



Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río  
Vol. 16, No.1 enero - marzo, 2014

ARTÍCULO ORIGINAL

## Desarrollo del proceso tecnológico del árbol del carro transversal del torno C11MB

Development of technological process shaft cross slide lathe C11MB

Lourenço Pinto Viegas de Ceita<sup>1</sup>, Luis Lutgardo Díaz Crespo<sup>2</sup>

Universidad de Pinar del Río. "Hermanos Saíz Montes de Oca". Ministerio de Educación Superior. Facultad de Ciencias Técnicas. Departamento Mecánica. Martí 270 final, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: +53 (48) 728648

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico. Correo electrónico: [ceita\\_pinto@hotmail.com](mailto:ceita_pinto@hotmail.com)

<sup>2</sup>Máster en Ciencias Biomecánica. Profesor Auxiliar. Correo electrónico: [luisl@meca.upr.edu.cu](mailto:luisl@meca.upr.edu.cu)

---

## RESUMEN

El trabajo se realizó debido a la necesidad de estandarizar la fabricación de los árboles del carro transversal del torno C11MB como consecuencia de que anteriormente se habían fabricado varias piezas de este tipo a través del proceso de mediciones directas realizadas por el operario sin la tenencia de un plano de pieza que mostrara las dimensiones de las superficies que lo componen, ni tampoco una documentación tecnológica para realizar el proceso de maquinado. Previamente se hizo un análisis del árbol del carro transversal del torno C11MB y se describe un itinerario de la tecnología de fabricación por maquinado para la elaboración del mismo, además se calcularon los regímenes de corte para cada una de las operaciones y transiciones por las cuales pasaría dicha pieza y la valoración económica y medioambiental del proyecto realizado.

**Palabras Clave:** Árbol, Torno, Tecnología, Maquinado.

## **ABSTRACT**

The work is performed due to the need to standardize the production of trees cross slide lathe C11MB result that had previously made several pieces of this type through the process of direct measurements by the operator without tenure a workpiece to show the dimensions of the surfaces that compose a neither technology nor documentation for the machining process. Formerly an analysis of tree cross slide lathe C11MB blocks and an itinerary of manufacturing technology for machining for the preparation thereof is described further schemes shear are calculated for each of the operations and transitions for which he will this part and finally the economic and environmental assessment of the work done is done.

**Key words:** Shaft, Lathe, Technology, Machining.

---

## **INTRODUCCIÓN**

Dentro de la industria mecánica, la ciencia que estudia los procesos de producción (particularizando en los procesos tecnológicos por arranque de material) es la Tecnología de la Construcción de Maquinarias, cuyo sustento teórico está basado en el Corte de los Metales, la Conformación de Metales, la Metalurgia, las Máquinas Herramienta y el propio estudio de los procesos tecnológicos de fabricación de artículos. Entender el proceso de producción y poder formular los elementos componentes del proceso tecnológico para la fabricación de una pieza es importante mencionar un aspecto fundamental relacionado con:

El proceso en el cual se modifican las cualidades del objeto de trabajo referidas a formas y dimensiones, posiciones relativas, rugosidades superficiales, propiedades físico químicas de los materiales, etc. son procesos tecnológicos, tal es el caso del maquinado de las piezas y los tratamientos térmicos (Malishev, 1987).

En otro sentido, para iniciar el desarrollo de un país este debe basarse en una educación productiva.

El crecimiento interrumpido de la producción mecánica y de las construcciones que se desarrollan en Cuba, en correspondencia con los planes de desarrollo de la economía nacional, exigen la aplicación de procesos productivos de maquinado de los metales, el cual tiene por objeto fundamental, fabricar piezas de una configuración geométrica requerida y obtener dimensiones exactas y superficies debidamente trabajadas, esencialmente arrancando de la pieza bruta los sobre espesores de metal a través de

herramientas cortantes, puestas en acción por máquinas herramientas y por ajustes manuales. Para la descripción de la metodología para la elaboración de los procesos tecnológicos de fabricación por maquinado se hace la selección de los equipos, equipamientos tecnológicos, instrumentos y dispositivos a utilizar en los procesos tecnológicos de las piezas. En el caso que sea necesario fabricar determinados dispositivos, se debe realizar con anterioridad a la ejecución de los procesos productivos. Se establece el itinerario definitivo de fabricación de las piezas, o sea, la secuencia de operaciones tecnológicas (con sus instalaciones, posiciones y pasos tecnológicos) por las que pasará la pieza hasta su terminación. La elaboración del proceso tecnológico de fabricación del artículo en la documentación tecnológica correspondiente, en el que además de los pasos anteriores se incluirán los regímenes de corte, dispositivos y herramientas auxiliares, y la normalización técnica por medio de los tiempos de maquinado, auxiliar, norma de tiempo por unidad y norma de producción. Finalmente se realiza la valoración económica del proceso tecnológico (Pinto, 2014).

Se entiende por documentos tecnológicos, al conjunto de documentos gráficos o con texto que definen: el proceso tecnológico de elaboración o reparación de una pieza incluyendo su control y transferencia; el agrupamiento de piezas, unidades ensambladas, materiales, combustibles, lubricantes, utillaje, equipos tecnológicos y documentos que intervienen en una operación o proceso tecnológico; la ruta tecnológica de la elaboración o reparación del artículo a través de las diferentes unidades organizativas de la empresa (Posada, 2004).

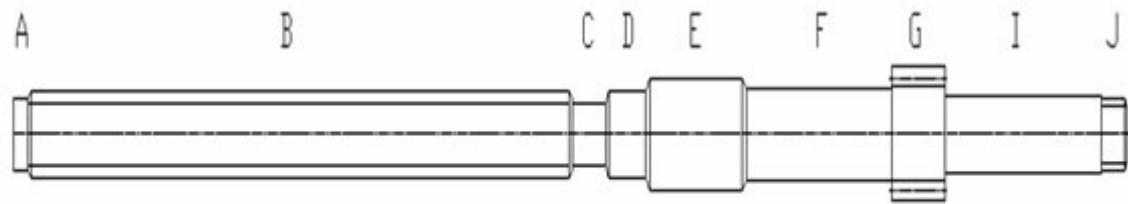
Por lo anteriormente expuesto se realizó un proyecto con el objetivo de elaborar la tecnología del proceso de maquinado para la fabricación del árbol del carro transversal del torno C11MB en la Unidad Empresarial de Base (UEB) "Julio Antonio Mella" de la Empresa Humberto Lamothe del Ministerio de la Agricultura en Pinar del Río.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizó el método histórico lógico a través del previo estudio realizado sobre la fabricación de piezas de forma cilíndrica, como es el caso del árbol del carro transversal del torno C11MB, los cuales fundamentaron el empleo del proceso tecnológico de maquinado.

Los métodos empíricos a través de la entrevista no estandarizada para conocer los elementos sustanciales relacionados con las máquinas herramientas con que se cuenta en la entidad laboral y con la fabricación del árbol del carro transversal del torno C11MB en particular y el análisis documental para la determinación de los regímenes de corte del árbol del carro transversal del torno C11MB.

El semiproducto a partir del cual se elabora el árbol es de forma cilíndrica con una longitud de 638 mm; diámetro exterior de 35 mm; Dureza 179 HB. El árbol del carro transversal del torno C11MB está compuesto por nueve superficies fundamentales, como se muestra en la *figura 1* (Rodríguez, 2010).



**Figura 1.** Croquis del árbol y sus superficies.

Las herramientas de corte y máquinas herramientas usadas tienen las siguientes características:

Cuchillas para el refrentado, cilindrado exterior, material BK8 (González, 1987).

Brocas para elaborar agujeros de centros, material Y11A (González, 1987).

Fresa de vástago cilíndrica, material P18 (González, 1987).

Cuchillas para roscas de forma y roscas finas, material T15K6 (González, 1987).

En el proceso de torneado, se utilizarán cuchillas de marca BK8, ya que estas pueden garantizar un buen maquinado de la pieza. En el caso de estudio, el cilindrado y la

geometría de la cuchilla será: ( $\varphi = 600$ ;  $\varphi_1 = 300$ ;  $\sigma = 100$ ), con sección del vástago 25 x 25.

El torneado de la pieza se realizará en un torno: Modelo 16K20, con altura de centros sobre bancada de 245 mm y distancia entre puntos hasta 2000 mm.

Potencia del motor  $N_m = 10$  kW, rendimiento del torno  $\eta = 0,75$ . La frecuencia de rotación del husillo, avances longitudinales, avances transversales y la máxima fuerza de corte axial admisible por el mecanismo del avance, se encuentran en (González, 1987).

Para el tallado del chavetero ubicado en la superficie F se utilizará una fresadora vertical modelo 5M14, potencia del motor,  $N_m = 3$  kW, rendimiento  $\eta = 0,65$ . Los útiles de la máquina serán, porta herramientas, fresa de vástago cilíndrica P18.

Para el tallado de los dientes del piñón, se utilizará una fresadora vertical modelo 5M14, potencia del motor,  $N_m = 3$  kW, rendimiento  $\eta = 0,65$ . Los útiles de la máquina serán, porta herramientas, fresa modular P18 y dispositivo para la división diferencial del cilindro.

La frecuencia de rotación del husillo, avances y máxima fuerza de corte axial admisible por el mecanismo del avance de la fresadora se encuentran en (González, 1987).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo del proyecto se realizaron los pasos o la tecnología necesaria para el cálculo de los regímenes de corte para el maquinado del árbol del carro transversal del torno C11MB.

La tecnología que a continuación se describe es la que se propuso y fue aplicada en la fabricación del árbol.

### **Paso 1**

#### 1.1 Seguiteado.

Instalación en la mordaza del semiproducto laminado de acero 45 y diámetro 35 mm.

Desinstalar

Seguiteado a una longitud de 638 mm

### **Paso 2**

#### 1.2 Torneado.

Instalación del semiproducto en el plato de tres muelas autocentrante, dejando en voladizo una longitud de 20 mm. Desinstalar

1.2.1 Refrentar el semiacabado de la cara lateral derecha desde el  $\varnothing$  35 hasta  $\varnothing$  0 con una profundidad de corte de 1mm en dos pasadas. El avance según los regímenes de corte para la elaboración por arranque de virutas es de 0.5 mm/rev.

1.2.2 Elaboración del agujero de centros tipo A con broca para centros.

Instalar semiproducto entre plato de tres muelas autocentrante y la contrapunta del torno, dejando una longitud de 550 mm. Desinstalar.

1.2.3 Cilindrar desbastando con  $t = 2$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 500 mm hasta obtener un diámetro de 31 mm.

1.2.4 Cilindrar semiacabando con  $t = 1,5$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 500 mm hasta obtener un diámetro de 28 mm.

1.2.5 Cilindrar desbastando con  $t = 2$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 360 mm hasta obtener un diámetro de 24 mm.

1.2.6 Cilindrar acabando con  $t = 1$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 360 mm hasta obtener un diámetro de 22 mm.

1.2.7 Cilindrar desbastando con  $t = 2$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev desde una longitud de 318 mm hasta una longitud de 337 mm y obtener un diámetro de 18 mm.

1.2.8 Cilindrar acabando con  $t = 1$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev desde una longitud de 318 mm hasta una longitud de 337 mm y obtener un diámetro de 16 mm.

1.2.9 Cilindrar desbastando con  $t = 2$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev desde una longitud de 417 mm hasta una longitud de 500 mm y obtener un diámetro de 24 mm.

1.2.10 Cilindrar acabando con  $t = 0,2$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev desde una longitud de 417 mm hasta una longitud de 500 mm y obtener un diámetro de 23,5 mm.

1.2.11 Cilindrar desbastando superficie A con  $t = 2,5$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 8 mm hasta obtener un diámetro de 17 mm.

1.2.12 Cilindrar desbastando superficie A con  $t = 1,5$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 8 mm hasta obtener un diámetro de 14 mm.

1.2.13 Biselar a  $2 \times 450$  superficie B con cuchilla en el extremo derecho.

1.2.14 Biselar a  $2 \times 450$  superficie B con cuchilla en el extremo izquierdo.

1.2.15 Elaborar superficie roscada de tipo cuadrada con paso 5 mm con cuchilla de forma para rosca con  $t = 2,5$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev en 6 pasadas.

Se invierte la posición del semiproducto e Instalar en plato de tres muelas autocentrante por la superficie E. Desinstalar

1.2.16 Refrentar semiacabando la cara lateral derecha desde el  $\varnothing 35$  hasta  $\varnothing 0$ , con una profundidad de corte de 1mm en dos pasadas.

1.2.17 Elaborar agujero de centros tipo A con broca para centros.

Se instala el semiproducto entre plato de tres muelas autocentrante ubicada en la superficie E y la contrapunta del torno. Desinstalar

1.2.18 Cilindrar acabando con  $t = 0,5$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev obtener un diámetro de 34 mm.

1.2.19 Cilindrar desbastando con  $t = 2$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 104 mm, tres pasadas, hasta obtener un diámetro de 22 mm.

1.2.20 Cilindrar acabando con  $t = 1$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 104 mm desde diámetro 22 mm hasta obtener un diámetro de 20 mm.

1.2.21 Cilindrar acabando con  $t = 1$  mm y  $S = 0,5$  mm/rev una longitud de 14,5 mm desde diámetro 20 mm hasta obtener un diámetro de 18 mm.

1.2.22 Elaborar superficie roscada de tipo métrica con paso 1,5 mm con cuchilla de forma para rosca de 60 0 con  $t = 0,75$ mm y  $S = 0,5$  mm/rev en 4 pasadas

### **Paso 3**

#### 1.3 Fresado

Instalar la pieza en mordaza ubicada en la superficie I. Desinstalar

1.3.1 Fresar con fresa de vástago de diámetro 10 mm un chavetero con longitud 40 mm y profundidad 4 mm a partir de una dimensión de 2 mm del extremo derecho.

Instalación de la pieza en el cabezal divisor ubicado en la superficie A usando útiles de apoyo. Desinstalar.

1.3.2 Elaborar dientes con casquillos insertados, diseñando previamente el cabezal divisor y definido y calculado como 2 vueltas y 42 orificios en el disco de 49 agujeros (Casillas, 1989).

Se muestra la secuencia gráfica de la fabricación del árbol del carro transversal del torno en la *figura 2*.

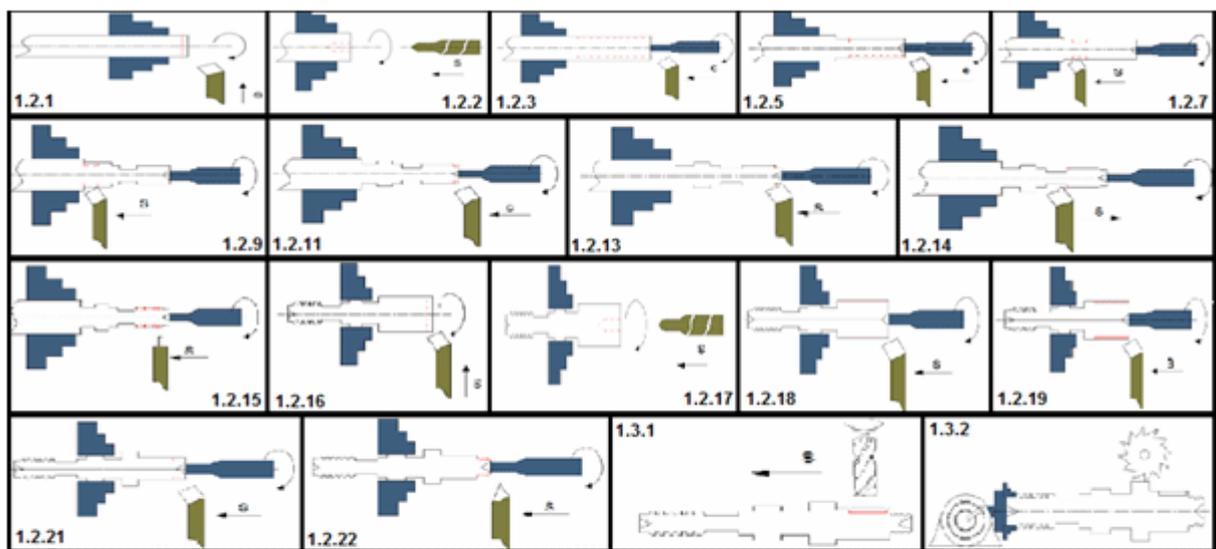


Figura 2. Itinerario Gráfico.

### VALORACIÓN MEDIOAMBIENTAL.

La valoración medioambiental del trabajo realizado es multifactorial y se manifiesta de múltiples formas, todas presentes en el amplio entorno de la UEB Julio A. Mella. La elaboración de la documentación tecnológica permite que los obreros y técnicos del taller usen la misma a la hora de realizar la fabricación de dicha pieza lo que implica seguridad, confianza e independencia durante el proceso de elaboración de los árboles de los carros transversales y también calidad en la pieza obtenida y disminución de los costos de fabricación, evitándose además el deterioro de la misma.

### VALORACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA.

Se realizó el costo directo total de producción (CDTP) a través de una fórmula que contiene diferentes elementos que intervienen directamente como es el caso de los materiales y las materias primas usadas, el costo de energía, el salario básico de los operarios que intervienen en la fabricación del árbol así como su salario complementario y la seguridad social.

$$\text{CDTP} = \text{MPM} + \text{CE} + \text{SB} + \text{SC} + \text{SS}$$

$$\text{CDTP} = 51 \text{ MN} + 4 \text{ MN} + 3,74 \text{ MN} + 0,339 \text{ MN} + 0,32 \text{ MN} = 59,40 \text{ MN}$$

$$\text{CDTP} = 3,45 \text{ CUC} + 0,16 \text{ CUC} = 3,61 \text{ CUC}$$

Al comparar el costo directo total de la producción del árbol del carro transversal del torno con el costo de un torno paralelo que asciende a la cifra de \$ 25. 000 USD, es casi intrascendente por lo que se considera que la fabricación del árbol es factible económicamente.

## CONCLUSIONES

Se elaboró la documentación tecnológica para la fabricación por maquinado del árbol del carro transversal del torno C11MB considerando el equipamiento técnico existente en los talleres de maquinado del territorio y se realizó la selección y el cálculo de los regímenes de corte para cada una de las operaciones de maquinado necesarias durante la fabricación del árbol, lo cual propicia la correcta fabricación del mismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casillas A. L. (1989). Máquinas. Cálculos de Taller. La Habana. Editorial Ciencias Técnicas. pp. 231
- González González, Jesús. (1989). Regímenes de corte I y II. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. pp. 62-242
- Malishev, A y et al. (1987). Tecnología de los metales. Editorial MIR. Moscú pp. 102
- Pinto Viegas de Ceita Lourenço, Díaz Crespo Luis Lutgardo. (2014). Desarrollo del proceso tecnológico del árbol del carro transversal del torno C11MB. (Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico). Universidad de Pinar del Río. pp. 21-44
- Posada Ortega, Osvaldo. (2004). Fundamentos de los procesos tecnológicos. La Habana. Instituto Superior Pedagógico para la Educación Técnica y Profesional. "Héctor Alfredo Pineda Zaldívar" pp. 4-13
- Rodríguez Hernández, Orlando. (2010). Dibujo Aplicado para Ingenieros. Tomo I. La Habana. pp. 56

Aceptado: diciembre 2014

Aprobado: julio 2015

**Ing. Lourenço Pinto Viegas de Ceita.** Departamento Mecánica. Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Pinar del Río. "Hermanos Saíz Montes de Oca". Ministerio de Educación Superior. Martí 270 final, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: +53 (48) 728648  
Correo electrónico: [ceita\\_pinto@hotmail.com](mailto:ceita_pinto@hotmail.com)