

# Estudio de métodos y tiempos para el proceso de fabricación del estator bobinado en la fábrica de motores Siemens S. A.<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se realizó un estudio de métodos y tiempos en el proceso de fabricación del estator bobinado para las referencias que pertenecen a la familia del tamaño constructivo 112 mm.

Palabras clave: Tiempo estándar de fabricación, métodos, proceso de fabricación, movimientos innecesarios, bobina, estator bobinado.

## 1. Introducción

Las empresas poseen una importante herramienta para incrementar la productividad del trabajo manual, se trata del estudio de métodos y tiempos. Hoy en día muchas organizaciones son conscientes de que contar con métodos y tiempos estandarizados permite tomar decisiones acertadas en relación con el balanceo de la producción, y así mismo establecer tiempos de entrega favorables para el cliente.

La Fábrica de Motores Eléctricos Siemens S. A., que nació en septiembre del año 1966 como un taller pequeño con ocho colaboradores, en la actualidad es una planta conformada por maquinaria moderna y cuenta con más de ciento ochenta empleados. Los productos de la fábrica están divididos en tres grandes grupos: motores monofásicos, motores trifásicos y ventiladores.

Esta fábrica no cuenta con personal dedicado a la mejora y estandarización de métodos y tiempos, por esto, los tiempos estándar de fabricación existentes están desactualizados con respecto a la situación actual de la compañía. Como consecuencia, la planeación de la producción tiene muy poca precisión, lo que afecta el cumplimiento de los tiempos de entrega pactados con los clientes. Por

Autor  
María Fernanda Ferrucho Segura<sup>2</sup>

Director  
Robinson Pacheco García<sup>3</sup>

1. Proyecto curricular de Tecnología Industrial.
2. Tecnóloga industrial. Correo electrónico: fer.nandita.ferrucho@gmail.com
3. Ingeniero industrial, docente de la Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: robinsonpacheco1@hotmail.com

consiguiente, es de carácter urgente realizar una estandarización de métodos y tiempos.

El objetivo principal de este trabajo es mejorar la exactitud de los tiempos estándar de fabricación del estator bobinado para las referencias pertenecientes a la familia del tamaño constructivo 112 mm, a través un estudio de métodos y tiempos, que genere a su vez un incremento en la productividad del trabajo manual.

## 2. Contenido

Una vez identificado el problema, se seleccionó la sección donde predomina el trabajo manual, es decir, el proceso de fabricación del estator bobinado. Teniendo en cuenta el gran número de referencias que conforman el portafolio de motores que ofrece la compañía, se le dio prioridad a las referencias que pertenecen a la familia del tamaño constructivo 112 mm, ya que es el grupo que concentra la mayor demanda y, por ende, tiene una alta participación dentro de la producción.

El estudio se inició recopilando información de cada uno de los procesos y las operaciones que los conforman. Luego, se elaboraron los diagramas del proceso, el estudio de métodos, el estudio de tiempos y, finalmente, la determinación de los nuevos tiempos de fabricación.

### 2.1. Exploración preliminar

En esta fase se realizó el reconocimiento del producto, las partes y materiales involucrados y el principio de funcionamiento. Después, se identificó a qué proceso pertenece cada una de las partes y se hizo la observación de cada uno tomando como base su documentación; se entrevistó a los operarios de cada puesto de trabajo, para conocer mejor su labor y los posibles problemas existentes. A partir de lo anterior, se realizó la construcción de los diagramas del proceso y la determinación de operaciones manuales y automáticas.

Teniendo en cuenta que la familia de producto seleccionada, tamaño constructivo 112 mm, está conforma-

da por 51 tipos de motor trifásico, se realizó un análisis de Pareto, que muestra que tan solo nueve referencias conforman un poco más del 80% de la demanda. De acuerdo con lo anterior, se determinó realizar el estudio sobre estas referencias más una adicional (de seis polos), por que presenta elevadísimos tiempos de producción.

### 2.2. Estudio de métodos

El estudio de métodos consistió en un análisis de la operación basado en tres de los nueve enfoques del analista, a saber, estudio de la distribución de planta, estudio de movimientos innecesarios y estudio de puestos de trabajo. A partir de la distribución de planta se pudo identificar que el tipo de distribución existente es orientada al proceso, donde las máquinas o equipos están dispuestos según su afinidad; es decir, las operaciones pertenecientes a un proceso están agrupadas en una misma sección o área. La distribución orientada al proceso es la adecuada para este sistema productivo, ya que la producción se organiza por lotes no muy grandes. Pero una característica común en este tipo de distribución es la existencia de almacenamientos temporales en aquellas áreas donde se dificulta hacer un óptimo balanceo de la producción. Esta situación se observa en la operación "fabricar bobinas" en la que se concentra un alto volumen de productos en proceso, que permanecen almacenados en estantes durante varios días; de aquí que el tiempo de fabricación de las bobinas para un cierto lote sea bastante elevado y, debido a la alta variabilidad en los pedidos, es necesario mantener disponibles, en stock, bobinas para los motores de mayor demanda. De acuerdo con esto, se determinó realizar el estudio de movimientos innecesarios mediante el análisis del diagrama bimanual de las operaciones: "retirar formaletas de máquina", "separar y organizar bobina", "ensamblar formaleta y enhebrar alambre" de la máquina tipo Synflex. Se seleccionaron estas operaciones porque en ellas hay mayor oportunidad y urgencia de eliminar movimientos innecesarios y modificar secuencias de movimientos, con el fin de reducir el tiempo de otros y disminuir el agotamiento del operario.

Por último, se realizó el estudio de puestos de trabajo con el fin de determinar si efectivamente las dimensio-

nes actuales del lugar de trabajo son las adecuadas de acuerdo con el promedio del tamaño estructural de la mujer colombiana (el proceso de fabricación del estator bobinado es llevado a cabo exclusivamente por mujeres). Para esto se realizó la medición de las dimensiones de los diferentes puestos de trabajo y la respectiva comparación con las medidas óptimas.

### 2.3. Estudio de tiempos

Después de haber hecho el reconocimiento del producto, del proceso y de haber estudiado el método, se tenía suficiente claridad sobre los diferentes movimientos que se realizan en cada operación y su naturaleza. Con esto, ya se contaba con las suficientes bases para iniciar el estudio de tiempos con cronómetro.

Las operaciones solicitadas para realizar el estudio de tiempos fueron aquellas donde la producción planeada presentaba alta inconsistencia con respecto a la producción real. En total, fueron seleccionadas seis operaciones: fabricar bobinas, bobinar estator, amarrar cabeza BS, colocar conexiones, soldar, amarrar cabeza AS.

En cada operación existen diferentes factores que influyen en la variabilidad del tiempo estándar de fabricación. Estos fueron definidos y jerarquizados de acuerdo con la información obtenida en los anteriores procesos. De esta forma, era posible establecer cuáles de las diez referencias elegidas para el estudio podían pertenecer a un mismo grupo en los tiempos de cierta operación.

Después de haber identificado los factores especiales que inciden en el patrón de variabilidad del tiempo estándar de fabricación en cada operación y de haber definido, para cada operación, las referencias para las cuales se iba a realizar la recolección de tiempos con cronómetro, se llevó a cabo la división de la operación en elementos y la definición de los puntos terminales, es decir, el movimiento de inicio y el movimiento final de cada elemento. Estos puntos terminales deben ser fácilmente detectables a la hora de registrar las lecturas del cronómetro.

A partir de las muestras obtenidas mediante el pre-muestreo, se realizó el cálculo del número total de

muestras requeridas para obtener el tiempo estándar de fabricación con un error  $k$  de 0,05. Cabe resaltar que en la operación "fabricar Bobinas" el tamaño de la muestra resultante es muy bajo, para la mayoría de las referencias de la familia 112 mm. Esto se debe principalmente a que el tiempo que tarda la máquina en realizar el devanado es mayor al tiempo que utiliza la operaria amarrando las bobinas, retirándolas de las formaletas y separándolas. Por esto, se genera un tiempo de espera y así mismo el tiempo de fabricación depende en mayor medida de la máquina que de la operaria, para el caso de esta referencia. De aquí que sea muy poca la variabilidad registrada en las muestras obtenidas mediante el pre-muestreo.

Conociendo la cantidad de muestras requeridas para cada referencia y operación, se prosiguió a obtener las muestras faltantes; después fue posible realizar el cálculo del tiempo normal y del tiempo estándar.

El tiempo normal de cada elemento se obtiene multiplicando el tiempo observado por un factor de calificación; la calificación de desempeño del operario fue realizada a partir del sistema Westinghouse, donde se consideran cuatro factores de evaluación: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Después de calcular los tiempos normales de los elementos, es necesario agregar el porcentaje de suplemento a cada elemento para determinar los tiempos estándar. Para las seis operaciones a partir de las cuales se realizó el estudio, se estableció un porcentaje total de suplemento del 12%.

### 3. Conclusiones

El estudio de métodos contribuye al mejoramiento de los procesos y a la disminución de los tiempos de producción.

En la operación "fabricar bobinas" el incremento de la productividad es del 41,84% para las referencias de dos polos; del 57,89%, para las referencias de cuatro polos; y del 117,39%, para las referencias de seis polos.

En la operación “bobinar estator”, la mayoría de las referencias muestran un crecimiento en la productividad. Sin embargo las referencias 1LA7 113-2YA60, 1LA7 113-2YA69, 1LA7 114-2YA60, aparentemente muestran una reducción de la productividad del 2,91%, 2,91% y 7,31%, respectivamente. No obstante, si se tiene en cuenta que el dato histórico de esta operación es el mismo para las referencias de dos y cuatro polos, se puede deducir que esos tiempos son poco confiables. Por lo tanto, no nos dice mucho el indicador obtenido de esta operación.

Para la sumatoria de las operaciones “amarrar cabeza BS”, “colocar conexiones”, “soldar” y “amarrar cabeza AS” el crecimiento de la productividad es del 57,89%.

Haber determinado tiempos estándar de fabricación de suficiente precisión y exactitud, hace posible una adecuada planeación de la producción, que repercute directamente sobre el cumplimiento de los tiempos de entrega pactados.

Para todo estudio de tiempos es importante conocer las características del producto, que varían de una referencia a otra en cada una de las operaciones. De esta forma es posible agrupar las referencias que son similares y que, por ende, tienen un mismo tiempo de fabricación en determinada operación.

## Referencias

- [1] R. García. Estudio del trabajo, vol II, 1ª ed. México: McGraw Hill, 1998.
- [2] F. Meyers. Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil, 2ª ed. México: Prentice Hall, 2000.
- [3] B. Niebel y A. Freivalds. Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo, 11ª ed. México: Alfaomega, 2004.

## 3. Conclusiones

El estudio de métodos contribuye al mejoramiento de los procesos y a la disminución de los tiempos de producción.

En la operación “bobinar bobinas” el incremento de la productividad es del 41,84% para las referencias de dos polos; del 57,89% para las referencias de cuatro polos; y del 117,30% para las referencias de seis polos.

Después de haber identificado los factores especiales que inciden en el patrón de variabilidad del tiempo estándar de fabricación en cada operación y de haber definido, para cada operación, las referencias para las cuales se iba a realizar la recolección de tiempos con cronómetro, se llevó a cabo la división de la operación en elementos y la definición de los puntos terminales. Es decir, el movimiento de inicio y el movimiento final de cada elemento. Estos puntos terminales deben ser fácilmente detectables a la hora de registrar las lecturas del cronómetro.

A partir de las muestras obtenidas mediante el pre-