

Importancia y usos de los estudios de tiempos y movimientos

En este capítulo se analiza la importancia de los estudios de tiempos y movimientos en la manufactura. Muestra la forma en que se aplican las técnicas de estudios de tiempos y movimientos para responder a muchas preguntas importantes de fabricación, resolver algunos de los problemas más grandes de la manufactura y reducir y controlar los costos. Como indica el título del libro y de este capítulo, los estudios de tiempos y movimientos son dos temas diferentes, cada uno con su propio conjunto de técnicas (herramientas). En este capítulo expondremos tres áreas:

1. Importancia y usos de los estudios de movimientos.
2. La definición de un estándar de tiempo.
3. Importancia y usos de los estándares de tiempo.

IMPORTANCIA Y USOS DE LOS ESTUDIOS DE MOVIMIENTOS

Los estudios de movimientos pueden ahorrar un porcentaje mayor de costos de manufactura que cualquier otra cosa que pudiéramos hacer en una planta de manufactura. Mediante el recurso de cambiar a una máquina por otra más automática, eliminamos o automatizamos muchos pasos de un proceso. Por ejemplo, se puede utilizar un troquel progresivo en una troqueladora para hacer fondos y tapaderas para cajas de herramientas. El método antiguo necesitaría de:

1. Dos operaciones de cizallado (para cortar el acero a lo ancho y a lo largo).
2. Dos operaciones de troquelado (para hacer muescas en las esquinas y perforar barrenos).
3. Dos operaciones de prensas dobladoras (para formar los cuatro costados).

El método antiguo necesitaba un total de 13 horas para fabricar 1,000 componentes. El troquel progresivo hará todas esas operaciones de una sola vez y producirá 1,000 partes por hora, es decir una hora por cada mil. Si restamos una de las 13 horas originales, habremos ahorrado 12 horas por cada mil partes, es decir 24 horas por cada 1,000 cajas de herramientas (dado que ahorramos 12 horas tanto para la parte superior como la inferior). A la tasa de 15.00 dólares por hora, ahorraremos 360.00 dólares por 1,000 cajas de herramientas, pero, lo más impresionante es que eliminamos el 92% de la mano de obra del método anterior, así como suprimimos movimientos de componentes entre estaciones de trabajo. Además, eliminamos detenciones o demoras entre operaciones, con lo que conseguimos ahorros aún mayores. Si utilizamos esa nueva máquina ocho horas por día, ahorraremos 1,440 dólares por día, es decir, 360,000 dólares al año (1,000 partes por hora \times 12 horas \times 1,000 \times \$15.00 por hora \times 8 horas por día \times 250 días por año). Con esta cantidad compraríamos un equipo impresionante.

Otro ejemplo de métodos mejorados (y una técnica que está recibiendo más atención que cualquier otra) son las celdas de trabajo. Hay muchos tipos y propósitos diferentes de celdas de trabajo; aquí describiremos una celda para producir miles de unidades de un componente único complicado. Un cuerpo de válvula utilizado en hidráulica requiere muchos ciclos largos de trabajo de maquinado. El procedimiento anterior era pasear los componentes por la planta en grandes tinas y maquinaslos uno a la vez, mientras el operador esperaba en la máquina a que ésta hiciera su trabajo. El método de celda de trabajo reuniría todas las máquinas en un área y contaría con uno o dos operadores que descargarían, recargarían, iniciarían cada máquina y pasarían a la siguiente con el componente parcialmente terminado hasta que recorriera todas las máquinas de la celda. Así, las máquinas se colocan en un círculo alrededor del operador, de manera que recorra la distancia más corta posible. Si sólo hay un operador, tomará un componente de la tina de entrada, lo llevará a la primera máquina, retirará el componente terminado de esa máquina, colocará la nueva pieza en la primera máquina, la activará, llevará el componente terminado a la segunda máquina, descargará la pieza terminada de ésta, colocará la siguiente pieza en dicha máquina, activará la máquina y moverá de este modo la pieza por todas las máquinas hasta que, una vez terminada, sea inspeccionada y colocada en la tina de productos terminados, que está al lado de las piezas que llegan a la celda. A continuación, el operador toma otra pieza sin trabajar y empieza el ciclo del recorrido alrededor de la celda.

Los ejemplos anteriores son buenos, pero podríamos ahorrar el 100% del costo de una operación si pudiéramos *eliminarla*.

Una situación de manufactura más común y corriente es la de un grupo de personas que mientras observa las operaciones se hace la siguiente pregunta: ¿"Cómo puedo hacer más fácil este trabajo?" Quizás la respuesta sea mover componentes o herramientas para que estén más cerca unas de otras, lo que ahorrará tiempo (aproximadamente 0.001 minutos por pulgada) o mantener suspendida una herramienta sobre el punto de uso, lo que eliminará el trabajo de alcanzarla y moverla. Estos ahorros no son tan impresionantes como la combinación o eliminación de operaciones, pero son posibles de efectuar en todo trabajo; en efecto, podemos reducir el costo de cualquier trabajo.

Los estudios de movimientos se realizan antes que los de tiempos por dos razones:

1. El estudio de movimientos es de diseño, y es preciso diseñar un trabajo para poder construir una estación de trabajo, capacitar al operador o llevar a cabo un estudio de tiempos. Por lo general, los estudios de movimientos están a cargo de un ingeniero industrial o de manufactura. Una de las técnicas para establecer los estándares de tiempo, que comprende también el estudio de movimientos, es el sistema de estándares de tiempo predeterminados (PTSS). Esa técnica se analizará a fondo en el capítulo 8, pero aquí nos da un método y un estándar de tiempo antes de iniciar la producción.

2. No queremos malgastar nuestros esfuerzos estudiando el tiempo de un trabajo que obviamente no ha sido definido en la forma correcta, de modo que primero hacemos los estudios de métodos.

Los estudios de movimiento deben ser considerados en dos niveles:

1. El estudio de los macromovimientos, también conocidos como vista panorámica.
2. El estudio de los micromovimientos.

El estudio de macromovimientos corresponde a los aspectos generales y las operaciones de una planta o de una línea de productos, como operaciones, inspecciones, transporte, detenciones o demoras y almacenamientos, así como las relaciones entre estas diversas funciones. Primero se realiza el estudio de macromovimientos, porque los ahorros son más notables y no queremos perder el tiempo estudiando micromovimientos de un trabajo que acaso se elimine después de un estudio de macromovimientos.

Hay cuatro técnicas que nos ayudan a estudiar el flujo general de una planta o un producto:

1. Diagrama de flujo.
2. Hoja de operaciones.
3. Diagrama de proceso.
4. Diagrama de flujo de proceso.

Estas técnicas se analizarán en detalle en el capítulo 5.

El estudio de micromovimientos es el más conocido de los dos tipos porque invertimos más tiempo en éste que en un estudio de macromovimientos. También hay muchas técnicas comerciales para realizar los estudios de micromovimientos. Estos estudios examinan el segmento más pequeño de cada trabajo y efectúan modificaciones a ese nivel. Desglosamos el trabajo en movimientos como alcanzar, mover, tomar, colocar y alinear, y medimos los tiempos en milésimas de minuto (0.001 minutos). Entonces estudiamos los movimientos y nos hacemos las siguientes preguntas sobre cada uno de los elementos:

1. ¿Podemos eliminar este elemento? De lo contrario,
2. ¿podemos combinar este elemento con algún otro para reducir su costo? De lo contrario,
3. ¿podemos reorganizar este elemento para hacer la tarea más fácil? De lo contrario,
4. ¿podemos simplificar el trabajo, lo que significa acercar las cosas, reducir la complejidad del elemento o proporcionar asistencia mecánica para la tarea?

He aquí algunas de las técnicas de los estudios de micromovimientos:

1. Diagrama de análisis de operaciones.
2. Diagrama de operador y máquina.
3. Diagrama de equipos.
4. Diagrama de máquinas.
5. Diagrama de estaciones de trabajo.

6. Reglas de economía de movimientos.
7. Patrones de movimientos.
8. Sistema de estándares de tiempo predeterminados (PTSS) o bien, mediciones del tiempo del método (MTM, por sus siglas en inglés).
9. Formulario PTSS.

Cada una de estas herramientas se analizará detalladamente en los capítulos 6 a 8.

Los estudios de movimientos son un campo de acción cuyo trabajo es gratificante. Sus técnicas arrojan muchas buenas soluciones en los programas de reducción de costos, lo que habla favorablemente de la persona que lo efectúa.

¿QUÉ ES UN ESTÁNDAR DE TIEMPO?

Para entender la importancia que tienen los usos del estudio de tiempos, debemos entender lo que queremos decir con el término *estándar de tiempo*. De acuerdo con su definición, es "el tiempo requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres condiciones siguientes: (1) un operador calificado y bien capacitado, (2) que trabaja a una velocidad o ritmo normal, y (3) hace una tarea específica". Estas tres condiciones son esenciales para comprender un estudio de tiempos, por lo que es necesario un análisis adicional.

Operador calificado y bien capacitado. La experiencia es lo que hace que un operador sea calificado y esté bien capacitado, y el tiempo en el trabajo es nuestro mejor indicador. El tiempo requerido para convertirse en calificado varía según la persona y el trabajo. Por ejemplo, operadores de máquinas de coser, soldadores, tapiceros, mecánicos y muchos otros trabajos de alta tecnología requieren largos periodos de aprendizaje. El error más grande que comete el personal que se inicia en los estudios de tiempo es medir demasiado pronto los tiempos de alguien. Una buena regla práctica es comenzar con una persona calificada, totalmente capacitada, y darle dos semanas en el trabajo antes del estudio de tiempos. En trabajos o tareas nuevas, se utilizan sistemas de estudios de tiempo predeterminados. A primera vista, estos estándares parecen exigentes o estrictos (difíciles de lograr), porque los tiempos han sido establecidos para operadores calificados bien capacitados.

Ritmo normal es un concepto en el que nos detendremos en el capítulo 9. Sólo se puede aplicar un estándar de tiempo para cada trabajo aun cuando las diferencias de los operadores produzcan resultados distintos. Un ritmo normal es cómodo para casi todos. En el desarrollo del concepto de ritmo normal, el 100% será el ritmo usual. Los estándares comunes de tiempo de ritmo normal son:

1. Caminar 80 metros en 1.000 minutos (4.8 kilómetros por hora).
2. Distribuir 52 cartas en cuatro pilas iguales en 0.500 minutos (en una mesa de juego).
3. Llenar un tablero perforado de 30 agujas en 0.435 minutos (utilizando ambas manos).

Para cumplir con estos puntos también se han empleado películas de capacitación para calificar.

Una tarea específica es una descripción detallada de lo que debe ejecutarse. La descripción de la tarea deberá incluir:

1. El método prescrito de trabajo.
2. La especificación del material.
3. Las herramientas y equipo que se utilizarán.
4. Las posiciones de entrada y de salida del material.
5. Otros requisitos como seguridad, calidad, limpieza y faenas de mantenimiento.

El estándar de tiempo es bueno sólo para este conjunto de condiciones. Si algo cambia, el estándar de tiempo deberá cambiar.

La descripción escrita de un estándar de tiempo es importante, pero las matemáticas son aún más necesarias. Si un trabajo requiere 1.000 minutos estándares (tabla 3-1), podemos producir 60 unidades por hora y tomará 0.01667 horas fabricar una unidad o 16.67 horas por 1,000 unidades. En estos estudios siempre se utiliza el tiempo en minutos decimales, ya que se facilitan los cálculos. El estándar de tiempo se expresa con los tres números siguientes:

1. El minuto decimal (siempre a tres decimales, por ejemplo 0.001).
2. Piezas por hora (redondeado a números enteros, a menos de que sea menor de 10 por hora).
3. Horas por pieza (siempre con cinco decimales, por ejemplo 0.00001). Muchas empresas utilizan horas entre 1,000 piezas, porque los números son más comprensibles o significativos.

La tabla 3-2 de conversión de estándares de tiempo puede ser útil como referencia rápida cuando sea necesario. Puede utilizarse cuando se conocen los minutos por unidad, las horas por unidad, las unidades por hora o las unidades por cada ocho horas y se necesita determinar el valor de las otras tres cifras correspondientes al estándar. También sirve para establecer metas de líneas de ensamble o de celdas de trabajo. Otro uso interesante es cuando se unen trabajos y hace falta el nuevo estándar para todos los tra-

Tabla 3-1 Práctica de cálculos matemáticos para desarrollar estándares de tiempo

ESTÁNDAR DE TIEMPO EN MINUTOS	PIEZAS POR HORA ^a	HORAS POR PIEZA ^b	HORAS POR 1,000 PIEZAS ^c
1.000	60	.01667	16.67
.500	120	.00833	8.33
.167	359	.00279	2.79
2.500	24	.04167	41.67
.650	—	—	—
.050	—	—	—

^aLas piezas por hora se calculan dividiendo los minutos de tiempo estándar entre 60 minutos por hora.

^bLas horas por pieza se calculan dividiendo las piezas por hora entre una hora (1/x).

^cLas horas por cada 1,000 piezas se calculan multiplicando las horas por pieza por 1,000.

Tabla 3-2 Tabla de conversión de estándares de tiempo: minutos, horas, piezas por hora, piezas por ocho horas

MINUTOS ESTÁNDAR	HORAS ESTÁNDAR	UNIDADES POR HORA	UNIDADES POR 8 HORAS	MINUTOS ESTÁNDAR	HORAS ESTÁNDAR	UNIDADES POR HORA	UNIDADES POR 8 HORAS
480	8.000	0.1	1.0	0.98	0.01633	61.22	489.80
240	4.000	0.2	2.0	0.96	0.01600	62.50	500.00
160	2.667	0.4	3.0	0.94	0.01567	63.83	510.64
120	2.000	0.5	4.0	0.92	0.01533	65.22	521.74
96	1.600	0.6	5.0	0.9	0.01500	66.67	533.33
80	1.333	0.8	6.0	0.88	0.01467	68.18	545.45
70	1.167	0.9	6.9	0.86	0.01433	69.77	558.14
60	1.000	1.0	8.0	0.84	0.01400	71.43	571.43
50	0.833	1.2	9.6	0.82	0.01367	73.17	585.37
48	0.800	1.2	10.0	0.8	0.01333	75.00	600.00
45	0.750	1.3	10.7	0.78	0.01300	76.92	615.38
40	0.667	1.5	12.0	0.76	0.01267	78.95	631.58
38	0.633	1.6	12.6	0.74	0.01233	81.08	648.65
35	0.583	1.7	13.7	0.72	0.01200	83.33	666.67
32	0.533	1.9	15.0	0.7	0.01167	85.71	685.71
30	0.500	2.0	16.0	0.68	0.01133	88.24	705.88
28	0.467	2.1	17.1	0.66	0.01100	90.91	727.27
26	0.433	2.3	18.5	0.64	0.01067	93.75	750.00
25	0.417	2.4	19.2	0.62	0.01033	96.77	774.19
24	0.400	2.5	20.0	0.6	0.01000	100.00	800.00
23	0.383	2.6	20.9	0.58	0.00967	103.45	827.59
22	0.367	2.7	21.8	0.56	0.00933	107.14	857.14
21	0.350	2.9	22.9	0.54	0.00900	111.11	888.89
20	0.333	3.0	24.0	0.52	0.00867	115.38	923.08
19	0.317	3.2	25.3	0.5	0.00833	120.00	960.00
18	0.300	3.3	26.7	0.48	0.00800	125.00	1000.00
17	0.283	3.5	28.2	0.46	0.00767	130.43	1043.48
16	0.267	3.7	30.0	0.44	0.00733	136.36	1090.91
15	0.250	4.0	32.0	0.42	0.00700	142.86	1142.86
14	0.233	4.3	34.3	0.4	0.00667	150.00	1200.00
13	0.217	4.6	36.9	0.38	0.00633	157.89	1263.16
12	0.200	5.0	40.0	0.36	0.00600	166.67	1333.33
11	0.183	5.5	43.6	0.34	0.00567	176.47	1411.76
10	0.167	6.0	48.0	0.32	0.00533	187.50	1500.00
9	0.150	6.7	53.3	0.3	0.00500	200.00	1600.00
8	0.133	7.5	60.0	0.28	0.00467	214.29	1714.29
7	0.117	8.6	68.6	0.26	0.00433	230.77	1846.15
6	0.100	10.0	80.0	0.24	0.00400	250.00	2000.00
5	0.083	12.0	96.0	0.22	0.00367	272.73	2181.82
4	0.067	15.0	120.0	0.2	0.00333	300.00	2400.00
3	0.050	20.0	160.0	0.18	0.00300	333.33	2666.67
2	0.033	30.0	240.0	0.16	0.00267	375.00	3000.00
1	0.017	60.0	480.0	0.14	0.00233	428.57	3428.57
				0.12	0.00200	500.00	4000.00
				0.1	0.00167	600.00	4800.00
				0.08	0.00133	750.00	6000.00
				0.06	0.00100	1000.00	8000.00
				0.04	0.00067	1500.00	12000.00
				0.02	0.00033	3000.00	24000.00

bajos combinados. Examine la tabla para comprender la relación entre las cifras que expresan el tiempo estándar. Por ejemplo, si dos trabajos que se van a combinar tenían estándares de 0.72 minutos por pieza u 83 piezas por hora y de 0.28 minutos por pieza o 214 piezas por hora, respectivamente, ¿cual sería el nuevo estándar? La suma de 0.72 y 0.28 da 1.00 minutos, es decir, 60 piezas por hora combinadas.

Ahora que entendemos qué son los estándares de tiempo, veamos por qué se les considera como algunos de los datos de mayor importancia del departamento de manufactura.

IMPORTANCIA Y USOS DE LOS ESTUDIOS DE TIEMPO

La importancia de los estándares de tiempo se demuestra con los tres datos estadísticos dados en el capítulo 1: rendimientos del 60, 85 y 120%. Una operación que no sigue estándares funciona por lo regular al 60% del tiempo, en tanto que aquella que trabaja con estándares alcanza un rendimiento del 85%. Este incremento en la productividad equivale a aproximadamente 42%. En una pequeña planta de 100 personas, esta mejora representa 42 personas menos o alrededor de un millón de dólares al año en ahorros. El estándar de tiempo no sólo es muy importante, sino que también es extremadamente redituable en cuanto a costos.

El estándar de tiempo es uno de los elementos de información de mayor importancia en el departamento de manufactura. Con él se dan las respuestas a los problemas siguientes:

1. Determinar el número de máquinas herramienta que hay que adquirir.
2. Determinar el número de personas de producción que hay que contratar.
3. Determinar los costos de manufactura y los precios de venta.
4. Programar máquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo, usando menos inventario.
5. Determinar el balanceo de las líneas de ensamble, la velocidad de la banda transportadora, cargar las celdas de trabajo con la cantidad adecuada de trabajo y equilibrarlas.
6. Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas, para ser corregidas.
7. Pagar incentivos por rendimiento extraordinario por equipo o individual.
8. Evaluar ideas de reducción de costos y escoger el método más económico con base en un análisis de costos y no en opiniones.
9. Evaluar las nuevas adquisiciones de equipo a fin de justificar su gasto.
10. Elaborar presupuestos del personal de operación para medir el rendimiento de la gerencia.

A continuación se exponen cada uno de estos usos de los estudios de tiempo.
¿Cómo contestaría usted las preguntas siguientes sin estándares de tiempo?

1. ¿Cuántas máquinas necesitamos?

Una de las primeras preguntas planteadas al establecer una nueva operación o iniciar la fabricación de un nuevo producto es: "¿Cuántas máquinas necesitamos?" La respuesta depende de dos datos:

- a. ¿Cuántas piezas necesitamos fabricar por turno?
- b. ¿Cuánto tiempo se necesita para fabricar una pieza? (éste es el estándar de tiempo).

EJEMPLO:

1. El departamento de comercialización desea que fabriquemos 2,000 vagones por cada turno de 8 horas.
2. Se necesitan 0.400 minutos para formar la carrocería de un vagón en una prensa.
3. Cada turno tiene cuatrocientos ochenta minutos (8 horas/turno × 60 minutos/hora).
4. -50 minutos de tiempo perdido por turno (paradas, limpieza, etc.).
5. Quedan disponibles 430 minutos por turno @ 100%.
6. @ 75% de rendimiento (basado en el historial o en lo esperado) (0.75 × 430 = 322.5).
7. Restan 322.5 minutos efectivos para producir 2,000 unidades.
8. $\frac{322.5}{2,000 \text{ unidades}} = 0.161$ minutos por unidad o 6.21 componentes por minuto.

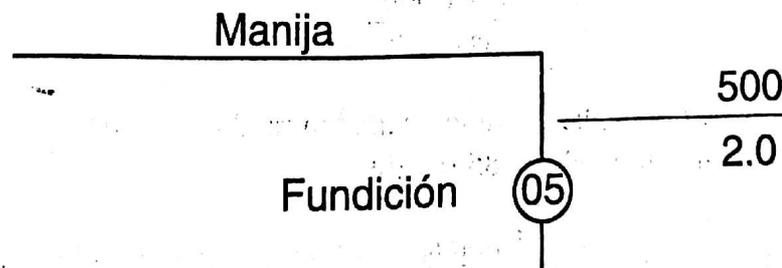
Los 0.161 minutos por unidad se conocen como tiempo *takt*¹ o ritmo de planta. Todas las operaciones de la planta deben producir una pieza en cada lapso de 0.161 minutos; por lo tanto, ¿cuántas máquinas necesitamos para esta operación?

$$\frac{\text{Estándar de tiempo} = 0.400 \text{ minutos/unidad}}{\text{Ritmo de la planta} = 0.161 \text{ minutos/unidad}} = 2.48 \text{ máquinas}$$

La operación necesita 2.48 máquinas. Si éstas tienen que efectuar otras operaciones, sumaríamos todas las necesidades y redondearíamos hasta el siguiente número entero. En el ejemplo anterior, adquiriríamos tres máquinas (nunca redondee el entero inferior: crearía un cuello de botella en su planta).

2. ¿Cuántas personas deberemos contratar?

Tomemos el diagrama de operaciones que se muestra en la figura 3-1. Del estudio de este diagrama deducimos el estándar de tiempo de cada una de las operaciones requeridas para fabricar cada componente del producto y de cada operación de ensamble para armar el producto terminado.



En esta operación (fundición de la manija), el 05 indica el número de la operación. Por lo general, 05 es la primera operación de cada componente. El número 500 representa el estándar de piezas por hora. Este operador deberá producir 500 piezas por hora. El número 2.0 es el número de horas requerido pa-

¹Tiempo *takt* es una palabra alemana que significa ritmo de producción de la planta. Son los minutos disponibles divididos entre la cantidad de producto deseado.