

Convirtiendo Ideas en Realidad

Una visión global de

GPS

Una herramienta
para ahorro de costes

Primera Edición
2005

Especificaciones
Geométricas
de Producto

Per Bennich y Henrik Nielsen

Traducción al español de María Ana Sáenz Nuño
y Héctor Gonzáles Muños

GPS – Especificaciones Geométricas de Producto y el sistema de la matriz GPS

Sinopsis

GPS es el lenguaje internacional de símbolos para expresar tolerancias en dibujos técnicos. Es el único lenguaje disponible mundialmente para comunicar requisitos geométricos en dibujos técnicos. El GPS se desarrolla a través de la cooperación de más de 60 países y se documenta en las normas ISO publicadas por la Organización Internacional de Normalización. GPS es un desarrollo natural del tolerado tradicional, o Geometrical Dimensioning and Tolerancing, GD&T como se conoce en Estados Unidos de América. Lo que se ha agregado son definiciones con mucho mayor detalle en los requisitos. El beneficio potencial es la reducción en el coste de fabricación del 15%, y el tiempo de retorno de la inversión en formación y actualización de la documentación puede ser menor a 2 años.

Para obtener estos beneficios es necesario formar no sólo a los diseñadores, sino a todo el personal que emplea GPS para expresar e interpretar los requisitos geométricos. También es necesario formar a los diseñadores en el procedimiento adecuado y secuenciación para aplicar tolerancias en los dibujos, tal que el tolerado sea inequívoco y exprese realmente los requisitos funcionales.

Estas habilidades no se enseñan en las Escuelas de Ingeniería o en formación básica de tolerado. Consecuentemente, la gran mayoría de los dibujos empleados en la Industria hoy en día son ambiguos y no expresan realmente los requisitos funcionales de las piezas. Estos dibujos imponen restricciones artificiales en la fabricación y en algunos casos permiten que piezas no funcionales sean aceptadas y pasen al montaje. Los beneficios en la implementación de GPS vienen de eliminar estos tipos de pérdida.

Mientras todas las compañías involucradas en diseño y fabricación de piezas mecánicas pueden beneficiarse por la implementación de GPS, las ventajas son enormes para aquellas compañías que subcontratan o practican la externalización de la fabricación de piezas; porque estas compañías, más que cualquier otra, tiene la necesidad de que sus dibujos sean capaces de comunicar requisitos funcionales sin ningún tipo de explicaciones posteriores.

¿Qué es GPS?

GPS en este contexto, es el acrónimo de Especificaciones Geométricas de Producto (Geometrical Product Specifications, por sus siglas en inglés). GPS es el lenguaje de símbolos moderno y actualizado que se emplea para tolerado y transmisión de requisitos de la geometría de la pieza en dibujos técnicos. GPS es el lenguaje común internacional y se emplea mundialmente. Los fundamentos del tolerado GPS son el tolerado y dimensionado geométrico (GD&T), pero utilizados con un propósito nuevo y diferente.

Los fundamentos del tolerado GPS son el tolerado y dimensionado geométrico (GD&T), pero utilizados con un propósito nuevo y diferente.

¿Porqué este documento GPS?

GPS es nuevo y la mayoría de las compañías no son conscientes de los significativos beneficios y ventajas competitivas que GPS puede aportarles. El propósito de este documento es explicar GPS en términos sencillos y señalar donde están los beneficios potenciales, así como esbozar la implementación de GPS como lenguaje de

tolerado en su compañía.

La ventaja GPS

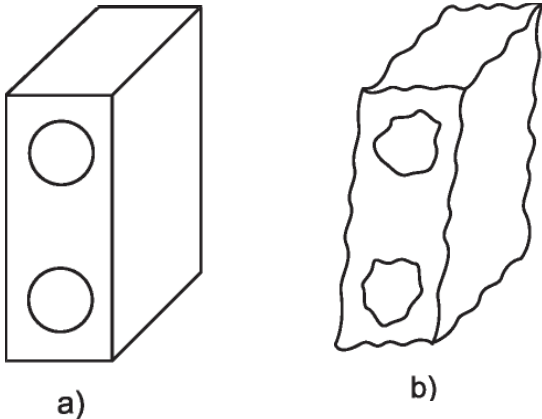
Usted puede obtener ventajas técnicas, competitivas y económicas, con la implementación de GPS como el lenguaje de tolerado en sus dibujos. Algunas compañías reportan un retorno de la inversión en menos de 2 años, debido principalmente a la reducción en coste de fabricación y a una reducción en interrupciones de trabajo debido a piezas no funcionales que atascaban las líneas de montaje o falta de piezas funcionales que entorpecían la producción.

GPS es por encima de todo una comunicación notablemente mejor, más detallada y precisa, entre el personal de diseño, fabricación y metrología. Estos beneficios se obtienen de interpretaciones menos ambiguas y hacerlo bien a la primera. Un término que es clave para entender la ventaja de GPS es la incertidumbre de especificación. Esta cuantifica la ambigüedad en un requisito de tolerancia cuando éste se aplica a una pieza real con errores de forma y desviaciones angulares. Véase la Figura 1. Como las tolerancias se han vuelto más cerradas en los años recientes,

Una visión global del sistema de la matriz GPS

la incertidumbre de especificación en el tolerado tradicional ha adquirido mayor significación. Esto es el origen del desarrollo de GPS.

Un término que es clave para entender la ventaja de GPS es la incertidumbre de especificación.



a)
b)
**Figura 1: a) Pieza nominal (perfecta).
b) Pieza real con errores de forma y desviaciones angulares.**

¿Cuáles son los indicios de que mi compañía puede beneficiarse con GPS?

Existen varios indicios claros de que una compañía puede beneficiarse implementando el tolerado GPS. Sin embargo, estos indicios pueden ser mal interpretados, por ello las compañías piensan que tienen otros problemas, cuando en realidad es en la documentación de su producto y el tolerado de sus dibujos lo que es insuficiente.

Estos indicios incluyen:

- Su proveedor entrega algunas piezas que el ha medido como buenas, pero cuando usted las mide, las encuentra fuera de tolerancia.
- Usted emplea frecuentemente desviaciones en ingeniería para emplear piezas que están fuera de tolerancia, pero que usted sabe que funcionarán bien.
- Usted emplea un Proceso de Adquisición de Piezas Aprobadas (PPAP por sus siglas en inglés) para asegurar los procesos de fabricación de sus proveedores; en lugar de confiar en las tolerancias de sus dibujos para definir la aceptabilidad de sus piezas.

Todos estos síntomas indican que el tolerado en sus dibujos no expresa correctamente los requisitos funcionales de la pieza.

¿Esta usted subcontratando o haciendo externalización?

Los dibujos basados en GPS aportan ventajas cuando se subcontrata o se externaliza la fabricación de piezas, porque GPS es un lenguaje más preciso. Los dibujos basados en un tolerado tradicional típicamente dan muchos problemas cuando la fabricación se externaliza, porque su proveedor no comparte el entendimiento común entre su departamento de diseño y su propio taller. La verdad amarga es que la mayoría de los productos

La verdad amarga es que la mayoría de los productos funcionan a pesar del tolerado, en lugar de ser debido al tolerado.

funcionan a pesar del tolerado, en lugar de ser debido al tolerado. La realidad de la fabricación moderna a hecho el tolerado tradicional obsoleto.

Las piezas de desecho bien hechas

El principal problema es que el tolerado tradicional es ambiguo. Pues siempre crea un cierto nivel de duda sobre lo que debe de ser fabricado exactamente. Ésta ambigüedad, o incertidumbre de especificación, es a menudo tan grande que las piezas pueden hacerse para que cumplan los requisitos de tolerancia, pero que no funcionen correctamente. Esta incertidumbre de especificación crea problemas tanto técnicos como económicos, especialmente cuando los departamentos de diseño y desarrollo, y el taller que fabrica las piezas están muy separados, tal es el caso de la externalización, especialmente si ellos no hablan un lenguaje común. Véase ejemplo en figura 2.

Verifique el tolerado en su compañía

En la autoevaluación de la página 11 encontrará un número de ejemplos de símbolos de tolerancia y grupos de símbolos, que puede comparar con los dibujos de su compañía o de sus clientes. De esta forma puede determinar que tipo de tolerado se emplea en cada dibujo.

Usted puede emplear la autoevaluación de la página 11 para determinar si esta empleando el moderno tolerado de GPS. Si el resultado es que no son dibujos basados en GPS, la consecuencia será a menudo que éste contiene una significativa incertidumbre de especificación. Ello puede generar problemas legales y económicos si el dibujo se emplea en la subcontratación o externalización de la fabricación.

Una visión global del sistema de la matriz GPS

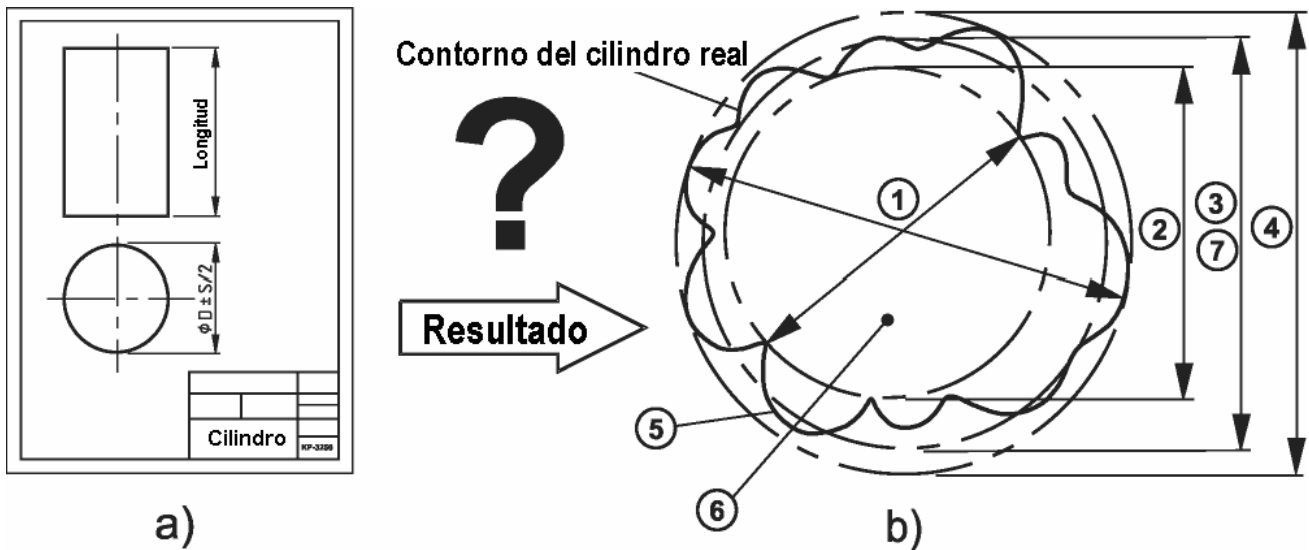


Figura 2: Un ejemplo de incertidumbre de especificación: El tolerado \pm en el dibujo a) no está definido para la pieza real. Existen soluciones diversas y diferentes (diámetros) en la pieza real b).

La incertidumbre de especificación puede generar problemas legales y económicos si el dibujo se emplea para subcontratación o fabricación externa.

La autoevaluación en la página 11 no proporciona garantía de que un dibujo esté tolerado correctamente y que no tenga incertidumbre de especificación, pero ayuda a conseguir una primera impresión burda. Verificar los símbolos de tolerancia mostrados en la autoevaluación no requiere de mucho conocimiento técnico, dado que ello sólo requiere una comparación visual, entre los símbolos en la tabla y los símbolos en el dibujo.

Sabía usted que:

- El lenguaje de tolerado tradicional tiene sus raíces desde 1930 y que ha evolucionado significativamente en los últimos 10 a 15 años, de unas reglas normalizadas, a un lenguaje comprensivo de símbolos (GPS) que puede simular la función de la pieza.

- El lenguaje de símbolos GPS, que ha sido desarrollado en ISO con la participación de expertos de más de 60 países, está documentado en más de 100 Normas Internacionales, esto es, en más de 2500 páginas.
- La única función de las normas ISO GPS es ser un diccionario y libro de gramática del lenguaje GPS. No obstante no contienen demasiada información sobre cómo debe aplicarse el sistema GPS.
- GPS permite que tolerancias críticas en el dibujo se incrementen significativamente.
- Todos los sistemas de CAD pueden emplear el tolerado GPS.
- GPS se aplica a dibujos en 2D, así como en modelos CAD 3D.
- ¡El sistema de CAD no puede hacer un tolerado correcto o único por cuenta propia! Es sólo el conocimiento humano y la experiencia la que hace un tolerado correcto y único empleando el sistema CAD como una herramienta.

Evalúe el tolerado de sus dibujos empleando la autoevaluación de tolerado mostrada en la página 11.

Una visión global del sistema de la matriz GPS

¿Cuál es el problema con el tolerado tradicional?

El problema con el tolerado tradicional es que cuando se fabrican piezas con errores de forma no despreciables comparados con las tolerancias, el tolerado se torna ambiguo y el lector del dibujo debe de adivinar exactamente lo que el requisito es. Véase la figura 2.

Tolerado en dibujos

La función primaria de los dibujos de productos y piezas es llevar la intención del diseño y los requisitos de la pieza a los responsables de fabricar el producto o la pieza. Esto se hace enfocándose en el tolerado que se emplea en el dibujo.

El tolerado debe de comunicar todos los prerequisites necesarios para garantizar una apropiada función del producto. Sólo aquellos requisitos que se indiquen en el dibujo puede esperarse que sean cumplidos.

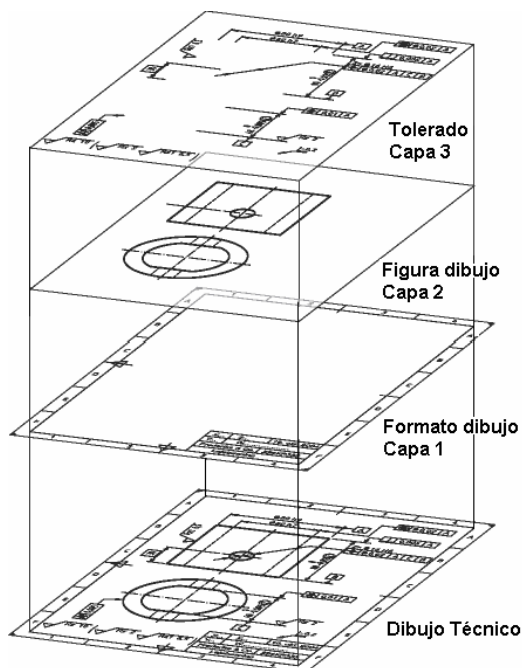


Figura 3: El dibujo tiene 3 capas descritas en la normativa. Sólo la capa 3 contiene símbolos GPS y especificación de requisitos.

La parte importante del dibujo es el tolerado, es decir, el lenguaje de símbolos de tolerancias que se usa y se aplica. Véase figura 3. Esto es porque el tolerado debe de comunicar todos los prerequisites necesarios para garantizar una apropiada función del producto. Sólo aquellos requisitos que se indiquen en el dibujo puede esperarse que sean cumplidos. No hay ningún requisito oculto. La propia figura del dibujo no crea los requisitos para la pieza. En particular, sólo porque la figura del dibujo muestre dos lados de la pieza a un ángulo recto una de otra o un conjunto de agujeros colocados simétricamente, ello no hace en sí mismo un requisito para la pieza producida. Esto sorprende a menudo a los diseñadores. Porque ellos están acostumbrados a pensar en términos de geometrías perfectas presentadas en pantallas de CAD o en el dibujo, ellos piensan a menudo que hay tales requisitos implícitos.

Es importante comprender que el tolerado en el dibujo es por sí solo el factor más influyente en determinar el coste de fabricación del producto o la pieza.

Es importante comprender que el tolerado en el dibujo es por sí solo el factor más influyente en determinar el coste de fabricación del producto o la pieza. Las tolerancias cerradas elevan innecesariamente el coste de fabricación. Si el tolerado se realiza con un particular proceso de fabricación en mente, ello evita al ingeniero de fabricación emplear su pericia en encontrar el proceso(s) de fabricación más efectivo(s) en cuanto al coste tal que las piezas hechas cumplan los requisitos funcionales.

El tolerado en el dibujo se convierte en un contrato o en parte de un contrato cuando el dibujo se entrega a otra compañía. En esta situación el tolerado es un contrato obligatorio entre las dos partes.

Tolerado tradicional e híbrido

El tolerado tradicional es un tolerado que principalmente consiste en dimensiones y tolerancias dimensionales \pm , suplementadas con requisitos de calidad superficial. El tolerado híbrido es un tolerado tradicional donde se añaden unas pocas tolerancias geométricas, pero sólo como un suplemento del tolerado tradicional.

Una visión global del sistema de la matriz GPS

¿Los dibujos de su compañía están basados en tolerado tradicional o en tolerado híbrido?

Si es así, usted puede, sin lugar a dudas, hacer productos mejor y más baratos empleando el tolerado GPS en sus dibujos técnicos.

Pregunte en sus departamentos de diseño y desarrollo si el tolerado GPS se emplea en sus dibujos. Si la respuesta es no, existe un potencial desaprovechado de desarrollo que puede ser liberado con relativamente poca inversión en formación del personal relevante de la compañía, en el uso e interpretación del tolerado GPS.

Un dibujo tolerado con GPS está bien preparado para la fabricación externa sin importar en qué parte del mundo tenga lugar la fabricación y el idioma que hable el fabricante.

El empleo del moderno tolerado GPS, es uno de los mayores y más económicos desarrollos, que ha tenido lugar en los últimos años, en la fabricación de productos mecánicos. El empleo de GPS hará sus dibujos inequívocos y en sus futuros dibujos podrá emplear tolerancias más grandes que las tolerancias que esté empleando actualmente en sus dibujos. Finalmente, un dibujo tolerado con GPS está bien preparado para la fabricación sin importar en qué parte del mundo tenga lugar la fabricación y el idioma que hable el fabricante.

Evalúe el tolerado de sus dibujos empleando la autoevaluación de tolerado mostrada en la página 11 de este documento.

¿En que difiere GPS?

En GPS, el lenguaje de símbolos se ha vuelto mucho más detallado y específico. Esto da al diseñador la habilidad de hacer el tolerado inequívoco y permite mucha mayor flexibilidad para modificar las indicaciones de tolerancia para expresar precisamente lo que son los requisitos funcionales.

Con la aplicación de las especificaciones GPS, de acuerdo al proceso de tolerado de 8-pasos, desarrollado por el Instituto para Especificación Geométrica del Producto (IfGPS), una asociación entre PB Metrology Consulting en Dinamarca y HN Metrology Consulting en los Estados Unidos, el diseñador puede asegurar que todas las tolerancias están ligadas conjuntamente en un sistema de coordenadas y no se permite "flotar" una relativa a la otra. Ésta es la clave, porque ello permite a las tolerancias un incremento proporcional a la cantidad de "flotación"

eliminada, que en algunos casos es substancial. Sin embargo, a pesar de que este proceso de tolerado de los 8-pasos es muy importante, no está definido en la normativa.

El tolerado GPS proporciona mayor rentabilidad y mejores productos.

El lenguaje de símbolos que se emplea en los dibujos se ha extendido, se ha modernizado, y se ha internacionalizado durante los últimos 10 a 15 años. La modernización e internacionalización han tenido lugar para reunir nuevos requisitos basados en los desarrollos tecnológicos y las necesidades que han surgido en la globalización de subcontrataciones y en la fabricación externa de piezas.

GPS es un desarrollo natural del método tradicional en el que los dibujos habían sido tolerados durante medio siglo. Las bases del tolerado GPS es el tolerado geométrico (GD&T), pero empleado en un propósito nuevo y diferente.

¿Por qué tenemos nosotros que implementar GPS en nuestra compañía?

GPS es necesario para asegurar que el dibujo exprese inequívocamente la intención del diseño. El tolerado inequívoco se ha vuelto más crítico porque las tolerancias se han vuelto más cerradas y se usan los dibujos cada vez más para subcontratación y en fabricación externa.

El tolerado tradicional solo es inequívoco y funciona bien cuando las piezas que se fabrican tienen un error de forma despreciable y todos los ángulos de la pieza son virtualmente perfectos, comparados con el tamaño de sus tolerancias. GPS se ha desarrollado para superar esta limitación. El tolerado GPS mantiene su unicidad cuando se aplica a la pieza fabricada aun cuando la pieza tenga un error significativo de forma y desviaciones angulares.

La ventaja básica de GPS es que permite expresar las tolerancias más precisamente y con mayor detalle. Esto significa que con este tolerado GPS se puede simular muy exactamente la función de la pieza. Con GPS el diseñador puede incluir mucho más información en el dibujo. Esta información puede usarse por el ingeniero de fabricación para escoger el método de fabricación óptima técnica y económicamente.

Una visión global del sistema de la matriz GPS

Los requisitos del método de medición también se establecen dentro del tolerado GPS. Esto permite a la Metrología hacer elecciones inteligentes sobre qué método de medición y qué tecnología emplear para conseguir la incertidumbre adecuada y la sensibilidad correcta en la medición. Esto significa que la tecnología de medición existente puede emplearse mucho más eficazmente y con menor incertidumbre.

Reduciendo costes de fabricación

El empleo de GPS brinda varias ventajas tanto técnica como económicamente. Piezas que sean fabricadas según dibujos que son tolerados empleando GPS generalmente tienen menor coste de fabricación. GPS también da mayor certidumbre de que el producto funcionará según la intención de diseño, sobre todo cuando la fabricación de las piezas está subcontratándose o externalizándose, local o mundialmente. Esto es porque el tolerado GPS da más información y es más preciso.

Aproveche las tolerancias más grandes

La experiencia ha demostrado que el tolerado tradicional obliga al diseñador a emplear tolerancias más pequeñas para hacer que la pieza funcione, tolerancias mucho más pequeñas a las que tendría si hubiera usado GPS en el dibujo. Ésta es la consecuencia económica del tolerado tradicional y lleva a menudo a problemas completamente innecesarios en la fabricación y en la medición.

Tolerado GPS – una necesidad técnica

Es crucial que los usuarios entiendan clara e inequívocamente los dibujos y la intención del diseño. ¡Éste es el único propósito del tolerado!

Lo más probable es que en su compañía el tolerado sea, de la manera tradicional, la que todos nosotros aprendimos durante nuestra educación o después en cursos o seminarios de formación. En este caso, sus dibujos están basados principalmente en el tolerado dimensional para diámetros, distancias, ángulos, etc. Algunos dibujos pueden “condimentarse” con algunas tolerancias geométricas y requisitos de acabado superficial basados en el parámetro de rugosidad Ra como un suplemento al tolerado dimensional para crear lo que llamamos el tolerado híbrido.

GPS permite que las tolerancias críticas del dibujo se incrementen significativamente.

¿Qué gana mi compañía usando GPS?

Algunos de los símbolos de tolerancia que hoy son parte del sistema GPS ya se usaban en el dibujo tradicional. Si estos símbolos se usan sin el conocimiento del significado correcto que éstos tienen hoy en día, hay un riesgo en que el resultado sea muy diferente del propósito del dibujo. Cuando se leen los símbolos en el dibujo correctamente, según las reglas GPS, el propósito del tolerado se entenderá mal por aquéllos que conocen las reglas actuales de GPS y las siguen correctamente. Claro, no se consiguen las ventajas que brinda el sistema GPS cuando los símbolos no se usan de acuerdo al significado moderno GPS y no se emplean basados sistemáticamente en la filosofía GPS.

Esto ilustra otro punto muy importante. Dado que GPS es un idioma preciso, la necesidad de aplicar el control de revisión y aseguramiento de calidad para guardar registro de las normas que aplican a tales dibujos son mucho más significativas que para el tolerado tradicional; pues requiere de un continuo conocimiento y formación para registrar las revisiones de las normas, y llevar a cabo apropiadamente los cambios, cuando estos ocurren.

Es común encontrar que se indique más del doble de la tolerancia en los dibujos, cuando se usa GPS, comparado con el valor de la tolerancia empleado en el tolerado tradicional del dibujo.

La introducción de GPS en la compañía generalmente proporcionará tanto una mejora económica como técnica, porque la incertidumbre de la especificación puede eliminarse completamente y la incertidumbre de la correlación (una medida de lo bien que el tolerado simula el propósito funcional de la pieza) puede reducirse significativamente. Ésta debe ser motivación suficiente para llevar a cabo una activa implementación de GPS *aquí y ahora* en su compañía.

La incertidumbre de especificación y correlación que se elimina empleando GPS, puede emplearse ya sea para mejorar la funcionalidad de la pieza o para aumentar la tolerancia que se indica en el dibujo o ambos. A menudo es posible doblar la tolerancia que se indica en el dibujo cuando se emplea GPS comparado al valor de tolerancia que puede usarse en un dibujo tradicional.

Una visión global del sistema de la matriz GPS

Ejemplos de las ventajas de GPS:

- No hay ninguna duda sobre cuales son requisitos son para la pieza. La incertidumbre de especificación es baja. El dibujo es inequívoco. Usted puede comunicarse inequívocamente y sin problemas tanto con los proveedores locales como los extranjeros, incluso cuando no se tienen un idioma común.
- Las tolerancias pueden hacerse funcionalmente más correctas. Los requisitos en el dibujo pueden diferenciarse en mayor detalle.
- Desde que el tolerado puede simular la función de la pieza muy estrechamente, la incertidumbre de correlación es baja.
- El dibujo se convierte en un producto de desarrollo mucho más valioso para la siguiente versión del producto desde que el dibujo GPS contiene mucha menor información ambigua sobre los requisitos geométricos de la función de la pieza.
- Las tolerancias son mayores, ello porque tanto el "ahorro" de la incertidumbre de especificación y el "ahorro" de la incertidumbre de correlación pueden emplearse directamente en incrementar el tolerado "tradicional". Mayores tolerancias brindan una mejor relación entre variación de procesos y tolerancia y entre incertidumbre de medición y tolerancia.
- El dibujo GPS contiene mucho más información que puede emplearse para las opciones más cualificadas de procesos de fabricación, secuencias de mecanizando, fijaciones, métodos de alineación, etc. Esto significa que en muchos casos no hay necesidad de mediciones subsecuentes a los requisitos de la pieza, ¡porque los requisitos en el dibujo se cumplen automáticamente!
- El diseñador ya no tiene que considerar las capacidades de fabricación o los métodos de la medición, sólo tiene que concentrarse en el tolerado basado en la función. Ésta es la consecuencia del principio GPS de conformidad.
- El operador de la especificación, que es la definición del símbolo de tolerancia, determina directamente el método teóricamente correcto de medición. La tarea para la medición de la función consiste ahora en evitar el uso, muy común, del método y equipo de medición correcto, muy caro,

lento, y complicado. En cambio, la medición de la función puede enfocarse en diseñar y cualificar un método de medición más barato, más rápido, y más simple que puede realizar la medición "lo suficientemente bien". "Lo suficientemente bien" se basa en una evaluación de la incertidumbre de medición y las consecuencias económicas de la incertidumbre.

¿Cómo implementar GPS en mi compañía?

El lenguaje GPS debe implementarse en la compañía fundamentado en una decisión de la dirección. GPS debe usarse y entenderse por todos y en toda la compañía (o en particular dentro de un equipo del producto), de otra forma no funcionará. Esto es porque es importante que la dirección esté informada sobre GPS y entender porque es tan importante tomar esta decisión estratégica.

¿Cómo debe usarse GPS?

GPS debe usarse por encima de todo para las tolerancias críticas y los requisitos de un dibujo. Éstas son las tolerancias que influyen principalmente en la función y el coste de fabricación de la pieza. El que otros requisitos en el dibujo sean inequívocos es menos importante.

GPS es como una caja de herramientas: El diseñador puede tomar sólo las herramientas que él necesita y deja el resto. Esto permite al diseñador aprender varias herramientas de especificación del sistema GPS cuando se hagan necesarias para él, una vez tenga la apreciación global de qué tipos de herramientas están disponibles y cómo trabaja el sistema global GPS.

¿Cómo llevamos a cabo la implementación GPS en nuestra compañía?

GPS sólo puede usarse eficazmente una vez que el personal pertinente se ha formado en el uso e interpretación del lenguaje de símbolos. Un proyecto piloto para un nuevo producto desarrollado por el equipo responsable en una buena manera de empezar y obtener un poco de experiencia. GPS debe usarse principalmente para los dibujos nuevos y los proyectos nuevos. Sólo los dibujos problemáticos viejos deben considerarse para la traducción a GPS.

¿Cómo se implementa GPS en una compañía?

La decisión para implementar GPS en una compañía debe ser una decisión estratégica

Una visión global del sistema de la matriz GPS

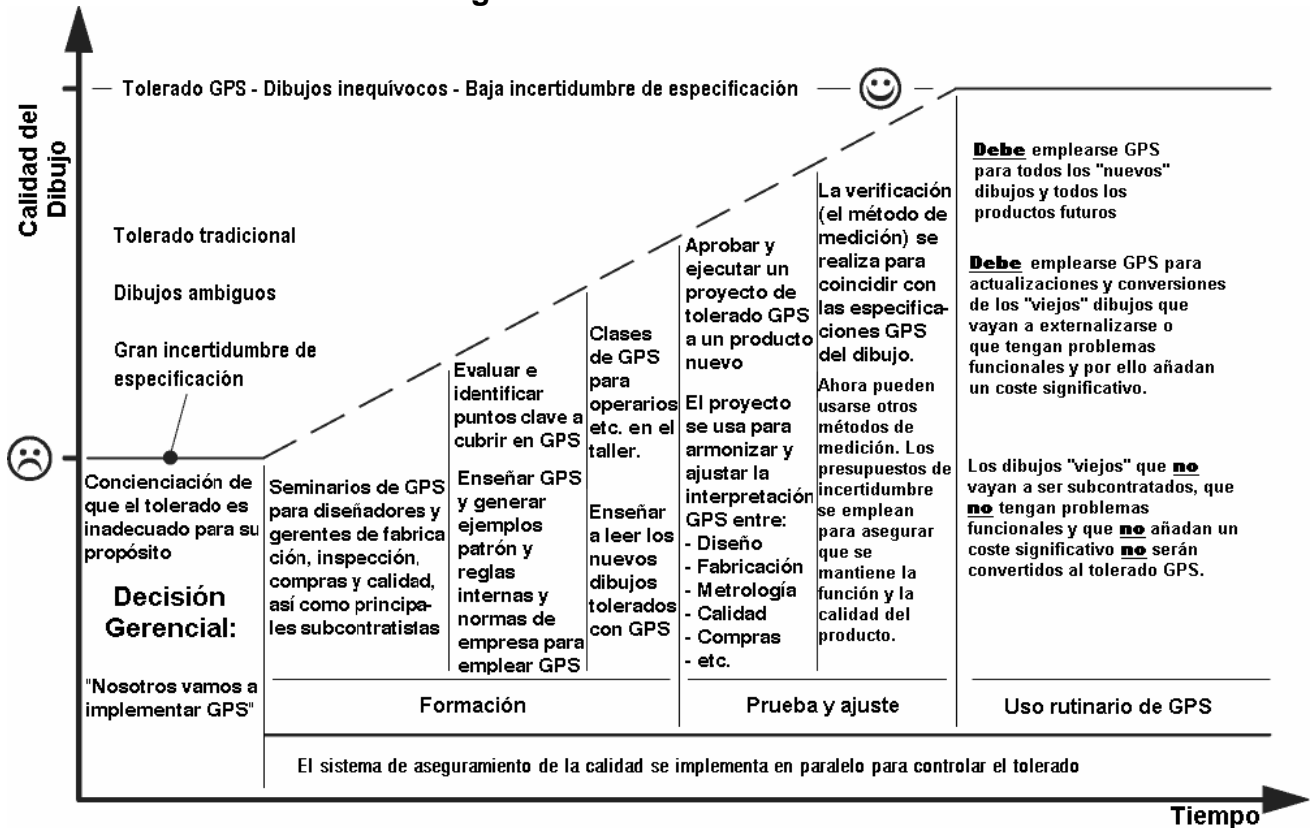


Figura 4: Implementación de GPS en una compañía.

hecha por la alta dirección. La decisión tiene que ser asumida por el personal como un requisito para ellos mismos. Tienen que asignarse recursos porque esto lleva tiempo, ¡pero los resultados serán rápidamente visibles!

Un proyecto piloto para un nuevo producto desarrollado por el equipo responsable en una buena manera de empezar y obtener un poco de experiencia.

Reprogramamiento

La implementación de GPS (véase la figura 4) no puede hacerse a pedazos y a una persona o a un departamento a la vez. Es necesario que todos y al mismo tiempo creen un "lenguaje" común y un entendimiento común entre todas las funciones técnicas y personal dentro de la compañía, para que ellos pueden comunicarse inequívocamente entre sí usando GPS. Esto normalmente requiere de un reprogramamiento total o reeducación de todo el personal técnico dentro de la compañía, cuando el nivel de tolerado existente sea normal, y el alcance y las posibilidades del lenguaje de tolerado GPS se toman en consideración. Resumiendo, es necesario volver a empezar.

No puede esperarse que las personas que vienen directamente del sistema oficial de educación tengan un conocimiento suficiente

del uso de GPS. La mayoría de las Instituciones educativas no han incluido todavía GPS a sus programas y dedican muy pocas horas a las reglas de tolerado y símbolos.

Dos opciones

Hay dos maneras de llevar a cabo el proceso de implementación GPS:

- auto-estudio por todos o en un grupo motor que entonces forma e informa al resto del personal.
- todo el personal participa en seminarios externos o se llevan a cabo en la compañía seminarios internos con instructores externos, que forman en los fundamentos, seguidos por entrenamiento del "lenguaje" con ejemplos prácticos de tolerado complementando dibujos de piezas y diseños.

La primera opción es más teórica que real. Ello requiere demasiados recursos y la experiencia muestra que hay un riesgo significativamente alto de que las reglas principales del tolerado sean malinterpretadas.

Los seminarios internos son una buena solución que da los fundamentos necesarios para el entendimiento común para la implementación de GPS. Este acercamiento

Una visión global del sistema de la matriz GPS

conduce a la meta deseada mucho más rápido y con una probabilidad mucho más alta de éxito que el método del auto estudio.

Formación GPS basada en los propios dibujos de la compañía

La experiencia muestra que se necesita de un seminario GPS básico e intenso de por lo menos 25 a 30 horas de tiempo efectivo de formación. Este puede consistir en una revisión de la caja de herramientas de GPS (el sistema GPS, las reglas y símbolos de tolerado), que consume el 75-80% del tiempo de instrucción y debe terminarse con muchos ejemplos de cómo cambiar los propios dibujos existentes de la compañía del tolerado tradicional al tolerado GPS. El uso de los propios dibujos de la compañía como ejemplos es necesario, porque el tolerado GPS, mucho más que el tolerado tradicional, requiere un conocimiento muy detallado del uso y función de las piezas en el producto.

La experiencia muestra que hay necesidad de un seminario GPS básico e intenso de por lo menos 25 a 30 horas de tiempo efectivo de formación.

Problemas viejos se convierten en soluciones nuevas.

Como parte de los seminarios, se reúne a los participantes de la compañía en equipos por grupo de producto/piezas y los problemas relacionados que ellos conocen y trabajan todos los días. Los participantes en los equipos deben combinarse en varias funciones dentro de la compañía (diseño, fabricación, ventas, compras, calidad, verificación, etc.). De esta manera, los participantes experimentarán durante los seminarios cómo pueden ellos comunicarse mejor y con más detalles y menos ambigüedad usando GPS. Los participantes también aprenderán que ellos son capaces de resolver los problemas de los requisitos de la pieza en el dibujo que previamente no han tenido una buena y única solución.

Es una buena idea invitar a personal clave de los principales proveedores a participar en los seminarios de la compañía.

Esto motivará al proveedor y después facilitará la comunicación y cooperación en beneficio de todos.

Avanzando en el nivel operacional

El nivel que puede alcanzarse con un seminario de GPS básico no es especialmente alto ni especialmente operativo. Ciertamente no se alcanza un nivel "puramente teórico" después de

25-30 horas de formación. El nivel, después de esta clase básica del lenguaje, es lo suficiente para que un diseñador experimentado empiece a usar GPS en los dibujos de piezas simples en funciones sencillas de dicha pieza.

La cantidad de material y la cantidad de cosas nuevas en GPS es simplemente demasiado grande. Pero después de este seminario, la rutina y el nivel operacional se alcanza aplicando GPS sistemáticamente.

El seminario descrito es apropiado para diseñadores y el personal principal de otras funciones técnicas en la compañía. Operadores de producción y áreas de medición deben formarse en GPS en un seminario más limitado.

El proceso se extiende

Establecer un grupo transversal funcional GPS dentro de la compañía es una ventaja. En el grupo GPS, la nueva cultura del tolerado puede desarrollarse después del seminario(s) básico.

Es crucial que una comprensión común se desarrolle dentro de la compañía sobre los que son los requisitos críticos para las piezas, porque éstos son los requisitos dónde debe aplicarse GPS.

Es ventajoso tener reuniones de seguimiento después del seminario básico con la participación del formador externo.

Estas pueden tener lugar cuando hay una necesidad en el grupo de GPS de clarificar preguntas sobre detalles en los nuevos dibujos que se crean con el tolerado GPS. En las reuniones de seguimiento, puede tener lugar, una discusión en detalle de los nuevos dibujos y la comprensión del GPS más complejo y más avanzado.

Los resultados se hacen visibles

Como resultado, el grupo de GPS también desarrollará normas internas de la compañía basadas en el nuevo conocimiento. Las normas de la compañía ayudan a recolectar y documentar conocimiento existente de tolerancias especiales y necesidades de tolerado. Las normas de las compañías también ayudan a reducir la complejidad del dibujo.

Establecer un grupo transversal funcional GPS dentro de la compañía es una gran ventaja. En el grupo GPS, la nueva cultura del tolerado puede desarrollarse después del seminario básico.

Una visión global del sistema de la matriz GPS

En el sistema de ISO GPS, las normas de las compañías, están consideradas como un suplemento necesario. Las normas internacionales no pueden y no cubren todos los detalles y las posibilidades.

Es común que surja, para grupos pequeños, una necesidad de seminarios avanzados especializados, por ejemplo, seminarios en la especificación y medición de acabado superficial, especificación y medición de formas, referencias y sistemas de referencia, estimación de incertidumbre de medición y de especificación.

Puesta en marcha

La última oportunidad para informar a todo el personal, clientes, y proveedores sobre GPS es cuando los primeros nuevos dibujos GPS entran en producción. Claro, idealmente esto debe pasar mucho antes.

Es importante que los proveedores y el personal de producción en los propios departamentos de la compañía, comprendan que ahora hay nuevos símbolos diferentes y reglas en los dibujos y, sobre todo, que ahora las reglas para demostrar la conformidad o no conformidad son diferentes de lo que solían ser y que, ahora, es necesario proporcionar pruebas del nivel de incertidumbre de medición.

Colocar carteles GPS a lo largo de la compañía para apoyar e informar sobre las cosas nuevas que están pasando ayuda a incrementar la concienciación. Quizá también considere conveniente enviar carteles e información a los proveedores.

Entregue libros de bolsillo GPS a todo el personal (vea la revisión de publicaciones GPS que pueden apoyar la aplicación de GPS en la compañía en la última página de este folleto). También puede enviar un libro de bolsillo GPS a sus clientes extranjeros y proveedores, escrito en su propio idioma.

No lo haga más duro de lo que tiene que ser.

Cuando GPS se implementa inicialmente en la compañía, apártese de los dibujos "viejos". Déjelos tal como están. Empiece usando GPS en un proyecto producto de nuevo. Cuando la experiencia en el uso de GPS se ha consolidado, entonces puede considerar traducir y actualizar los dibujos "viejos" de una pieza problemática a GPS.

Siempre revise los dibujos viejos desde un punto de vista GPS y de incertidumbre de especificación/correlación antes de que sean enviados externamente o a un proveedor. Actualícelos a GPS si es necesario.

Mantenga la perspectiva

Cuando se implementa GPS, también debe implementar un procedimiento para el aseguramiento de la calidad técnica del tolerado en los dibujos. Es necesario guardar registros de cuáles y cuándo se implementaron las normas y reglas GPS, tanto los actuales como los futuros, y, a qué dibujos y proyectos se aplican.

Para la mayoría de las compañías, que el lenguaje de símbolos de tolerancias cambie, se desarrolle, y mejore, todo el tiempo, y por consiguiente, tenga que estar sujeto a un aseguramiento de la calidad, es una situación nueva.

Para la mayoría de las compañías, que el lenguaje de símbolos de tolerancias cambie, se desarrolle, y mejore, todo el tiempo, y por consiguiente, tenga que estar sujeto a un aseguramiento de la calidad, es una situación nueva.

Un consejo para el futuro

Es necesario tener en la compañía al menos una colección completa de las normas ISO y/o nacionales de GPS. Una colección que tiene que mantenerse actualizada todo el tiempo. Debe ser tan natural mantener actualizada y completa la colección de normas GPS como lo es tener un diccionario en la compañía. Las normas no están ahí para enseñar, sólo para dar reglas y herramientas.

La guía y formación en el uso de normas GPS deben mantenerse siguiendo los desarrollos, por ejemplo, participando en conferencias o adquiriendo literatura relevante o teniendo seminarios de seguimiento regulares con instructores externos o internos.

Una visión global del sistema de la matriz GPS

Autoevaluación

Esta autoevaluación, contiene varios ejemplos de símbolos de tolerancia y grupos de símbolos que puede comparar con los dibujos de su compañía o de sus clientes. De esta manera puede determinar qué tipo de tolerado se usa en cada dibujo. Esta autoevaluación puede usarse para determinar si está empleando el moderno tolerado GPS. Si resulta ser un dibujo no basado en GPS, la consecuencia será que contiene una incertidumbre significativa de especificación. Esto puede originar problemas legales y económicos si el dibujo se emplea para subcontratar o para fabricación externa. Esta autoevaluación no proporciona ninguna certidumbre de que un dibujo este tolerado correctamente y que no tenga incertidumbre de especificación, pero puede ayudar conseguir una primera impresión burda.

Pregunta	Símbolo de Tolerado	Comentario GPS
¿Se emplean en el dibujo tolerancias \pm para otras dimensiones que no sean diámetros y elementos de tamaño?		Las tolerancias \pm generalmente no son inequívocas en la pieza real. Hay incertidumbre de especificación. Como mejora pueden reemplazarse por tolerancias de posición.
¿Se emplean en el dibujo tolerancias \pm para diámetros sin emplear un modificador?		Un diámetro que no emplea un modificador no es inequívoco en la pieza real (véase figura 2). Los modificadores de especificación deben emplearse como una mejora.
¿Se emplean en el dibujo tolerancias \pm en los ángulos?		Las tolerancias \pm para ángulos generalmente no son inequívocas en la pieza real. Hay incertidumbre de especificación. Deben reemplazarse por una tolerancia de angularidad (tolerancia geométrica) como una mejora.
¿Se emplean en el dibujo tolerancias \pm para coordenadas, por ejemplo, en los centros de agujeros?		Las tolerancias \pm empleadas en tolerado por coordenadas no es inequívoco en la pieza real. Existe una enorme incertidumbre de especificación. Deben reemplazarse, como una mejora, por una tolerancia de posición con un sistema de referencia como base.
¿Se emplean en el dibujo tolerancias geométricas?		Si no se emplean tolerancias geométricas, el tolerado sólo está basado en tolerado dimensional. Existe una significativa incertidumbre de especificación. Deben reemplazarse por el sistema de tolerado GPS.
¿Se emplean en el dibujo sistemas de referencias?		La función de la pieza no puede expresarse inequívocamente si no se emplea un sistema de referencias. Existe una probable y significativa incertidumbre de especificación. Debe de establecerse un sistema de referencias funcionalmente correcto como una mejora.
¿Se emplea, en el dibujo, la condición de máximo material conjuntamente con tolerancias de posición, por ejemplo, en agujeros cuando la función requerida es permitir el ensamble con la pieza adyacente en el diseño?		Si no es así, las piezas que sobrepasen, ya sea la tolerancia de diámetro o la tolerancia de posición, pero que cumplan la función proyectada (ensamble posible) serán rechazadas. Emplee la condición de máximo material como una mejora.
¿Se emplean en el dibujo símbolos de la versión de 1965 de calidad superficial?		Existe una significativa incertidumbre de especificación hasta de un 300%. Emplee el símbolo GPS actual como una mejora.
¿Se emplean en el dibujo símbolos de la versión de 1991 de calidad superficial?		Existe una gran incertidumbre de especificación hasta de un 30%. Emplee el símbolo GPS actual como una mejora.
¿Se emplean en el dibujo símbolos de aristas?		Si no se emplea el símbolo, los bordes no están controlados. Ello genera una incertidumbre de especificación. Emplee el símbolo GPS de bordes como una mejora.

Una visión global del sistema de la matriz GPS

Los libros de bolsillo GPS

El Libro de Bolsillo GPS brinda una breve introducción de los símbolos de tolerancia más importantes y más frecuentemente empleados en el tolerado GPS. Contiene 36 páginas de fina impresión en formato A6 (148 mm x 105 mm).

El Libro de Bolsillo GPS también presenta las reglas más comunes y la gramática básica relacionadas al lenguaje de símbolos GPS.

La intención del Libro de Bolsillo GPS no es para un empleo único. Puesto que no da una presentación completa y exhaustiva de GPS. El propósito del Libro de Bolsillo GPS es ser una ayuda a la memoria para las personas que están empleando GPS en su trabajo diario.

La intención del Libro de Bolsillo GPS es para su uso en conjunto con las numerosas normas GPS emitidas por ISO.

El Libro de Bolsillo GPS está disponible en inglés, español, alemán, chino, sueco y danés a partir 2005. Se publicarán versiones adicionales en otros idiomas.

El Libro de Bolsillo GPS es una excelente ayuda para discutir las Especificaciones Geométricas del Producto con los colegas, clientes, y proveedores alrededor del mundo. Los gráficos y texto, con la misma información están colocados en el mismo lugar y en la misma página en todas las versiones. Así que usted puede tener la versión inglesa frente a usted y su proveedor en China puede tener la versión china delante de él pudiendo así comunicarse fácilmente.

El Libro de Bolsillo GPS está publicado por el Institute for Geometrical Product Specifications, una colaboración entre PB Metrology Consulting y HN Metrology Consulting, Inc. Para adquirir el Libro de Bolsillo GPS, diríjase a www.lfGPS.com donde también encontrará más información sobre el Libro de Bolsillo GPS y otro material relacionado con GPS, conforme se desarrolle.

Este documento puede distribuirse libremente en su integridad. Pueden usarse citas con la indicación de la fuente.



Para más información sobre, véase:

Institute for Geometrical Product Specifications

www.ifGPS.com

IfGPS

**Institute for
Geometrical Product Specifications**

On contactese:

En Europa:

www.bennich.dk

**Per Bennich
PB Metrology Consulting
Birkevej 11
DK-3500 Vaerloese
Denmark**

**per@bennich.dk
+45 44 47 01 04**

Fuera de Europa:

www.HN-Metrology.com

**Henrik Nielsen
HN Metrology Consulting, Inc.
10219 Coral Reef Way
Indianapolis, IN 46256
USA**

**hsnielsen@HN-Metrology.com
+1 317 849 9577**

Una visión global de GPS - Una herramienta para ahorro de costes

1a edición

© 2005 Institute for Geometrical Product Specifications