

Desarrollo de estaciones de trabajo en la implementación de células de manufactura

CORRAL-RAMÍREZ, Guadalupe*†, MUÑOZ-LÓPEZ, Luis Enrique, FLORES-BARRAGAN, Juan Luis y NIETO-GARCÍA, Víctor Manuel

Universidad Tecnológica de Chihuahua, Av. Montes Americanos, No. 9501, Sector 35, C.P. 31216

Recibido 7 de Abril, 2017; Aceptado 16 de Junio, 2017

Resumen

El presente artículo muestra la investigación y el análisis para el diseño de estaciones de trabajo que se aplican en la implementación de células de manufactura. Este, tiene como objetivo el diseño de procesos eficientes para la eliminación de los desperdicios. La propuesta se lleva a cabo en un proceso de manufactura lineal que presenta oportunidades de mejora en su diseño original, el cual se analiza utilizando herramientas de manufactura esbelta y tecnologías de diseño e ingeniería asistida por computadora por sus siglas en inglés (CAD-CAE).

Estaciones de trabajo, Diseño asistido por computadora (CAD), ingeniería asistida por computadora (CAE), Herramientas de análisis para simulación de procesos y para procesos de fabricación, Optimización del desarrollo del producto

Abstract

The present article shows the research and the analysis for the design of workstations that are applied in the implementation of cells of manufacture. This one, aims at the design of efficient processes for the elimination of waste. The proposal is carried out in a linear manufacturing process that presents opportunities for improvement in its original design, which is analyzed using lean manufacturing tools and computer aided design and engineering technologies (CAD-CAE).

Computer-aided design (CAD), Computer-aided engineering (CAE), Analysis tools for process simulation and manufacturing processes, Optimization of product development

Citación: CORRAL-RAMÍREZ, Guadalupe, MUÑOZ-LÓPEZ, Luis Enrique, FLORES-BARRAGAN, Juan Luis y NIETO-GARCÍA, Víctor Manuel. Desarrollo de estaciones de trabajo en la implementación de células de manufactura. Revista de la Invención Técnica 2017. 1-2:25-32

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: gcorral@utch.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La empresa Alphabet de México que se dedica a la fabricación de piezas electrónicas para la industria automotriz, actualmente tiene la necesidad de mejorar los procesos productivos con el fin de reducir índices de desperdicio de material, para lo cual se pretende realizar la implementación de células de manufactura, con la ayuda de monitoreo de tiempos, mejora de la distribución de equipos y áreas de trabajo existentes.

Problema

Actualmente la empresa tiene procesos de manufactura con una distribución lineal, lo que representa que el acomodo de las estaciones de trabajo generen acumulación entre estaciones, tiempos de espera, mala comunicación, defectos de calidad, y acumulamientos de inventario en proceso, debido a la falta de un eficiente balanceo de la carga de trabajo y del tipo de distribución actual, estas condiciones provocan situaciones que afectan la velocidad y calidad de los procesos, generando altos índices de desperdicio de material productivo por defectos de calidad (scrap). Además, se identifica problemas ergonómicos a los trabajadores, debido al inadecuado diseño de las estaciones de trabajo

Objetivos

Diseñar procesos eficientes para la eliminación de los desperdicios por medio del diseño y desarrollo de estaciones de trabajo.

Metodología

Con el fin de resolver la problemática se decide realizar la construcción de células de manufactura diseñando estaciones de trabajo ergonómicas y fáciles de mover; ya sea de un lugar a otro, o dentro del mismo espacio, además de estandarizar las estaciones de trabajo (dimensiones, materiales, iluminación, etc).

La metodología que se utiliza para la implementación de células de manufactura utilizando diseños ergonómicos en la construcción de estaciones de trabajo se muestra en la siguiente figura:



Figura 1 Metodología

Calculo de la capacidad del proceso

Para el cálculo de la capacidad del proceso, se aplica la ecuación (1), la cual representa el volumen de producción que se puede obtener en un determinado tiempo. Esto significa que para el cálculo de la capacidad del proceso es necesario tomar tiempos a cada una de las estaciones de trabajo y establecer el tiempo de ciclo, que es el tiempo que se requiere para fabricar una pieza, con el fin de identificar la estación “restricción”, la cual permite determinar el “Rate” de producción del proceso (ecuación (2))

Para determinar la capacidad del proceso de acuerdo a la demanda del cliente se determina el “takt time” que es el ritmo en el que los productos deben ser completados o finalizados para satisfacer las necesidades de la demanda. El “takt time” se determina mediante la ecuación (3).

$$Capacidad\ del\ proceso = \frac{(Unidades/hora)}{(hrs.\ laborables)} \tag{1}$$

$$Rate\ de\ producción = \frac{Tiempo\ de\ operación}{tiempo\ de\ ciclo} \tag{2}$$

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ del\ cliente} \tag{3}$$

La figura 2 muestra la capacidad del proceso con una distribución en manufactura lineal y la figura 3 muestra la capacidad en la nueva distribución celular de acuerdo a la demanda del cliente en base al “takt time.

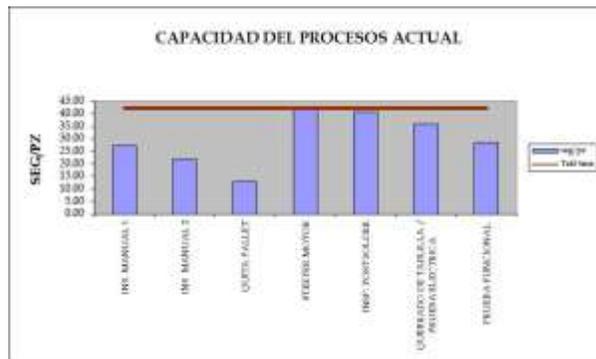


Figura 2 Capacidad del proceso actual



Figura 3

La tabla 1 muestra las piezas por hora y el tiempo de fabricación que puede producir cada estación de cuerdo a la distribución del proceso en manufactura lineal, mientras que la tabla 2 muestra las piezas por hora que puede producir cada estación en manufactura celular considerando el tiempo”tak time.

Operacion	pz/hr	seg/pz	Takt time	Numero de operadores = 7		
INS. MANUAL 1	133	27.10	42.35	1er Turno = 8 segundo Turno =8 3er Turno = 5		
INS. MANUAL 2	164	21.97	42.35	Numero de operadores ideales =		4.95
QUITA PALLET	276	13.02	42.35	Otros operadores directos:		
STEEPER MOTOR	85	42.39	42.35	Materialista = .5		
INSP. POST SOLDER	88	40.69	42.35	Tecnico de soldadora = .5		
QUEBRADO DE TABLILLA / PRUEBA ELECTRICA	101	35.79	42.35	Trouble shooter = .5		
PRUEBA FUNCIONAL	126	28.61	42.35	Relevo =5.8%		

Tabla 4 Piezas por hora y tiempo de fabricación

Operacion	pz/hr	seg/pz	Takt time	Numero de operadores = 6		
INS. MANUAL 1 Y 2	73	49.07	59.72	1er Turno = 8 segundo Turno =8 3er Turno = 5		
QUITA PALLET	276	13.02	59.72	Numero de operadores ideales =		3.51
POST SOLDER / STEEPER MOTOR	77	46.53	59.72	Otros operadores directos:		
WAND TOOL / INCIRCUIT	101	35.79	59.72	Materialista = .5		
PRUEBA FUNCIONAL	126	28.61	59.72	Tecnico de soldadora = .5		
				Trouble shooter = .5		
				Relevo =5.8%		

Tabla 5 Piezas considerando "Talk time "

Diseño de la distribución de las células de manufactura (Lay out)

Para el diseño de la distribución de las células de manufactura es necesario determinar el número de operadores ideal, el cual se obtiene sumando el total de los tiempos de cada una de las operaciones y dividiendo este resultado entre el tiempo “takt time” tomando en consideración la demanda más alta del cliente, es así como se determina el número de estaciones de trabajo que serán incluidas en el diseño de la célula

De acuerdo al análisis realizado se determina un total de 6 operadoras por célula de manufactura, la figura 4 muestra la distribución de los operarios con una aplicación de multitareas para una baja demanda de producción mientras que en la figura 5 se muestra la distribución de las células considerando una demanda alta de producción.

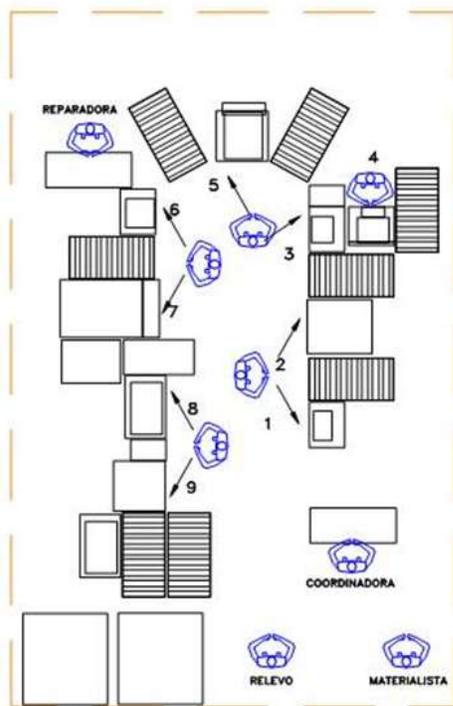


Figura 3 Operadores ideal

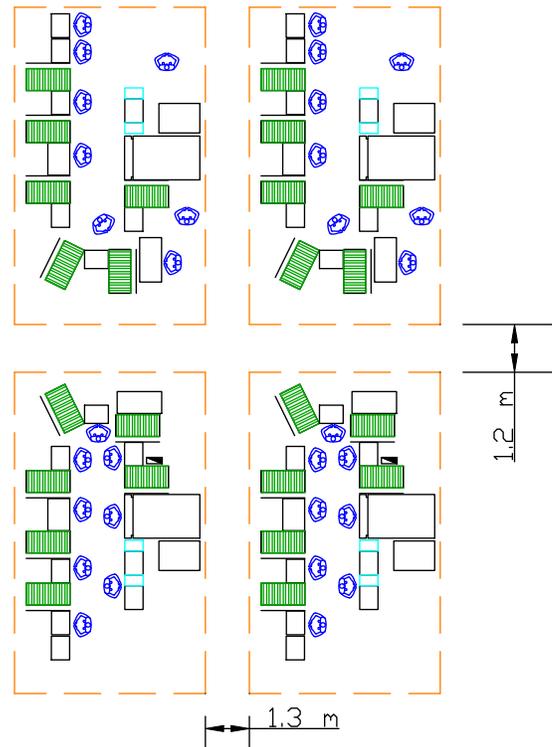


Figura 4 Célula de manufactura

Estudio antropométrico

“La ergonomía es la disciplina científico-técnica y de diseño que estudia integralmente al hombre (o grupos de hombres) en su marco de actuación relacionado con el manejo de equipos y máquinas, dentro de un ambiente laboral específico, y que busca la optimización de los sistemas hombre-máquina-entorno, para lo cual elabora métodos de estudio del individuo, de la técnica y de la organización del trabajo.” (Ramírez Cavassa, 1991).

El estudio antropométrico se ocupa del dimensionamiento del cuerpo humano considerando las alturas y alcances de los operadores de pie y sentados para adaptar las estaciones de trabajo a las dimensiones del trabajador.

En la conformación física de las células de manufactura, se realiza un estudio antropométrico para determinar el tamaño de las mesas, considerando las medidas antropométricas de la población de la empresa, se elige una muestra de 30 personas a las cuales se les toman las medidas de la estatura, medidas del pie a brazos doblados y medidas de hombro a hombro con el fin de obtener un diseño ergonómico. Estas mediciones se muestran en las tablas 3 y 4, con el fin de determinar la altura y ancho de las estaciones de trabajo.

A continuación, se muestran las medidas del pie a brazos doblados para obtener la altura de las mesas

Operario	Medida Altura	Operario	Medida Altura
1	0.79	16	0.83
2	0.81	17	0.79
3	0.82	18	0.85
4	0.83	19	0.79
5	0.84	20	0.81
6	0.85	21	0.84
7	0.83	22	0.83
8	0.81	23	0.82
9	0.85	24	0.85
10	0.81	25	0.81
11	0.82	26	0.78
12	0.78	27	0.83
13	0.8	28	0.81
14	0.84	29	0.85
15	0.81	30	0.82

Total	24.6
Media	0.82
Desv. Est.	0.02

Tabla 6 Medidas de pie a brazos

La siguiente tabla muestra las medidas de hombro a hombro para obtener el ancho de las mesas de trabajo.

Operario	Medida hombros	Operario	Medida hombros
1	0.63	16	0.59
2	0.65	17	0.62
3	0.61	18	0.6
4	0.64	19	0.62
5	0.62	20	0.64
6	0.6	21	0.65
7	0.64	22	0.59
8	0.61	23	0.61
9	0.59	24	0.62
10	0.62	25	0.6
11	0.65	26	0.62
12	0.63	27	0.61
13	0.64	28	0.63
14	0.63	29	0.65
15	0.6	30	0.6

Total	17.98
Media	0.62
Desv. Est.	0.02

Tabla 7 Medidas Hombro a Hombro

Con este estudio se obtiene como resultado que la altura optima de las mesas es de 0.85 mts, así como el ancho es de 0.65 mts y un largo de 0.50 mts.

De lo anterior, se establece que los diseños permiten un ajuste adecuado a las características antropométricas de los trabajadores, con el fin de garantizar la altura de la superficie del trabajo, además de permitir al operador realizar la tarea, en la forma más cómoda y productiva posible. En el caso de estaciones con el operador sentado, se establece que la silla debe ser ajustable. En general, mientras más ajustable sea el diseño de la estación, se obtendrá una mayor probabilidad de ajuste para las personas que la ocupen.

La figura 6 muestra un modelo con el área de alcance de brazos extendidos, así como un campo optimo de vision panoramica.

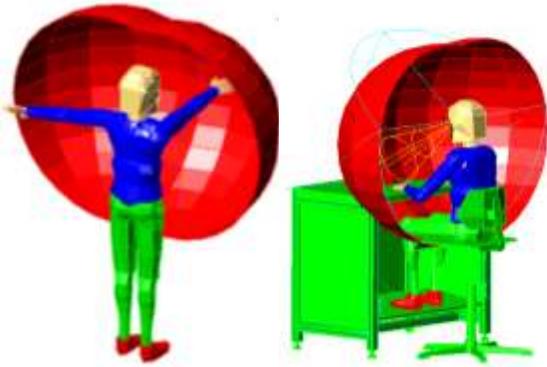


Figura 5 Resultados del estudio antropométrico

Diseño de las estaciones de trabajo

Para el diseño de las estaciones se utiliza un software de modelado 3D, utilizando elementos estandarizados como lo es el perfil extruido de aluminio el cual cumple con los requerimientos mecánicos y dieléctricos para la construcción de este tipo de estaciones de trabajo, además de realizar un armado rápido y con pocas herramientas. Cabe mencionar que cada una de las estaciones cuenta con instalaciones eléctricas y neumáticas, además de un sistema de iluminación, el cual proporciona todos los requerimientos para realizar las tareas productivas. Las figuras 7 y 8 muestran el diseño final basado en las medidas establecidas en el estudio antropométrico.

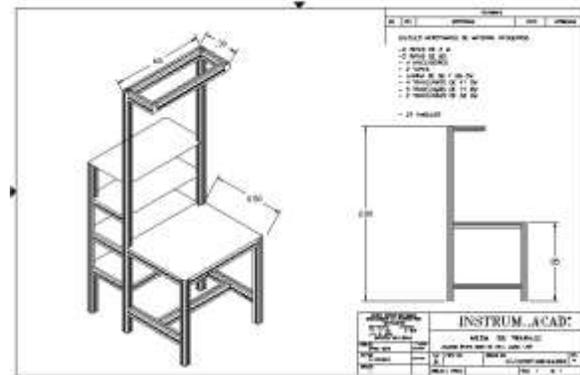


Figura 7 Modelo de estación 2.

Implementación de las células de trabajo

La implementación se realiza mediante la instalación de las estaciones de trabajo de acuerdo a la nueva distribución del proceso, (figura 9) la cual se lleva a cabo en un área piloto, con la coordinación de los departamentos involucrados: Ing. Procesos, Ing. Planta, Mantenimiento, Depto. de Sistemas, Producción, Seguridad Industrial e Ing. Industrial. Las figuras 10 y 11 muestran la instalación de las estaciones de trabajo en el área piloto.

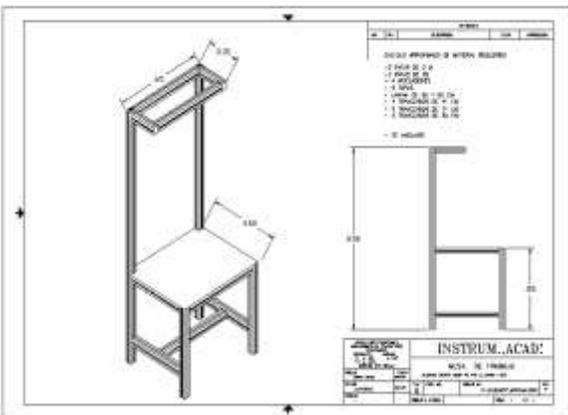


Figura 6 Modelo de estación 1



Figura 8 Estación de trabajo



Figura 9 Instalación de Estación de trabajo



Figura 10 Instalación de estación de trabajo en área piloto

Para la implementación es necesario realizar como actividad previa, la capacitación a la alta gerencia, gerencia media y mandos intermedios sobre los temas de manufactura esbelta y manufactura celular, con el fin de lograr el soporte hacia este tipo de estrategias, además se debe de incluir la capacitación a los operadores sobre la aplicación de multitareas, con el fin de sensibilizar a los operadores en las filosofías de manufactura esbelta logrando un cambio de pensamiento y sentido de pertenencia.

La figura 12 muestra las actividades a realizar para la implementación de las estaciones de trabajo en las células de manufactura.

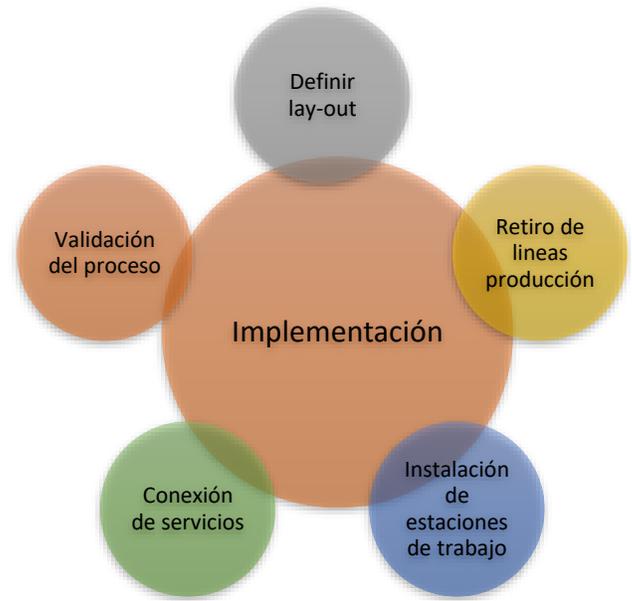


Figura 11 Actividades a realizar para la instalación de estaciones de trabajo.

Validación

Se desarrolla la documentación correspondiente al cambio de ingeniería, se elaboran las cartas de instrucción de operaciones y se realiza la fabricación de un número de piezas para su validación.

Durante la validación se realizan las siguientes actividades:

- a) Validación del Rate de producción.

Se determina la cantidad de piezas por hora que se pueden fabricar con el nuevo diseño de célula de manufactura, esta actividad se realiza a través de la toma de tiempos con cronometro dando como resultado que no se ve afectada la capacidad del proceso de acuerdo a la demanda del cliente.

- b) Validación del funcionamiento del nuevo diseño del proceso.

Se realiza a través de la producción de un determinado número de piezas, que el departamento de procesos revisa para confirmar que cumplan con las especificaciones del cliente.

- c) Validación de la calidad del producto.

Por medio de una serie de pruebas que se le efectúan (resistencia mecánica, resistencia térmica, y pruebas funcionales), se determina que la calidad no ha sido afectada por el cambio de diseño y método de trabajo.

- d) Validación de la seguridad.

Se verifica que los operadores no se ven afectados por los cambios realizados con la nueva distribución en el proceso y con la aplicación de multitareas.

Resultados

Con el desarrollo de estaciones de trabajo se logra implementar células de manufactura con un nuevo diseño, que permite optimizar los recursos, mediante la reducción de espacios, cambio en el diseño del proceso, lo cual se refleja en la disminución de mano de obra e inventario en proceso "WIP".

El nuevo diseño considera la ergonomía como punto importante, ya que se toman en cuenta la adaptación de los espacios a las necesidades de los operarios, haciendo de este un diseño flexible, confortable y seguro.

En cuestiones financieras, con el nuevo diseño se espera obtener una disminución en el consumo de energía debido a la eliminación de los motores de los transportadores y la reducción del número de operarios.

Conclusiones

Con el diseño de estaciones de trabajo para la implementación de células de manufactura, se logra mayor eficiencia en la fabricación de los productos, además de reducir la cantidad de inventario en proceso, esto contribuye a la eficiencia de los operadores involucrándolos en las diversas tareas del producto. Es de suma importancia resaltar los beneficios obtenidos con el diseño, como lo son: La reducción de los desperdicios, la transportación, las demoras, los movimientos de materiales etc.

Este nuevo diseño de manufactura celular además de hacer más eficiente el proceso permite mayor flexibilidad, al adaptar una gran variedad de productos y cambios frecuentes en la célula de producción simplificando el control y programación de la producción, mejorando la comunicación y optimizando los espacios productivos.

Referencias

- Arbós, L. (2009). *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible: técnicas de diseño y herramientas graficas con soporte informatico*. books.google.com.
- Meyers, F. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. books.google.com.
- Ramírez Cavassa, c. (1991). *Ergonomía y Productividad*. México: Limusa.