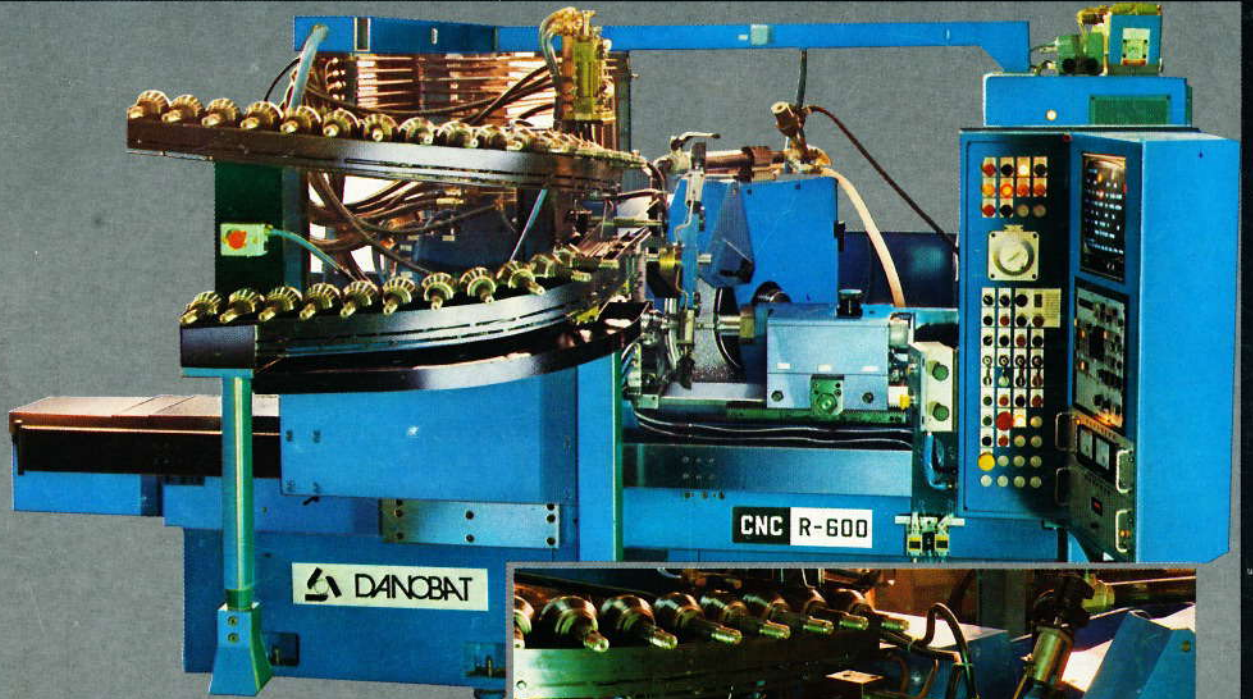


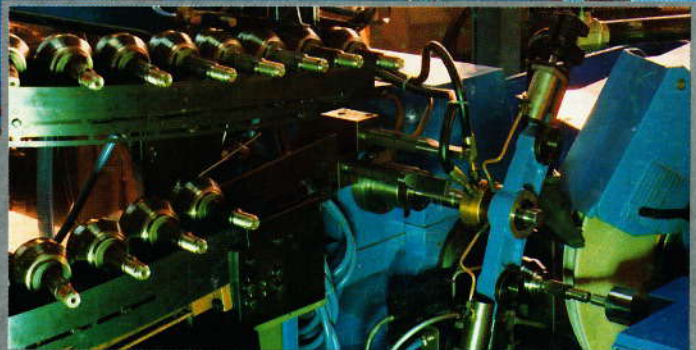
INFORMACION DE MAQUINAS-HERRAMIENTA
EQUIPOS Y ACCESORIOS

ESPECIAL
6. EMO

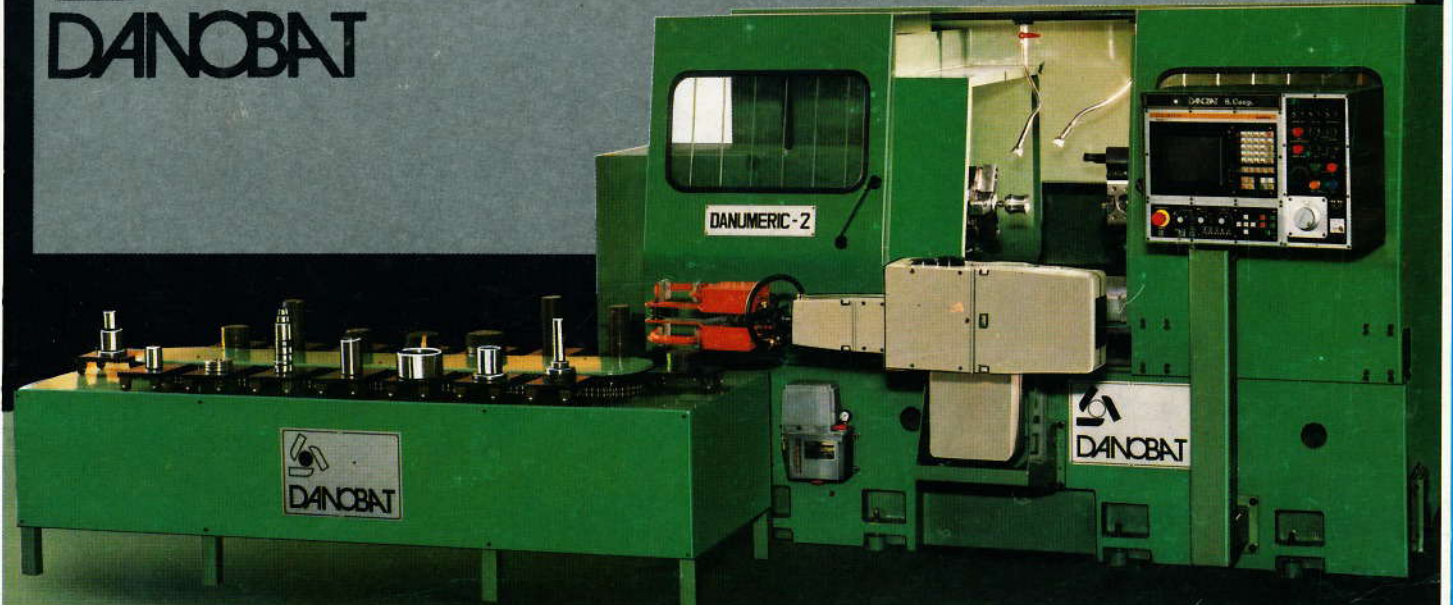
EMO



precisión & calidad




DANOBAT



LA MODERNA "GARANTÍA DE CALIDAD" PUESTA EN PRACTICA

Por: H.H. Danzer, Graz - Austria (*)

1. Situación actual

Los problemas de la moderna "Garantía de Calidad" tienen que verse desde el punto de vista de series pequeñas hasta medianas, pero produciendo en lotes flexibles y muy diversificados; exigiendo a la calidad del producto final los altos requerimientos aplicados hoy día en la industria del automóvil.

Steyr Daimler Puch, en su fábrica de Graz, está produciendo actualmente el vehículo todo-terreno "G" (Fig. 1) para la compañía Mercedes. Recientemente salió de la cadena de montaje, la camioneta "VOLKSWAGEN" en la versión con tracción a cuatro ruedas. Nuestro propio vehículo todo-terreno "PINZGAUER" (Fig. 2) se conoce en todo el mundo y no cabe duda que nuestros vehículos de dos ruedas se venden debido al nivel de calidad tradicionalmente alto.

Nos encontramos, por tanto, en una situación típica para medianas empresas. La calidad debe cumplir, sin deficiencias, las expectativas específicas de los clientes; por otra parte, los lotes, tanto por la diversidad de productos y piezas como por la multitud de modelos, varían mucho o son pequeños. Así pues, ni por parte del Departamento de Producción ni por el de Control de Calidad se pueden conseguir soluciones ideales desde el punto de vista económico industrial.

Para la consecución de los fines de la Garantía de Calidad resultan problemáticos los siguientes factores: **incremento de expectativas respecto a la calidad por parte del cliente.** En una situación de competencia se suprimen reglamentos legales cada vez más rigurosos y, en consecuencia, se tiende hacia diseños más restringidos, excesiva diversidad de variantes y tiempo mínimo para adaptar conceptos de unidades normalizadas. **Extremar la racionalización** para poder sobrevivir en mercados menguantes y, en conexión con esto, **la presión de reducir stocks**, requiriendo lotes lo más pequeños posibles, tiempos cortos de cambio de máquinas y alto grado de flexibilidad. Expresado en pocas palabras: la calidad debe asegurarse a un nivel superior, a un coste más bajo, coordinando minuciosamente las tolerancias requeridas contrastantes con lotes de producción cada vez más diversificados y pequeños y tiempos de reacción extremadamente cortos.

Esta problemática externa se agrava por los problemas propios en el sector de Garantía de Calidad. En resumidas cuentas, más rentabilidad por sistemas de verificación estadísticos, aún fuera de los límites de aplicación de tales métodos estadísticos. Estamos experimentando ahora cambios dramáticos en el campo de la medición y análisis debido a la discrepancia entre las tolerancias de función, cada vez menores, y las de fabricación, necesariamente grandes. El papel que juega el Control de Calidad, sugiere la siguiente pregunta, ¿será posible superar en Europa las importadas ideas "Tayloristas" hasta tal punto que cada trabajador, ajustador o maestro, vuelva a asumir la plena responsabilidad por alcanzar el nivel de calidad requerido?.

Tras esta relación de problemas externos e internos trataremos ahora algunas posibles soluciones.

2. Límites de aplicación de la verificación estadística de calidad

Aún hoy en día se considera a la verificación estadística como un curatodo aplicado opcionalmente a reducir los costes de la Garantía de Calidad. Para la mayoría de la gente es extraño cómo se pueden encontrar en un lote con el dos por ciento de piezas defectuosas, a través de una verificación al azar mínima, exactamente prescrita, precisamente estas dos piezas de cien, que no cumplen las tolerancias. Pero no cabe duda que hoy día hemos llegado a este extremo considerando hasta donde debe llegar el límite de errores, para que no se trastorne la producción subsiguiente y cuánto queremos o podemos gastar para el aparato de verificación.

3. Control de la mercancía de entrada

Tampoco en el control de mercancía de entrada, el garantizar el porcen-

taje mínimo de errores necesario para la producción sin averías, a través de sistemas de verificación al azar (p.e. en Mil Std 105D) con valores AQL (Acceptable Quality Level), no representa método eficiente a determinar el límite de calidad aceptable, ya que en la mayoría de los suministros se llegaría casi a la verificación total o se realizan —como suele ocurrir casi siempre— verificaciones como mera coartada. Estas se explican muchas veces con la necesidad de verificaciones de identidad. Verificaciones de cantidad o identidad de suministros no son tareas de Garantía de Calidad, sino de Recepción de Mercancías.

La consecuencia dentro del margen del Control de Calidad es muy simple: la mercancía es tan buena como el proveedor la suministra.

Por tanto, hace falta que poco antes y en la fase inicial de una serie, se llegue a un acuerdo con el proveedor para asegurar en su taller, con su activa colaboración, la calidad exigida. Lo importante es que podemos mecanizar el acabado o montaje del material sin problemas, y no por el mero hecho de que nos haya sido suministrado. Por supuesto, tenemos que comprobar de vez en cuando si ha habido modificaciones y en el caso de reclamaciones hay que volver a ponerse de acuerdo con el proveedor, aunque los materiales para la serie deben de seguir tal como llegan al montaje o a la mecanización en acabado.

Después de muchos años de esfuerzo hemos llegado a tal punto que una vez terminada la evaluación del proveedor y coordinación e inspección de la primera muestra, podemos dar salida al cincuenta por ciento, aproximadamente, de las piezas suministradas directamente de Producción sin someterlas al control de entrada.



Fig. 1. Vehículo todo-terreno Mercedes 300 GD

4. Producción de lotes flexibles

Respecto a la producción de lotes llegamos a una conclusión similar: en nuestro caso, los lotes se producen en plazos tan cortos que el control de proceso con métodos estadísticos no es realizable. Las condiciones previas para producir a una calidad suficiente han de crearse a tiempo; es decir, antes y al iniciar la producción.

Durante el proceso de fabricación, el nivel de calidad puede ser influenciado de manera económica y eficiente únicamente por el operario o el ajustador. Aquí es donde se da cuenta en qué forma una pieza discrepa de las otras. Una vez producida la pieza es muy difícil determinar su calidad, puesto que esto sólo se puede hacer inspeccionando cada pieza por separado, comprobando cada una de sus características en cuestión. Este procedimiento, muchas veces practicado, no sólo resulta caro sino muy peligroso desde el punto de vista de la Dirección de Garantía de Calidad, dado el efecto negativo que produce en la plantilla por el hecho de que la responsabilidad recae cada vez más en el control posterior. El operario puede pensar: "Más allá está el puesto de control, ellos lo verificarán".

Métodos estadísticos de verificación al azar no son aplicables de forma

* Publicado en el n.º 117 de la revista "Werkstatt und Betrieb". Año 1984, Cuaderno 3, págs. 135-140. Editorial Carl Hanser. Muenchen.



Fig. 2. Vehículo todo-terreno Puch Pinzgauer

eficiente para garantizar la calidad de piezas de trabajo, de subconjuntos o de lotes, al menos no bajo las condiciones comentadas anteriormente. Por tanto, tenemos que considerar la situación de nuevo, que es resultado de muchas fuerzas diferentes, y abandonar la imagen tradicional del Control de Calidad analizando estos procesos complejos en vista de conseguir el nivel y la Garantía de Calidad requeridos.

5. Coordinación de tolerancias

Tras estas reflexiones sobre la aplicabilidad de sistemas de verificación al azar estadísticos, nos vamos a dedicar a los citados cambios en la técnica de medición y la evaluación de los resultados obtenidos para llegar a comprender el segundo pilar de la Garantía de Calidad.

Como mencionamos anteriormente, existen dos tendencias opuestas referente a las tolerancias de dibujo. Con el objeto de acceder a las exigencias crecientes por parte de los consumidores —dada la agudizada competencia— sobre todo en lo que a seguridad funcional y longevidad concierne, y debido a la cantidad de reglamentos a cumplir exactamente por productos de fabricación intercambiable, las tolerancias de función deben reducirse.

Piénsese, por ejemplo, en los límites de velocidad tan rígidos para vehículos motorizados de dos ruedas. Por otra parte, el aplicar nuevos métodos de fabricación racionalizados, dando gran importancia a tiempos por pieza cortos, junto con tiempos para preparar las máquinas cortos, resulta que se tienen que aumentar las tolerancias de dibujo.

A estas dos necesidades, —reducir tolerancias para conseguir dispersiones funcionales pequeñas y aumentar tolerancias para poder aplicar métodos racionalizados de fabricación—, se une de improviso otro aspecto que nos obliga a empezar con nuestras consideraciones de nuevo. Hoy día, en los procesos de fabricación altamente racionalizados, las características de orden superior (es decir forma y rugosidad) hasta ahora de menor importancia, llegan a valores que entran en la dimensión de tolerancias mínimas a obtener.

He aquí algunos ejemplos como explicación: los llamados taladros de ajuste se hacen con avances tan potentes que la profundidad de rugosidad llega a la dimensión de la tolerancia de medida, de por sí pequeña. Esto no es ningún inconveniente, al contrario, funciona muy bien, aunque resulta difícil precisar objetivamente qué diámetro tiene el taladro, teniendo en cuenta los diferentes resultados obtenidos por medición neumática o mecánica, y la función (la característica de asiento del pasadero) es otra. Hemos analizado los asientos del cojinete de cajas de cambio, observando que las divergencias de forma del cilindro ideal (e.d. ovalidad, conicidad, etc.) en procesos de fabricación modernos, presentan la misma dimensión como la dispersión de diámetro mínima alcanzable. (Fig. 3). El tercer ejemplo pone en cuestión la credibilidad de la medición de distancia: en una caja de cambio con dos taladros, uno de ellos se encuentra, por ejemplo, cerca de la superficie que separa las dos unidades y el segundo aproximadamente 200 mm de la misma hacia atrás. Los ejes de los taladros son paralelos y verticales a la superficie de separación (Fig. 4). Para el proyectista un caso muy claro: dibuja los taladros en proyección en la superficie de separación cotejando la distancia. Caso que la superficie resulte ondulada o deformada al fijar o mecanizar ¿cómo se ajusta la caja para medir la distancia de taladro?. Cualquier desviación, por pequeña

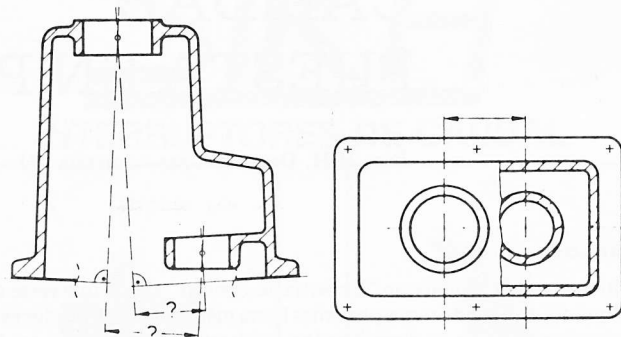


Fig. 3. Distancia entre agujeros en caso de que la base no sea definitivamente determinable

que sea, en la alineación, lleva en este ejemplo a distancias completamente diferentes de taladro respecto a la misma pieza.

Resulta peligroso también medir las distancias entre superficies o ejes que en el dibujo, por lo menos, son paralelas. Pero que en realidad no son lo suficientemente paralelas para cumplir con las altas demandas de tolerancia de distancia.

Estamos, por tanto, enfrentados con la misma problemática de antes: las características consideradas hasta ahora suficientemente precisas, y por tanto insignificantes, tienen en procesos de fabricación a coste óptimo la misma influencia en la función de la pieza como las tolerancias reducidas con gran esfuerzo.

Este fenómeno está complicando considerablemente la coordinación de tolerancias como base de Garantía de Calidad racionalizada, ante todo, por la falta de experiencias cuantificadas respecto a efectos de estas desviaciones o informaciones, acerca de la situación actual que a menudo se debe a pura casualidad.

6. Examen de la eficacia del proceso en lugar de inspección como base de la Garantía de Calidad

Desde el punto de vista de la dirección de la Garantía de Calidad, ante la problemática descrita, tienen absoluta prioridad alistamiento y persecución de la eficacia de procesos de cada fase de fabricación o montaje, y valoración de repercusiones en la función del producto frente a inspecciones rutinarias de piezas. En cuanto sean indispensables para el progreso de la fabricación, inspecciones y trabajos selectivos deben de realizarse perfectamente integrados al proceso de fabricación, es decir, que se deben realizar en Producción sobre todo en lotes de corta duración, por razones de optimización y disposición.

El planteamiento nuevo del problema para la Garantía de Calidad está en registrar la correlación entre los requisitos, eficacia y capacidad de máquinas y procesos y efectos funcionales para poner estos datos a disposición de Producción, Preparación de trabajos y Construcción, tomando parte activa en la solución de todos los problemas, para coordinar a todas las exigencias, incluso costos y plazos con la realización efectiva.

Una vez realizada esta coordinación, Producción estará en condiciones de garantizar la calidad requerida. Como medios para realizar la tarea de hacer transparente las relaciones objetivamente, quedan excluidos los dispositivos de inspección y medición, ya que no es posible registrar los efectos ya mencionados sin incurrir en gastos que exceden a lo razonable.

7. Aparatos de medir características geométricas

Según nuestras experiencias, los equipos a usar en los antes citados análisis, son los de medir en tres dimensiones (3D). El efecto útil de un llamado centro de medición en tres dimensiones está compuesto de las siguientes variables: tamaño y precisión del aparato, programas de medición y valorización, tiempos de medición y manejabilidad, servicio que presta el fabricante a su "software" y "hardware" frente a nuevas problemáticas surgidas, así como gastos de inversión.

Hay que tener en cuenta dos premisas esenciales: los programas de medición y evaluación por una parte y la precisión del aparato de medición por otra. En caso de que haya que medir cajas de cambio, no será suficiente disponer de un programa con forma y posición detallados; el aparato definirá la forma de un círculo menos exacto de lo que es en realidad. La determinación reproducible del eje de cilindro para el ajuste del sistema de coordenadas de la pieza de trabajo es simplemente imposible, ya

que los resultados obtenidos en la medición diferirán de una operación a otra, aunque la precisión parece ser elevada.

Por otra parte, los programas deben ser capaces de comprimir gran cantidad de datos, de forma que puedan pasarse al personal de taller e ingenieros sin más instrucciones. Para analizar y resolver los problemas descritos anteriormente, estamos usando Centros de Medición ZEISS 3 D, aproximadamente desde hace cinco años.

7.1. Medición de engranajes

También para los análisis de engranajes, en los cuales se debe analizar no sólo la forma del diente, sino la posición del engranaje respecto a las demás características de función, utilizamos un centro de medición 3 D (Fig. 6), ya que también permite realizar durante la verificación del engranaje todas las mediciones de forma, posición y longitudes y evaluar los resultados en su relación: es decir, medir un eje dentado respecto a los apoyos de cojinete no tomando como base los taladros de centraje que después quedan sin función, cosa que no se puede hacer con aparatos de medir engranajes tradicionales.

7.2. Verificación de la carrocería

Para verificar chasis, bastidores, partes de carrocería y accesorios, así como el correspondiente utillaje, se utiliza un centro de medición CNC 3 D (Fig. 7 a 10).

8. Efectos para la fábrica

En colaboración con el fabricante en lo que "hardware" y programas se refiere, se solucionaron hasta ahora todos los problemas surgidos óptimamente. Se han conseguido los siguientes efectos: Producción conoce en todo momento y a fondo todos sus procesos de fabricación. Por tanto, es capaz de poner medidas preventivas antes de que surjan problemas de calidad. Desarrollo, por tanto, llega a tener conocimiento de qué tolerancias puede mantener Producción y en qué punto puedan surgir problemas. Este conocimiento capacita a Desarrollo a renunciar, por su parte, a sus tolerancias de seguridad y prever tolerancias que son factibles desde el punto de vista económico y adecuados en vista de la función, teniendo la seguridad de que estas tolerancias sean cumplidas.

Hemos conseguido (tal vez como los únicos fabricantes de vehículos de dos ruedas), por medio de ajustes graduales e intencionados de piezas, procesos y útiles, renunciar al enderezamiento de bastidores. Además, decidimos no utilizar patrones en nuestra línea de montaje de vehículos todo-terreno, teniendo controlado, a través de mediciones periódicas de carrocería el historial de precisión de todos los utillajes de soldadura y montaje. Así, podemos prevenir antes de que surja alguna divergencia.

9. Conseguir la calidad requerida, responsabilidad de Producción

Una vez tratados los límites del control de calidad estadísticos y después de haber señalado el camino del régimen de ensayos a la garantía de calidad por medio de técnicas cualificadas para solucionar los problemas, queda como tercer punto importante para la Dirección de Garantía de Calidad, la cuestión tratada al principio: ¿Es posible para Producción conseguir el nivel de calidad requerido, siendo el único responsable? ¿cómo se puede realizar este objetivo?. En los últimos años nos hemos acercado a este problema paso por paso. Evidentemente, bajo ciertas condiciones que tienen que ser cumplidas, Producción puede hacerse responsable de la calidad prescindiendo de ciertas funciones de control tradicionales.

De hecho, cada uno cobra su salario por un trabajo correctamente hecho. Incluso en la medición de tiempos que sirve para establecer el salario, se averiguan prórrogas de tiempo que permiten al operario cerciorarse si el trabajo está correcto. Por consiguiente, la correlación entre la responsabilidad por la calidad y el Departamento de Producción parece establecida.

Solamente hemos tratado de corregir la participación del operario en lo que a la calidad se refiere, dejando aparte puestos de control subsiguientes.

Por esta razón, es equivocado creer que el conceder premio a la calidad adicional podría representar una vía eficaz para alcanzar el fin.

10. Experiencias realizadas durante la fase de reorganización

Ya con anterioridad venimos equipando sistemáticamente nuestras salas

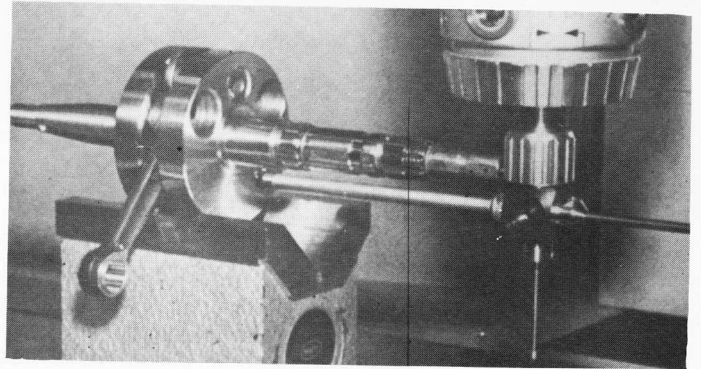
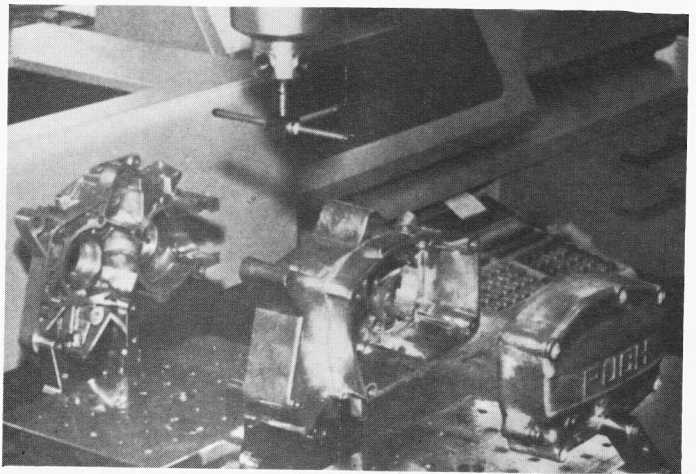


Fig. 4. Sala de medición equipada con centros de medida de 3D usada en la coordinación de la fabricación mecánica del motor y elementos de transmisión. Este centro de medida de 3D y CNC verifica la carcasa incluyendo el cálculo y evaluación de las funciones del conjunto. Realiza también la medición del cigüeñal empleando superficies funcionales.

de metrología con equipos de alta calidad, teniendo a disposición hoy un instrumental para la valoración objetiva de los procesos de fabricación y la introducción determinada de remedios, caso que surjan problemas en la producción. No obstante, en el momento de una reorganización, tendrán que garantizarse las siguientes condiciones: definir exactamente la responsabilidad de cada operario por la calidad requerida. Deberá introducirse un sistema apropiado que permita retornar al hombre responsable de todo fallo detectado después, y que este hombre lo sepa. Por otra parte, algún que otro elogio tiene que ser atribuido al hombre o al equipo encargado de estas tareas, lo que es especialmente importante cuando se trabaja en turnos.

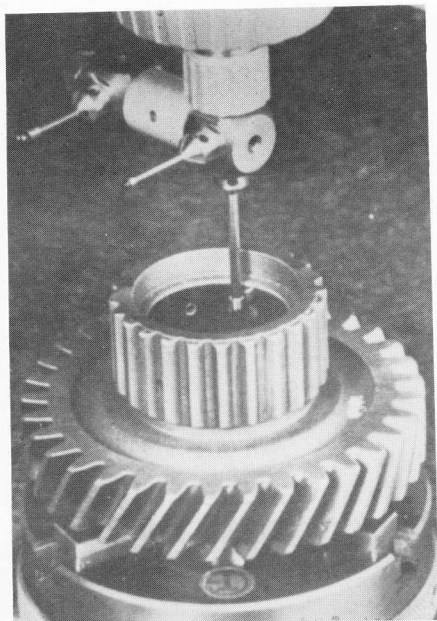


Fig. 5. Medición de un engranaje en el centro de medida de 3D empleando superficies funcionales.

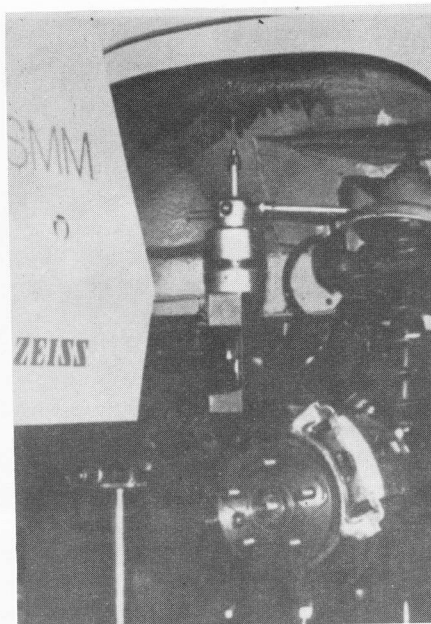


Fig. 6. Verificación de la geometría del chasis de un vehículo de cuatro ruedas. Véase el palpador verificando la parte superior.

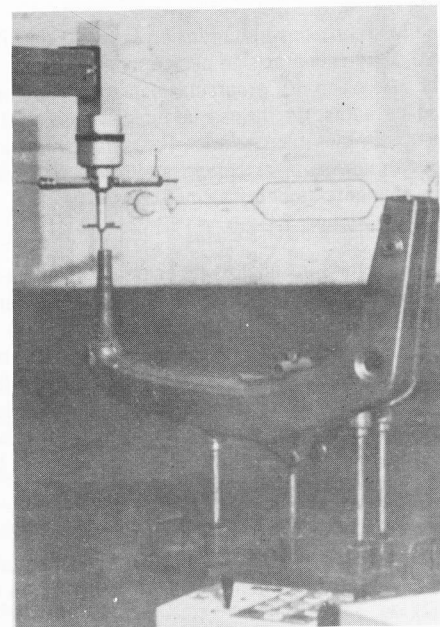


Fig. 8. Verificación del armazón del modelo MAXI PLUS de PUCH mediante CNC

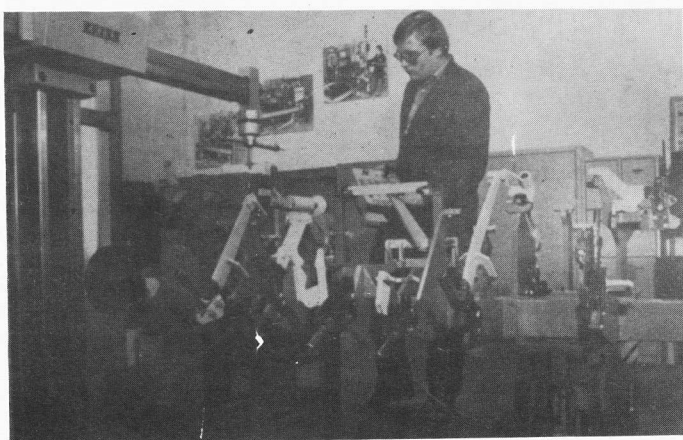


Fig. 7. Verificación de los dispositivos de soldadura de nuestros vehículos todo-terreno PINZGAUER, por medio de procedimientos de medición de 3D

Deberán integrarse en el planing las actividades de control que sobrepasan los tiempos calculados para las operaciones de autocontrol requeridas, con el fin de poder demandarlos regularmente. Quedan incluidos los controles y operaciones de seleccionado durante el proceso de fabricación (encaminar los trabajos de retoque) que el operario mismo no puede realizar.

Las actividades subordinadas del control de calidad tradicional, como confirmar cantidades, extender albaranes, etc., tienen que ser reorganizadas para poder realizar lo más importante: renunciar a cada uno de los ensayos de una determinada sección de producción, quitando al operario en el momento de la reorganización la seguridad de tener más allá un paracaídas relativo a la calidad y mentalizándole de la importancia de su función en la garantía de calidad. Eso es un proceso violento o abrupto que tiene que ser muy bien preparado.

Esta preparación ímplica para Garantía de Calidad, también, el descubrimiento de que en el futuro será necesario menos personal que antes y que los gastos suplementarios en Producción con el propósito de conseguir la calidad requerida, resulta mínimo.

Finalmente, una de las medidas indispensables a introducir es la implantación de un sistema auditor para la evaluación corriente de la calidad conseguida por responsabilidad individual en cada una de las secciones de fabricación, hasta el producto final. La implantación de estas auditorías

se ocupan de asegurar los procesos y dan cuenta de la eficacia del sistema de Garantía de Calidad.

Una vez tasados y calificados los resultados, se realizan ensayos de problemas destacados y en base a las conclusiones se confecciona documentación técnica, posibles procesos y efectos funcionales, en colaboración con los departamentos competentes, para establecer las medidas correspondientes. Se debe indicar a Producción qué medidas debe tomar para conseguir la calidad requerida con cierta seguridad.

Durante los últimos dos años hemos reorganizado en Graz todas las tecnologías de fabricación y montaje de acuerdo con estas consideraciones. La modernización del sistema no ha llevado al deterioro de la calidad, como se puede desprender de las curvas evaluadas, y los gastos de Garantía de Calidad, de trabajos de retoque y de desechos se han reducido. Un efecto muy importante es que conocemos muy bien los procesos de fabricación, lo que, da al proyectista la seguridad de que sus planos están conformes con la fabricación.

Además, se le ha concedido a nuestro sistema la autorización AQAP1, que corresponde al más severo de los requerimientos realizados en los sistemas de Garantía de Calidad.

El subproducto más importante resultante de nuestros estudios de coordinación es que en procesos de fabricación altamente racionalizados no se puede prescindir de las dimensiones geométricas de orden superior (forma, posición, rugosidad, etc.) como antes, puesto que tienen la misma dimensión que las tolerancias de medida.



Fig. 9. Verificación de los ajustes de la PUCH MAXI PLUS