

---

## Calidad de las máquinas herramientas durante sus procesos de fabricación y explotación industrial

Machine tools quality during the manufacturing process and the industrial use

**M. Sc. Osvaldo Posada Ortega\***

<miosva6062@gmail.com> <https://orcid.org/0000-0003-1745-9347>

**Dr. C. Alberto Ramón Rojas González \*\***

<albertorrg@ucpejv.edu.cu> <https://orcid.org/0000-0002-4674-1272>

\* y \*\* Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

---

### RESUMEN

El trabajo es explicar los principios teóricos para alcanzar y controlar la calidad de las máquinas herramienta durante su fabricación y posterior explotación industrial. Se ofrecen ejemplos de la aplicación en la práctica productiva y pedagógica para los estudiantes de las carreras de Mecánica en los niveles medio superior y superior, así como para los profesionales de educación y la producción.

**Palabras clave:** máquinas herramientas, calidad de las máquinas, mecánica.

### ABSTRACT

the most important theories about how to obtain the machine tools quality during the manufacturing process and the control of its indicators during the industrial use of the machine tools. Its offers practical examples for the students of the Races of mechanics in the half superior levels and superior, and for teachers, engineers and technicians.

**Keywords:** machine tools; Machine quality, mechanic.



## **INTRODUCCIÓN**

La calidad de la máquina herramienta es el factor de mayor importancia en la caracterización de la misma y se garantiza desde su concepción en el diseño constructivo. Se entiende por calidad de la máquina al conjunto de cualidades que determinan su correspondencia con su asignación de servicio y que la diferencian de otras máquinas similares<sup>1</sup>.

Estos son contenidos que se imparten en la carrera de Licenciatura en Educación Mecánica de la Facultad de Educación en Ciencias Técnicas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

El conocimiento sobre las máquinas herramienta que son empleados en la rama Mecánica resulta de vital importancia para los estudiantes, pues en la medida que ellos adquieran los conocimientos y habilidades necesarias en el manejo de estas máquinas, estarán en mejores condiciones de preparar a los futuros técnicos medios y obreros calificados y estos a su vez puedan tomar las decisiones adecuadas durante la realización de sus trabajos como profesionales en los procesos productivos.

La bibliografía sobre el tema está dispersa por lo que es necesario disponer de un material que constituya una fuente de consulta para la preparación de estudiantes y profesores en este tema.

El presente trabajo tiene como objetivo exponer los principios teóricos de mayor relevancia para obtener la calidad de las máquinas herramienta durante sus procesos de fabricación y explotación industrial, así como su aplicación. Se exponen las diferencias entre las cadenas cinemáticas y de medidas (profundiza en estas), y se explica y ejemplifica la influencia general del sistema máquina – dispositivo – herramienta de corte – pieza en la calidad y da continuidad a la serie que comenzó con basificación.

## **DESARROLLO**

La determinación de la calidad de la máquina herramienta es un aspecto importante a la hora de caracterizarla, aspecto que se tiene en cuenta desde su diseño. En aras de propiciar el mejor tratamiento de esta temática, los autores ofrecen algunas recomendaciones de orden metodológico.

Para abordar estos contenidos en las clases, es necesario partir de los indicadores fundamentales de la calidad de una máquina los que se mencionan a continuación<sup>2</sup>:

- La estabilidad en el cumplimiento de su asignación de servicio
- La calidad de la producción que se obtenga con la máquina
- La capacidad de mantener la calidad de su producción en toda su vida útil
- La capacidad de cumplir económicamente su asignación de servicio en función del tiempo.
- La productividad
- La seguridad en el trabajo
- La comodidad y sencillez del mando y de su mantenimiento
- El nivel de ruido
- La precisión que se alcanza en las piezas que se elaboran en ella

Se insiste que, para el logro de la calidad de una máquina, es necesario garantizar que sus superficies ejecutoras y las de sus mecanismos se muevan en la forma requerida y que ocupen una posición relativa adecuada, existiendo dos formas de conexión de las superficies de las piezas de una máquina:

- Las cadenas cinemáticas
- Las cadenas de medidas

Las cadenas cinemáticas rigen el adecuado movimiento de los mecanismos componentes de la máquina (rotaciones y desplazamientos) en función de la precisión de la misma según su asignación de servicio. Se presenta un ejemplo de cadena cinemática en la figura 1:

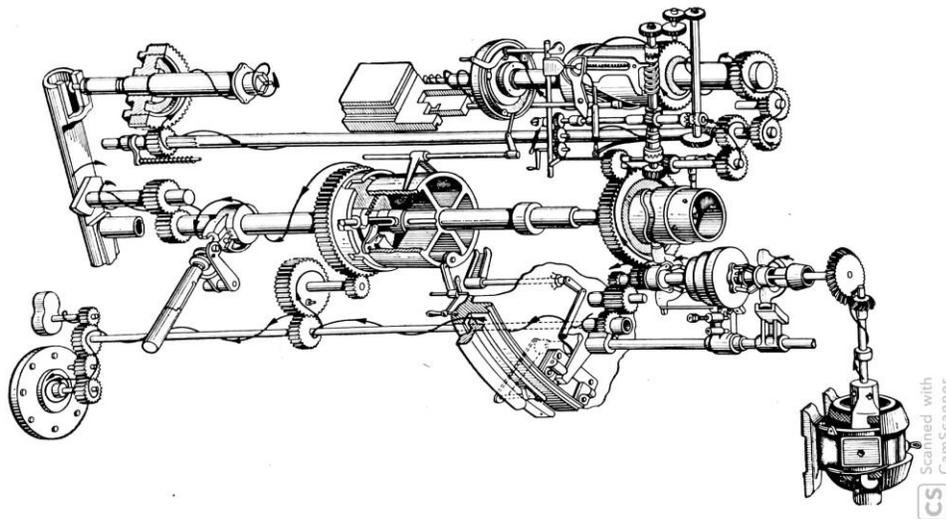


Figura 1. Esquema cinemático de una máquina herramienta automática

Como se puede apreciar en la figura 1, se establecen todos los movimientos de los mecanismos de la máquina mediante la conexión de sus piezas componentes.

Las cadenas cinemáticas se tratan con gran profundidad en la literatura sobre máquinas herramienta por lo que no serán tratadas en este artículo.

Las cadenas de medidas garantizan el adecuado acoplamiento de las piezas de los mecanismos de la máquina mediante posiciones relativas y dimensiones entre ellas.

En la figura 2 se muestra una cadena de medidas dimensional para garantizar la menor diferencia entre los centros de la máquina.

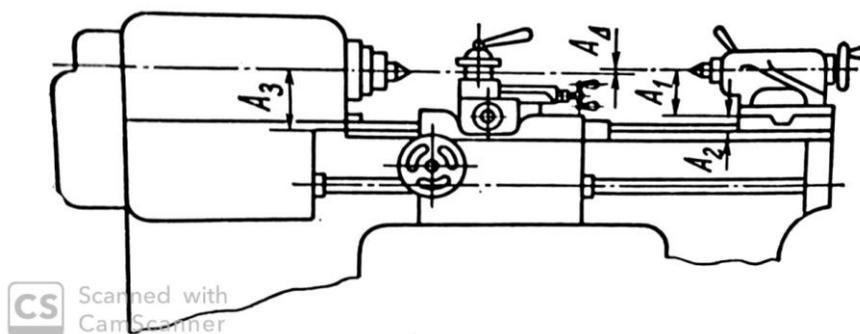


Figura 2. Cadena de medidas dimensional en un torno universal

En la figura 3 se muestra una cadena de medidas de posiciones relativas para garantizar el paralelismo requerido entre el husillo de la máquina y su dispositivo de instalación de las piezas.

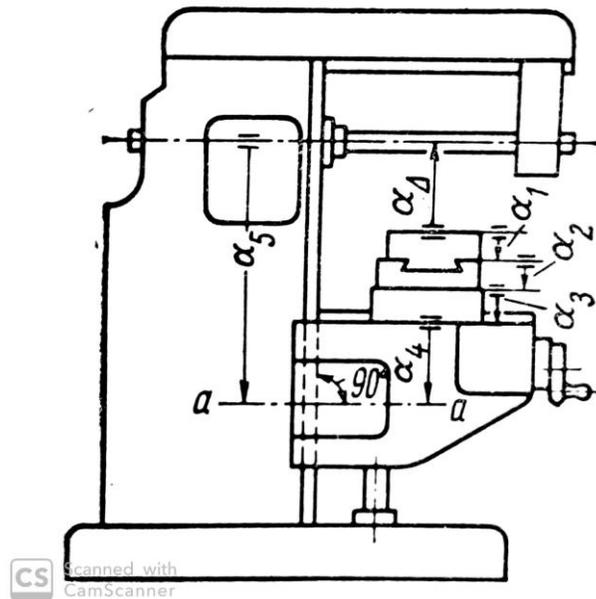


Figura 3. Cadena de medidas de posición relativa en una fresadora horizontal

Existen diferentes métodos para la solución de las cadenas de medidas, los cuales son:

- Intercambiabilidad total
- Intercambiabilidad parcial
- Intercambiabilidad por grupos
- Ajuste
- Regulación.

La selección del método de solución depende de factores técnico económicos, dentro de los que se encuentran: tipo de producción, precisión de la máquina herramienta, costos de producción, etc.

La precisión es el indicador de la calidad de mayor complejidad y costos en alcanzar. Se entiende por precisión al grado de aproximación de la pieza o la máquina a su prototipo geométrico ideal.

Los indicadores de la precisión son:

- Precisión de las medidas lineales, ya sea de distancia entre superficies de la pieza, o de dimensión vinculada a la forma geométrica de una superficie.
- Precisión de las posiciones relativas, dentro de las que se encuentran: paralelismo, perpendicularidad, coaxialidad, pulsación (radial y frontal), simetría, inclinación e intersección de ejes.
- Precisión de las formas geométricas de las superficies, dentro de las que se encuentran: circularidad, cilindricidad, rectitud, planicidad y perfil de sección longitudinal.
- Precisión del acabado superficial, contemplándose el estado de la capa superficial y la rugosidad superficial.<sup>2</sup>

Vías para aumentar la precisión de las máquinas<sup>3</sup>:

- Disminuyendo el campo de dispersión de los eslabones componentes, que trae como consecuencia aumentos en la precisión de los eslabones componentes de la cadena y elevados costos.
- Disminuyendo la cantidad de eslabones componentes, posibilitándose disminuir la precisión de los eslabones componentes y costos. En la figura 4 se muestra un ejemplo de ello para la elaboración de bujes en un torno universal.

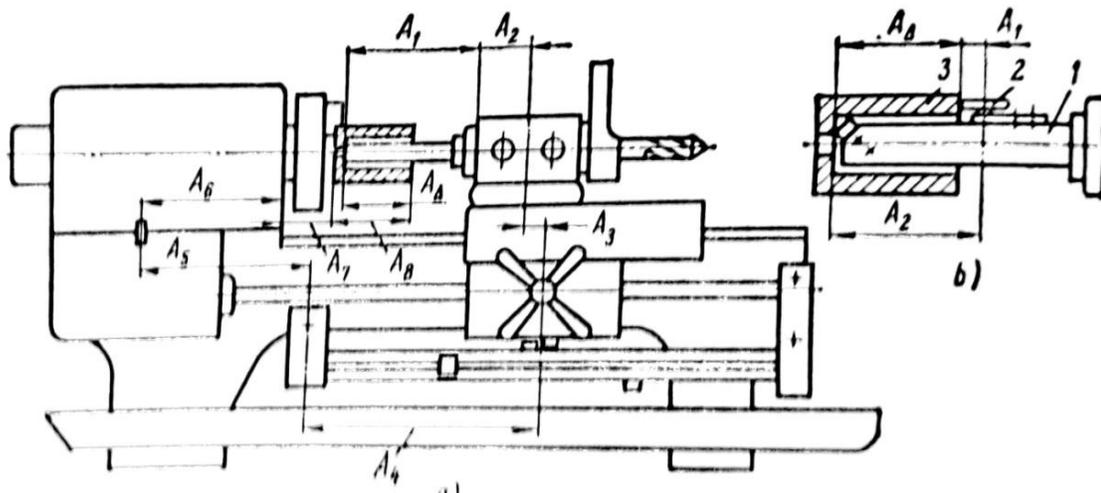


Figura 4. Aplicación de la vía de disminución de eslabones componentes para la elaboración de bujes.

Ejemplos para controlar precisión de posiciones relativas en las máquinas herramienta<sup>4</sup>:

- Ejemplo sobre pulsación frontal en husillos: Generalmente esta pulsación oscila entre 0.01 mm a 0.001 mm dependiendo del tipo de máquina. La causa fundamental que decide esta pulsación es la presencia de desviaciones de la perpendicularidad entre las caras de las piezas acopladas como se muestra en la figura 5.

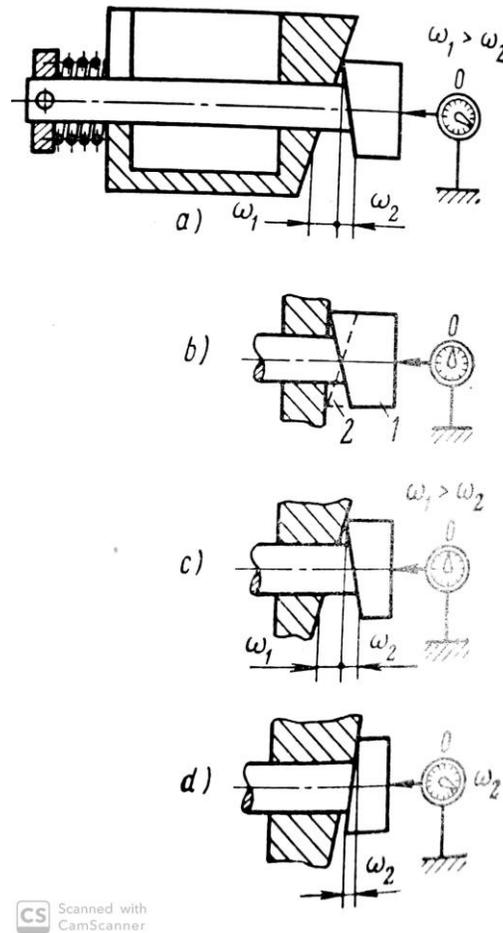


Figura 5. Control de pulsación frontal al husillo de una máquina herramienta

El instrumento empleado es un indicador de esfera con precisión mayor a la magnitud a controlar, pero colocado en posición frontal respecto a la pieza. Obsérvese en las figuras a) y b) que no se produce pulsación frontal debido a que en una de las piezas acopladas no hay falta de la perpendicularidad requerida. Obsérvese en las figuras c) y d) que la magnitud de la pulsación frontal está determinada por la suma de las faltas de perpendicularidad entre las piezas acopladas, siendo la menor desviación de perpendicular la que decide en la pulsación frontal. De lo explicado se deduce que para disminuir la magnitud de la pulsación frontal es necesario reducir la magnitud de la perpendicularidad de una de las piezas conjugadas<sup>5</sup>.

- Ejemplo sobre coaxialidad en husillos: Se define por la magnitud doble de la coaxialidad del eje de la superficie a medir de la pieza respecto a su eje de rotación. En la figura 6 se muestra.

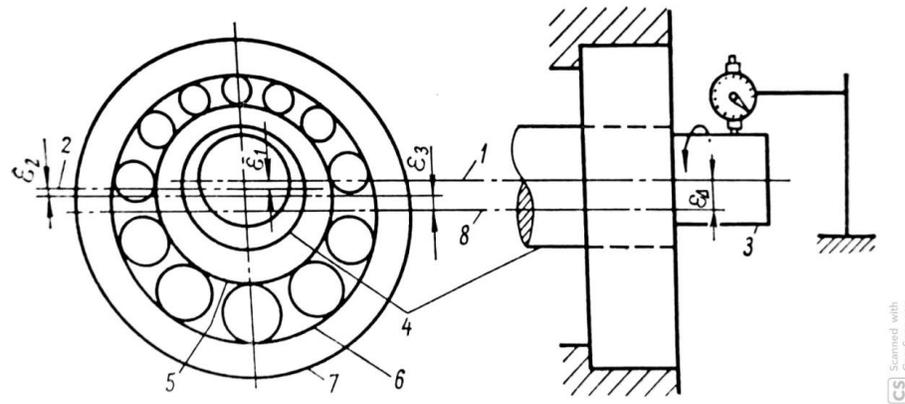


Figura 6. Control de la coaxialidad del husillo de una máquina herramienta

El instrumento empleado es un indicador de esfera con precisión mayor a la magnitud a controlar pero colocado en posición radial respecto a la pieza. Obsérvese que la determinación de la magnitud de la coaxialidad será dada por la suma de las coaxialidades del husillo y los cojinetes de rodamiento, lo que se representa en la figura 7.

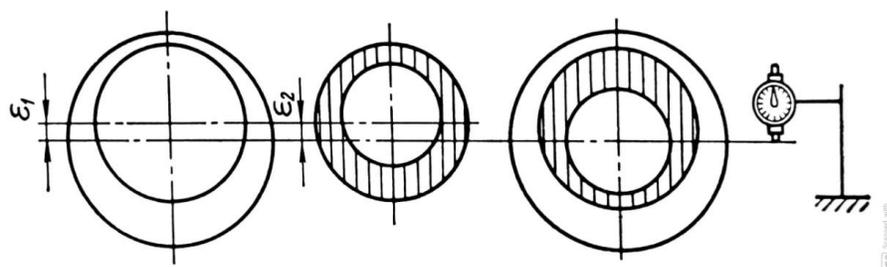


Figura 7. Determinación de la coaxialidad del husillo de una máquina herramienta

De lo explicado se deduce que para disminuir la magnitud de la coaxialidad del husillo es necesario variar el ángulo de la posición de las coaxialidades entre las piezas conjugadas de manera que sean opuestas entre sí. Este procedimiento se logra durante el proceso de ensamble de la máquina.

Finalmente se analizará la influencia del sistema máquina – dispositivo – herramienta de corte – pieza en la precisión de la máquina.

Las causas fundamentales que generan errores en este sistema son<sup>6</sup>:

- Selección de las bases tecnológicas de la pieza a elaborar.
- Selección de las bases de medición.
- Selección de los métodos y medios para lograr y controlar los reglajes estático y dinámico de este sistema.
- Posición del corte principal de la herramienta respecto a las superficies ejecutoras de máquina.
- Instalación (correcta basificación y fijación) de la pieza en el dispositivo.
- Selección adecuada de la precisión de los componentes del sistema para el trabajo a realizar.
- La requerida calificación de los ingenieros, técnicos y operarios.

Por lo tanto, se puede inferir, que los factores generales que afectan a este sistema y por lo tanto la precisión de la máquina son los de carácter organizacional, carácter técnico y tecnológico, así como de las condiciones en las que se presupone ejecutar la fabricación de las máquinas.

## **CONCLUSIONES**

En el presente trabajo se ha profundizado en los principios teórico - prácticos sobre cómo alcanzar y controlar la calidad de las máquinas herramienta durante su fabricación y explotación industrial.

Es muy importante no aplicar las teorías mecánicamente pues lo decisivo es seleccionar correctamente cómo serán empleadas a partir de determinadas condiciones y obtener las mejores soluciones.

En el segundo artículo serán objeto de estudio la selección de los métodos y medios para realizar y controlar los reglajes estático y dinámico de este sistema.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

1 Norma cubana NC 03-05-01/80

2 Norma cubana NC 16-30/80

3 Balakshin B. Fundamentos de Tecnología de la Construcción de Maquinaria. Leningrado: Mashinostroenie; 1969.

4 Kovan V M. Manual del tecnólogo en construcción de maquinarias. Moscú: Mashgiz; 1962.

5 Pogodin GI. Procesos tecnológicos progresivos en la construcción de maquinaria. Moscú: MIR; 1970.

6 Matalin AA. Tecnología de la construcción de maquinarias. Leningrado: Mashinostroenie; 1985.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Bader MG. Processing and fabrication technology. 2001

Barbashov B. Manual del fresador. Moscú: MIR; 1975

Faideherbe G. Tecnología mecánica. Francia: CETIM; 2003.

Flower B. Mechanic for engineers. Estados Unidos: Addison Wesley; 2000.

Ginjaume A. Ejecución de procesos de mecanizado, conformado y montaje. México: Thomson Paraninfo; 2003.

Groover M. Fundamentos de Manufactura Moderna. Estados Unidos; 2001.

Korsakov V. Fundamentos de la tecnología de la construcción de maquinaria. Moscú: MIR; 1987.

Palacios H u Posada O. Fundamentos de la Tecnología de la Construcción de Maquinarias 1 La Habana: Pueblo y Educación; 1989.

Posada, O. Fundamentos de los Procesos Tecnológicos. La Habana: Pueblo y Educación; 2011.

Posada O. Procesos tecnológicos típicos y por grupos. Revista Cimientos.2001; (2): 2-6.

Recibido: 23 de abril de 2021

Aceptado con recomendaciones: 17 de mayo de 2021

Aceptado: 30 de junio de 2021

El (los) autor(es) de este artículo declara(n) que:

Este trabajo es original e inédito, no ha sido enviado a otra revista o soporte para su publicación.

Está(n) conforme(s) con las prácticas de comunicación de Ciencia Abierta.

Ha(n) participado en la organización, diseño y realización, así como en la interpretación de los resultados. Luego de la revisión del trabajo, su publicación en la revista Pedagogía Profesional.

NO HAY NINGUN CONFLICTO DE INTERÉS con otras personas o entidades.