ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Implantación del Proceso de Ensamble de Nuevos Modelos de Cocinas en una Empresa de Electrodomésticos"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentada por:

Jessica Jacqueline Díaz Guevara

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2010

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Kléber Barcia, Director de la Tesis de Grado, por su guía y apoyo permanente en la elaboración de esta tesis.

Al Ing. David Romero y a mi familia por su ayuda incondicional para la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

A MI MAMA

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSO

A MI HIJA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.

DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Dr. Kléber Barcia V.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Denise Rodriguez Z.

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

_____

Jessica Díaz Guevara

RESUMEN

La empresa objeto de esta tesis es una empresa multinacional con 14 años de trayectoria en el Ecuador dedicada a la fabricación de electrodomésticos para Línea Blanca y con niveles de producción de 64.000 unidades mensuales aproximadamente tanto para producción nacional como extranjera.

Esta empresa va a introducir al mercado Andino un nuevo producto; este nuevo producto esta dividido en tres modelos, dos de los cuales son modelos complejos, es decir modelos con mayores atributos y el tercer modelo es un modelo sencillo, es decir, modelo con menores atributos. Las piezas y componentes son importados de la empresa matriz los cuales ingresan por la Bodega de Materia Prima para ser distribuidos a las diferentes áreas.

Dependiendo de los atributos exigidos por el mercado, se modificarán las partes de esta nueva cocina en el área de Metalistería y si es requerido las piezas serán transferidas al área acabados antes de su ensamble final.

Con el ingreso de este nuevo modelo de cocina se debe acondicionar la línea principal de ensamble para poder garantizar la producción y asegurar la

calidad del nuevo producto, por este motivo se requiere implantar el proceso de ensamble de este nuevo modelo de cocinas.

Se realizó la evaluación de la situación actual de la línea para lo cual se realizó una descripción del proceso productivo, seguido se levantó la información del nuevo modelo utilizando ayuda visual como videos y fotos de los dispositivos; tanto los videos como las fotos fueron proporcionados por la empresa matriz; posteriormente se realizó un análisis comparativo de la línea principal y la línea de la empresa matriz del nuevo producto para determinar las principales diferencias entre ambos procesos como son: el sub-ensamble del cuerpo de horno, las pruebas de calidad, embalaje, contenedores de material y el proceso de producción.

Se definió la secuencia de operaciones la cual fue obtenida por medio de un estudio de tiempos para cada estación, y utilizada durante la corrida piloto; de esta manera se pudo determinar la dotación de la línea para cada uno de los nuevos modelos, también se definieron las células de manufactura. Durante la corrida se plantearon las oportunidades de mejora para las diferentes estaciones, cada idea u oportunidad fue anotada y revisada con el equipo de trabajo y líder del proyecto.

Durante esta corrida todos los sub-ensambles fueron realizados en la línea de esta manera se confirmó que los sub-ensambles siguientes deben estar

incluidos en el área capelo para evitar aumentar la dotación y evitar el exceso de material en la línea:

- En la estación 3, sub-ensamble frente de perillas, pegado de separadores en tarjeta electrónica (aplica para los modelos complejos).
- En la estación 17, sub-ensamble contrapuerta asador, armado de las bisagras asador.
- En la estación 20, sub-ensamble puerta de horno, cerrar bisagras puerta de horno y el pegado de los soportes inferiores.
- En la estación 21, ensamble ventilador y travesaño posterior, el sub-ensamble ventilador y sub-ensamble travesaño.
- En la estación 26, paquetería, colocación guías parrillas en los modelos auto deslizables.
- Por último, el doblado de la cañería de horno.

A continuación se describieron las nuevas estaciones críticas para los nuevos modelos tales como: el sub-ensamble de la tapa capelo por ser un proceso de pegado y por requerir un tratamiento especial. La segunda estación crítica es el sub-ensamble del tubo quemador horno el cual aplica para los modelos con mayores atributos. Se diseñaron los dispositivos para el manejo de materiales los cuales deben ayudar al almacenamiento y transporte de los mismos para evitar el exceso de manipulación este sub-ensamble.

Finalmente se evaluaron los resultados obtenidos en la implementación de los nuevos modelos en el área de ensamble, mediante un análisis Costo - Beneficio. Se detalló todo el equipamiento requerido por el área de ensamble tanto los dispositivos para el ensamble en las diferentes estaciones, mesas de trabajo, dispositivos del manejo de materiales para el área capelo, puntos de aire de la línea y del área capelo y el cerramiento de esta área.

El resultado obtenido de esta tesis fue la implementación del proceso de producción del nuevo modelo en el área de ensamble para cumplir con el programa de producción y de esta manera con las exigencias del mercado.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN……VI

ÍNDICE GENERAL……..……...X

ABREVIATURAS……..……..XIII

ÍNDICE DE FIGURAS……..……..XIV

ÍNDICE DE TABLAS……..……...XVI

ÍNDICE DE PLANOS……..……...XIX

INTRODUCCIÓN……..……..1

CAPÍTULO 1

1.GENERALIDADES……..……...…..2

1.1 Antecedentes……..……2

1.2 Planteamiento del Problema…….……...3

1.3 Objetivos……..……4

1.4 Metodología…….5

1.5 Estructura de la Tesis…….……...9

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO……..……...11

2.1 Líneas de ensamble……11

2.2 Estudio de Tiempo……18

2.3 Pruebas Piloto……..29

2.4 Diagramas de Proceso……31

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE LA LÍNEA ACTUAL……36

3.1 Descripción de la línea actual……..36

3.2 Información del nuevo modelo……50

3.3 Comparación de la línea de ensamble……...68

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE CÉLULAS DE MANUFACTURA……73

4.1 Definición de la secuencia de operaciones……72

4.2 Estudio de Tiempo……96

4.3 Pruebas Piloto……..137

CAPÍTULO 5

5. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS……...140

5.1 Estaciones críticas……...140

5.2 Manejo de Materiales……..150

CAPÍTULO 6

6. RESULTADOS……154

6.1 Análisis Costo – Beneficio……..154

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…….170

7.1 Conclusiones……170

7.2 Recomendaciones……...171

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

$\overline{X}$	Media muestral
FN	Factor de nivelación
NPFD	Tolerancias administrativas
NPI	Introducción a nuevos productos
RPP	Reporte de primera pieza
E1	Línea de ensamble 1
E2	Línea de ensamble 2
E3	Línea de ensamble 3
TM	Tiempo medido
TT	Tiempo Total
H	Habilidad
E	Esfuerzo
Tn	Tiempo nivelado
P /H	Producción por hora
HH	Hora Hombre
IP	Índice de productividad
NO	Número de operadores
TE	Tiempo estándar
C	Tiempo ciclo
N	Número de estaciones de trabajo
T	Suma de los tiempos de las tareas
NA	No aplica
VPN	Valor presente neto
VP	Valor presente
I	Inversión

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 Metología de la tesis……6
Figura 2.1 Tipos de líneas de ensamble……12
Figura 2.2 Líneas de ensamble mixta (modelos de 24", diferencia de atributos y colores entre modelos)……..……..13
Figura 2.3 Líneas de ensamble múltiple (modelos de 20", 30" y hornos de empotrar……...14
Figura 2.4 Ejemplo de líneas de abastecimiento que alimentan la línea principal del proceso……...17
Figura 2.5 Ejemplo de la primera parte de un formato en cálculo de cronometraje……22
Figura 2.6 Ejemplo de la segunda parte de un formato en cálculo de cronometraje……..……23
Figura 2.7 Pasos que se realizan en la corrida piloto……..29
Figura 3.1 Atributos en un modelo complejo de 24"……...38
Figura 3.2 Atributos en un modelo complejo de 24"……...38
Figura 3.3 Cabecera de la línea principal del área de ensamble……..40
Figura 3.4 Línea principal del área de ensamble……40
Figura 3.5 Secuencia de operaciones para los modelos de 20" 24" y 35".....42
Figura 3.6 Celda del sistema de combustión de las cocinas de 30"……..….52
Figura 3.7 Dispositivos utilizados para realizar la prueba de fuga del sistema de combustión……..56
Figura 3.8 Equipo y dispositivo utilizado para realizar prueba de flujo del sistema de combustión……..57
Figura 3.9 Celda del área de puertas de la cocina de 30"……..58

Figura 3.10 Dispositivos de la línea de alimentación del cuerpo de horno de las cocinas de 30”…….63
Figura 3.11 Línea de alimentación del cuerpo de horno de las cocinas de 30”……..63
Figura 3.12 Distribución de la linea de alimentación, sub-ensamble del cuerpo de horno……...…..64
Figura 4.1 Secuencia preliminar de operaciones para las cocinas de 30”……..74
Figura 4.2 Dispositivo de armado para espaldar de horno……77
Figura 4.3 Herramienta para insertar clips para el suelo de horno…….….77
Figura 4.4 Ensamble del cuerpo de horno de 30”……...80
Figura 4.5 Estación de colocación y sujeción de lana de vidrio……81
Figura 4.6 Estación de colocación y sujeción de lana de vidrio……81
Figura 4.7 Sujeción del soporte U……..86
Figura 4.8 Sub-estación contrapuerta de horno……..……90
Figura 4.9 Sub-estación contrapuerta de horno……..90
Figura 4.10 Sub-estación vidrio puerta……91
Figura 4.11 Sub-estación vidrio puerta……91
Figura 4.12 Sub-estación contrapuerta y vidrio puerta…….91
Figura 4.13 Sub-estación jaladera y perfil empaque…….…92
Figura 4.14 Balanceo cuerpo horno……...101
Figura 4.15 Diagrama de precedencia……..133
Figura 5.1 Diagrama de flujo del sub-ensamble tapa capelo……..141
Figura 5.2 Dispositivo de manejo de materiales del sub-ensamble tapa capelo……..……153
Figura 6.1 Proporción por modelo……..……168

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Métodos de cronometraje……25
Tabla 2 Tabla de valoración de desempeño para nivelación……26
Tabla 3 Tabla de comparación de modelos vs. atributos de las cocinas……37
Tabla 4 Tabla de comparación de la producción……50
Tabla 5 Resumen de la celda de puertas de la empresa matriz……..62
Tabla 6 Resumen de las diferencias entre las pruebas de calidad……..69
Tabla 7 Tabla del balanceo preliminar 1 del cuerpo de horno 30”……97
Tabla 8 Resumen del balanceo preliminar 1 cuerpo de horno 30”……..99
Tabla 9 Tabla del balanceo preliminar 2 del cuerpo de horno 30”…….100
Tabla 10 Resumen del balanceo cuerpo de horno 30”……..101
Tabla 11 Balanceo estaciones 8, 9 y 10 de la línea principal……102
Tabla 12 Balanceo estaciones 11 y 12……103
Tabla 13 Resumen del balanceo sistema de gas 30”……105
Tabla 14 Balanceo estaciones 13……..106
Tabla 15 Resumen del balanceo sub-ensamble frente de perillas……...107
Tabla 16 Balanceo estaciones 14……..107
Tabla 17 Balanceo estaciones 15 a la 18……108
Tabla 18 Resumen del balanceo del ensamble estaciones 15 a la 18……...110
Tabla 19 Resumen del balanceo de la estacion 17 eliminando el pre-ensamble contrabisagra asador……111
Tabla 20 Balanceo estaciones 19……..111

Tabla 21 Balanceo de la primera sub-estación de puertas……112
Tabla 22 Balanceo de la primera sub-estación de puertas……113
Tabla 23 Balanceo de la segunda sub-estación de puertas……..114
Tabla 24 Balanceo de la segunda sub-estación de puertas……..115
Tabla 25 Balanceo preliminar de la tercera sub-estación de puertas……..116
Tabla 26 Balanceo de la cuarta sub-estación de puertas……..117
Tabla 27 Dotación para el área de puertas……..118
Tabla 28 Balanceo estaciones 21……..118
Tabla 29 Balanceo estaciones 21……..119
Tabla 30 Balanceo estaciones 22……..120
Tabla 31 Balanceo estaciones 23……..120
Tabla 32 Balanceo estaciones 24……..121
Tabla 33 Balanceo estaciones 25……..122
Tabla 34 Balanceo estaciones 26……..123
Tabla 35 Balanceo estaciones 27……..124
Tabla 36 Balanceo estaciones 28……..124
Tabla 37 Balanceo estaciones 29……..125
Tabla 38 Dotación preliminar……..126
Tabla 39 Dotación estándar por dotación……128
Tabla 40 Número de operadores teóricos vs. número de operadores reales……..129
Tabla 41 Cuello de botella……...130
Tabla 42 Tabla del diagrama de precedencia……..134
Tabla 43 Asignación de tareas……...135
Tabla 44 Oportunidades de mejoras……138
Tabla 45 Resumen sub-ensamble tapa capelo……142
Tabla 46 Equipamiento para celda capelo……..…143
Tabla 47 Dispositivos sub-ensamble tubo quemador horno……144
Tabla 48 Matriz de decisiones……152
Tabla 49 Cuadro de inversiones aprobada por área……..155

Tabla 50 Dispositivos, mesas de trabajo y puntos de aire para la línea de ensamble……..…...157
Tabla 51 Resumen $ equipamiento para la línea de ensamble……161
Tabla 52 Dispositivos, mesas de trabajo y puntos de aire para área capelo……..…….162
Tabla 53 Dispositivos, mesas de trabajo y puntos de aire para pre-ensamble tubo quemador horno……..……..163
Tabla 54 Total equipamiento área de ensamble……163
Tabla 55 Total implementación capacitación y tiempo muerto en el área de ensamble…….……...166

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Vista superior del área de ensamble.

INTRODUCCIÓN

La empresa objeto de esta tesis introdujo al mercado Andino un nuevo producto, para lo cual se importaron las piezas de la Empresa matriz a la Bodega de Materia Prima de la empresa en Ecuador. Dependiendo de los atributos exigidos por el mercado, se modificaron partes de esta nueva cocina en el Área de Metalistería antes de ser transferidas al Área de Acabados o a su ensamble final.

Con el ingreso de este nuevo modelo se debe acondicionar la línea principal de Ensamble para garantizar la producción y asegurar la calidad del nuevo producto.

El objetivo de esta tesis es la implantación del proceso de ensamble del nuevo modelo de cocinas, lo cual se desarrolló de la siguiente manera:
Se realizó la evaluación de la línea principal, analizando su situación actual. Se diseñaron las células de manufactura, definiendo la secuencia de operaciones utilizando un estudio de tiempos y realizando una corrida piloto. Se definieron las estaciones críticas del proceso y se diseñaron los dispositivos para el manejo de materiales, finalmente se presentaron los resultados obtenidos mediante un análisis de Costo – Beneficio. El resultado esperado de esta tesis fue la implementación del proceso de producción para este nuevo modelo en el área de ensamble.