

Mejoramiento Continuo de una Línea de Ensamble de Circuitos Electrónicos Mediante la Utilización de las Técnicas de Producción Esbelta

Luis A. Hernández Andrade
Kleber F. Barcia Villacreses, Ph.D.
Facultad de Ingeniería en Administración de la Producción Industrial
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus Gustavo Galindo V. Km. 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
lahernan@espol.edu.ec
kbarcia@espol.edu.ec

Resumen

Las empresas de hoy están inmersas en un mercado de alta competitividad; donde el objetivo principal es sobrevivir en una globalización cada día más fuerte, donde los procesos deben producir productos y servicios de buena calidad.

Es por esto que las empresas tratan de mejorar sus sistemas productivos, con el propósito de permanecer en el mercado, en constante crecimiento y con utilidades rentables. La mejora de los procesos trae consigo la excelencia de las empresas, tratando de mejorar cada día el como hacerlo.

Uno de los procesos mas importantes es el proceso de ensamble, el cual es cada vez mas complicado de mejorar, debido a que los productos que este genera empiezan con un diseño que va mas allá de la elaboración, llegando hasta el final de la vida útil del producto, de aquí la imperiosa necesidad de diseñar técnicas que permitan la constante mejora de los procesos y productos.

El propósito de esta tesis es mejorar un proceso de ensamble de circuitos electrónicos, con la utilización de las técnicas de Producción Esbelta, que permitan reducir el uso de los recursos y maximicen las utilidades de la empresa.

Palabras Claves: *Sistemas productivos, mejora continua, producción esbelta*

Abstract

The manufacturing nowadays are immersed in a market of high competitiveness; where the primary target is to survive front a globalization each day stronger, where the processes should produce products and services with the best quality.

For these reasons the companies try to improve their productive systems, in order to remain in the market, in constant growth and with profitable utilities. The improvement of the processes brings with itself the excellence of the companies, trying to improve every day like doing it.

One of the most important processes but is the joint process, which is each day most complicated to improve, because the products that this it generates begin with a design that goes beyond of the elaboration, arriving until the end of the life utility of the product, of here the urgent necessity to design techniques that allow to the constant improvement of the processes and products.

The purpose of this thesis is to improve a joint process of electronic circuits, with the use of Lean Manufacturing's techniques, which allows depleting the use of the resources and maximizes the utilities of the company.

1. Generalidades

1.1 Antecedentes

En los últimos años las empresas han visto como a nivel mundial ha proliferado la competencia; la mentalidad competitiva es hoy en día un requisito indispensable para que toda organización económica logre la supervivencia, crecimiento y utilidades. Tratando de esta manera de mejorar sus procesos.

Entre uno de ellos esta el proceso de ensamble, el cual es una de las operaciones más importantes en los procesos productivos, dado que las actividades relacionadas con el ensamble existen a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Es por esto que las empresas enfocan sus objetivos en tratar de mejorar sus procesos de ensamble, para de esta manera reducir sus costos por desperdicio de materia prima, tomando en cuenta el tiempo y la actividad que todo operador dedica a cada orden de trabajo asociada a un proceso de ensamble de componentes y subcomponentes. Los procesos de ensamble presentan problemas de tiempos de ciclo, grandes cantidades de material en proceso, bloqueos, etc. Por lo que es necesario implementar técnicas de mejora, que permitan incrementar la productividad de estas líneas de ensamble.

1.2 Objetivos

Objetivo General

Identificar y desarrollar el proceso de una línea de ensamble que permita la visualización y la aplicación de técnicas de mejoramiento continuo, con el propósito de aumentar la productividad de la misma.

Objetivos específicos

Desarrollar el proceso de una línea de ensamble que pueda ser usado como un sistema didáctico de capacitación a empresas.

Determinar y mejorar los puntos críticos en el proceso de ensamble en base a corridas (simulaciones en vivo), utilizando técnicas de Producción Esbelta.

1.3 Metodología

Paso 1. Identificación y diseño del proceso de ensamble

En este paso se identifica un proceso de ensamble y se recopila información concerniente a este, lo cual ayude a un diseño óptimo del proceso de ensamble a utilizar en este estudio.

Paso 2. Elaboración de instructivos y políticas del proceso

Los instructivos se identificarán luego de la definición del proceso, luego se los elaborará, de igual

manera se determinará las políticas del proceso, considerando los requerimientos del mismo.

Paso 3. Toma de datos

Concluidos los dos pasos anteriores se realiza la “Primera Corrida”, la cual consiste en ejecutar el proceso de ensamble que se diseñó. Se realiza la toma de datos (toma de tiempos, determinación de WIP, etc.). Terminada la simulación se recolectan los resultados y se los evalúa, con el propósito de determinar índices de producción del proceso.

Paso 4. Implementación de mejoras

Se reconocen los puntos críticos del proceso (cuellos de botellas, bloqueos, porcentaje de utilidad, etc.) que se dieron a entrever durante la “Primera Corrida” y se los analiza en base a la filosofía de Producción Esbelta (Lean), para de esta manera proponer mejoras de producción, se procede a mejorar, eliminar o incrementar políticas en el proceso, de acuerdo a las condiciones que impliquen la mejora.

Paso 5. Experimentación y medición de indicadores

Luego se realiza la experimentación, lo que consiste en correr de nuevo el proceso pero con las mejoras ya implementadas y se miden los datos. Al final los resultados son recolectados y evaluados, comparando estos resultados con los resultados generados en la anterior simulación.

Paso 6. ¿Se logró las expectativas planteadas?

Luego de comparar los indicadores y los resultados obtenidos al implementar la mejora, se determina si esta mejora logro las expectativas planteadas, de ser así se procede a realizar la documentación final, caso contrario se vuelve a proponer mejoras y a implementarlas, a la espera de lograr las expectativas planteadas.

Paso 7. Documentación final

La documentación final consiste en establecer y elaborar los documentos del proceso, los cuales serán determinados en base a los resultados que genere la mejora implementada, y aquellos resultados que logren las expectativas propuestas.

2. Marco Teórico

2.1 Producción Esbelta

La Producción Esbelta es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los siete desperdicios (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) en los procesos y que tiene como propósito eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto o servicio, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Al

eliminar estos despilfarros, la calidad mejora, y el tiempo de producción y el coste se reducen [1].

Objetivos de la Producción Esbelta

Producción Esbelta trata de implementar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. También proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige cada día mejor calidad, entrega oportuna de los productos a bajos precios y en la cantidad requerida.

2.2 Desperdicios

Como sabemos, la Producción Esbelta se basa en un enfoque sistemático para encontrar y eliminar desperdicios (actividades con valor no agregado) es por esto que uno de los principales objetivos de la Producción Esbelta es identificar y eliminar toda clase de desperdicios, con el propósito de incrementar la participación de la empresa en el mercado. Producción Esbelta define siete desperdicios que son [1]:

Defectos: Toda falla en la calidad del producto o servicio que el cliente recibe.

Espera: Todo tiempo que no sea productivo pero que esta consumiendo los recursos de la empresa.

Movimientos: Todo movimiento innecesario realizado por los operarios, sin incremento en la producción.

Inventarios: Todo exceso de inventario acumulado entre estaciones de trabajo.

Transportación: Toda transportación de materiales es un desperdicio que agrega costo y riesgo a la operación.

Re-trabajo: Toda reparación realizada a un producto que tiene defectos.

Mano de obra poco utilizada: Toda actividad que no permita la utilización al 100% del recurso humano.

2.3 Balance de Líneas de Producción

Se dice que una línea de producción está balanceada cuando la capacidad de producción de cada una de las operaciones del proceso tiene la misma capacidad de producción.

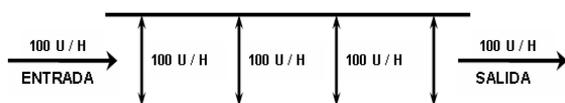


Figura 1

Línea de producción balanceada

Como se observa, la gráfica se asemeja a una tubería con un caudal de entrada y uno igual de salida, esto nos dice que en cada operación del proceso debe existir la misma capacidad de procesamiento para lograr el balance en la línea de producción.

El balance de líneas de producción se obtiene calculando el número de máquinas y/o operarios que se requieren para las diferentes operaciones del proceso, con el propósito de distribuir equitativamente la carga de trabajo entre todas las estaciones [2].

El método de Helgeson – Birnie consiste en estimar el peso posicional de cada tarea (actividad) que se realiza durante el proceso, a la vez que consiste en determinar el tiempo que toma realizar cada tarea. A partir de la segunda tarea cada una de las siguientes tiene una tarea precedente, es decir, a la tarea – 2 la precede la tarea – 1, a la tarea – 3 la precede la tarea – 2, a la tarea – 4 la precede la tarea – 3, etcétera [3]. Las tareas son asignadas a las nuevas estaciones de acuerdo al peso posicional en orden descendente, considerando el tiempo de ejecución de cada tarea y cuidando de no violar las precedencias de cada una.

2.4 Manufactura Celular

La manufactura celular es un enfoque de producción y una tendencia en el diseño de plantas en el que se identifica y agrupan piezas en familias para aprovechar sus similitudes en el diseño y en la producción. Para desarrollar un sistema de manufactura celular, se determinan familias de componentes o productos que tienen características similares y para cada familia se diseña un taller (llamado célula) formado por máquinas o equipos diferentes [4].

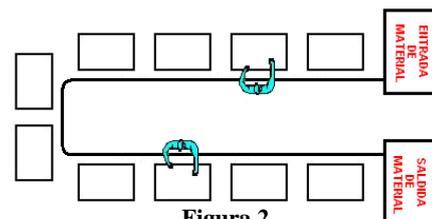


Figura 2
Celda de manufactura

La manufactura celular maximiza el uso de los recursos y los explota utilizando procesos y habilitación de herramientas similares para producir. La principal ventaja de la manufactura celular es que se reducen ampliamente los tiempos de apertura del proceso (setup), ya que en un mismo taller no se realizan tareas diferentes. El operario de una célula debe ser capaz de realizar tareas diferentes debido a que hay equipos diferentes, por lo que se requieren operarios mejor calificados, quienes a su vez realizarán un trabajo menos monótono y más reconfortante.

Diseño de células

El diseño de celdas de manufacturas se refiere a diseñar o en algunos casos a rediseñar la ubicación de las máquinas del proceso, a través de estos pasos [4].

Familia de Productos: Identificar una familia de productos que permita agrupar procesos.

Tiempo Takt: Ritmo en el que las partes deben ser producidas para cumplir con la demanda.

$$\text{Takt Time} = \text{Tiempo Total Disponible} / \text{Producción Total}$$

Secuencia de Trabajo: Consiste en determinar la secuencia en las actividades de producción que cada trabajador realiza.

Proceso Balanceado: Consiste en balancear la línea que se desea construir en célula y sirve para determinar la cantidad de personal en cada estación.

Diseño y Manufactura de Células: Consiste en simplificar el flujo de material, integrando las operaciones del proceso y flujo de material.

2.5 Cinco S - 5'S

Se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, trata de imprimirle mayor calidad de vida al trabajo [5]. El sistema 5'S contempla todos los aspectos básicos necesarios para crear un ambiente de calidad; además de constituir uno de los principales antecedentes para establecer otros sistemas como las normas ISO y de Calidad Total. Este sistema fue desarrollado con el nombre de 5'S y son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

Seiri (Clasificar): Consiste en diferenciar lo necesario de lo innecesario y en eliminar éstos últimos.

Seiton (Organizar): Consiste en ubicar los materiales necesarios, para que sea fácil encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Seiso (Limpiar): Consiste en eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que el área se mantenga limpia.

Seiketsu (Estandarizar): Consiste en distinguir una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

Shitsuke (Mantener): Consiste en construir autodisciplina y formar un hábito de compromiso.

Este sistema trata de mejorar las condiciones de seguridad en el trabajo, el clima laboral y la motivación del personal.

2.6 Producción Pull

El sistema de Producción Pull es un sistema donde cada operación hala el material que necesita de la operación anterior y consiste en producir sólo lo necesario [6]. Este sistema está soportado por el Kanban, una metodología de origen japonés que significa tarjeta numerada, la cual sirve para cumplir los requerimientos de material en un patrón basado en las necesidades del producto terminado, así la necesidad de un inventario para el trabajo en proceso se ve reducida por el empalme ajustado de las etapas de producción.

En el sistema de producción pull, las referencias de producción provienen del sucesor centro de trabajo, entonces el centro antecesor dispone de la cantidad exacta para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto; esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás, hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores.

Debido a esta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido. Un aspecto fundamental a nivel operacional en los sistemas de producción es la obtención de la cantidad deseada de unidades a producir con la mínima cantidad de inventario en proceso, para conseguirlo podemos optar por distintos sistemas de control de producción. Es por esto que implementando este sistema se logra reducir a un mínimo necesario los inventarios en proceso para generar a su vez una producción continua y sincronizada de las partes, reduciendo así tiempos de entrega y manejo de materiales.

3. Análisis de la situación actual

3.1 Descripción del proceso

El proceso que se va a estudiar en esta tesis es el ensamble manual de circuitos electrónicos, la lógica de este sistema de producción está basado en los procesos de ensamble de computadoras que se realizan en algunas compañías dedicadas a la venta de estos productos a nivel local. Establecido el proceso y los requerimientos de este, se determinará el número de operarios requeridos en las estaciones de trabajo, la documentación que servirá de guía a los operarios, y además se declararán políticas que regirán a la empresa y a su demanda de productos.

3.2 Operarios, Documentación y Políticas

Operarios

Para la realización de este proceso es necesario contar con diez (10) operarios, los cuales laboraron en las siguientes estaciones: representante de ventas,

programador de producción, ensamblador de resortes, ensamblador de resistores, ensamblador de diodos, ensamblador de leds, inspector, reconstructor, bodeguero final y transportista.

Documentación

Se elaboraron instructivos e instrucciones que se utilizaron con el propósito de desarrollar el proceso y obtener resultados cuantificables, los documentos que se elaboraron fueron: instrucciones, instructivos, soportes técnicos, órdenes de trabajo, lista de materiales y la tabla de demanda. Esta documentación permitió indicar a los operarios como realizar sus actividades.

Políticas

- Una vez iniciado el proceso el transportista es el único autorizado a desplazarse durante el proceso, ya que es el quien trasladará los materiales.
- Cada operario al terminar una tarea deberá marcar en el formulario orden de trabajo, en la sección que le corresponda a su actividad, para así indicar al operario de la siguiente estación que el trabajo esta listo para que el lo continúe.
- Cuando un operario termine su trabajo levantará la mano para que el transportista se acerque, cuando este llegue se le entregará un recipiente que contiene los ensambles y la orden de trabajo, el transportista llevará el recipiente a la siguiente estación de trabajo.

3.3 Recolección de Datos

Para realizar la toma de datos del proceso era necesario determinar una forma de hacerlo sin que esto afecte la correcta ejecución de cada una de las actividades realizadas por los operarios durante la corrida, para esto se determinó que la mejor manera de recolectar estos datos era la de grabar en un video toda la simulación. Esto permitirá que la simulación se realice sin ningún contratiempo y a la vez permite tomar datos y reconfirmarlos las veces que sean necesarios. Del video, los datos que se obtuvieron fueron: tiempo de ciclo y tiempo por desplazamientos del transportista entre cada estación. Además de tiempos se necesitarán otros datos, estos se los obtuvo al contar en cada estación todo trabajo que quedo pendiente y en proceso.

3.4 Primera Corrida

Tratando de simular las condiciones reales de los procesos de ensamble de la mayoría de las empresas tradicionales, la “Primera Corrida” se la realizó bajo ciertas condiciones, considerando como punto de partida que esta empresa lleva un mal proceso de producción, debido a que no cuenta con un correcto

manual de operaciones ni un adecuado sistema de producción. En la “Primera Corrida” se tomaron en cuenta varios factores que afectaron al sistema y que serán analizados, para plantear mejoras para la “Segunda Corrida”, estos factores se los detallan a continuación.

Layout

La distribución de la planta no permitió cumplir con la demanda programada para la “Primera Corrida” porque la distribución de la misma no era la más adecuada, ocasionando problemas que incrementaron los costos y retrasaron las entregas.

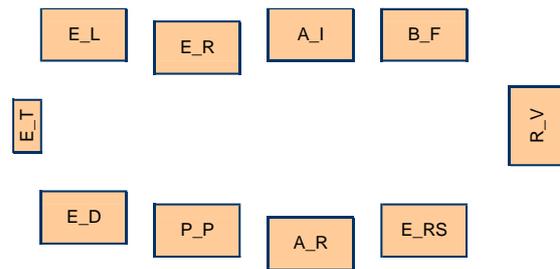


Figura 3
Layout de la primera corrida

Recorridos

La mala distribución de la planta también provocó inconvenientes al momento de producir, de esto el transportista tuvo que hacer un sin número de recorridos repetitivos e innecesarios, los cuales generaron tiempos de producción perdidos e incrementaron directamente el tiempo de ciclo total.

3.5 Indicadores

Los indicadores son los puntos de referencia para cada corrida, siendo estos los que nos permitirán demostrar la eficiencia de las técnicas aplicadas, dependiendo esto de la correcta implementación de las mejoras. Se midieron los indicadores que denotan Producción Esbelta, siendo estos: Productos Aprobados, Productos Defectuosos, Producción Total, Productos en Proceso (WIP) y Tiempo de Ciclo.

Tabla 1
Indicadores de la primera corrida

INDICADORES		
	LOTES	UNIDADES
Productos Aprobados	1	1
Productos Defectuosos	5	
Producción Total	6	
WIP	18	
TC Total - min	17,25	

3.6 Análisis de los indicadores

Cuellos de botella

Debido a la mala distribución de la carga de trabajo se generaron cuellos de botella en las estaciones, lo

que retrasaba el trabajo en la siguiente estación y generaron demoras en la entrega oportuna del producto tanto a los clientes internos como externos.

Bloqueos

Los bloqueos aparecieron debido a que las estaciones que las precedían generaron cuellos de botellas que impedían que estas estaciones bloqueadas puedan realizar su trabajo.

Línea Desbalanceada

También se encontró que la línea de producción se encuentra totalmente desbalanceada, generando cargas de trabajo inequitativas lo cual es una de las causas principales en la aparición de cuellos de botella en el proceso.

4. Aplicaciones de Producción Esbelta

Como se demostró anteriormente, el sistema de producción que se utilizó en la “Primera Corrida” generó muchos inconvenientes durante el proceso, así como también la mala distribución de la planta no permitió un apropiado flujo de materiales. Para corregir estos inconvenientes se utilizaron técnicas que permitieron eliminar aquellas situaciones que fueron las causas de los problemas de producción que se presentaron durante el proceso, estos problemas fueron resultado de malos hábitos de producción tales como culturas y políticas mal diseñadas e implementadas.

4.1 Implementación de mejoras – Segunda Corrida

Del análisis de los resultados obtenidos en la “Primera Corrida” se implementaron las técnicas de Layout y 5’S, con el propósito de incrementar la productividad de la empresa, para aplicar la técnica de layout se determinó el flujo correcto que debería seguir el material a fin de minimizar el recorrido del transportista y los traslados innecesarios de las piezas, determinado lo anterior se redistribuyó las estaciones en secuencia de las actividades que se le realizan a las piezas hasta obtener los circuitos electrónicos terminados.

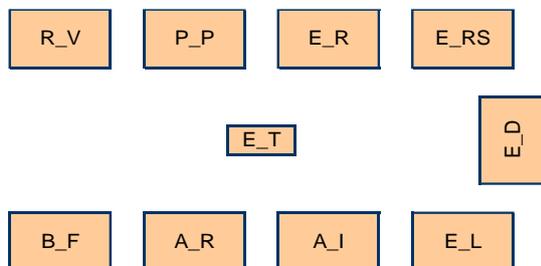


Figura 4
Layout de la segunda corrida

Para la aplicación de las 5’S se colocaron letreros en todas las estaciones de trabajo, con el objetivo de

minimizar el tiempo de entrega de materiales por parte del transportista. También se organizaron las estaciones de trabajo y se clasificaron los materiales, con el propósito de minimizar el tiempo de ciclo total.

4.2 Segunda Corrida

Después de identificar las falencias generadas en la “Primera Corrida”, obtener los resultados y analizarlos se identificaron las técnicas a implementar, con el objetivo de obtener mejores resultados en la “Segunda Corrida”, con incrementos en la producción y la disminución de los productos defectuosos.

Indicadores

Los indicadores obtenidos en la “Segunda Corrida” demuestran la efectividad de las técnicas identificadas y la correcta aplicación de las mismas. En esta corrida se obtuvieron mejores resultados en cuanto a producción y tiempos se refiere, sin embargo no se obtuvieron ahorros en cuanto a costos de producción.

Tabla 2
Indicadores de la segunda corrida

INDICADORES		
	LOTES	UNIDADES
Productos Aprobados	5	8
Productos Defectuosos	4	
Producción Total	12	
WIP	17	
TC Total - min	13,65	

El haber aplicado correctamente las técnicas de Layout y 5’S en el sistema permitió que se reduzca el tiempo de ciclo total de producción y los defectos obtenidos al final del proceso, la producción total incremento y la cantidad de WIP en el proceso disminuyó. Permittiéndonos esto demostrar que se mejoró el sistema con un buen análisis de los resultados.

4.3 Implementación de mejoras – Tercera Corrida

En la “Segunda Corrida” se incrementó la producción pero no se redujeron costos, para esta “Tercera Corrida” se reducirán los costos e incrementarán la producción total de la empresa. Por lo tanto, del análisis de los resultados se determinó que el transportista y el programador de producción deben ser eliminados del proceso. El transportista por su parte porque realiza una actividad que no agrega valor alguno al producto, e incrementa los costos y el riesgo de los materiales, el programador de producción porque realiza una actividad que a bien puede ser distribuida entre los operarios sin que esto incremente el tiempo de ciclo total.

El eliminar estos dos operarios del proceso permite disminuir la distancia que existe entre estaciones y el número de mesas utilizadas por estación. De esto se redujo las distancias de diecisiete (17) metros a solo cinco (5) metros y el número de mesas de nueve (9) a solo (5) mesas para la “Tercera Corrida”.

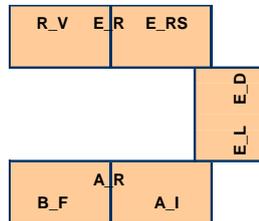


Figura 5
Layout de la tercera corrida

Una vez realizadas estas mejoras se procedió a implementar técnicas de Producción Esbelta, que mejoren la producción. Se implementó Producción Pull en el sistema, con el objetivo de reducir el inventario entre estaciones de trabajo, de esto se definió el número de tarjetas kanban a utilizarse, siendo este igual a una unidad (1). También se implementó Producción Unitaria, con el propósito de producir por unidad con el propósito de poder cumplir con toda la demanda. Otra técnica a implementar es Trabajo en Equipo, la cual consiste en hacer que los operarios trabajen a un solo ritmo aprendiendo de este modo que el trabajar ordenadamente les permitiría obtener mejores resultados, esto se lo obtuvo creando un compromiso por parte de cada uno de ellos.

4.4 Tercera Corrida

Después de identificar las falencias generadas en la “Segunda Corrida”, obtener los resultados y analizarlos se identificaron las técnicas a implementar, con el objetivo de obtener mejores resultados en la “Tercera Corrida”, con reducción en los costos, incrementos en la producción y disminución de los productos defectuosos.

Indicadores

Los indicadores obtenidos en esta “Tercera Corrida” demuestran la efectividad de las técnicas identificadas y la correcta aplicación de las mismas. Con estas técnicas se logró reducir costos y se incrementó la producción de la empresa.

Tabla 3
Indicadores de la tercera corrida

INDICADORES	
	UNIDADES
Productos Aprobados	28
Productos Defectuosos	2
Producción Total	30
WIP	7
TC Total - min	3,15

El haber eliminado del proceso al transportista y al programador de producción, logro reducir los costos de producción, por su parte el haber aplicado correctamente las técnicas de Producción Pull, Producción Unitaria y Trabajo en Equipo en el sistema permitió incrementar la producción total, reducir el WIP y el tiempo de ciclo total de la empresa.

4.5 Implementación de mejoras – Cuarta Corrida

Para la “Cuarta Corrida” se implementará Calidad en la Fuente, con el propósito de eliminar la excesiva cantidad de productos defectuosos, esto permitirá eliminar del proceso al reconstructor y detectar y eliminar los defectos justo donde se producen. Un problema que estaba en el proceso desde la Primera Corrida” fue la inequilibrada carga de trabajo distribuida en las estaciones, lo que generaba cuellos de botella y bloqueos en el proceso, esto se lo eliminó con la técnica de Balanceo de Líneas, por medio del método de Helgeson-Birnie, tal como se lo describió en el marco teórico, para lograr un balance en la línea se colocó ayudantes (AYU) en las estaciones del Ensamblador de Resortes (E_R) y Ensamblador de Resistores (E_RS), con el propósito de reducir el takt time de cada operario.

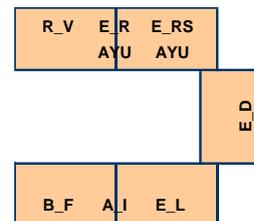


Figura 6
Layout de la cuarta corrida

El aplicar Manufactura Celular en el proceso permitió hacer al proceso más flexible, convirtiendo a los operarios en polifuncionales, para de esta manera convertir al proceso en una celda compacta de trabajo, donde la comunicación entre los operarios sea más clara, con el propósito de observar y determinar oportunidades de mejora.

4.6 Cuarta Corrida

Después de identificar las falencias generadas en la “Tercera Corrida”, obtener los resultados y analizarlos se identificaron las técnicas a implementar, con el objetivo de obtener mejores resultados en la “Cuarta Corrida”, con incrementos en la producción y reducción de WIP.

Indicadores

Los indicadores obtenidos en esta “Cuarta Corrida” demuestran la efectividad de las técnicas identificadas y la correcta aplicación de las mismas.

Tabla 4
Indicadores de la cuarta corrida

INDICADORES	
	UNIDADES
Productos Aprobados	46
Productos Defectuosos	1
Producción Total	47
WIP	4
TC Total - min	1,61

Con la implementación de la técnica de Calidad en la Fuente se logró reducir la cantidad de productos defectuosos, por otra parte, al Balancear la Línea de producción logramos eliminar los cuellos de botella y los bloqueos.

Con la aplicación de Manufactura Celular se logró crear una célula compacta de trabajo, con operarios polifuncionales capaces de realizar cualquier actividad dentro del proceso.

5. Conclusiones

- Las técnicas utilizadas permitieron reducir los costos de producción y los costos por re-trabajos en los que incurría la empresa, a la vez que se logró comprometer de mejor manera al recurso humano convirtiéndolos en un equipo de trabajo con un solo objetivo en común.
- El rediseño del proceso también logro incrementar la producción total, con más productos aprobados y menos productos defectuosos, logrando con esto cumplir con la demanda insatisfecha que se tenía en la Primera Corrida y ofertar ahora productos de excelente calidad.
- Este plan de mejora e innovación continua ha garantizado el camino a la competitividad y al logro de los objetivos que desde el principio se plantearon en este estudio, con el propósito de realizar un cambio radical en las políticas de producción pero sin cambiar el objetivo de la empresa, obteniéndose resultados que demostraron los beneficios obtenidos, con costos de producción menores a los iniciales, con tiempos de entrega puntuales y con costos por re-trabajos dramáticamente reducidos.

- Este plan de mejora e innovación continua aplicado en el proceso ha permitido desarrollar un sistema que puede ser utilizado como un sistema didáctico de capacitación a empresas.

6. Recomendaciones

- Para que un plan de mejora e innovación continua funcione es recomendable mantener un clima de información y comunicación clara, fluida y constante de una manera vertical así como horizontal; para esto es recomendable que todos los involucrados en el proceso sobre el cual se desarrolla un plan de mejora sientan que todo lo que se esta haciendo es transparente, esto es básico para el buen compromiso de todos.
- Un plan de mejora se desarrolla básicamente en tres etapas, las que van desde la identificación y análisis del problema, la selección e implementación de las soluciones y el control operativo del nuevo proceso; es por esto que es recomendable establecer un compromiso con cada uno de los responsables del proceso, creando una relación estrecha con los objetivos de la empresa y del plan a implementarse, lo que dará como resultado un control detallado en cada etapa por parte de todos los involucrados.

7. Referencias

- Womack J., Jones D. y Roos D., The Story Of Lean Production. Producción Esbelta
- Salvendy G., Grupos Tecnológicos. Manual de Ingeniería Industrial, Editorial Limusa, Vol. I
- Planeación y control de la producción. Fecha última actualización: 2004. Disponible en: www.monografias.com/trabajos14/planeacioncontrol/planeacioncontrol.shtml
- Askin R., Hassam M. y Vakharia A., Cell formation in group technology. Página 34, 1998
- Los cinco pasos del housekeeping. Fecha última actualización: 2006. Disponible en: www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/5s
- Logística: Estrategia pull y push. Fecha última actualización: 2006. Disponible en: www.gestiopolis.com/canales5/navactiva/27.htm

Luis Hernández Andrade
MAT: 200004984
CED: 0920372620

PhD. Kleber Barcia V.
PROFESOR AUSPICIANTE