



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Parámetros en el Diseño de Puestos de Trabajo Simples

Apellidos, nombre	Vicens Salort, Eduardo (evicens@cigip.upv.es)
Departamento	Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP) Departamento de Organización de Empresas
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales



1 Resumen de las ideas clave

Se pretenden describir los parámetros básicos a establecer cuando se diseña un Puesto de Trabajo para la fabricación de una pieza o producto. Se definen el tiempo de ciclo y la capacidad de producción del puesto de trabajo. Se definen los conceptos de estándar de trabajo y productividad del recurso mano de obra. Se definen los mismos conceptos para los otros tipo de recursos que se utilizan en un puesto de trabajo. Se visualizan todos estos parámetros mediante los diagramas hombre-máquina. Y se establece cómo calcularlos.

2 Objetivos

Cuando se ha establecido el método de trabajo para la fabricación de una pieza o producto en un **puesto de trabajo simple** y se han medido los tiempos de los diferentes elementos de las operaciones, el estudiante que trabaje este tema será capaz de:

- Calcular el tiempo de ciclo y la capacidad de producción del puesto de trabajo
- Calcular la Cantidad de Trabajo, las Demoras y el Tiempo Tipo o Estándar que se asigna a una pieza o producto
- Calcular la cantidad de otros recursos que se necesitan para la fabricación de la pieza o producto en el puesto de trabajo simple.

3 Introducción

Mediante el Estudio de Métodos se establece el MÉTODO de fabricación de un producto, pieza, servicio, etc. Es decir la forma en la que se ejecutan las operaciones y/o tareas para obtener el producto. Incluso se pueden plantear, mediante las diferentes técnicas conocidas (Principios de Economía de Movimientos, Técnicas SMED, PokaYoke, etc.), diversas Mejoras del Método establecido.

Con las Técnicas de MEDICIÓN del trabajo (Estudio de Tiempos, Sistemas de Tiempo Predeterminados, Muestreo de Actividades), se es capaz de establecer el tiempo necesario para realizar los diferentes productos, piezas y/o servicios.

En esta publicación se pretende definir las características básicas (y los conceptos relacionados con ellas) a tener en cuenta en el diseño de los puestos de trabajo donde se realizan las diferentes operaciones según el MÉTODO establecido y en las que se invierte una cantidad de recursos que se han MEDIDO, todo ello para lo que se ha calificado como Puesto de Trabajo Simple (en una posterior publicación se tratará de la extensión de estos conceptos a los puestos de trabajo que se denominarán complejos).

Estas características son las relacionadas con el ciclo de operación por un lado y las relacionadas con el consumo de recursos por otro.

4 Ciclo de trabajo o de operaciones.

Se definen los siguientes conceptos de un sistema de fabricación:

- **Ciclo de trabajo:** Es la sucesión de elementos u operaciones elementales necesarios para efectuar una tarea u obtener una o varias unidades de producción, y que realizan los operarios y las máquinas en un puesto de trabajo. Comprende a veces elementos casuales.
- **Elementos u operaciones de una tarea:** es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.
- **Puesto de trabajo:** Es una parte de un sistema de fabricación, constituida por personas, máquinas, robots, sistemas de almacenamiento, etc., en la que se realizan una o varias tareas sobre los productos o bienes que se elaboran en el sistema de fabricación.

En cada puesto de trabajo se puede distinguir entre trabajos u operaciones realizadas por las personas u operarios (elementos manuales) y trabajos u operaciones realizados automáticamente por las máquinas u otros recursos tecnológicos (elementos mecánicos).

5 Puesto de trabajo simple. Tiempo de ciclo y capacidad.

Se define el **puesto de trabajo simple** como aquel en el que se realiza **una tarea** para obtener **un producto** por parte de **un operario** y con ayuda de **una máquina**. Considérese que el tiempo necesario para la realización de los elementos de la tarea se ha definido utilizando las correspondientes técnicas de medición del trabajo y que éste está definido determinísticamente; es decir se consideran tiempos que no están sujetos a variabilidad ni incertidumbre. En ese contexto se definen:

- El conjunto de elementos que realiza un operario con la **máquina parada**. **MP** será el tiempo necesario para realizar esos elementos.
- El conjunto de elementos que realiza el operario mientras la máquina realiza su ciclo automático (**máquina en marcha**). **MM** será el tiempo necesario para realizar esos elementos.
- Elementos mecánicos o **Ciclo** automático **de la máquina**. **TM** será el tiempo necesario para realizar esos elementos.

5.1 Diagrama hombre-máquina.

Se puede realizar la representación gráfica del funcionamiento del puesto de trabajo utilizando una escala común de tiempos (en abcisas) y de cada una de las actividades que realizan los recursos (operarios, máquinas o equipos) que intervienen en ese puesto de trabajo, representado el funcionamiento o no de cada recurso a lo largo del tiempo, con el objeto de mostrar la correlación entre ellas. Es un diagrama de actividades múltiples aplicado a los recursos que operan:

el operario y la máquina. Estas representaciones gráficas las denominaremos **diagramas hombre-máquina**.

Para el puesto de trabajo simple, tendremos:

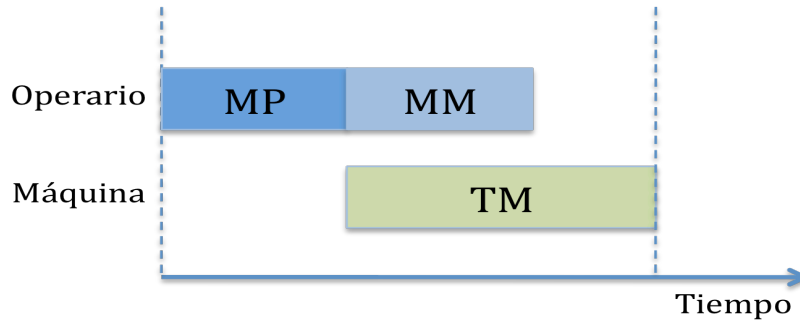


Figura 1. Diagrama hombre-máquina

5.2 Tiempo de ciclo y capacidad

En un puesto de trabajo, como características o parámetros relacionados con el ciclo de operaciones, se definen:

- **TC: Tiempo de Ciclo** o tiempo que tarda un puesto de trabajo en producir una pieza (min/pieza)
- **Cap: Capacidad de producción** o número de piezas que una estación o puesto de trabajo es capaz de producir por unidad de tiempo (piezas/min)

$$TC = \frac{1}{Cap} \quad \text{Ecuación 1}$$

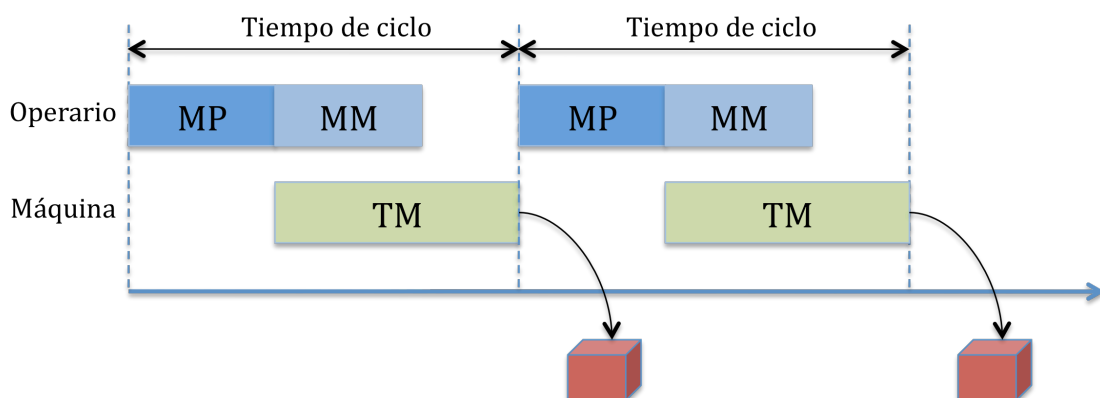


Fig. 2. Tiempo de ciclo.

Como se observa en la figura 2, y para el caso del puesto de trabajo simple:

$$TC = MP + TM \quad \text{Ecuación 2}$$

Igualmente, en un puesto de trabajo simple, el tiempo necesario para llevar a cabo el ciclo de trabajo coincide con el tiempo de ciclo.

6 Recursos de fabricación.

Para la fabricación de la pieza, en el caso del puesto de trabajo simple, se están utilizando dos recursos, el Operario y la Máquina. La unidad de medida de la **cantidad del recurso operario** que se utiliza para la fabricación de la pieza es el **minuto-hombre/pieza** (min.h/p). La unidad de medida de la **cantidad del recurso máquina** que se utiliza en la fabricación de la pieza es el **minuto-máquina/pieza** (min.m/p).

6.1 Trabajo de los Recursos Humanos. Demoras e ineficiencias.

Con carácter general, se hablará de **TRABAJO** de las personas cuando nos referimos al tiempo utilizado por ellas para realizar las tareas, es decir, a la cantidad de recurso humano que se utiliza en la fabricación de los productos.

Dentro de cada ciclo de trabajo, los operarios que están fabricando la pieza podrán estar realizando diferentes elementos de la tarea o estar en espera para realizarlos. En ese contexto, se definen las cantidades del recurso persona siguientes:

6.1.1 Cantidad de trabajo

- **QT: Cantidad de Trabajo** o tiempo que utiliza el operario añadiendo valor al producto, medido en min.h/pieza. Es tiempo durante el cual el operario realiza acciones concretas sobre el producto, bien cuando la máquina está parada o bien cuando está en funcionamiento.

$$QT = MP + MM \quad \text{Ecuación 3}$$

6.1.2 Demora de Proceso

- **DP: Demora de Proceso** o tiempo que espera el operario a que la máquina finalice su ciclo automático, medido en min.h/pieza. Es tiempo del operario en el cual no se añade ningún valor al producto; es un tiempo improductivo y, por lo tanto, es ineficiencia del sistema de fabricación. En un puesto de trabajo simple:

$$DP = TM - MM \quad \text{Ecuación 4}$$

6.1.3 Demora Inherente

- **DI: Demora Inherente** o tiempo que debe esperar el operario en el puesto de trabajo a que le llegue la pieza desde otro puesto de trabajo o a que



pueda pasar la pieza a otro puesto de trabajo, medido en min.h/pieza. Igualmente es un tiempo del operario en el cual no se añade ningún valor al producto; es un tiempo improductivo y una ineficiencia del sistema de fabricación. En un puesto de trabajo simple:

$$DI = TC - (MP + TM) \quad \text{Ecuación 5}$$

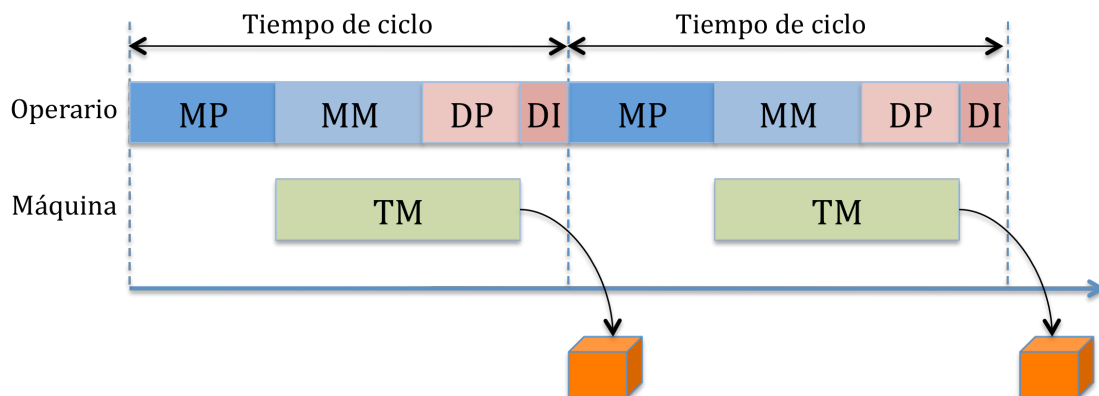


Figura 3. Cantidad de trabajo y demoras

6.1.4 Tiempo Tipo o Work Standard

Así pues se define el:

- **WS: Work Standard, Tiempo Estándar o Tiempo Tipo** como los minutos hombre (cantidad de recurso) necesarios para obtener una pieza, medidos en min-h/pieza.

$$WS = QT + DP + DI \quad \text{Ecuación 6}$$

Como se observa en la figura 3, en el caso del puesto de trabajo simple, en una escala de tiempos, se verifica que el numeral del TC coincide con el numeral del WS, pero esto no quiere decir que el tiempo de ciclo sea el work standard, ya que por definición son dos conceptos distintos: el primero se mide en minutos por unidad, el segundo en minutos – hombre por unidad.

6.1.5 Productividad y eficiencia de la mano de obra

Se definen pues:



- **P:** La **Productividad** de la mano de obra como las piezas por unidad de recurso humano (piezas/minutos-hombre)¹ que se fabrican en el puesto de trabajo

$$P = \frac{1}{WS} \quad \text{Ecuación 7}$$

- **E:** La **Eficiencia** de la mano de obra o porcentaje del tiempo de persona utilizado eficazmente (%)²

$$E = \frac{QT}{WS} \quad \text{Ecuación 8}$$

6.2 Consumo o Cantidad de otros tipos de recursos. Utilización.

De la misma forma que con los recursos humanos, para cualquier otro tipo de recurso (como la máquina) se pueden definir, además del TM, lo siguiente:

- **DM: Demora de máquina** o tiempo que espera la máquina a que el operario u otro recurso finalice su trabajo, medido en min.maq/pieza. Es tiempo de máquina en el cual no se añade ningún valor al producto; es un tiempo improductivo y, por lo tanto, es ineficiencia del sistema de fabricación.
- **DIM: Demora Inherente de la máquina** o tiempo que debe esperar la máquina en el puesto de trabajo a que le llegue la pieza desde otro puesto de trabajo o a que pueda pasar la pieza a otro puesto de trabajo, medido en min.maq/pieza. Igualmente es un tiempo en el cual no se añade ningún valor al producto; es un tiempo improductivo y una ineficiencia del sistema de fabricación.
- **Pm: Productividad de la máquina** o piezas por unidad de recurso máquina (piezas/minutos-máquina).
- **U: Utilización de la máquina** o porcentaje del tiempo de recurso utilizado eficazmente (%).

¹ Obsérvese que el concepto de productividad se basa en el concepto de estándar de trabajo y, consecuentemente, hay un incremento de productividad cuando hay una disminución del estándar de trabajo. Esto desecha las supuestas técnicas de incremento de productividad basadas en sistemas de incentivo a la producción realizada, por cuanto éstas se basan en un incremento del ritmo de trabajo del operario y no en una disminución real del estándar de trabajo.

² Este concepto viene a representar lo que también se conoce como Saturación del Operario, que se estudiará con más detalle en otros capítulos.

$$U = \frac{TM}{TC} \quad \text{Ecuación 9}$$

Como se observa de nuevo en la figura 3, en el caso del puesto de trabajo simple, en una escala de tiempos, se verifica que el numeral del TC coincide con el numeral del TM + DM+ DIM, pero esto no quiere decir que el tiempo de ciclo sea la cantidad de recurso máquina que se consume, ya que por definición son dos conceptos distintos: el primero se mide en minutos por unidad, el segundo en minutos – máquina por unidad.

7 Caso: Aplicación a una máquina individual

Considérese el puesto de trabajo definido por un operario que maneja una máquina, de forma que el método de trabajo establece, para el procesado de una pieza, que el operario toma el material de un almacén de entrada, lo procesa con ayuda de la máquina, y deposita la pieza en un almacén de salida, como se observa en la figura 4.

Los tiempos establecidos son:

$$MPa = 8 \text{ min.h/p}, \quad MMa = 5 \text{ min.h/p}, \quad TMa = 12 \text{ min.m/p}$$

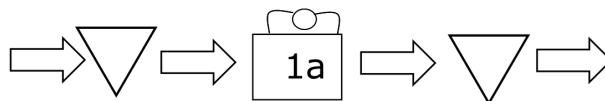


Figura 4. Caso 1: Máquina individual

El diagrama hombre-máquina del caso es el que se muestra a continuación:

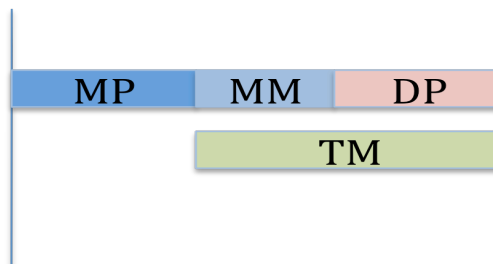


Figura 5. Diagrama hombre-máquina Máquina individual

Y los parámetros del puesto de trabajo son los siguientes:

- En cuanto al tiempo de ciclo y la capacidad de producción



$$TC = MP + TM = 8 + 12 = 20 \text{ min/pieza}$$

$$Cap = \frac{1}{TC} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ piezas/min} = 3 \text{ piezas/hora}$$

- En cuanto al recurso Mano de Obra
 - La cantidad de trabajo, la demora de proceso y el tiempo estándar o tiempo tipo

$$QT = MP + MM = 8 + 5 = 13 \text{ min h/pieza}$$

$$DP = TM - MM = 12 - 5 = 7 \text{ min h/pieza}$$

$$WS = QT + DP + DI = 13 + 7 = 20 \text{ min h/pieza}$$

- La productividad de la mano de obra, la eficiencia de la mano de obra y la utilización de la máquina

$$P = \frac{1}{WS} = 3 \text{ piezas/hora}$$

$$E = \frac{QT}{WS} = \frac{13}{20} = 0.65 = 65\%$$

$$U = \frac{TM}{TC} = \frac{12}{20} = 0.6 = 60\%$$

8 Conclusiones

En un puesto de trabajo simple se establecen dos grupos de parámetros relacionados con su diseño:

- Los que hacen referencia al ciclo de operaciones, que son el tiempo de ciclo y la capacidad de producción.
- Y los que hacen referencia a los recursos que se utilizan. Por un lado los del recurso operario, como la Cantidad de Trabajo, las Demoras y el Tiempo Estándar o Tiempo Tipo, y la Productividad de la Mano de Obra y su Eficiencia, y por otro lado los de las máquinas u otros recursos.

Establecido el METODO de Trabajo y MEDIDO el tiempo necesario para llevarlo a cabo, se es capaz de calcular los parámetros de diseño del puesto de trabajo simple.

9 Bibliografía

9.1 Libros:

[1] Alonso García, A.: "Conceptos de organización industrial", en Colección Productiva, Ed. Marcombo, SA. Barcelona. 1998. ISBN 84-267-1139-1.

[2] Eilon, S.: "La producción: Planificación, organización y control", Ed. Labor, SA. Barcelona. 1976. ISBN 84-335-6560-5.



[3] Ford España, "Industrial Engineering Training Courses", Ed. Planta de Ford España. Almusafes. 1985.

[4] Maynard, H.B.; Editor: "Manual de Ingeniería de la Producción Industrial (Industrial Engineering Handbook)", Editorial Reverté, SA. Barcelona. 1975. ISBN 84-291-2670-8.

[5] Niebel, B.W.: "Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos", Ed. Ediciones Alfaomega, SA. México. 1990. ISBN 968-6223-26-6.

[6] Oficina Internacional del Trabajo: "Introducción al Estudio del Trabajo", Ed. OIT, Ginebra. 1983. ISBN 92-2-301939-7.

[7] Salvendy, G.; Editor: "Handbook of Industrial Engineering. Vol. 2: Performance Improvement Management; Management, Planning, Design, and Control", Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 2001. ISBN 978-0-470-24182-0.

9.2 Referencias de fuentes electrónicas:

[8] Vicens-Salort, E.; Miralles-Insa, C.; Andrés-Romano, C.: "Diseño de puestos de trabajo simples. Diagramas hombre-máquina y cálculo de la capacidad y de la productividad". Ed. Universitat Politècnica de València, RIUNET, 2010. Disponible en <http://hdl.handle.net/10251/8953>