

Fig. 3: Especificación de anchura de aro interior de un rodamiento rígido de bolas con valor de especificación por defecto.

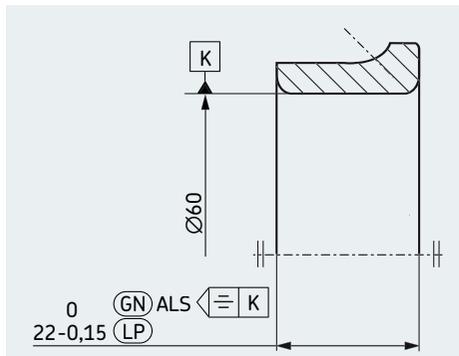


Fig. 4: Aro interior de rodamiento de bolas de contacto angular con especificación.

indicarse después del límite de la desviación (fig. 4).

Sin embargo, en el caso de valores por defecto, es necesario considerar todos los detalles que se presentan en las normas ISO GPS relevantes. Esto puede dar como resultado una cantidad de información exhaustiva. Ver *Evolution* #3 2012 [7] sobre las tolerancias de un diámetro de agujero de rodamiento.

Mirando otra vez la fig. 2 y, en especial, los detalles de las tolerancias dimensionales, siempre pueden identificarse modificadores próximos a los valores de tolerancia.

En el ejemplo de la especificación del aro interior (fig. 4) se demostrará la necesidad de contar con indicaciones complejas para evitar ambigüedades originadas por:

- la geometría básica del aro;
- desviaciones geométricas producidas durante la fabricación;
- orientación no definida de ALS (cualquier sección longitudinal);
- desviaciones locales de las caras del aro.

### La geometría básica del aro

Los aros de los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular son asimétricos. Esto significa que no se puede medir la distancia entre dos puntos en los aros simétricos de la misma manera que se haría en un rodamiento rígido de bolas, porque solamente las zonas del aro que tienen material en el lado opuesto permiten medir la distancia entre dos puntos (fig. 5).

### La ambigüedad:

Si se especifica una distancia entre dos puntos, no se tendrá en consideración la parte de la cara grande del aro interior próxima al resalte, y si se producen desviaciones de forma orientadas hacia el exterior del material, no se detectará la anchura funcional del aro en función de la situación de montaje (fig. 6).

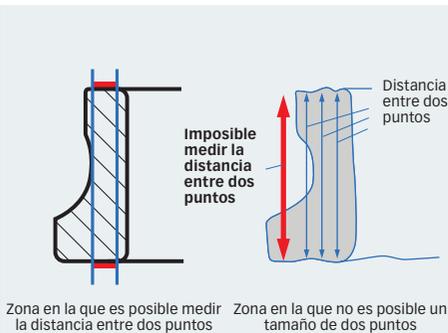


Fig. 5: Distancia entre dos puntos en un aro asimétrico.

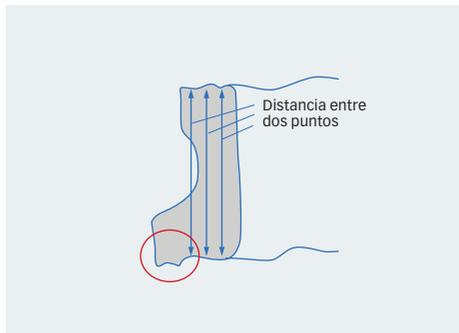


Fig. 6: Desviación de forma fuera de la zona entre dos puntos.

### La complejidad

Ahora las normas ISO 199:2014 e ISO 492:2014 incluyen símbolos ISO GPS. No obstante cuando se indican las características relevantes en una ilustración del producto, como un rodamiento rígido de bolas de contacto angular, el resultado es un plano bastante complejo (fig. 2).

La complejidad debe considerarse en dos niveles:

- El nivel 1 se basa sencillamente en el número de características de la GPS. Este tipo de complicación puede limitarse fácilmente mediante una lectura por partes.
- El nivel 2 se basa en la necesidad de hacer una especificación de tolerancias inequívoca y transformar los requisitos funcionales del componente en especificaciones GPS.

En algunos casos, no se pueden ver todas las especificaciones en un

mismo plano porque las que aparecen por defecto son las incluidas en las normas ISO GPS.

### Ejemplo:

En las características de tolerancia dimensional (por ej., de un cilindro), la distancia entre dos puntos según ISO 14405-1 es el valor por defecto. Por tanto, el modificador LP para una distancia entre dos puntos no deberá indicarse cuando se aplique para límites de desviación superiores e inferiores. Esto tiene relevancia, por ejemplo, al especificar la anchura de aro en un rodamiento rígido de bolas con aros simétricos (fig.3).

### Nota:

Si se aplica la medida de distancia entre dos puntos sólo para uno de los dos límites de desviación especificados, el modificador LP deberá

La solución:

Aplicación de  $\text{GN}$ , tamaño circunscrito mínimo según la norma ISO 14405-1.  $\text{GN}$  es un tamaño global, es decir, tiene en cuenta la plena extensión de caras grandes y pequeñas de aros interiores (fig. 7).

### Desviaciones geométricas producidas durante la fabricación

Los aros tienden a deformarse (combarse) después del tratamiento térmico. Esta desviación de forma persiste tras el rectificado y otras etapas de fabricación. Si bien el aro queda plano al fijarse a la máquina herramienta, después de soltarlo vuelve a quedar comado. Este fenómeno sólo puede compensarse aplicando un tratamiento térmico adicional de larga duración entre las operaciones de rectificado y/o añadiendo etapas de rectificado.

No obstante, los aros son flexibles y quedan planos al montarse y fijarse axialmente al eje.

La ambigüedad:

Si se aplicara  $\text{GN}$  en el aro total, el resultado de la medición no reflejaría la situación real al estar montado (fig. 8).

La solución:

$\text{GN}$  se aplica en  $\text{ALS}$  (cualquier sección longitudinal) conforme a la norma ISO 14405-1 y, por tanto, sólo tiene relevancia en líneas de intersección formadas por el plano  $\text{ALS}$  y las caras reales del aro. Esto significa que deja de serlo en toda la extensión de las caras (fig. 9).

### Orientación indefinida de ALS

La ambigüedad:

$\text{ALS}$  podría orientarse de diferentes formas, por ej. incluyendo el eje del agujero, el diámetro del resalte u orientarse perpendicularmente a la cara grande del aro.

La solución:

$\text{ALS}$  se orienta para incluir el eje del agujero, debido a que se usa generalmente como dato para controlar otras características de GPS del aro interior.

En el plano, el modificador  $\text{K}$  debe añadirse al lado de  $\text{ALS}$  (fig. 4). Este modificador simboliza el plano de intersección. Por ahora esto sólo se incluye en la norma ISO 1101 [8] de tolerancia geométrica, pero la norma ISO 14405-1 se está revisando e incluirá también planos de intersección. El símbolo de simetría en el primer compartimento del símbolo indica que el plano de intersección debe incluir un dato, según se determina en el segundo compartimento. En base a éste, el eje del agujero debe definirse como un dato (figs. 4 y 10).

En consecuencia, las líneas paralelas que definen el tamaño circunscrito mínimo están orientadas simétricamente al eje del agujero.

### Desviaciones locales de las caras del aro

La ambigüedad:

$\text{GN ALS} \text{ K}$  no puede tomar en consideración desviaciones locales en dirección hacia el interior del material (fig. 11).

Estas desviaciones pueden conducir a un ajuste inapropiado entre la cara del aro y la cara del resalte del eje, lo que podría ocasionar, por ejemplo, corrosión por contacto.

La solución:

$\text{GN ALS} \text{ K}$  se aplica solamente en el límite superior de tolerancia. Para el límite inferior de tolerancia se especifica la distancia medida entre dos puntos.

En este caso es necesario indicar el modificador  $\text{LP}$  debido a que se aplica solamente en el límite inferior de tolerancia.

### Especificación del tamaño final

0  $\text{GN ALS} \text{ K}$   
22 -0,15  $\text{LP}$

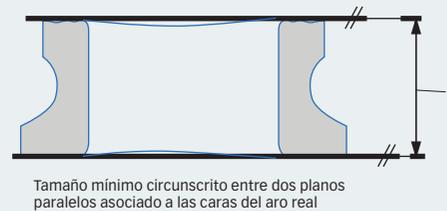


Fig. 7:  $\text{GN}$  aplicada en un aro asimétrico.



Fig. 8:  $\text{GN}$  aplicado en un aro comado.

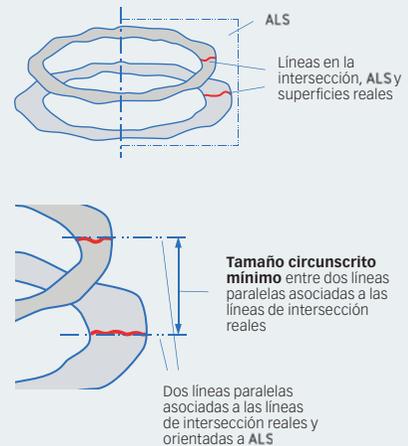


Fig. 9: Líneas de intersección construidas por el plano ALS y las caras del aro real.

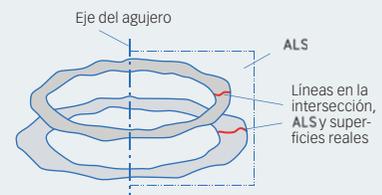


Fig. 10: ALS incluyendo el eje del agujero.

Descripciones según ISO 492:2014:

$\text{GN ALS} \left[ \begin{array}{c} \text{=} \\ \text{K} \end{array} \right]$

desviación de un tamaño circunscrito mínimo de anchura de aro interior entre dos líneas opuestas, en cualquier sección longitudinal que incluya el eje de agujero del aro interior, partiendo de su tamaño nominal;

$\text{LP}$

desviación de un tamaño de dos puntos de anchura de aro interior partiendo de su tamaño nominal.

Aunque parezca una paradoja,  $\text{GN ALS} \left[ \begin{array}{c} \text{=} \\ \text{K} \end{array} \right]$  también puede describirse con sencillez; puede imaginarse como un calibre. En un calibre hay dos líneas paralelas que deben desplazarse a las caras del aro y orientarse en un **ALS** para obtener el tamaño circunscrito mínimo (fig 12).

Entonces, alguien podría preguntarse: ¿por qué se necesita una especificación tan compleja?

Una respuesta válida: mida con un calibre; las operaciones adecuadas se hacen intuitivamente en base a la capacidad y pericia de la persona que realiza la medición. Sirviéndose de otro equipo, compare los resultados de la medición. Verá que nada puede hacerse intuitivamente y que todos los aspectos de la medición deben basarse en una especificación completa y exenta de ambigüedades.

La desviación en anchura en aros asimétricos sólo es un ejemplo de todas las características de las normas ISO 199:2014 e ISO 492:2014.

Otro caso especial es la especificación de desviación sobre rodamientos montados, en donde se indican los modificadores de la especificación según ISO/TS 17863 [9] a fin de asegurar que se mantengan unidos los componentes móviles de una disposición de roda-

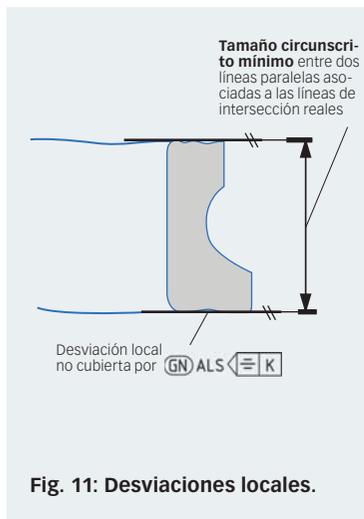


Fig. 11: Desviaciones locales.



Fig. 12: Es como un calibre.

mientos. En otro caso se producirían ambigüedades, por ejemplo, en la holgura radial o axial.

Además es preciso explicar esta y otras especificaciones.

Para ello, SKF ofrece un módulo de e-learning sobre todas las características de ISO 199:2014 e ISO 492:2014 en [skf.com](http://skf.com). ●

#### Autor:

**Hans Wiesner**, experto en Especificaciones geométricas del producto (GPS), Desarrollo de tecnología del Grupo SKF – Normas y prácticas, Austria

#### Referencias

- [1] ISO 199 Rodamientos – Rodamientos axiales – Especificación geométrica del producto (GPS) y valores de tolerancia
- [2] ISO 492 Rodamientos – Rodamientos radiales – Especificaciones geométricas del producto (GPS) y valores de tolerancia
- [3] ISO 1132-1 Rodamientos – Tolerancias – 1ª parte: Términos y definiciones

[4] ISO 286-1 Especificaciones geométricas del producto (GPS) – Sistema de códigos ISO de tolerancias en tamaños lineales – 1ª parte: Bases de tolerancias, desviaciones y aprietes

[5] ISO 286-2 Especificaciones geométricas del producto (GPS) – Sistema de códigos ISO de tolerancias en tamaños lineales – 2ª parte: Tablas de clases de tolerancias estándar y desviaciones límite en agujeros y ejes

[6] ISO 14405-1 Especificaciones geométricas del producto (GPS) – Fijación de tolerancias dimensionales- 1ª parte: Tamaños lineales

[7] SKF *Evolution* #3 2012 – Tecnología – Los rodamientos TC 4 cumplen con GPSTC 213

[8] ISO 1101 Especificaciones geométricas del producto (GPS) – Fijación de tolerancias geométricas – Tolerancias de forma, orientación, ubicación y desviación

[9] ISO/TS 17863-1 Especificaciones geométricas del producto (GPS) – Fijación de tolerancias geométricas de montajes

#### Resumen

Siempre hay una base para cualquier metodología compleja, pero es necesario explicarla, al igual que pasa con las indicaciones en los planos. De este modo, la desventaja de unas indicaciones demasiado complejas puede convertirse en una ventaja: especificaciones completas en las que las ambigüedades se han reducido a un mínimo.