al hablar de escalas, deben tenerse presentes los siguientes conceptos (figura 9):

- Rango de escala: es la diferencia numérica entre el valor mínimo y máximo de la escala.
- Intervalo numérico: es la diferencia numérica entre dos números contiguos de la escala.
- Intervalo de graduación: es la diferencia numérica entre dos graduaciones de escala.

Figura 9

Ejemplo de escala en la que el rango (a) es 40, el intervalo numérico (b) es 10 mientras que el intervalo de graduación (c) es 1



Antes de escoger una escala adecuada para un dispositivo visual, debe tenerse en cuenta la precisión necesaria para la tarea que se va a desarrollar. En la figura 10, se puede observar una misma escala con diferentes tipos de precisión. En general, es preferible utilizar escalas con la mínima precisión requerida para la tarea; es decir, debe evitarse una "sobrepresión".

Figura 10

Escalas con diferente precisión

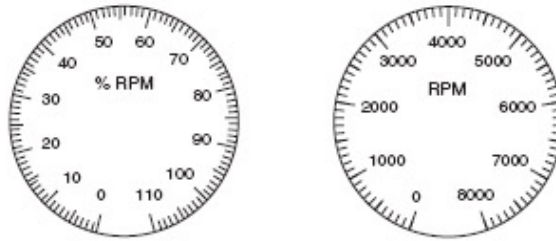


Además, el dispositivo debe proporcionar al usuario, siempre que sea posible, la información en las unidades adecuadas de forma que no sea necesario hacer conversiones posteriores. Por ejemplo, en la figura 11 se muestra un mismo dispositivo con diferentes unidades de escala: en la situación de la derecha se muestra la velocidad en valor absoluto, mientras que en la izquierda la velocidad se muestra como porcentaje del valor máximo. En esta situación es preferible la escala porcentual porque:

- No se necesita memorizar qué valores concretos corresponden a valores máximos o peligrosos.
- Contiene menos dígitos para su lectura.
- Los porcentajes son los mismos en todos los dispositivos.

Figura 11

Diferentes unidades de escala para un mismo dispositivo



En la figura 12, se muestran diferentes ejemplos de escalas recomendadas. En sentido horizontal se representan tres intervalos numéricos: 1, 2 y 5. Así mismo, también se incluyen los múltiplos que resultan de multiplicar cada uno de los anteriores intervalos numéricos por 10 y por 100. En vertical se representan los intervalos de graduación, que son 1, 2 y 5 así como los múltiplos resultantes de aplicar los factores 0,1 y 10 a cada intervalo. Por ejemplo, la escala situada en la esquina superior izquierda (celda 1, 1) tiene tres posibles rangos: 2, 20 o 200; el intervalo numérico puede ser 1, 10 ó 100 y, finalmente, el intervalo de graduación es 0,1, 1 ó 10. Situación de los ceros, índices y rango

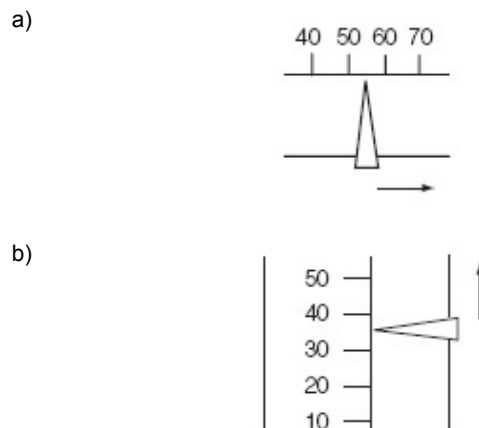
Figura 12
Escalas recomendadas en función del intervalo numérico y de graduación

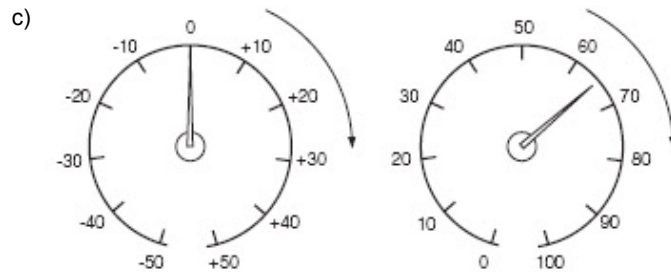


Las escalas deben diseñarse de forma que un aumento en los valores de la escala esté indicado por un movimiento del índice en alguno de los siguientes sentidos:

- Movimiento de izquierda a derecha en escalas horizontales. (Fig. 13-a)
- Movimiento de abajo a arriba en escalas verticales. (Fig. 13-b)
- Movimiento en el sentido de las agujas del reloj en escalas circulares o de sectores. (Fig. 13-c)

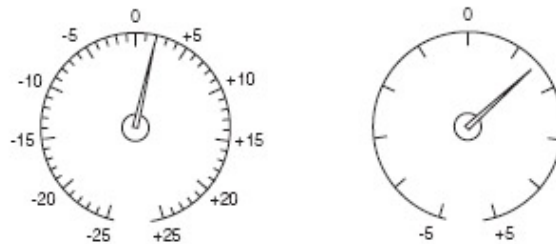
Figura 13
Movimiento del índice





El rango de la escala debe corresponderse con los valores que se van a medir. Por ejemplo, si los valores a medir están comprendidos entre -5 y 5, entonces un rango de -25 a 25 resulta inadecuado. (Fig. 14)

Figura 14
La escala de la izquierda es inadecuada cuando se quieren medir valores entre -5 y 5



Para el índice, es recomendable tener presente:

- Debe ser lo suficientemente largo para alcanzar, pero no sobrepasar, la línea de base de la escala.
- Deberá estar situado lo más cerca posible de la superficie del dispositivo de forma que se minimicen los errores de paralaje. En escalas circulares puede ser útil rebajar el centro.
- Los caracteres se situarán en la escala de forma que no sean ocultados por el índice. Además, deberán escribirse en vertical.
- El extremo del índice más cercano a la línea de base de la escala, deberá ser puntiagudo.

Dimensiones

Las dimensiones de los trazos de la graduación de la escala deberán cumplir la norma UNE-EN 894-2 (ver figura 15) y se muestran en la tabla 3 para diferentes niveles de iluminación. Los valores en milímetros están calculados para una distancia de lectura de 70 cm.

Figura 15
Dimensiones de la graduación de la escala

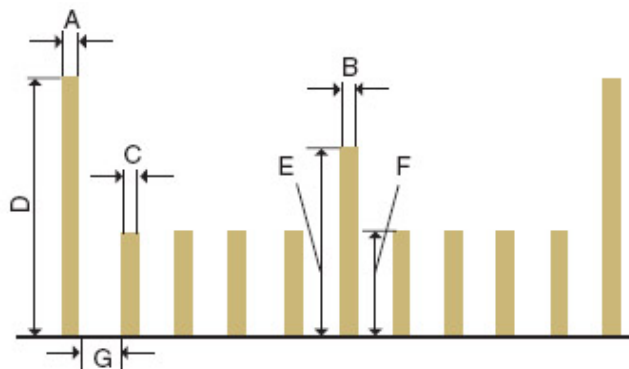


Tabla 3
Dimensiones de la graduación de la escala

		Nivel de iluminación alto/normal		Nivel de iluminación bajo < 100 lux	
		Minutos de arco	mm	Minutos de arco	mm
A	Espesor de trazo de graduación principal	1.5	0.3	4.5	0.9
B	Espesor de trazo de graduación intermedia	1.5	0.3	3.5	0.7

C	Espesor de trazo de graduación menor		1.5	0.3	3	0.3
D	Altura de trazo de graduación principal		24	4.9	24	4.9
E	Altura de trazo de graduación intermedia		18	3.7	18	3.7
F	Altura de trazo de graduación menor		12	2.4	12	2.4
G	Distancia mínima entre trazos de graduaciones adyacentes	Sin división o 2 divisiones	4	0.8	6	1.2
		5 divisiones	12	2.4	12	2.4

Cuando la distancia de lectura es diferente a 70 centímetros, entonces debe utilizarse la siguiente expresión para transformar los valores de ángulo en valores de longitud:

$$x = d \cdot \text{tg } \alpha/60$$

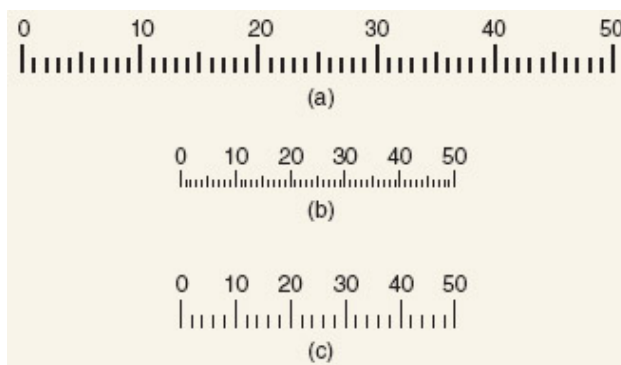
Siendo x las dimensiones A-G de la tabla, d la distancia de visualización y α el ángulo de visión en minutos de arco. Las unidades de x e d deben ser las mismas: si d está en mm entonces se obtendrá x también en mm.

Graduación

En general, es recomendable que no haya más de nueve subdivisiones en un intervalo numérico. No deberá haber más de cuatro trazos intermedios entre dos trazos de graduación principal ni más de cuatro trazos menores entre dos intermedios. Los trazos de graduación menor deben indicar valores de 1, 2, 5 o múltiplos decimales. Debe evitarse la interpolación entre trazos de graduación menor.

En la figura 16 se representan tres graduaciones diferentes para una misma escala. La opción (a) es la preferible siempre y cuando haya espacio suficiente. En caso contrario es preferible tener trazos de graduación menor con valores no enteros, como en la escala (c), que tener trazos de graduación prácticamente ilegibles.

Figura 16
Representación de una escala con graduaciones diferentes



Es preferible tener una escala abierta, sin líneas horizontales que unan los trazos de graduación principal (figura 17).

Figura 17
Escoger siempre escalas abiertas



Bibliografía

1. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización.
INSHT, Madrid, 1998. 54 p.
2. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.
INSHT, Madrid, 1998. 57p.
3. ONCINS DE FRUTOS, MARGARITA
NTP 241: Mandos y señales: ergonomía de percepción.
Colección Notas Técnicas de Prevención. INSHT, Madrid.
4. IVERGARD, TONI.
Design of information devices and controls.
En: Karwowski, Waldemar; Marras, William S. The occupational ergonomics handbook. Boca Raton, FL.: CRC Press, 1999. p. 97-137.

5. **UNE-EN 29241-3:1994**. Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD). Parte 3: requisitos para las pantallas de visualización de datos.
 6. **UNE-EN 894-2:1997**. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: dispositivos de información.
-