

# Un punto de encuentro para el TC 4 y el TC 213

En cuanto se publique la nueva versión de la norma ISO 492, las tolerancias dimensionales de los rodamientos y los sistemas ISO de límites y ajustes pasarán a tener una plataforma común: las normas ISO GPS para tolerancias dimensionales.

**LAS CONOCIDAS SIGLAS** GPS son el acrónimo inglés de Sistemas de Posicionamiento Global, pero también hacen referencia a las especificaciones geométricas de productos, y designan concretamente un avanzado sistema de tolerancias según las normas ISO/TC 213. El TC213 es el Comité Técnico de la ISO para especificaciones y verificaciones dimensionales y geométricas de productos. El ISO/TC 4 es el Comité Técnico de la ISO para rodamientos.

Normalmente, en los planos técnicos, la especificación geométrica de un producto define la forma (geometría), dimensiones y superficie que debe tener una pieza para asegurar su funcionamiento óptimo, y también las variaciones en torno a los valores óptimos en las que sigue desempeñando su función satisfactoriamente [1]. Además, el GPS es el lenguaje técnico estandarizado para expresar las características funcionales de la pieza en base a los requisitos técnicos.

El título de este artículo hace referencia a un simposio celebrado en septiembre de 2008 en Viena [2] con un objetivo que no habría sido posible hace 100 años: que los especialistas en rodamientos y los

expertos en GPS armonizaran sus sistemas de tolerancia y sus filosofías. Esto se manifestó claramente en el caso de las expresiones específicas sobre las tolerancias de forma y excentricidad de los rodamientos; por ejemplo, no fue posible utilizar la norma ISO 1101 [3] para cumplir los estándares de estos productos.

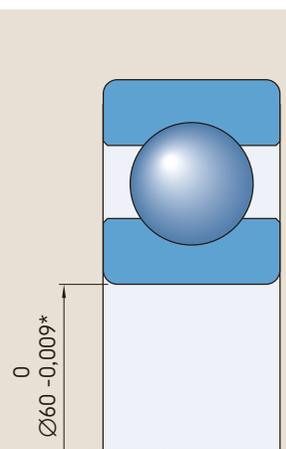
En cuanto a las tolerancias dimensionales, concretamente las del agujero y diámetro exterior, no está claro si los rodamientos siguen las normas generales de tolerancia dimensional. Por ello, este artículo se centra en las tolerancias especiales del agujero y del diámetro exterior de los rodamientos.

## Tolerancias especiales

Al principio, los expertos en normalización de tolerancias de rodamientos intentaron aplicar ciertas clases de tolerancia fuera del sistema de límites y ajustes (ISO 286-1 [4] e ISO 286-2 [5]). Esta idea fue posteriormente desechada debido a que se hizo evidente que los rodamientos precisaban unos principios de tolerancia especiales, ya que los aros de los rodamientos son piezas flexibles. Por lo tanto, las clases de tolerancia de los rodamientos se codifican, por ejemplo, como P6 o

P5, que no corresponden a ninguna clase de tolerancia de la ISO 286.

En las figuras 1 y 2 aparece la misma indicación del rango de tolerancia básica, con límites superior e inferior. Como es natural, los valores de tolerancia son diferentes con el fin de conseguir un cierto ajuste entre el aro interior del rodamiento y el eje, pero existe una diferen-



**Fig. 1: Rodamiento con dimensión y tolerancia del diámetro de agujero.**

\*) Característica de tolerancia  $\Delta_{dmp}$  según la ISO 492

cia importante cuando se tienen en cuenta las pertinentes normas ISO 492 [6] para rodamientos y las normas ISO 286-1 e ISO 286-2 para el eje.

En concreto, la diferencia surge de:

- la indicación de los límites de desviación de los diámetros promediados (tradicionalmente denominados “diámetros medios”) y aplicación del principio de independencia en el agujero y diámetro exterior de los rodamientos, en contraposición con
- la indicación de los límites de desviación del diámetro (límites superior e inferior reales) y aplicación del requisito de envoltura para diámetros de eje y asiento de soporte.

Esto no es visible en todos los detalles de las figuras 1 y 2, pero debe tenerse cuidadosamente en cuenta.

### Indicación de límites de desviación en diámetros promediados y principio de independencia de los rodamientos

Las normas de tolerancia dimensional de los rodamientos se basan en el principio de que sus aros normalmente son piezas flexibles; es decir, que se deforman durante el montaje en el eje o en el soporte, y forman desviaciones que se compensan en un cierto grado.

En este contexto no es necesario tener en cuenta cada diámetro individual, sino considerar un diámetro promediado, es decir,  $(d_{\max} + d_{\min})/2$ , que probablemente será el diámetro relevante al montar el aro en un eje cilíndrico rígido.

Esto se tiene en cuenta en la versión actual de la norma de rodamientos ISO 492 y se expresa mediante tolerancias de desviaciones de diámetros medios (hoy denominados “diámetros promediados”) y variación independiente de diámetros.

Estos son, en detalle:

- desviación del diámetro de agujero medio en un único plano radial ( $\Delta_{dmp}$ )
- desviación del diámetro exterior medio en un único plano radial ( $\Delta_{Dmp}$ )

- variación del diámetro de agujero en un único plano radial ( $V_{dsp}$ )
- variación del diámetro exterior en un único plano radial ( $V_{Dsp}$ )
- variación del diámetro de agujero medio ( $V_{dmp}$ )
- variación del diámetro exterior medio ( $V_{Dmp}$ )

Por ello, resulta lógico analizar independientemente las desviaciones dimensionales y de forma. Desde el punto de vista GPS esto sigue el principio de independencia, que se describe en la ISO 8015 [7], es decir: “Por defecto, cada especificación GPS de una característica o relación entre características deberá cumplirse independientemente de otras especificaciones.” (fig. 3).

### Indicación de límites de desviación de diámetro y requisito de envoltura en diámetros de eje y soporte

En este caso deben tenerse en cuenta todos los diámetros existentes, y el valor de estos debe situarse entre los límites superior e inferior.

El requisito de envoltura tiene en cuenta desviaciones dimensionales →

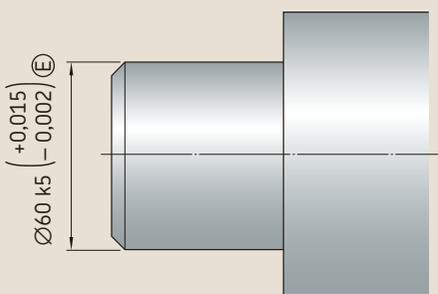


Fig. 2: Tolerancia de eje: Extremo de eje con dimensión y tolerancia del diámetro de eje.

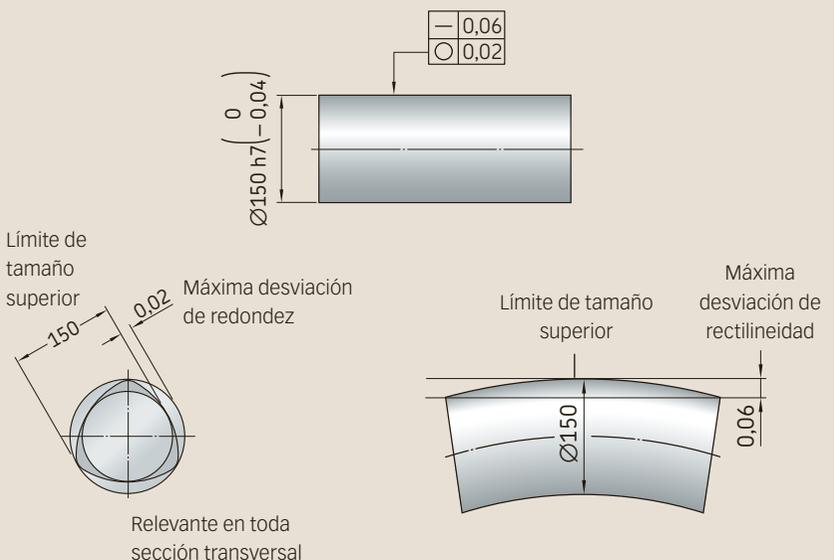


Fig. 3: Principio de independencia.

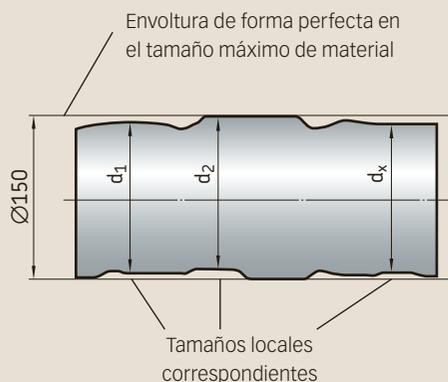


Fig. 4: Requisito de envoltura en un diámetro exterior.

nales y de forma en un contexto. Básicamente, esto se recomienda en casos de ajustes de transición e interferencia (normalmente aplicados a ajustes de rodamiento en ejes/soportes), ya que mantiene un cierto control entre las desviaciones dimensionales y de forma, lo cual es necesario para proporcionar la calidad del ajuste.

El requisito de envoltura se expresa mediante dos requisitos funcionales, es decir:

La superficie de la característica cilíndrica no deberá extenderse más allá de la envoltura de forma perfecta en el tamaño de material máximo (límite de tolerancia superior en diámetros exteriores y límite de tolerancia inferior en diámetros de agujero).

Ningún tamaño local real deberá ser inferior al límite de tolerancia inferior en diámetros exteriores, y al límite de tolerancia superior en diámetros de agujero (fig. 4).

Esto es relevante para cualquier tipo de desviación (fig. 5).

El requisito de envoltura se incluyó en versiones anteriores de la ISO 286-1 e ISO 286-2, es decir, se recurrió al requisito de envoltura en cualquier caso de referencia con un código de tolerancia H7.

Las versiones actuales de la ISO 286-1 e ISO 286-2 ya no se basan en el requisito de envoltura.

En consecuencia, debe indicarse mediante el símbolo adicional  $\textcircled{E}$  según la ISO 14405-1.

El requisito de envoltura  $\textcircled{E}$  es un modificador de especificaciones de la ISO 14405-1.  $\textcircled{E}$  se aplica principalmente en el contexto con ajustes de interferencia y transición para mantener el estado de las normas ISO 286 antiguas donde esto se indicaba por defecto. Existen más posibilidades para especificar las tolerancias en diámetros de ejes y soportes, por ejemplo, diámetros de circunferencia o área, que pueden describir mejor la función de un ajuste.

### Nuevas indicaciones de tolerancia GPS

La base para las indicaciones de tolerancia dimensional en características cilíndricas puede encontrarse en la ISO 14405-1 [8]. La indicación del tamaño por defecto según esta norma es el tamaño de dos puntos, que se define como la distancia entre dos puntos opuestos tomados en la característica de tamaño en cuestión. Para un diámetro, este tamaño de dos puntos puede denominarse “diámetro de dos puntos”. Esta indicación por defecto se expresa con el símbolo  $\textcircled{LP}$ , pero no es necesario mostrarla en un plano.

En junio de 2007, antes del simposio, ISO/TC 4 (el Comité técnico de ISO para rodamientos) decidió convertir las tolerancias de los rodamientos en símbolos y definiciones GPS (ISO/TC 213).

Esta decisión fue aceptada por todos los miembros del comité de ISO/TC 4 bajo la condición previa de que debían conservarse las características de tolerancia típicas de rodamientos (por ej., desviación de diámetros medios). Por entonces, el sistema ISO GPS no incluía símbolos para expresar diámetros medios.

Por tanto, fue necesario actualizar el sistema ISO GPS, y en el caso de las tolerancias dimensionales

ISO/TC 4 pedía la inclusión de algunos modificadores de especificaciones adicionales en la ISO 14405-1, es decir:

$\textcircled{SD}$  para tamaños promediados, correspondiente al tradicional término de rodamientos “diámetro medio”

$\textcircled{SR}$  para gamas de tamaños, correspondiente al tradicional término de rodamientos “variación de diámetros”

Estos modificadores se incluyen ahora en la ISO 14405-1 y pueden usarse, además de los valores de tolerancia, para expresar las definiciones de rodamiento correspondientes, es decir:

$\textcircled{SD}$  ACS para  $A_{dmp}$  y  $A_{Dmp}$

$\textcircled{SR}$  ACS para  $V_{dsp}$  y  $V_{Dsp}$

$\textcircled{SD}$  ACS  $\textcircled{SR}$  para  $V_{dmp}$  y  $V_{Dmp}$

ACS (cualquier sección transversal) ya podía obtenerse en la ISO 14405-1 y corresponde al tipo de rodamiento “en un solo plano radial”.

La figura 6 muestra una indicación de plano correcta.

Actualmente se está revisando la ISO 492. Ya se ha acordado expresar las especificaciones de tolerancia diametral de los rodamientos mediante las especificaciones y los modificadores básicos ISO GPS. En esta revisión participan varias personas de SKF y su publicación está prevista para finales de 2013.

### Ventajas de la aplicación de las especificaciones de tolerancia dimensional ISO GPS

Es evidente que las indicaciones de tolerancia de la fig. 6 son más detalladas que las de la fig. 1, pero la gran diferencia es que ya no es necesario remitirse a los detalles, como sucedía en la ISO 492 y en otras normas específicas de rodamientos, debido a que toda la información detallada se expresa

directamente mediante modificadores de especificaciones según la ISO 14405-1. Esta es una gran ventaja para los usuarios de planos de rodamientos, debido a que ya no es preciso conocer todos los detalles de las normas de rodamientos.

Ver directamente la especificación necesaria solamente supone una ventaja cuando se aplican las especificaciones de tolerancia dimensional ISO GPS, pero las normas en cuestión abarcan detalles adicionales que son importantes para evitar confusiones e interpretaciones erróneas, en especial durante las mediciones.

Uno de estos detalles es la asociación, es decir, cómo limitar la auténtica forma de una característica respecto a características geométricas ideales claramente definidas, como por ejemplo el eje recto o cilindros.

Se dispone de diferentes métodos de asociación. El cilindro máximo circunscrito o cilindro mínimo-cuadrático son solo algunos de estos métodos. Debido a que los distintos métodos dan resultados diferentes en la determinación de las características geométricas ideales, es necesario acordar un método específico para asegurar, por ejemplo, resultados de medición reproducibles.

En las normas ISO GPS se han estandarizado los métodos de asociación comúnmente usados y, en cuanto se aplican las normas pertinentes, se recurre a estos métodos por defecto en la especificación. En la especificación solo se han de incluir explícitamente los métodos divergentes.

La ISO 14405-1, y la subsiguiente ISO 14660-2 [9], definen el método mínimo-cuadrático como método de asociación de tamaño de dos puntos por defecto (fig. 7). ●

Por Hans Wiesner, experto en especificaciones geométricas de productos, SKF Group Technology Development – Standards & Practices, Austria

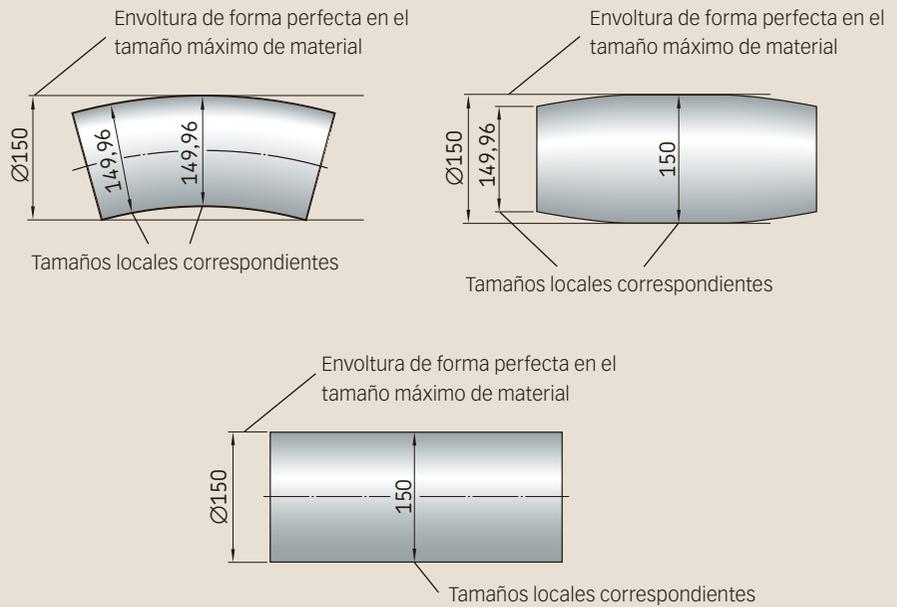


Fig. 5: Requisito de envoltura en desviaciones de forma diferentes en un diámetro exterior.

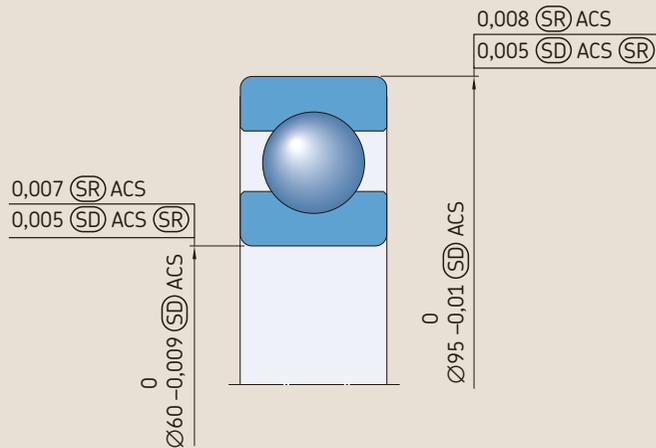


Fig. 6: Indicaciones de tolerancia ISO GPS para diámetros de rodamiento.

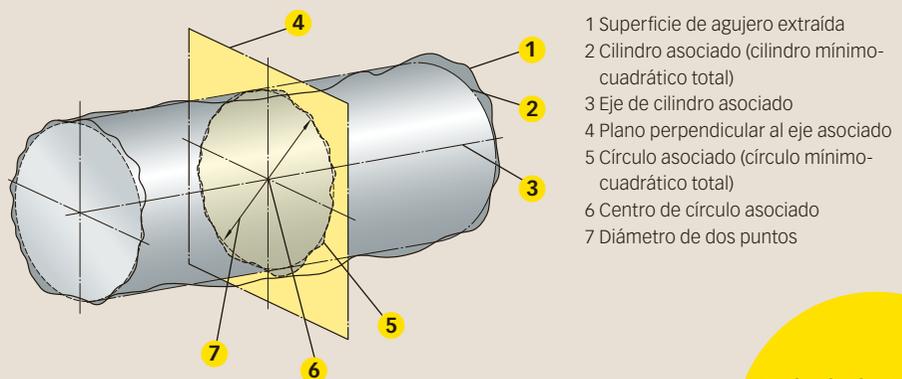


Fig. 7: Asociación de tamaño de dos puntos en un cilindro.

En la siguiente página puede ver un resumen de este artículo y las referencias empleadas

## RESUMEN

Las especificaciones de tolerancia de los rodamientos son especiales y solo pueden comprenderse si se tienen en cuenta todos los detalles de la norma ISO 492. Esto ha tenido relevancia durante más de 100 años. En cuanto se publique la nueva versión de la norma ISO 492, las tolerancias dimensionales de los rodamientos y los sistemas de límites y ajustes de la ISO se podrán basar en la misma plataforma, es decir, en las normas ISO GPS de tolerancias dimensionales.

Esto supondrá una gran ventaja para los usuarios de especificaciones de rodamientos, debido a que ya no será preciso conocer todos los detalles de la norma de tolerancia específica de rodamientos ISO 492. En consecuencia, los planos serán más completos y menos ambiguos.

### Referencias

- [1] ISO/TR 14638 “Geometrical product specification (GPS) – Masterplan.”
- [2] ON-V 41, “Rolling bearings TC4 meets GPS TC 213 – Proceedings of Vienna 2008-09-09 Symposium,” 1st edition 2008, Austrian Standards plus Publishing.
- [3] ISO 1101, “Geometrical product specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out.”
- [4] ISO 286-1, “Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits.”
- [5] ISO 286-2, “Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts.”
- [6] ISO 492, “Rolling bearings – Radial bearings – Tolerances.”
- [7] ISO 8015, “Geometrical product specifications (GPS) – Fundamentals – Concepts, principles and rules”
- [8] ISO 14405-1, “Geometrical product specifications (GPS) – Dimensional tolerancing – Part 1: Linear sizes.”
- [9] ISO 14660-2, “Geometrical product specification (GPS) – Geometrical features – Part 2: Extracted median line of a cylinder and a cone, extracted median surface, local size of an extracted feature.”