

UF1129: Costes de los procesos de mecanizado

Elaborado por: Antonio Salado Ortiz

Corregido por: Beatriz Marta de la Iglesia Rodríguez

Edición: 6.1

EDITORIAL ELEARNING S.L.

ISBN: 978-84-16557-52-3

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

Presentación

Identificación de la Unidad Formativa:

Bienvenido a la Unidad Formativa **UF1129: Costes de los procesos de mecanizado**. Esta Unidad Formativa pertenece al Módulo Formativo **MF1268_3: Aprovisionamiento en fabricación mecánica**, que forma parte del Certificado de Profesionalidad **FMEM0109: Gestión de la producción en fabricación mecánica** de la familia profesional **Fabricación Mecánica**.

Presentación de los contenidos:

La finalidad de esta unidad formativa es enseñar al alumno a calcular los costes en los procesos de mecanizado.

Para ello, se analizarán los tiempos y costes, la elaboración de costes de gestión de la producción mecánica y se profundizará en la prevención de riesgos laborales y medioambientales en el transporte y almacenamiento de productos.

Objetivos:

Al finalizar esta Unidad Formativa aprenderás a:

- Analizar los criterios que influyen en los tiempos y costes de las operaciones de gestión de la producción mecánica.
- Determinar el coste de una operación de mecanizado con arreglo al precio de los factores que intervienen en la misma, estimando el tiempo necesario para realizarla.

Índice

UD1. Análisis de tiempos y costes

1.1. Análisis de tiempos, conceptos generales	9
1.2. Clases de costes: fijos, variables y medios.	25
1.3. Estimaciones de tiempos, sistemas de tiempos predeterminados	26
1.4. Interpretación de la hoja de procesos y optimización de tiempos y costes	31
1.5. Descomposición de los ciclos de trabajo en elementos, cronometraje	35
1.6. Sistemas para reducir tiempos y costes	48

UD2. Elaboración de costes de gestión de la producción mecánica

2.1. Cálculo de parámetros de corte en las diferentes máquinas herramientas	77
2.2. Cálculo de costes de mecanizado	81

2.2.1. Cálculo de tiempos de fabricación	82
2.2.2. Tiempos de corte de las distintas operaciones de mecanizado	83
2.2.3. Tiempo de preparación.....	85
2.2.4. Tiempo de operaciones manuales	85
2.2.5. Tiempos imprevistos.....	86
2.3. Preparación de una oferta de mecanizado.....	87
2.3.1. Estimación del plazo de entrega.....	88
2.3.2. Documentación comercial	90
2.3.3. Precio de oferta.....	91

UD3. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en el transporte y almacenamiento de productos

3.1. Aspectos legislativos y normativos	101
3.2. Riesgos debidos a los elementos nocivos en el puesto de trabajo	119
3.3. Evaluación de riesgos.....	147
3.4. Residuos y productos generados en la actividad laboral: caracterización, clasificación, utilización y tratamiento.....	150
3.5. Equipos de protección (individual, colectiva y de los equipos) utilizados.....	154

Glosario.....	165
---------------	-----

Soluciones.....	169
-----------------	-----

UD1

Análisis de tiempos
y costes

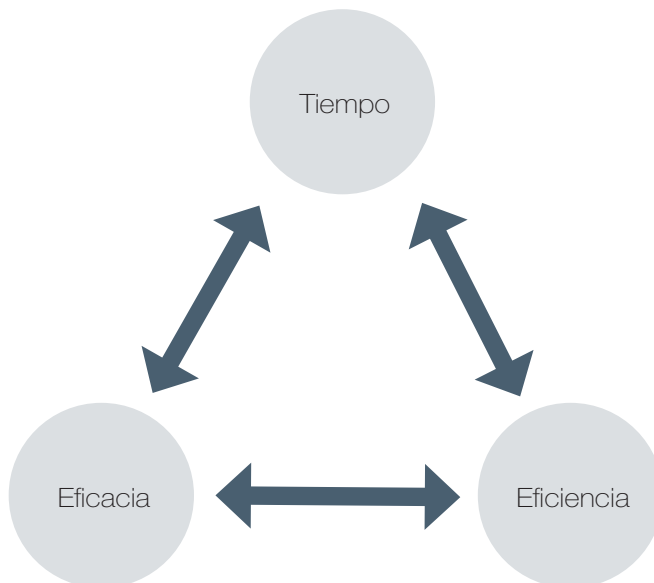
- 1.1. Análisis de tiempos, conceptos generales
- 1.2. Clases de costes: fijos, variables y medios
- 1.3. Estimaciones de tiempos, sistemas de tiempos predeterminados
- 1.4. Interpretación de la hoja de procesos y optimización de tiempos y costes
- 1.5. Descomposición de los ciclos de trabajo en elementos, cronometraje
- 1.6. Sistemas para reducir tiempos y costes

1.1. Análisis de tiempos, conceptos generales

Estudio de tiempos

A estas alturas del estudio el alumno ya habrá caído en la cuenta de la importancia de la variable tiempo en todo lo que estamos comentando. No siempre se ha mencionado explícitamente, pero siempre está y estará presente a lo largo del curso.

Somos eficientes en tanto que hacemos trabajo utilizando recursos en un plazo de tiempo determinado. Si no estuviéramos sometidos a una limitación de tiempo y cumpliéramos con el trabajo previsto, diríamos que hemos sido Eficaces.

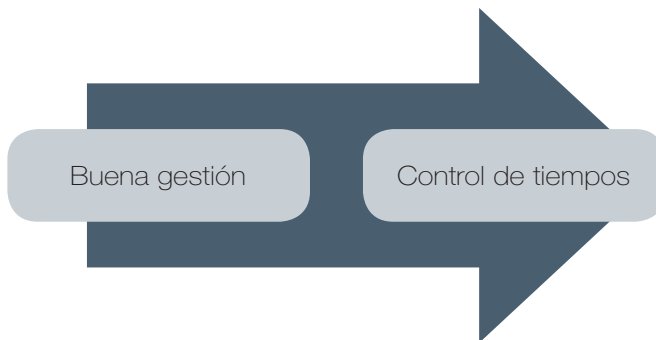


Ha llegado el momento de estudio de los tiempos de trabajo. Fundamentales para poder establecer las capacidades de producción y las cargas de trabajo, dos caras de una misma moneda.

Ningún proceso productivo tiene sentido si no va acompañado del correspondiente estudio de tiempos.

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para conocer el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida y siguiendo un procedimiento normalizado de trabajo.

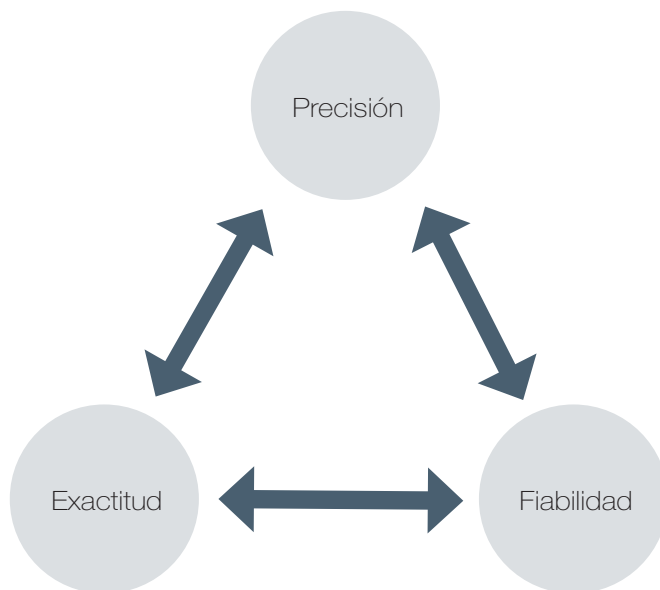
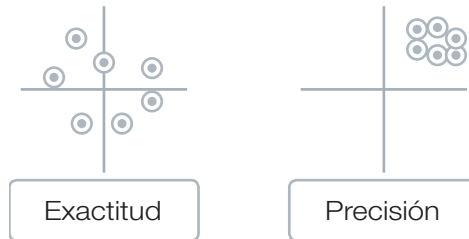
Podemos decir que no hay aspecto de la empresa que pueda prescindir de una correcta determinación de los tiempos de ejecución de las distintas operaciones. Por ese motivo, la primera decisión que habrá que tomar a la hora de hacer una medición de tiempos será la elección de los medios que utilizaremos para esta medida y que tendrá que ver con el grado de exactitud y precisión que requerimos.



Precisión, exactitud y fiabilidad

Se entiende por **precisión** de los instrumentos de medida utilizados, el grado en que concuerdan las distintas medidas de un mismo fenómeno al realizar repetidas veces la medición.

Exactitud es el grado en que el valor obtenido se acerca al valor real del fenómeno medido.



Fiabilidad o validez es el grado en que los valores obtenidos en una muestra se acercan al valor real de la población de la que se ha extraído la muestra. Para poder obtener la adecuada fiabilidad en la medida del tiempo de trabajo es necesario estudiar operadores representativos del conjunto en condiciones de trabajo representativas, medir el número adecuado de operaciones y tratar adecuadamente los datos.

Existen varios procedimientos para determinar los tiempos de trabajo:

- Por estimación, consiste en apreciar de forma estimativa el tiempo necesario para realizar un trabajo. Estas apreciaciones son poco exactas y no se debe considerar un método adecuado.
- Por empleo de cronómetros u otros dispositivos de medida de tiempo, es el de uso más extendido y supone una uniformidad y una sistemática en la medición de tiempos.
- Mediante tablas de datos normalizados y fórmulas de tiempos, solo puede emplearse en la empresa después de haber hecho unos cronometrajes, con información completa sobre la operación y las dificultades del trabajo.
- Sistemas de tiempos predeterminados, que se basan en descomposiciones de movimientos y desarrollan unas tablas de tiempos que pueden aplicarse a movimientos elementales definidos.
- Muestreo de trabajo, mediante este método se ha llegado en algunos casos de trabajo muy repetidos, a poder determinar los tiempos tipo de ejecución de las tareas. Su aplicación suele ser de tipo general como la utilización de máquinas o el rendimiento general de una sección.

Nosotros nos centraremos en los conceptos básicos de la medición de tiempo por cronometraje.

Para ello se utiliza básicamente el cronómetro que puede ser de tres clases: horas decimales, minutos decimales o segundos.

Estudio del tiempo				
Estimación	Cronómetro	Muestreo de trabajo	Tiempos predeterminados	Tablas normalizadas

Unidades de tiempo

El segundo es la menor división de tiempo que tienen los relojes corrientes. Los cronómetros pueden tener divisiones menores. Ahora bien, a pesar de que es la unidad más conocida, presenta el problema de que cuando hay que hacer operaciones matemáticas en esta unidad hay que dividir entre 60 los minutos para calcular horas.

El minuto por ser una unidad mayor, suele estar dividida en 100 partes en los cronómetros, por lo que la verdadera unidad que se maneja es la centésima de minuto, más fácil de utilizar en los cálculos.

La hora es una unidad demasiado grande y para que sirva para los estudios de tiempos debe ser dividida en 10000 partes en los cronómetros. La diezmilésima de hora es la unidad habitual en los estudios de tiempos.

Mostramos a continuación una tabla de equivalencias entre estas unidades mencionadas.

Datos	Equivalencias entre unidades				
	H	Min	Seg	0,01 Min	DMH
H	1	60	3600	6000	10000
Min	0.016	1	60	100	166.6
Seg	0.00027	0.0016	1	1.666	2.77
0,01 Min	0.00016	0.01	0.6	1	1.666
DMH	0.0001	0.006	0.36	0.6	1

Uno de los aspectos más importantes sobre los que se apoya el cronometraje es el dominio en el manejo del cronómetro, teniendo que llegar a la situación de que se utilice sin tener que pensar, es decir, que constituya una prolongación de nuestros sentidos. Al objeto de conocer el error que se ha cometido al efectuar las lecturas de cronómetro a lo largo de un cronometraje, es necesario poder comprobar la suma de tiempos observados y anotados con el tiempo realmente transcurrido.

Por ese motivo se procede a la sincronización del cronómetro con el reloj normal, haciendo coincidir la puesta en marcha del cronómetro con la iniciación de un minuto exacto del reloj.

Se admite como máximo en cronometraje industrial un error relativo de $\pm 1\%$, calculado según la fórmula:

$$Er = |(T_o - T_d) / T_d| \times 100$$

Donde T_o es el tiempo total observado y T_d es la duración del cronometraje.

Puesto que el objetivo del estudio de tiempos es la determinación del tiempo que debe asignarse para la ejecución de una tarea concreta, deberemos mantener un criterio único para todos los casos y válido para cualquier tipo de trabajo.

Por este motivo, no nos podemos limitar a determinar el tiempo que emplea un operario en un instante determinado de ejecución de la tarea, sino que hemos de conseguir que los tiempos asignados a esa tarea tengan validez para cualquier operario de la empresa que reúna unas condiciones medias respecto a la experiencia, aptitudes y aplicación a lo largo de toda la jornada de trabajo. Obviamente, sabemos que hay operarios más rápidos y más lentos.

En ninguno de estos casos sería justo fijar los tiempos directamente en base a ellos. Por ese motivo es necesario introducir algún factor que corrija esa mayor o menor rapidez y que permita obtener datos válidos para el operario medio. Ese factor de corrección es la **actividad**.

Se define **tiempo normal** como aquel tiempo que necesita un operario medio, trabajando con una actividad normal para realizar una operación determinada.



La **actividad** es la reunión de dos factores: interés y aptitud para el trabajo. Ambos permitirán al operario realizar la tarea. La actividad no juzga sólo la rapidez de movimientos, sino también si los movimientos son útiles siguiendo un método de trabajo predeterminado. A pesar de que esta valoración de la actividad no es sencilla, es posible llegar a hacerla.

La valoración de la actividad la realiza el Cronoanalista comparando mentalmente la actividad del operario que está observando, con el concepto que tiene formado de la actividad que tendría el operario medio.

Este concepto de actividad normal no es difícil de adquirir pero requiere entrenamiento para aprenderlo, lo cual se consigue mediante unas operaciones patrón que sirven para tomar el criterio de valoración.

La precisión en la valoración de la actividad deber ser la mayor posible, y en la práctica resulta muy difícil apreciar diferencias menores al 5 %.

Los tiempos empleados en hacer un trabajo son inversamente proporcionales a la actividad:

$$T_n \times A_n = T_o \times A_o$$

o bien,

$$T_n / T_o = A_o / A_n$$

Donde: T_n es el tiempo normal, T_o es el tiempo observado, A_o la actividad observada y A_n la actividad normal.

Existen varias escalas para valorar la actividad, nosotros nos centraremos en la escala Normal 100. En esta escala, la actividad normal corresponde a un valor de 100, y que asigna números mayores a 100 para las mayores actividades y menores para las inferiores.



Actividad	Descripción
133	Óptima
130	Muy buena
125	
120	Buena
115	
110	Bastante buena
105	
100	Normal
95	
90	Menos que normal
85	
80	Baja
75	
70	Muy baja
65	
60	Mala

Aunque teóricamente podría llegarse al 0 por un extremo y al 200 por otro, el pasar del 133 por un lado y del 70 por el otro, presenta dificultades de apreciación, siendo la mejor zona para observar y valorar la que está próxima a la normal. Esta apreciación se hace en unidades de 5 en 5.

¿Cómo se calcula el tiempo normal? Lo vemos con un ejemplo:

Supongamos que hemos observado un tiempo de 25 dmh a una actividad de 120 ¿Cuál es el tiempo normal?

Para ello utilizaremos la fórmula

$$T_n / T_o = A_o / A_n$$

Pero deberemos despejar el T_n , por lo que:

$$T_n = \left(\frac{A_o}{A_n} \right) \times T_o$$

Es decir: $120/100 \times 25 = 30$ dmh.

Un operario medio debería hacer el trabajo en 30 dmh si su actividad fuera la actividad normal (100).

Poder determinar la actividad de las tareas requiere de un entrenamiento en esta práctica de apreciar la actividad con la que se desarrolla un trabajo. Para ello se han ideado toda una serie de prácticas sencillas que utilizan los cronoanalistas o cronometradores para mantenerse “calibrados”. Por ejemplo:

- Andar por terreno horizontal: la velocidad normal de andar para una persona con pasos de 80 cm se ha estimado en 4,8 km/hora en una superficie horizontal lisa y yendo el caminante sin carga. Para una distancia de 10m tenemos la siguiente tabla de entrenamiento resumida:

Tiempo observado	Actividad
15,4 Dmh	135
17,2 Dmh	120
20,7 Dmh	100
26,7 Dmh	80
35,5 Dmh	60

- Distribuir naipes: ha de apreciarse la actividad de una persona que reparte 52 cartas de la baraja en 4 grupos iguales, sobre los vértices de un cuadrado de 30 cm de lado. Se estima como tiempo normal para repartir la baraja 83,3 dmh siguiendo el método siguiente: la baraja se coge con la mano izquierda y se separa la carta con el pulgar y el índice de la misma mano mientras la derecha transporta y coloca la carta anterior. Las cartas han de colocarse boca abajo. Igual que en el caso anterior hay una tabla detallada de actividades y tiempos observados.
- Llenar un tablero de clavijas: ha de apreciarse la actividad de una persona que coloca 30 clavijas con ambas manos en un tablero taladrado. Se considera como tiempo normal 67,3 dmh.

Estas prácticas u otras similares deben hacerse periódicamente por parte de las personas dedicadas a efectuar estudios de tiempos.

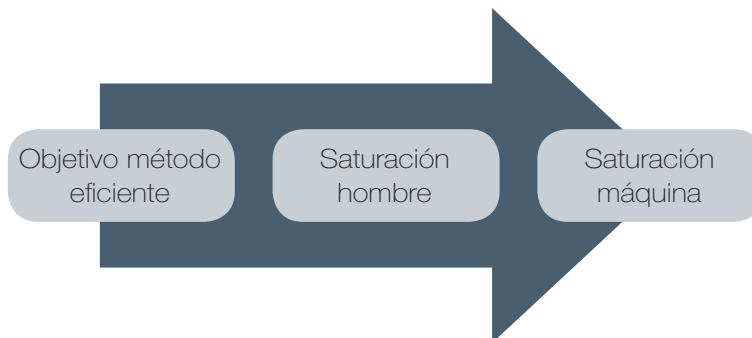
Deben comprobar sus propios errores en la apreciación de la actividad y observar la evolución de su propia precisión a lo largo del tiempo.

Saturación del hombre, relación entre su tiempo de trabajo real y el tiempo total del ciclo, se calcula mediante la siguiente fórmula y refleja el grado de ocupación del operario:

$$\text{Suma elementos manuales} / \text{Tiempo Ciclo} \times 100$$

Utilización de máquina, relación entre todos los elementos de máquina, es decir, el tiempo en que ésta realiza trabajo productivo y el tiempo total del ciclo:

$$\text{Suma elementos máquina} / \text{Tiempo Ciclo} \times 100$$

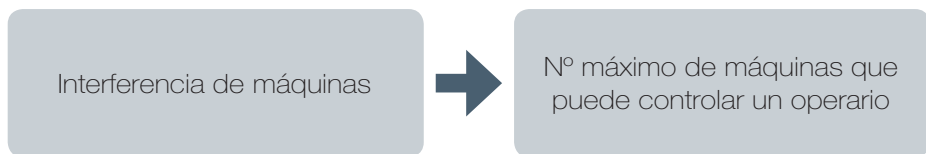


Si como hemos visto el objetivo es optimizar el aprovechamiento de los operarios y de las máquinas, la pregunta lógica que debemos hacernos es la siguiente: ¿Dónde está el límite?

A ello nos va a responder el concepto de **interferencia de máquinas**.

Mediante esta técnica de organización de los trabajos podremos llegar a saber cuántas máquinas puede manejar simultáneamente un trabajador sin que se produzca ningún paro por falta de atención en ninguna de ellas.

O bien, para un número de máquinas predeterminado, cuál será el porcentaje de interferencia, es decir, que porcentaje de tiempo las máquinas estarán paradas debido a que el operario no podrá atenderlas el 100% de su tiempo sin que pare alguna de las otras máquinas.

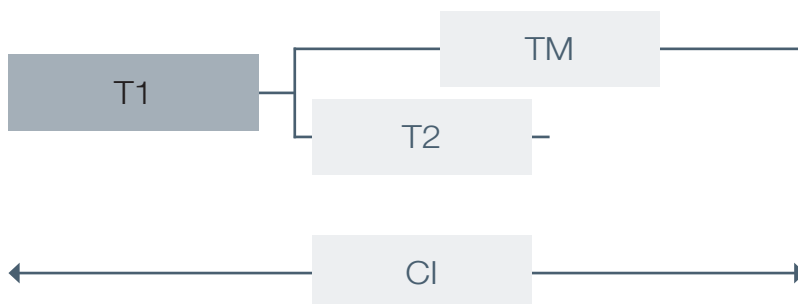


Un operario debe ocuparse de un grupo de máquinas a las que debe atender, y su principal cometido, además de ir manteniendo su funcionamiento normal es poner en marcha las máquinas que se paran actuando sobre las causas del paro producido.

Necesitará cierto tiempo para efectuar dicha puesta en marcha, durante el cual no puede ocuparse de otra máquina a la vez.

Hablamos de interferencia de máquina, cuando existen paros accidentales simultáneos debido a que el operario está ocupado en una máquina y no puede atender a las demás.

Desde el punto de vista gráfico la situación descrita la podemos representar mediante el siguiente esquema:



CI, es el tiempo de ciclo total que tardamos en realizar la operación en su conjunto.

T1, son elementos manuales con máquina parada.

T2, son elementos manuales con máquina en marcha.

TM, es el tiempo de funcionamiento de la máquina.

$$CI = T1 + TM$$

¿De qué forma podríamos resolver los cálculos para calcular el número máximo de máquinas que un operario puede manejar sin interferencias?

Existen varios métodos conocidos, cada uno de ellos para situaciones más o menos específicas.

Entre los más conocidos están: Tablas de Ashcroft, Ábaco de Dale-Jones y la Fórmula de Wright.

Método de tablas de ashcroft

Para determinar el aumento del tiempo de inactividad de las máquinas debido al efecto de las interferencias Ashcroft estableció una tabla para el caso de que el número de máquinas a estudiar esté comprendido entre 1 y 30. La primera columna de la izquierda "P" es la relación entre el tiempo fijo de atención de una máquina T1 + T2 y el tiempo máquina sin atención TM-T2:

$$P = \frac{T1 + T2}{TM - T2}$$

Las demás columnas se refieren respectivamente a 1, 2, 3, etc., máquinas atendidas por el operario.