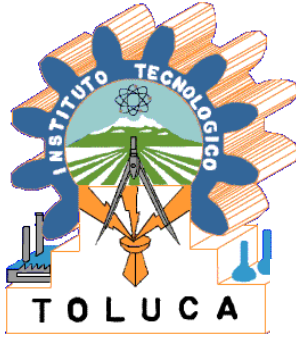


SEP

SEST

DGEST



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOLUCA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MANUAL DE PRÁCTICAS: ESTUDIO DEL TRABAJO I

ING. LUIS FLORES PÉREZ
Enero, 2011.

Índice

	Pág.
Práctica No. 1 Conocimiento de los diagramas de proceso de operaciones	2
Práctica No. 2 Conocimiento de los diagramas de proceso de flujo	5
Práctica No. 3 Conocimiento de los diagramas de proceso de recorrido	8
Práctica No. 4 Diagrama Hombre-Máquina	10
Práctica No. 5 Diagrama de Proceso de grupo	14
Práctica No. 6 Definiendo la finalidad de la operación	17
Práctica No. 7 Diseñando la pieza	19
Práctica No. 8 Estableciendo tolerancias	22
Práctica No. 9 Selección de materiales	25
Práctica No. 10 El proceso de manufactura	29
Práctica No. 11 Seleccionando el herramental adecuado	32
Práctica No. 12 Estableciendo las condiciones de trabajo	37
Práctica No. 13 Manejo de materiales	40
Práctica No. 14 La distribución del equipo y maquinaria	43
Práctica No. 15 Análisis de un caso práctico sobre el análisis de operaciones	46
Práctica No. 16 Economía de movimientos	55
Práctica No. 17 Diagramas bimanuales	57
Práctica No. 18 Estudio de movimientos	60
Práctica No. 19 Estudio de tiempos	62
Práctica No. 20 Toma de Tiempos	65

Introducción

En función del Programa Institucional de Innovación y Desarrollo de este Instituto y del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, basado en el Programa Nacional de Desarrollo y en el Programa Sectorial de Educación 2007-2012, documentos que representan la guía para la realización de proyectos y acciones que contribuyan a elevar la calidad de los servicios educativos, no sólo del plantel, sino del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, se describen las áreas de oportunidad que, en materia de Educación Superior Tecnológica, se habrán de atender para asumir los desafíos que impone el ofrecer servicios educativos de calidad, con equidad y pertinencia.

Dentro del Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2007-2012 de este Instituto, se contempla la realización de prácticas en aulas, talleres y laboratorios contenidas en los programas de estudio, para coadyuvar a la articulación de la teoría con la práctica de los estudiantes y aprovechar al máximo el equipamiento disponible en el instituto.

Por lo anterior, se hace necesario el diseño de prácticas eficientes que coadyuven a complementar la teoría de las diferentes materias de los programa de estudio que así lo requieran.

El presente trabajo pretende atender esta necesidad con la elaboración de un manual de prácticas para la materia de Estudio del Trabajo I, de la carrera de Ingeniería Industrial, considerando los recursos particulares con que el Instituto cuenta, y contribuir así con el fortalecimiento de las prácticas. Este trabajo, es un programa de prácticas que pretende sincronizar la parte teórica y el servicio de estas teorías, utilizando procesos, productos y procedimientos reales en un aula, con los equipos y elementos adecuados para el aprestamiento (entrenamiento inicial) del alumno que va actuar en la empresa industrial o de servicios.

El número de horas para esta práctica, sobrepasa el indicado en la retícula de la materia, no obstante, se pretende ofrecer al docente una amplia gama para que, desde su perspectiva, seleccione aquellas que considere necesarias para reforzar el conocimiento de su materia.



Práctica No. 1

Nombre de la práctica

Conocimiento de los diagramas de proceso de operaciones.

Objetivo

Al término de la práctica, el alumno deberá ser capaz de elaborar y aplicar un diagrama de proceso de operaciones mediante la observación, interpretación, análisis y representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos con símbolos de acuerdo con su naturaleza, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases.

Introducción

Desde un principio, el hombre ha sido un hacedor de símbolos y herramientas que utiliza para perpetuar su existencia y entender su razón de ser. Su primera herramienta, por supuesto, ha sido el lenguaje, sin lugar a duda su más grande invención.

Los símbolos ayudan al hombre a simplificar su existencia, pudiendo establecer para otros hombres las más complejas ideas y experiencias. Los formatos estandarizados proveen el lenguaje común con el que varias personas podrán tener juntas una representación gráfica de un proceso, con la intención de estandarizar las tareas productivas.

El primer paso a este respecto es reunir todos hechos necesarios relacionados con la operación o el proceso. Una vez que los hechos se presentan clara y exactamente, se examinan de modo crítico, a fin de que pueda implantarse el método más práctico, económico y eficaz.

Todo operario debe tener las herramientas necesarias que le faciliten el trabajo. Uno de los instrumentos de trabajo más importantes para el ingeniero Industrial es el diagrama de proceso. Se define como diagrama de proceso a una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo.

Correlación con temas y subtemas de la materia

2. Diagrama de proceso

2.1. Diagrama de proceso de operaciones.

2.1.4 Aplicación práctica a un proceso.

Material y equipo necesario

Material:

- Tramo de triplay de $\frac{1}{4}$ " de 28 x 22 cm, con 8 perforaciones de $\frac{1}{4}$ " de diámetro.

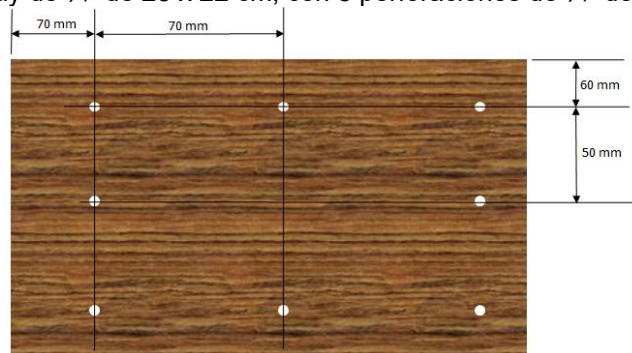


Tabla de triplay de $\frac{1}{4}$ " para práctica No.1

- Ocho tornillos, cabeza de gota de $\frac{3}{16}$ " x $1 \frac{1}{2}$ " cuerda Std.
- 16 tuercas, rosca estándar, de $\frac{3}{16}$ ".

- 16 roldanas planas de $\frac{1}{4}$ "
- Formatos realizados en computadora

Herramienta:

- Cronómetro electrónico con minuterio decimal.
- Tabla de campo
- Desarmador plano
- Llave española de $\frac{1}{2}$ "
- Taladro mínimo de $\frac{1}{4}$ "
- Broca para madera de $\frac{1}{4}$ "

Metodología

1. Formar equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Colocar en una mesa las tablas, los tornillos, las tuercas y las roldanas (un juego por participante).
3. Ensamblar las partes con ambas manos como se muestra en la figura No. 1.

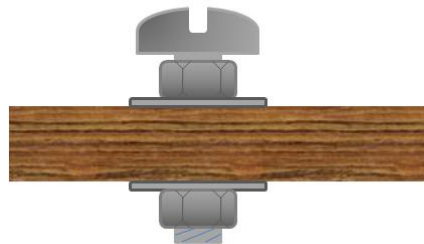


Figura 1.- Ensamble de componentes

4. Analizar el método y escribirlo, tomando el tiempo de este ensamble, y considerarlo como método actual.
5. Sugerir cambio de método de ensamble para aumentar la productividad.
6. Elaborar un diagrama de proceso de operaciones del método elegido.

Sugerencias didácticas

- Examine cada trabajo realizado analizando de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
- Asigne un costo ficticio por minuto-hombre y analice si se aplicó el método más práctico, económico y eficaz, mediante los aportes de las personas del equipo.
- Evalúe las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación coste-eficacia entre el nuevo método y el actual.

- Indague si el equipo se concentró únicamente ¿en el movimiento de los materiales, o de los operarios?
- Verifique que el diagrama de proceso de operaciones fue de forma clara y se aplicaron los lineamientos teóricos vistos en clase.
- Refuerce el conocimiento realizando visitas a diferentes tipos de empresas para comparar el ejercicio práctico realizado.

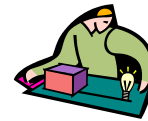
Reporte del alumno

1.- Elaboración de una tabla ensamblada con 8 tornillos con sus roldanas y tornillos correspondientes, así como empaque y acabado del producto objeto del estudio.

2.- Formato de Diagrama de proceso de operaciones debidamente requisitado, con anotaciones claras y concisas así como las conclusiones escritas.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 2

Nombre de la práctica

Conocimiento de los diagramas de proceso de flujo.

Objetivo

Al término de la práctica, el alumno deberá ser capaz de elaborar y aplicar un diagrama de proceso de flujo mediante la examinación de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia de cómo se lleva a cabo, representando de forma gráfica los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos con símbolos de acuerdo con su naturaleza, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases.

Introducción

Un diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.

Este diagrama contiene, en general, mucho más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar un conjunto de ensambles complicado. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o a una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de proceso de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto los costos ocultos de distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

Correlación con temas y subtemas de la materia

- 2. Diagrama de proceso
- 2.2. Diagrama de proceso de flujo.
- 2.2.4 Aplicación práctica a un proceso.

Material y equipo necesario

Material:

- Tramo de triplay de $\frac{1}{4}$ " de 28 x 22 cm, con 8 perforaciones de $\frac{1}{4}$ " de diámetro.

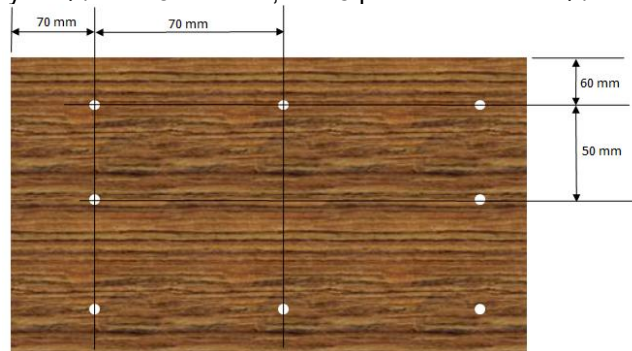


Tabla de triplay de $\frac{1}{4}$ " para práctica No. 1

- Ocho tornillos, cabeza de gota de $\frac{3}{16}$ " x $1 \frac{1}{2}$ " cuerda Std.
- 16 tuercas, rosca estándar, de $\frac{3}{16}$ ".
- 16 roldanas planas de $\frac{1}{4}$ ".
- Película plástica para empaque

- Formatos realizados en computadora.

Herramienta:

- Cronómetro electrónico con minuterio decimal.
- Tabla de campo
- Desarmador plano
- Llave española de 1/2"
- Taladro mínimo de 1/4"
- Broca para madera de 1/4"

Metodología

1. Formar equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Colocar en una mesa las tablas, los tornillos, las tuercas y las roldanas (un juego por participante).
3. Ensamblar las partes con ambas manos como se muestra en la figura No. 1.

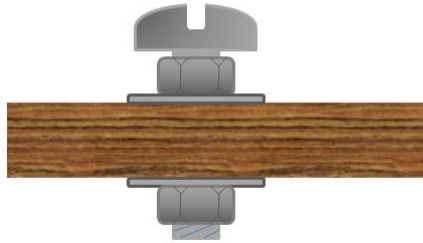


Figura 1.- Ensamble de componentes

4. Analizar el método y escribirlo, tomando el tiempo de este ensamble, y considerarlo como método actual.
5. Sugerir cambio de método de ensamble para aumentar la productividad.
6. Empacar el producto ensamblado en película plástica.
7. Identificar el producto con una etiqueta y el número de equipo.
8. Elaborar un diagrama de proceso de flujo del método elegido.
9. Suma el total del tiempo por 1,000 unidades y coloque esta cifra en la parte inferior derecha del reporte.
10. Redactar las diferencias encontradas con el diagrama de proceso de operaciones.

Sugerencias didácticas

- Examine cada trabajo realizado analizando de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.

- Asigne un costo ficticio por minuto-hombre y analice si se aplicó el método más práctico, económico y eficaz, mediante los aportes de las personas del equipo.
- Evalúe las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación coste-eficacia entre el nuevo método y el actual.
- Verifique que el diagrama de proceso de flujo fue de forma clara y se aplicaron los lineamientos teóricos vistos en clase.
- Simular procesos prácticos para proporcionar lo relacionado con la realidad de las plantas de producción para el mejoramiento y análisis de métodos de trabajo.
- Refuerce el conocimiento realizando visitas a diferentes tipos de empresas para comparar el ejercicio práctico realizado.

Reporte del alumno (resultados)

- 1.- Elaboración de una tabla ensamblada con 8 tornillos con sus roldanas y tornillos correspondientes, así como empaque y acabado del producto objeto del estudio.
2. Formato de Diagrama de proceso de flujo debidamente requisitado, con anotaciones claras y concisas así como las conclusiones escritas.
3. Reporte de costo de mano de obra por 1000 piezas.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 3

Nombre de la práctica

Conocimiento de los diagramas de proceso de recorrido.

Objetivo

Al término de la práctica, el alumno deberá ser capaz de elaborar y aplicar un diagrama de proceso de flujo mediante la observación de forma analítica, la trayectoria física en planta del diagrama de proceso de flujo, ubicando el lugar en que se realiza y la secuencia de cómo se lleva a cabo, representando de forma gráfica la trayectoria que sigue en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos con símbolos de acuerdo con su naturaleza, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases.

Introducción

Aunque el diagrama de proceso de flujo suministra la mayor parte de la información relacionada al proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso de trabajo. Algunas veces esta información sirve para crear un nuevo método. Por ejemplo, antes de pueda acortarse un transporte, es necesario visualizar donde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia. Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una distribución de zonas y edificios, en donde se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de proceso de flujo, se conoce como diagrama de proceso de recorrido.

Maynard señala que el diagrama de recorrido es el esquema de la disposición de los pisos y edificios, que muestran la ubicación de todas las actividades en el diagrama de proceso de flujo.

Correlación con temas y subtemas de la materia

- 2. Diagrama de proceso
- 2.3. Diagrama de proceso de recorrido.
- 2.3.4 Aplicación práctica a un proceso.

Material y equipo necesario

Material:

- Cinco barras de plastilina de diferentes colores.
- Hojas blancas tamaño carta.
- Palillos para dientes
- Una hoja de Papel cascarón de 100 x 80 cm

Herramienta:

- Cuchillo de mesa
- Cuchara de mesa
- Marcadores de agua de diferentes colores
- Diagrama de proceso de flujo pre-elaborado.

Metodología

1. Formar equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.

2. Con base en la hoja de diagrama de flujo, elabore un diagrama de proceso de recorrido, por persona y después, por consenso seleccionen una por equipo.
3. De acuerdo al diagrama de recorrido, elabore una maqueta del proceso simulando los equipos con plastilina.
4. Indique en la maqueta las líneas de recorrido del proceso.
5. Verifique la optimización del proceso y proponga cambios.
6. Elabore un reporte de su trabajo.

Sugerencias didácticas

- Solicite en clase, desarrollen los alumnos algunos ejercicios de elaboración de diagramas de procesos de flujo, para ser utilizados en esta práctica.
- Refuerce el conocimiento realizando visitas a diferentes tipos de empresas para comparar el ejercicio práctico realizado.

Reporte del alumno (resultados)

- 1.- Un diagrama de proceso de recorrido óptimo por equipo, correspondiente al diagrama de proceso de flujo seleccionado.
2. Una maqueta del proceso correspondiente al diagrama de proceso de corrida elaborado.
3. Reporte de observaciones.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.

Práctica No. 4



Nombre de la práctica

Diagrama Hombre-Máquina.

Objetivo

Al término de la práctica, el alumno deberá ser capaz de diseñar, elaborar y aplicar un diagrama hombre-máquina mediante el análisis de las operaciones racionalizando el uso de los siguientes elementos:

- a) El hombre.
- b) La máquina.
- c) Las herramientas.
- d) El lugar de trabajo

haciendo más eficiente el trabajo desarrollado y representarlo de forma gráfica a fin de estudiar, controlar y mejorar una estación de trabajo de la persona y el ciclo de la operación de su máquina, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases.

Introducción

Se define este diagrama como la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el utilizado por las máquinas.

Con base en este conocimiento se puede determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas con el fin de aprovecharlos al máximo.

El diagrama se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una sola estación de trabajo a la vez. Además, aquí el tiempo es indispensable para llevar a cabo el balance de las actividades del hombre y su máquina.

Es necesario hacer notar que este diagrama se efectúa para analizar y mejorar una sola estación de trabajo como señaló anteriormente; esto se debe, principalmente, a que actualmente existen máquinas semiautomáticas o automáticas, en las que el personal que las opera permanece ocioso cuando la máquina está funcionando, por lo que sería conveniente asignarle durante su actividad alguna otra tarea o la operación de otras máquinas, ya que la utilización de este tiempo de inactividad puede aumentar la retribución del operario y mejorar la eficiencia de producción.

La relación entre hombre y máquina suele ser uno de estos tres tipos:

- 1. Atención sincrónica.
- 2. Atención al azar.
- 3. Combinación de las anteriores

Correlación con temas y subtemas de la materia

- 2. Diagrama de proceso
- 2.4 Diagrama de Hombre Máquina.

2.4.4 Aplicación práctica a un proceso.

Material y equipo necesario

Material:

- Hoja blanca tamaño carta.
- Grapas tamaño estándar.

Herramienta:

- Engrapadora para papel
- Perforadora de papel de 2 orificios.
- Marcadores de colores.
- Regla de 30 cm.
- Tijeras para papel

Metodología

1. Coloque la engrapadora sobre un mesa-banco en una esquina del salón de clases.
2. Coloque la perforadora sobre un mesa-banco en la esquina opuesta de la engrapadora.
3. Coloque el marcador sobre un mesa-banco en otra esquina del salón de clases.
4. Coloque las tijeras sobre un mesa-banco la esquina opuesta del salón de clases.
5. Los alumnos deberán formar una fila.
6. Elabore el prototipo siguiendo los pasos indicados en la figura 4.1
7. Seleccione el mejor tiempo de elaboración
8. Repita el ejercicio con el alumno que tenga el mejor tiempo y tome tiempos por cada actividad.
9. Elabore un diagrama hombre-máquina.
10. Calcule el porcentaje de tiempo perdido de máquinas.
11. Elabore un reporte de su trabajo.

PASO	OPERACIÓN	FIGURA
1	Marque y recorte	4.1.a
2	Perfore	4.1.b
3	Doble	4.1.c
4	Doble	4.1.c
5	Engrape	4.1.c
6	Perfore	4.1.c
7	Doble	4.1.d
8	Engrape	4.1.d
9	Engrape	4.1.d
10	Rotule	4.1.e

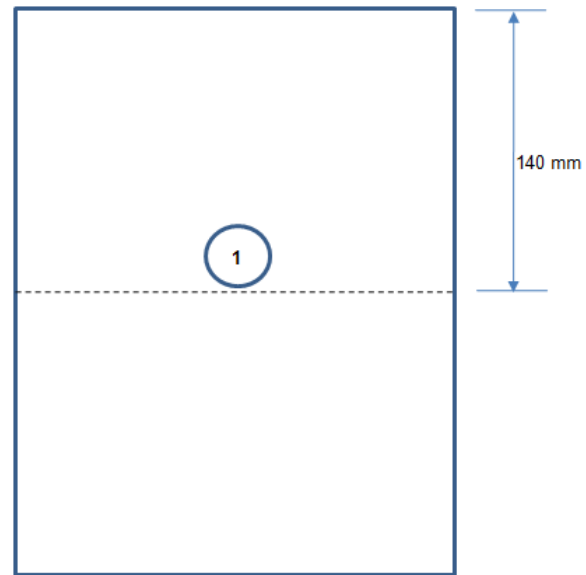


Figura 4.1 a

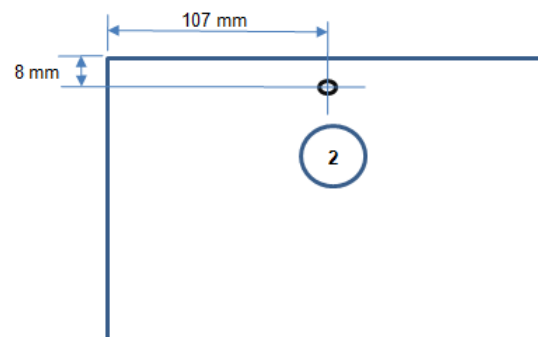


Figura 4.1 b

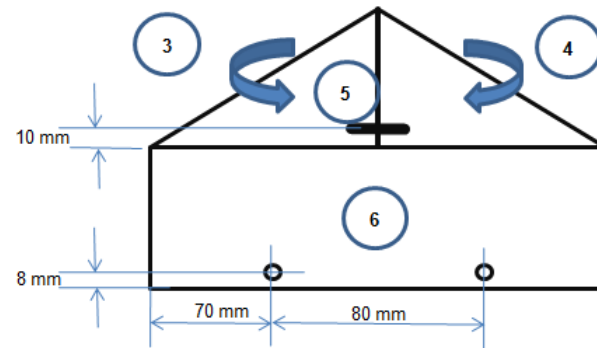


Figura 4.1 c

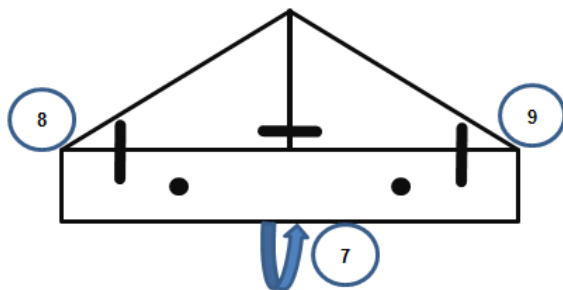


Figura 4.1 d



Figura 4.1 e

Sugerencias didácticas

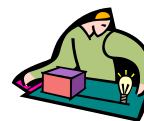
- Solicite al grupo mejoras al proceso, de manera de reducir tiempos y reformule el diagrama hombre-máquina.
- Pida al grupo asigne un costo ficticio por minuto-hombre y evalúe el impacto económico por 1000 piezas.
- Verifique que los diagramas se elaboraron de forma clara y se aplicaron los lineamientos teóricos vistos en clase.
- Proyecte videos de procesos de manufactura y pida al grupo elabore diagramas hombre-máquina.

Reporte del alumno (resultados)

- 1.- Un diagrama de proceso hombre-máquina del proceso indicado y uno óptimo por persona.
2. Prototipo elaborado con su nombre y tiempo de elaboración.
3. Reporte de observaciones.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 5

Nombre de la práctica

Diagrama de Proceso de grupo.

Objetivo

Al término de la práctica, el alumno deberá ser capaz de conjuntar diagramas hombre-máquina para obtener un diagrama de proceso de grupo mediante el análisis de las operaciones racionalizando el uso de los siguientes elementos:

- a) El hombre.
- b) La máquina.
- c) Las herramientas.
- d) El lugar de trabajo.

haciendo más eficiente el trabajo desarrollado y representarlo de forma gráfica a fin de estudiar, controlar y mejorar un proceso y el ciclo de la operación de cada hombre y cada máquina, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases.

Introducción

En la actualidad, para llevar a cabo determinados procesos se cuenta con máquinas que por su magnitud no pueden ser operadas por una sola persona, sino que tienen que asignar a un grupo de hombres para controlarlas con mayor eficiencia.

El diagrama de proceso de grupos se realiza cuando se sospecha que el conjunto de personas no ha sido asignado correctamente debido a que existían tiempos de inactividad considerables. También se realiza para llevar a cabo un balanceo o una correcta asignación de las personas a una máquina determinada.

El diagrama de proceso de grupo se define como la representación gráfica de la secuencia de los elementos que componen una operación en la que interviene un grupo de hombres. Se registran cada uno de los elementos de la operación, así como sus tiempos de ocio. Además, se conoce el tiempo de actividad de la máquina y el tiempo de ocio de la misma. Al tener conocimiento de estos hechos podemos hacer un balanceo que nos permita aprovechar el máximo los hombres y las máquinas. Cómo podemos observar, este diagrama es una adaptación del diagrama hombre-máquina.

Correlación con temas y subtemas de la materia

- 2. Diagrama de proceso
- 2.5 Diagrama de proceso de grupo.
- 2.5.4 Aplicación práctica a un proceso.

Material y equipo necesario

Material:

- Plantillas para armar casas de papel.
- Pegamento sólido

Herramienta:

- Tijeras para papel
- Pegamento para papel

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Cada equipo deberá construir 5 casas, donde cada miembro del equipo deberá construir una casa, pero no podrá comenzar el siguiente hasta que termine el anterior. Al terminar elabore un diagrama hombre-máquina y obtenga el tiempo total de producción.
3. Repita el ejercicio anterior, pero ahora cada miembro del equipo deberá construir una casa al mismo tiempo utilizando sólo su propia herramienta y material cada uno. Al terminar elabore un diagrama hombre-máquina y obtenga el tiempo total de producción.
4. Repita el ejercicio anterior, sólo que ahora el equipo deberá organizarse de tal manera que uno corte, uno doble, uno pegue, uno tome tiempos y uno elabore un diagrama de proceso de grupo.
5. Repita el ejercicio anterior, pero en este caso el equipo deberá organizarse de tal manera que puedan disminuir los tiempos muertos y reducir el tiempo total de producción. Elabore un diagrama de proceso de grupo.
6. Compárense los diferentes sistemas de producción, evalúense las ventajas y elabore un reporte por equipo.
7. Coméntense con el grupo las experiencias obtenidas.

Pasos para su construcción de un diagrama de proceso de grupo:

Para llevar a cabo este diagrama al igual que el hombre-máquina, es necesario seguir los pasos siguientes.

1. Primero, seleccionar una máquina de gran magnitud donde se sospeche que los hombres empleados son más de los necesarios para operarla con eficiencia.
2. Después, se determina dónde empieza y dónde termina el ciclo de la operación.
3. Enseguida se observa varias veces la operación para descomponerla en cada uno de sus elementos y, se registran todas las actividades de cada uno de los operadores y ayudantes.
4. Una vez descompuesta la operación y registrados todas las actividades de los hombres, se procede a la medición del tiempo empleado.
5. Finalmente, con los datos anteriores se procede a la construcción del diagrama.
6. Como es norma general en los diagramas, éste se identifica en la parte superior con el título de diagrama de proceso de grupo; además, se incluye información adicional como número de la parte, número del plano, orden de trabajo, método presente o método propuesto, fecha de elaboración del diagrama y nombre de la persona que lo realizó.

Sugerencias didácticas

- Pida al grupo asigne un costo ficticio por minuto-hombre y evalúe el impacto económico por 1000 piezas.
- Verifique que los diagramas se elaboraron de forma clara y se aplicaron los lineamientos teóricos vistos en clase.
- Proyecte videos de procesos de manufactura y pida al grupo elabore diagramas hombre-máquina.

Reporte del alumno (resultados)

- 1.- Un diagrama de proceso hombre-máquina.
- 2.- Un diagrama de proceso de grupo y uno óptimo por equipo.
- 3.- Veinte casas de papel totalmente ensambladas y terminadas.

4. Reporte de observaciones.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 6

Nombre de la práctica

Definiendo la finalidad de la operación.

Objetivo

Al término de la práctica, el alumno deberá ser capaz de aplicar criterios metodológicos mediante la observación de forma analítica, a fin de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla o planear un nuevo método de trabajo dentro de un proceso o un procedimiento, con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio, con la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases.

Introducción

Este quizá sea el más importante de los 10 principios utilizado para mejorar un método ya existente o planear un nuevo método de trabajo, es el relativo al objetivo o finalidad de la operación. En este sentido, es importante tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla, si un trabajo puede ser suprimido no hay necesidad de gastar dinero en la implantación de un método mejorado, se debe evitar a toda costa.

La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejoras sin costo adicional. La regla elemental de un Ingeniero Industrial es tratar de eliminar o combinar una operación antes de intentar mejorarla.

Al eliminar una operación se ahorra el costo de la instalación de un método mejorado y no hay interrupciones o retrasos, pues no se desarrolla, prueba e instala tal método mejorado. Antes de desarrollar una forma de transferencia de información, el Ingeniero Industrial debe preguntarse ¿en realidad se necesita la forma?

Las operaciones innecesarias son el resultado de una planeación inadecuada al establecer el trabajo. Debe realizarse una segunda operación para “corregir” o dejar aceptable el trabajo de la primera.

Para eliminar una operación el Ingeniero Industrial debe considerar la siguiente pregunta “¿puede un proveedor externo realizar la operación a menor costo?”

Una vez establecido que la operación es necesaria, los siguientes ocho pasos del análisis de la operación deben ayudar a determinar cómo mejorarla.

Quizá sea el más importante de los 10 puntos del análisis de la operación. La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejores sin costo adicional.

En la actualidad se lleva a cabo mucho trabajo innecesario. Las tareas no deben simplificarse o mejorarse sino, eliminarse por completo. No tienen que capacitar personal, no habrá costos mayores en la instalación del nuevo método ya que se habrá eliminado una operación innecesaria. Las operaciones innecesarias a menudo aparecen por el desempeño inadecuado de la operación anterior, desarrollando la necesidad de una operación extra para corregir trabajo anterior.

Correlación con temas y subtemas de la materia

3. Análisis de las operaciones

3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.

3.2.1 Finalidad de la operación.

Material y equipo necesario

Material:

- Mesa-banco
- Cuaderno de notas

Herramienta:

- Bolígrafo
- Película con procesos varios

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Utilizando su propio mesa-banco, determine las operaciones necesarias para su fabricación.
3. Distribuya las operaciones por estaciones de trabajo.
4. Describa las operaciones de trabajo definiendo en cada una de ellas la finalidad de la operación.
5. Analice cada operación infiriendo si esta puede ser eliminada, corregida o mejorada y como se efectuaría.
6. Elabore un reporte escrito por equipo.

Sugerencias didácticas

- Pida al grupo, previamente, consiga el video de fabricación de mesa-bancos y Proyételo.
- De preferencia, previo a esta práctica, programe una visita a alguna empresa de manufactura de muebles escolares.
- Verifique que los diagramas se elaboraron de forma clara y se aplicaron los lineamientos teóricos vistos en clase.
- Proyecte otros videos de procesos de manufactura y pida al grupo elabore diagramas hombre-máquina.

Reporte del alumno (resultados)

1. Reporte de operaciones detectadas por equipo
2. Reporte de finalidad de operaciones por equipo.
3. Reporte de operaciones mejoradas, corregidas o mejoradas por equipo.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 7

Nombre de la práctica

Diseñando la pieza.

Objetivo

Con esta práctica, el alumno podrá desarrollar la habilidad de simular procesos prácticos o en computadora que permitan diseñar o rediseñar un producto, sus insumos o su fabricación con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto, con la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio.

Introducción

Así como existen oportunidades de mejorar la productividad a través de productos mejor diseñados, también hay oportunidades similares para mejorar el diseño de procesos en toda industria o negocio. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.

Cuando se plantea la creación de una pieza, el Ingeniero Industrial debe tener especial cuidado en considerar todas las variables cuya influencia puede ser importante en el desarrollo del proyecto. Estas variables son las involucradas en cada uno de los pasos intermedios existentes entre la aparición del concepto inicial del producto y su fabricación. Por lo tanto, el diseñador debe conocer las particularidades de los materiales con los que trabaja, las condiciones operativas de la pieza, las que impone el método de fabricación y la viabilidad económica del proyecto.

La tarea es a menudo compleja y, en muchas ocasiones, los resultados no siempre concuerdan con la idea original o bien esta idea debe ser replanteada ante la imposibilidad de su puesta en práctica.

Sin embargo, cuestiones como la influencia de las condiciones de transformación sobre el comportamiento posterior de la pieza o la consideración de las acciones externas que la misma pudiera soportar a lo largo de su vida útil -extremadamente difíciles de evaluar a priori- obligan a trabajar con un elevado nivel de incertidumbre y a emplear factores de seguridad elevados. Esto lleva a fabricar artículos sobredimensionados o con grandes espesores de pared.

La propia naturaleza iterativa del diseño en ingeniería ha hecho que la consecución de un diseño óptimo requiera de la realización de numerosas pruebas, pues cada cambio efectuado en una etapa puede eventualmente afectar al resto. En el mercado actual, la calidad o la ausencia total de defectos en un proyecto es un requisito insoslayable para cualquier fabricante. Conseguirlo implica destinar mayores recursos al mismo; esto es, el empleo de más dinero, personal y tiempo. Así ocurre que los costes de desarrollo aumentan considerablemente y por tanto se pierde competitividad.

Para mejorar un diseño, el ingeniero Industrial debe tener presentes las siguientes condiciones para diseños de menor costo:

1. Reducir el número de partes.
2. Reducir el número de operaciones.
3. Utilizar mejor material.
4. Liberar las tolerancias.

Correlación con temas y subtemas de la materia

3. Análisis de las operaciones

3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.

3.2.2 Diseño de la pieza.

Material y equipo necesario

Material:

- Mesa-banco
- Cuaderno de notas

Herramienta:

- Bolígrafo
- Película con procesos varios

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Utilizando su propio mesa-banco, determine una mejora a fin de disminuir costo de producto.
3. Determine la afectación que repercutirá en otros procesos o materiales (apoyándose en el método de las 6 M's).
4. Defina si el costo nuevo de todas las operaciones conjuntas afecta el costo total.
5. Elabore un reporte escrito por equipo.

Sugerencias didácticas

- Pida al grupo, previamente, consiga el video de fabricación de mesa-bancos y Proyételo.
- De preferencia, previo a esta práctica, programe una visita a alguna empresa de manufactura de muebles escolares.
- Sugiera al grupo asigne costos con el fin de simular optimización de costos por 1,000 piezas.
- Proyecte otros videos de procesos de manufactura y pida al grupo elabore diagramas hombre-máquina.

Reporte del alumno (resultados)

1. Reporte de mejoras detectadas por equipo.
2. Reporte de afectación de operaciones por equipo.
3. Reporte del nuevo costo total obtenido por equipo.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.

3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 8

Nombre de la práctica

Estableciendo tolerancias

Objetivo

Con esta práctica, el alumno estará en condiciones de establecer tolerancias de fabricación y su impacto en el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto, con la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio.

Introducción

Es común que este punto se considere al revisar el diseño. Sin embargo, generalmente esto no es adecuado y conviene considerar el asunto de las tolerancias especificaciones independientemente de los otros enfoques en el análisis de la operación.

Actualmente la “representación geométrica de dimensionamiento y fijación de tolerancias” es un lenguaje grafotécnico ampliamente utilizado en las industrias manufactureras y organismos gubernamentales, como un medio para especificar la configuración geométrica o forma de una pieza en un dibujo en ingeniería. Esta técnica también proporciona información acerca de cómo debe inspeccionarse dicha parte a fin de asegurar el propósito del diseño.

Por consiguiente, las tolerancias geométricas proporcionan la tolerancia de las 11 características geométricas básicas:

1. Rectitud
2. Planicie
3. Perpendicularidad
4. Angularidad
5. Redondez
6. Cilindricidad
7. Perfil
8. Paralelismo
9. Concentricidad
10. Orientación localizadora
11. Posición real.

Es importante señalar que los diseñadores tienen una tendencia natural a establecer especificaciones más rigurosas de lo necesario cuando desarrollan un producto. Generalmente se hace por dos razones (1) una falta de comprensión de los elementos de costo y (2) la creencia de que es necesario especificar tolerancias y especificaciones más estrechas de lo realmente es necesario para hacer que los departamentos de fabricación se apeguen al intervalo de tolerancias requerido.

Mediante la investigación de tolerancias y especificaciones y la implantación de medidas correctivas en casos necesarios, se reducen los costos de inspección, se disminuye al mínimo el desperdicio, se abaten los costos de reparaciones y se mantiene una alta calidad.

El ingeniero industrial debe formularse la pregunta: ¿Tolerancias más estrictas facilitarían el ensamble y mejorarían la confiabilidad del producto? O ¿Liberar tolerancias y apoyar la exactitud en las operaciones clave, en lugar de aplicar una serie de límites estrechos?

Correlación con temas y subtemas de la materia

3. Análisis de las operaciones

3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.

3.2.3 Tolerancias.

Material y equipo necesario

Material:

- Una placa de unicel de 1m x .50 x 1cm
- Diez pliegos de cartulina blanca
- Pegamento líquido

Herramienta:

- Lápiz
- Cutter
- Calibrador de Vernier
- Tijeras para papel
- Regla metálica

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Realicen las siguientes tareas según el número de equipos:
 - 2.1.EQUIPO 1: Recortar 80 cubos de unicel de 1cm de lado +- .05mm
 - 2.2.EQUIPO 2: Recortar 80 cubos de unicel de 1cm de lado +- .05mm
 - 2.3.EQUIPO 3: Armar 8 cajas de cartulina tipo A para 10 cubos cada una, solicitando las dimensiones y tolerancias a los equipos 1 y 2.
 - 2.4.EQUIPO 4: Armar 8 cajas de cartulina tipo A para 10 cubos cada una, solicitando las dimensiones y tolerancias a los equipos 1 y 2.
 - 2.5.EQUIPO 5: Armar 8 cajas de cartulina tipo B para 2 cajas tipo A cada una, solicitando las dimensiones y tolerancias a los equipos 3 y 4.
 - 2.6.EQUIPO 6: Armar 4 cajas de cartulina tipo C para 2 cajas tipo B cada una, solicitando las dimensiones y tolerancias al equipo 5.
 - 2.7.EQUIPO 7: Armar 2 cajas de cartulina tipo D para 2 cajas tipo C cada una, solicitando las dimensiones y tolerancias al equipo 6.
 - 2.8.EQUIPO 8: Armar 1 caja de cartulina tipo E para 2 cajas tipo D cada una, solicitando las dimensiones y tolerancias al equipo 7.
3. Determine si hubo afectación por incumplimiento en las tolerancias.
4. Como afectaría el proceso establecer tolerancias más estrechas.
5. Como afectaría el proceso establecer más holgura en las tolerancias.
6. Elabore un reporte escrito por equipo.

Sugerencias didácticas

- Pida al grupo, previamente, consiga videos de procesos de fabricación y proyéctelos.
- De preferencia, previo a esta práctica, programe una visita a alguna empresa de manufactura y cuestione tolerancias.
- Cuestione al grupo el impacto de no cumplir con las tolerancias establecidas.

Reporte del alumno (resultados)

1. Reporte por equipo de afectación por incumplimiento de tolerancias y como se corrigió.
2. Reporte por equipo de afectación de operaciones por tolerancias más estrechas.
3. Reporte por equipo de afectación de operaciones por tolerancias más holgadas.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 9

Nombre de la práctica

Selección de materiales

Objetivo

Esta práctica permitirá al alumno desarrollar la capacidad de análisis para optimizar el material para los procesos mediante la examinación de forma crítica sin afectar la calidad del producto de acuerdo con su naturaleza, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases.

Introducción

Uno de los primeros factores que debe considerar el Ingeniero cuando diseña o rediseña un nuevo producto es ¿Qué material se utilizará? Puesto que la capacidad para elegir el material correcto depende del conocimiento que de los materiales tenga el diseñador, y como es difícil escogerlo por la gran variedad de materiales disponibles, en muchos casos es posible y práctico incorporar un material mejor y más económico a un diseño existente.

Se deben tener en mente siete consideraciones relativas a los materiales directos e indirectos utilizados en un proceso:

1. Buscar un material menos costoso
2. Encontrar materiales más fáciles de procesar
3. Emplear materiales en forma más económica
4. Utilizar materiales de desecho
5. Usar más económicamente los suministros y las herramientas
6. Estandarizar los materiales
7. Buscar el mejor proveedor desde el punto de vista del precio y surtido disponible.

Correlación con temas y subtemas de la materia

3. Análisis de las operaciones

3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.

3.2.4 Materiales.

Material y equipo necesario

Material:

- Dos hojas tamaño carta blancas (de preferencia reciclables) por alumno.

Herramienta:

- Lápiz
- Tijeras para papel
- Juego de geometría básico

Metodología

1. De acuerdo con la hoja de figuras adjunta, pida al profesor le asigne una de las formas por alumno.
2. Trace y recorte la máxima cantidad de figuras en una hoja procurando reducir al máximo el desperdicio (scrap).
3. Reporte al profesor la cantidad de figuras obtenidas por alumno.

4. Sugiera algún método de optimización de material para la figura que le tocó.

Sugerencias didácticas

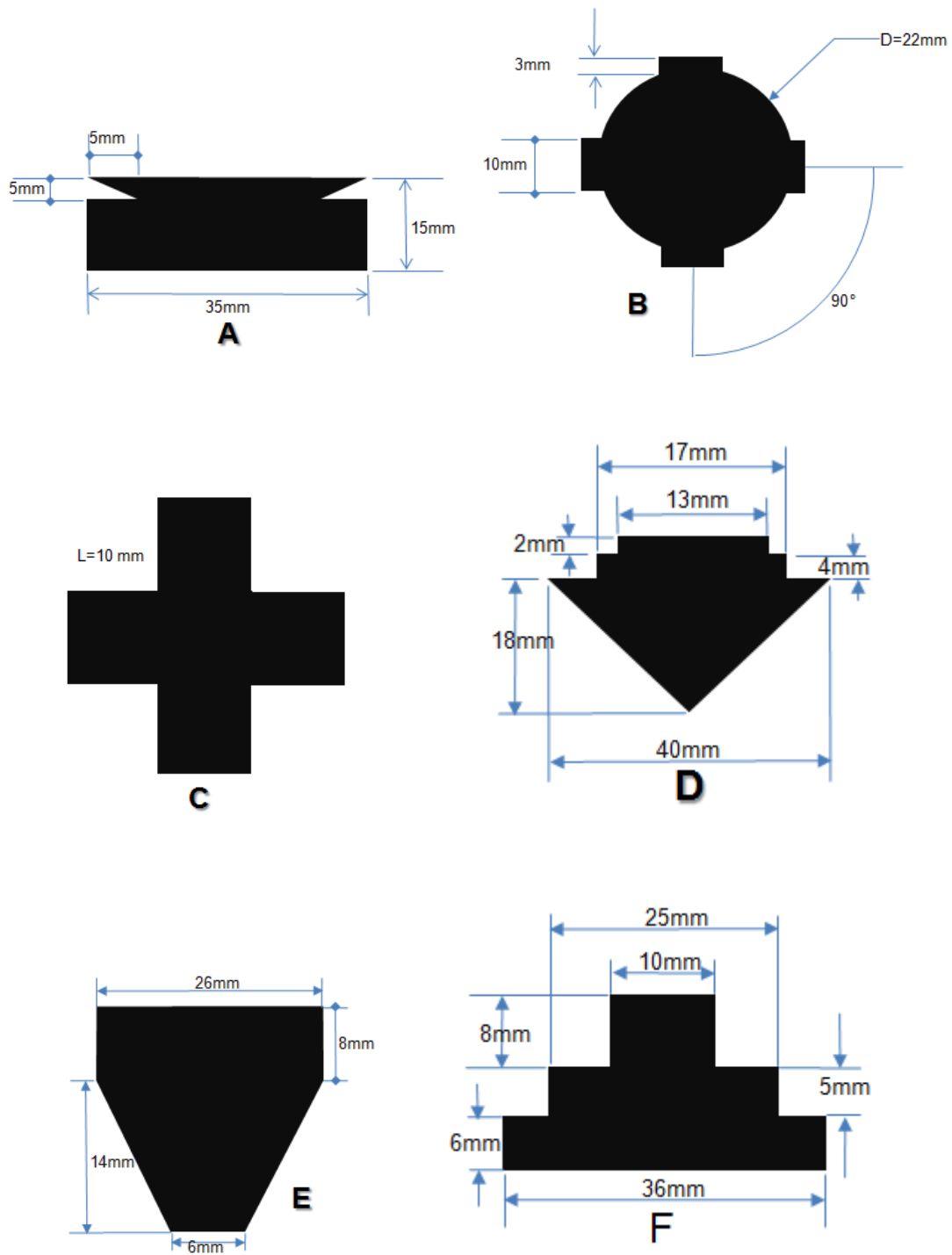
- Asigne las figuras a los alumnos de forma sistemática de manera que no toquen dos figuras seguidas.
- De preferencia, previo a esta práctica, programe una visita a alguna empresa de manufactura y revise la preparación y trazo del material a utilizar.
- Cuestione al grupo el impacto económico sobre el desperdicio de material.
- Realice comparaciones de las cantidades obtenidas por figura en una tabla en el pizarrón.

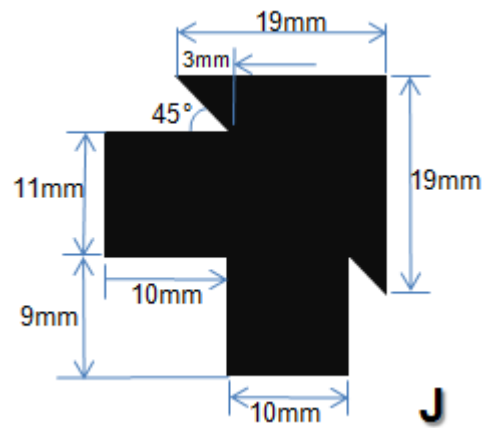
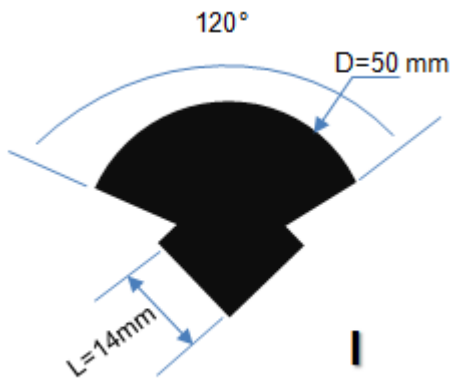
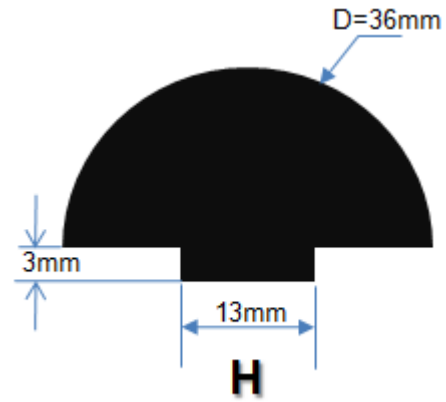
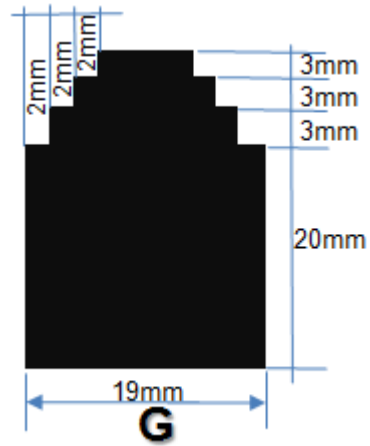
Reporte del alumno (resultados)

1. Reporte por alumno del número de piezas obtenidas por hoja y por figura.
2. Reporte del alumno sobre optimización de material.
3. Recortes de figuras por alumno.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.







Práctica No. 10

Nombre de la práctica

El proceso de manufactura.

Objetivo

Con esta práctica, se pretende que el alumno conozca y desarrolle criterios aplicables a los procesos de manufactura y evalúe su impacto en el costo de manufactura sin afectar la calidad del producto, con la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio.

Introducción

A partir de 1820 las máquinas herramienta y los sistemas productivos han tenido una constante evolución que han permitido aumentar la producción y mejorar las calidades y precisiones de sus productos. También con el descubrimiento y uso de nuevos materiales se ha logrado aumentar notablemente la disponibilidad de materiales y posibilidades de fabricación y producción.

Una de las actividades fundamentales de los ingenieros industriales en los sistemas productivos es la planeación de los procesos de manufactura ya que en ellos debe cuidar que la producción sea económica y eficiente.

Considerando que “Proceso” es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado, y “Manufactura” es el conjunto de actividades organizadas y programadas para la transformación de materiales, objetos o servicios en artículos o servicios útiles para la sociedad, el ingeniero industrial observa el proceso de manufactura como un conjunto de actividades relacionadas y ordenadas para la transformación de materiales en artículos útiles para la sociedad. También es considerada como la estructuración y organización de acciones que permiten a un sistema lograr una tarea determinada.

El ingeniero industrial debe considerar, para el mejoramiento de los procesos de manufactura, cuatro aspectos:

1. Al cambio de una operación, considerar los posibles efectos sobre otras operaciones.
2. Mecanización de las operaciones manuales.
3. Utilización de mejores máquinas y herramientas en las operaciones mecánicas.
4. Operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas.

Correlación con temas y subtemas de la materia

- 3. Análisis de las operaciones
- 3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.
- 3.2.5 Proceso de manufactura.

Material y equipo necesario

Material:

- Dos hojas tamaño carta blancas por alumno.

Herramienta:

- Lápiz
- Tijeras para papel

- Regla de 30 cm

Metodología

1. Forme 7 filas en el aula de 6 alumnos por fila y en cada una de ellas nombrar un representante.
2. Cada alumno deberá reproducir el modelo en papel que le presenta el profesor, registrando el tiempo hasta que acabe el último alumno.
3. Asigne \$1.00 el minuto-hombre y calcule el costo total de producción.
4. Efectúe el mismo ejercicio siguiendo las instrucciones que a continuación se detallan (sin utilizar herramienta).

PASO	OPERACIÓN	FIGURA
1	Marque y recorte	A
2	Marque y recorte	B
3	Marque y recorte	C
4	Marque y recorte	D
5	Marque y recorte	D
6	Marque y recorte	D
7	Doble y gire 180°	E

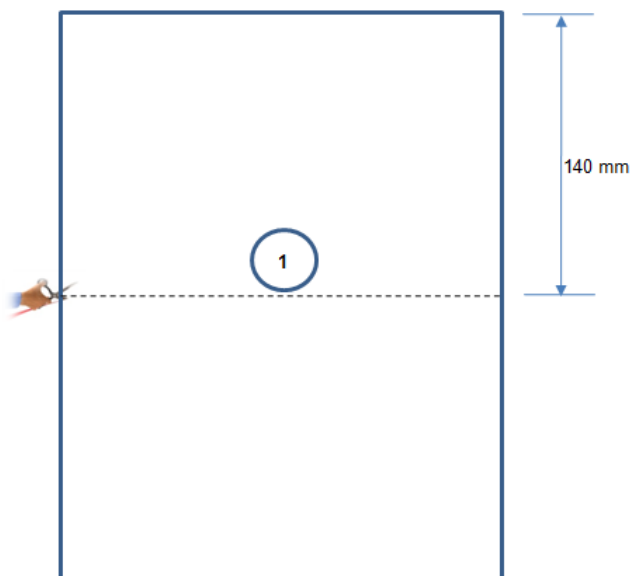


Figura a

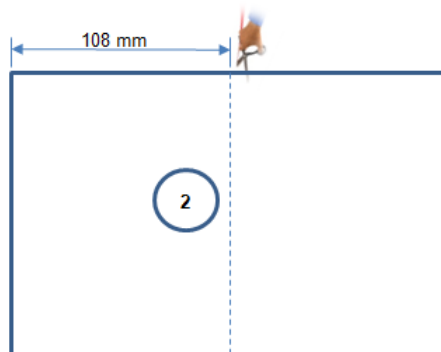


Figura b

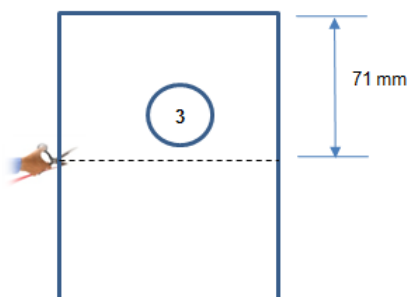


Figura c

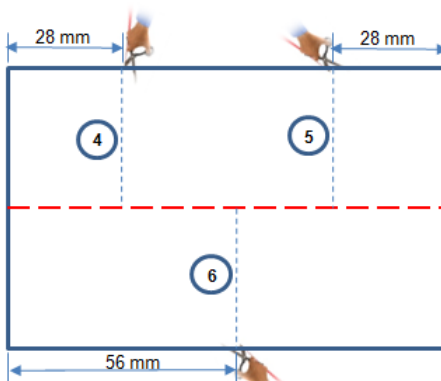


Figura d

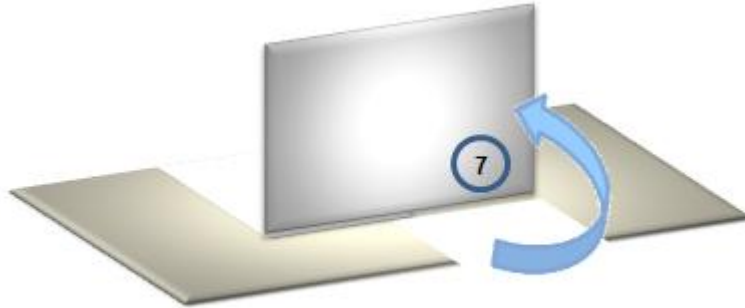


Figura e

5. Tome el tiempo final, asigne \$1.00 el minuto-hombre y calcule el costo total de producción.
6. Realice el mismo ejercicio asignando una fila por actividad responsabilizando al representante de fila de la calidad, cantidad y tiempo de producción de cada fila.
7. Nuevamente tome el tiempo final, asigne \$1.00 el minuto-hombre y calcule el costo total de producción.
8. Realice el mismo ejercicio permitiendo a los representantes de fila ponerse de acuerdo en el proceso tratando de mejorar la calidad, cantidad y tiempo de producción de cada fila. En este punto pueden usar cualquier otro implemento (tijeras, regla, cutter, etc.).

Sugerencias didácticas

- Registre los tiempos y costos en el pintarrón a fin de analizar la mejora en el proceso.
- Refuerce el conocimiento de esta práctica, programando una visita a alguna empresa de manufactura poniendo énfasis en los tiempos de producción y en alguna mejora obtenida o propuesta.

Reporte del alumno (resultados)

1. Reporte de tiempo y costo de producción del total de manufactura del grupo para el sistema sin instrucción.
2. Reporte de tiempo y costo de producción del total de manufactura del grupo para el sistema con instrucción.
3. Reporte de tiempo y costo de producción del total de manufactura del grupo para el sistema por filas.
4. Reporte de tiempo y costo de producción del total de manufactura del grupo para el sistema mejorado por filas.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 11

Nombre de la práctica

Seleccionando el herramental adecuado.

Objetivo

Al término de la práctica, el alumno deberá ser capaz de interpretar la operación de herramientas, su diseño y simular su fabricación para la fabricación y ensamblaje de artículos industriales, además de analizar y comprender la diferencia que existe entre ellos, con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio, con la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases.

Introducción

Se puede decir, que el proceso de manufactura inicia con la fabricación del herramental necesario y la preparación del equipo y maquinaria probado y verificado. Se dice que un herramental es el conjunto de herramientas necesarias para llevar a cabo una operación mecánica repetitiva.

El diseño y la fabricación de herramientas y la preparación del equipo y maquinaria depende de varios factores, tales como:

- La cantidad de piezas a producir
- La posibilidad de repetición del pedido
- La mano de obra que se requiere
- Las condiciones de entrega
- El capital necesario.

El elemento más importante a considerar en todos los tipos de herramental y preparación es el económico. La ventaja económica de bajos costos de mano de obra es el factor dominante en la determinación de un herramental a utilizar; por lo tanto las plantillas y los dispositivos de sujeción pueden ser convenientes aun donde solo se producirán pequeñas cantidades. Estos dispositivos se capitalizan y deprecian en cinco años.

Se debe tener en cuenta los siguientes cuestionamientos antes de diseñar un herramental a fin de lograr diseños más ventajosos para producción:

- ¿Podría utilizarse el herramental para producir ventajosamente otros diseños similares?
- ¿Sería posible utilizar algún medio o herraje en existencia para hacer ese herramental?
- ¿Podría colocarse rápidamente la pieza en el herramental?
- ¿Podría desmontarse la pieza con rapidez?
- ¿Queda suficientemente firme el elemento a trabajar de manera que no se afloje, suelte o vibre mientras se trabaja?
- ¿Se podría aumentar la producción colocando más de una pieza en un herramental?
- ¿Es posible quitar con facilidad las virutas del herramental?
- ¿Deben diseñarse llaves especiales para montar el herramental?
- ¿Ofrece facilidad de operación el herramental?
- ¿Tiene esta máquina las velocidades necesarias para taladrar toda clase de agujeros?
- ¿El herramental es demasiado pesado para manejar?
- ¿La operación del herramental ofrece riesgos al operador?

Como puede observarse, las operaciones de preparación son de gran importancia en un taller cuando las corridas son pequeñas. Aun cuando este tipo de taller contara con maquinaria moderna y se dedicasen grandes esfuerzos, no podría competir satisfactoriamente si las preparaciones fuesen muy tardadas debido a una deficiente planeación y herramental inadecuado.

Existen diferentes tipos de herramientas entre los que se encuentran los de embutido, mejor conocidos como troqueles. La tecnología en herramientas es una operación mecánica con la cual, mediante herramientas especiales aptas, se consigue cortar, punzonar, embutir, doblar o conformar una parte metálica obteniéndose una figura determinada.

Un Troquel se compone principalmente de:

- Punzón
- Matriz (propriadamente dicha)
- Mazo (guía del punzón)
- Dos chapas (pasillo de circulación de la tira de chapa)
- Sistema de tope

La figura 1 ilustra lo que pasa cuando una ficha redonda se embute formando una copa cilíndrica.

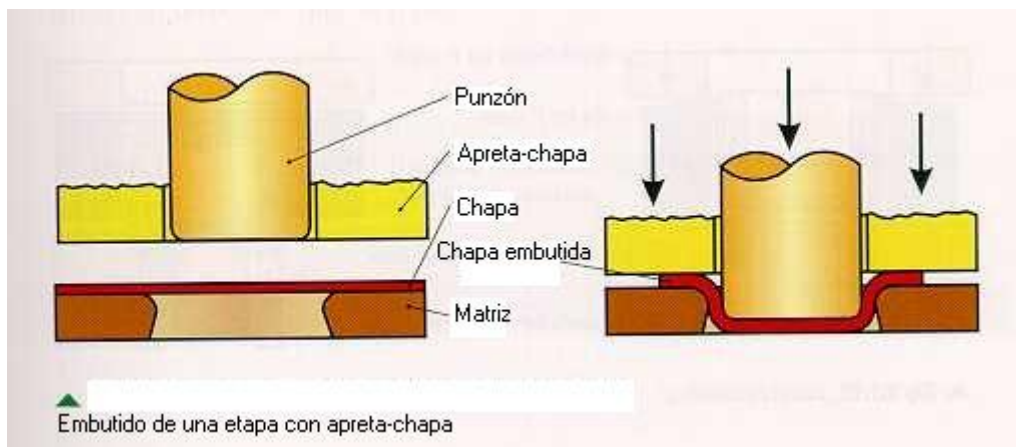


Figura 1

A medida que la ficha se embute en la matriz, el material restante (pestaña) se comprime en la dirección circunferencial. Como resultado, se desarrollan grandes esfuerzos en el plano de la pestaña, que pueden causar que la ficha se encorve o se arrugue, si no se controla adecuadamente. El pisador controla el flujo del material al aplicar una fuerza de sujeción en la superficie de la ficha. El pisador debe proveer fuerza suficiente para prevenir la formación de arqueos y arrugas, al mismo tiempo que permite al material fluir hacia la matriz. Si la fuerza de sujeción es muy alta, puede resultar en estiramiento y adelgazamiento excesivo que causen que el material se rasgue, rompa o se fracture. A medida que la profundidad del embutido aumenta el rango de embutibilidad se reduce considerablemente como se ilustra en la Fig. 2.



Figura 2

Correlación con temas y subtemas de la materia

- 3. Análisis de las operaciones
- 3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.
- 3.2.6 Preparación y herramental.

Material y equipo necesario

Material:

- Dos tramos de madera de 22 x 15 x 15 cm.
- Diez tramos de papel aluminio de 12 x 12 cm
- Cuatro resortes de $\frac{1}{2}$ " x 2"
- Lija para madera grano grueso
- Lija para madera grano medio
- Lija para madera grano fino

Herramienta:

- Sierra metálica
- Torno
- Calibrador de Vernier
- Tijeras para papel
- Regla de 30 cm

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Construir un troquel para conformar un cenicero desechable de papel aluminio:



Figura 3

El cual deberá tener las siguientes dimensiones (considerar una tolerancia de $\pm 0.05\text{mm}$):

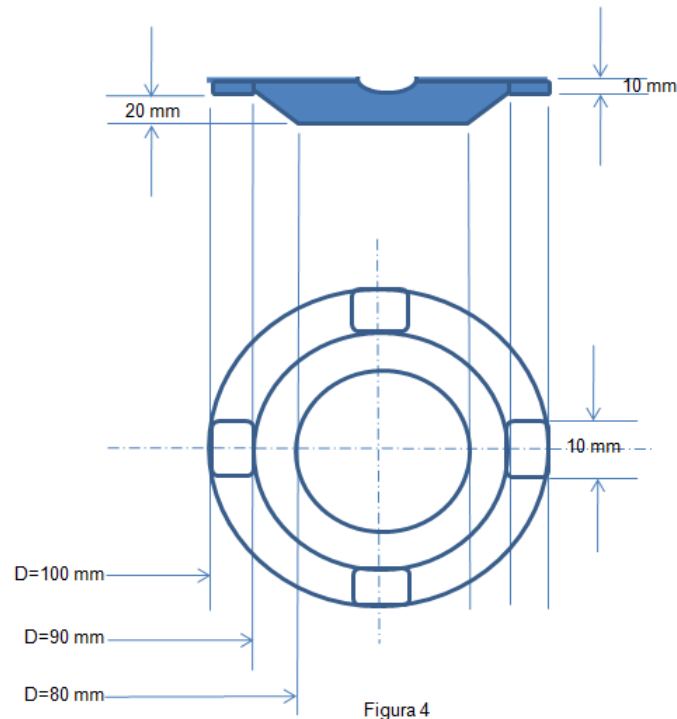


Figura 4

3. Hacer una corrida de 5 piezas por alumno por equipo y tome tiempo por operación y por operador.
4. Calcule un precio de venta para 100, 500, 1,000 y 10,000 ceniceros.
5. Analice la herramienta y sugiera modificaciones o adaptaciones al herramental para disminuir tiempos.

Sugerencias didácticas

- Se recomienda, que para el desarrollo de esta práctica se establezca un cronograma de actividades y se dé el tiempo necesario para su fabricación que no sobrepase de 10 horas.
- Asignen costos hora-hombre y se cuantifique el costo del herramental incluyendo tiempo de prueba y corrida.
- Es conveniente programar una visita a algún taller de fabricación de herramentales, haciendo hincapié en las pruebas y funcionamiento del mismo.

Reporte del alumno (resultados)

1. Un troquel hecho de madera por equipo.
2. Cinco ceniceros de papel aluminio por alumno.
3. Reporte de tiempo y costo de fabricación del herramental por equipo.
4. Precio del cenicero y tiempo de entrega para 100, 500, 1000 y 10,000 ceniceros por equipo.
5. Reporte de mejora del troquel.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.

4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 12

Nombre de la práctica

Estableciendo las condiciones de trabajo.

Objetivo

Con esta práctica, se pretende que el alumno reconozca, identifique y valore los factores inherentes a las condiciones de trabajo necesarias para el buen funcionamiento de la planta productiva, con la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio.

Introducción

El ingeniero industrial debe estar consciente que parte de su responsabilidad es el que haya condiciones de trabajo que sean apropiadas, seguras y cómodas.

Las Condiciones de trabajo son un área interdisciplinaria relacionada con la seguridad, la salud y la calidad de vida en el empleo. También puede estudiar el impacto del empleo o su localización en comunidades cercanas, familiares, empleadores, clientes, proveedores y otras personas.

Desde 1950 la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud comparten definiciones comunes.

La razón para establecer buenos estándares de salud y seguridad en el sitio de trabajo suelen ser los siguientes:

- ✓ **Morales:** Un empleado no debería correr riesgos de sufrir accidentes en el trabajo, ni tampoco otras personas relacionadas con la actividad laboral.
- ✓ **Económicas:** Muchos gobiernos aceptan que las malas condiciones de trabajo redundan en un mayor costo para el estado, por el costo del pago del seguro social para los discapacitados y del tratamiento médico, y la disminución de la fuerza laboral. Las organizaciones también pueden sufrir desventajas económicas, tales como los costos burocráticos, la disminución de la producción, y la pérdida de la imagen positiva ante los restantes empleados, los consumidores y el público en general.
- ✓ **Legales:** Los requerimientos mínimos de salud y seguridad en las condiciones de trabajo suelen estar tipificados en el Derecho penal o el Derecho civil; suele considerarse que sin la presión legal las organizaciones podrían no sentirse obligadas a afrontar los costos de mejorar las condiciones de trabajo sólo por las razones morales o de ganancia a largo plazo.

Está comprobado que establecimientos que mantienen buenas condiciones de trabajo sobrepasan en producción a los que carecen de ellas. Por lo que hay un beneficio económico que se obtiene de la inversión en mantener buenas condiciones de trabajo.

Algunas consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo son:

- ✓ Mejoramiento del alumbrado
- ✓ Control de la temperatura
- ✓ Ventilación adecuada
- ✓ Control del ruido
- ✓ Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales.
- ✓ Eliminación de elementos irritantes y nocivos como polvo, humo, vapores, gases y nieblas

- ✓ Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y de transmisión de movimiento
- ✓ Dotación del equipo necesario de protección personal
- ✓ Organizar y hacer cumplir un programa adecuado de primeros auxilios.

Para mejorar el alumbrado se requiere reducir el deslumbramiento, eliminar las sombras, lograr una aproximación satisfactoria a luz blanca y sustituir las lámparas incandescentes por fluorescentes.

El cuerpo humano trata naturalmente de conservar una temperatura media constante de unos 36°C. El organismo se puede exponer a condiciones extremas tales como la hipertermia y la hipotermia.

La temperatura de los locales de trabajo debe regularse de manera que permanezca entre unos 18 y 24°C durante todo el año. Si puede mantenerse este nivel, las pérdidas y retrasos por exceso de calor o frío, como calambres, fatiga y alteración de la naturaleza manual, se reducirán al mínimo.

Una temperatura de 20°C y menos de 50% de humedad relativa son convenientes para un buen desempeño del trabajador. Al aumentar la temperatura y la humedad relativa hay decrementos en la producción.

Con respecto al ruido, la Norma Oficial Mexicana (NOM) establece como valor máximo permisible 90 dB A para una jornada de 8 horas. A nivel internacional, se consideran 85 dB A a este nivel de ruido.

Correlación con temas y subtemas de la materia

3. Análisis de las operaciones

3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.

3.2.7 Condiciones de trabajo

Material y equipo necesario

Material:

- Una libreta por alumno.

Herramienta:

- Bolígrafo
- Manual de factores ergonómicos en centros de trabajo

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Diríjanse al laboratorio de manufactura del instituto.
3. Elaboren un reporte por equipo de observaciones y recomendaciones de las condiciones de trabajo encontradas de acuerdo con la siguiente relación:

- Equipo 1: Condiciones de alumbrado
- Equipo 2: Condiciones de temperatura
- Equipo 3: Condiciones de ventilación
- Equipo 4: Condiciones de ruido
- Equipo 5: Condiciones de seguridad
- Equipo 6: Condiciones de elementos irritantes y nocivos
- Equipo 7: Condiciones de equipo de protección personal
- Equipo 8: Condiciones de programas de primeros auxilios

4. Comenten al grupo los hallazgos encontrados.

Sugerencias didácticas

- Solicitar al grupo consiga fotos, películas o videos de diferentes procesos de manufactura para reconocer y analizar condiciones de trabajo.
- Es conveniente programar una visita a alguna empresa de manufactura, haciendo hincapié en las condiciones de trabajo.

Reporte del alumno (resultados)

1. Reporte de condiciones de trabajo encontradas según el rol asignado por equipo.
2. Reporte de condiciones de trabajo necesarias sugeridas según el rol asignado por equipo.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 13

Nombre de la práctica

Manejo de materiales.

Objetivo

Con esta práctica, el alumno estará en condiciones de simular procesos prácticos o en computadora que permitan proporcionarle lo relacionado con la realidad de las plantas de producción, en procesos tangibles e intangibles en cuanto al manejo de materiales en una industria manufacturera con la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio.

Introducción

El manejo de materiales puede llegar a ser el problema de la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto de manufactura. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales. Se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta. El manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento.

En una época de alta eficiencia en los procesos industriales las tecnologías para el manejo de materiales se han convertido en una nueva prioridad en lo que respecta al equipo y sistema de manejo de materiales. Pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado. Aspecto importante de la planificación, control y logística por cuanto abarca el manejo físico, el transporte, el almacenaje y localización de los materiales.

Las consideraciones a tomar en cuenta aquí son: tiempo, lugar, cantidad y espacio son:

1. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materia prima, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de lugar a lugar.
2. Como cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de los materiales asegura que ningún proceso de producción o usuario será afectado por la llegada oportuna del material no demasiado anticipada o muy tardía.
3. El manejo de materiales debe asegurar que el personal entregue el material en el lugar correcto.
4. El manejo de materiales debe asegurar que los materiales sean entregados en cada lugar sin ningún daño en la cantidad correcta.
5. El manejo de materiales debe considerar el espacio para almacenamiento, tanto temporal como potencial.

La mecanización del manejo de materiales reducirá generalmente los costos de mano de obra, mejorará la seguridad, reducirá la fatiga e incrementará la producción.

Las encuestas en industrias revelan que casi el 40% de los accidentes ocurridos en una factoría son resultado de manejo de materiales. De aquellos el 25% provienen de maniobras de levantamiento y traslado del material.

El manejo de materiales se rige por 10 principios los cuales se enumeran a continuación:

1. Planeación: Todo el manejo de materiales debe ser el resultado de un plan deliberado para el cumplimiento de sus objetivos.
2. Estandarización: Los métodos, equipo, controles y software para el manejo de materiales debe cumplir con los límites que logran los objetivos globales de desempeño y sin sacrificar flexibilidad, modularidad y producción.
3. Trabajo. El trabajo de manejo de materiales debe minimizarse sin sacrificar la productividad o el nivel de servicio requerido por la operación.
4. Ergonomía: Debe reconocerse la capacidad y las limitaciones humanas y respetarse al diseñar las tareas y equipo de manejo de materiales para asegurar operaciones seguras y efectivas.
5. Carga unitaria: Estas deben ser del tamaño adecuado y configurarse de manera que logren el flujo de material y los objetivos de inventarios en cada etapa de la cadena de proveedores.
6. Utilización de espacio: debe hacerse uso efectivo y eficiente de todo el espacio disponible.
7. Sistema: las actividades del movimiento y almacenaje de materiales deben ser integradas por completo para formar un sistema operativo que abarca recepción, inspección, almacenamiento, producción, ensamble, empaque, unificación, selección de órdenes, envíos, transporte y manejo de reclamaciones.
8. Automatización: las operaciones de manejo de materiales debe mecanizarse y o automatizarse cuando sea posible, para mejorar la eficiencia operativa, incrementar las respuestas, mejorar la consistencia y predictibilidad, disminuir los costos operativos y eliminar la mano de obra repetitiva o potencialmente insegura.
9. Principio ambiental: el impacto ambiental y el consumo de energía son criterios a considerar al diseñar o seleccionar el equipo y los sistemas de manejo de materiales.
10. Costo de ciclo de vida: Un análisis económico exhaustivo debe tomar en cuenta todo el ciclo de vida del equipo de manejo de materiales y los sistemas que resulten.

Correlación con temas y subtemas de la materia

3. Análisis de las operaciones

3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.

3.2.8 Manejo de materiales

Material y equipo necesario

Material:

- Papel cascarón de 60 x 40 cm
- Figuras varias dependiendo del proceso escogido
- Hojas blancas

Herramienta:

- Cutter
- Pegamento líquido
- Marcadores de colores

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Elijan un proceso determinado de manufactura.
3. Elaboren una maqueta del proceso escogido, señalando el flujo de materiales y centros de acopio y distribución.
4. Considerar los siguientes cuestionamientos:
 - ¿Qué hay que mover?
 - ¿Por dónde hay que moverlo?
 - ¿Cómo moverlo?
 - ¿Qué tipo de equipo utilizar?
 - ¿Qué métodos de análisis se implementará?
 - ¿Qué procedimientos de seguridad son necesarios?

Sugerencias didácticas

- Solicitar al grupo investiguen y seleccionen un proceso productivo.
- Es importante calificar en esta práctica: creatividad, manejo óptimo de materiales, calidad de la maqueta, conocimiento del equipo sobre los diferentes tipos de manejo de materiales y exponer estas maquetas en la semana de Ciencia y Tecnología.
- Es conveniente programar una visita a alguna empresa de manufactura, haciendo hincapié en el manejo de material que se tenga.

Reporte del alumno (resultados)

1. Maqueta terminada y explicada al grupo.
2. Reporte de inclusión de respuesta a las preguntas indicadas en el paso No. 4.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 14

Nombre de la práctica

La distribución del equipo y maquinaria.

Objetivo

Esta práctica pretende que el alumno simule distribuciones ideales de equipo y maquinaria de forma analítica o en programas de computadora, de forma que permitan un flujo óptimo de materiales en las plantas de producción, en procesos tangibles e intangibles, con la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio.

Introducción

La planeación de la localización y distribución industrial se encuentran dentro de los riesgos industriales antes de operar. Estos riesgos en la etapa de planificación son mínimos pero pueden ser graves y causar grandes pérdidas en la etapa de operación. Realizar una localización industrial significa ir de una localización macro (en una región de un país) a una localización micro (la comunidad de esa región). Posterior a la localización se plantea la cuestión ¿qué tipo de distribución debemos tener?, en este punto debemos definir el tipo de proceso de fabricación para elegir el mejor tipo de distribución del equipo y maquinaria.

El objetivo principal de la distribución efectiva del equipo en la planta es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseado, con la calidad también deseada y al menor costo posible. En general todas las distribuciones de planta representan una distribución de planta básica o una combinación de dos de ellas:

- Línea recta o por producto
- Funcional o por proceso.

Distribución En Línea Recta o por Producto

La maquinaria se localiza de tal manera que el flujo de una operación a la siguiente se minimiza para cualquier grupo de productos.

Ejemplo: es común ver una pulidora de superficies entre una fresadora y un torno revolver, con una mesa de ensamble y un tanque de recubrimiento en el área contigua.

Este tipo de distribuciones es común en ciertas operaciones de producción en masa, pues los costos de manejo de material son más bajos que para el agrupamiento de procesos.

Desventajas: debido a que una gran variedad de oficios están representados en un área relativamente pequeña, la insatisfacción de los empleados puede ser grande. Esto ocurre, en especial cuando las distintas oportunidades van aparejadas con diferencias notorias en la remuneración. Dado que se agrupan instalaciones muy diferentes, la capacitación de los operarios puede ser complicada, sobre todo si no se dispone de un trabajador especializado en el área inmediata que enseña a uno nuevo. El problema de encontrar supervisores competentes también es considerable debido a la variedad de instalaciones y tareas que deben supervisar. También este tipo de distribuciones necesita una inversión inicial mayor, ya que se requieren líneas de servicios duplicadas, como aire, agua, gas, combustible y energía. Otra desventaja de agrupar por producto es que el arreglo tiende a parecer desordenado y caótico. En estas condiciones, puede ser difícil promover la limpieza y el orden. Sin embargo, estas desventajas se compensan con las ventajas, si los requerimientos de producción son sustanciales.

Distribución Por Proceso

Es el agrupamiento de instalaciones similares. Aquí se agrupan los tornos en una sección, departamento o edificio. Este tipo de arreglo tiene la apariencia de limpieza y orden, y tiende a

promoverlos. Otra ventaja de la distribución funcional es la facilidad con la que se capacita al operador. Rodeado de empleados experimentados que operan maquinas similares, el nuevo trabajador tiene la oportunidad de aprender de ellos. El problema de encontrar supervisores competentes es menor, pues las demandas de trabajo no son grandes. Como estos supervisores solo tienen que conocer un tipo general o clase de instalaciones, su experiencia no tiene que ser extensa como la de los supervisores del agrupamiento por producto. Además, si las cantidades fabricadas de productos similares son limitadas y se tienen órdenes especiales frecuentes, una distribución por proceso es más satisfactoria.

Ejemplo.-Las fresadoras, los taladros y las troqueladoras también se agrupan en sus respectivas secciones.

Desventajas: la posibilidad de transportes largos y regresos constantes de los trabajos que requieren una serie de operaciones en varias maquinas. Por ejemplo, si las instrucciones de operación de trabajo especifican una secuencia de perforar, voltear, maquinar bordes y pulir, el movimiento del material de una sección a la siguiente puede ser en extremo costoso. Otra desventaja importante es el gran volumen de documentación requerido para emitir órdenes y controlar la producción entre secciones.

Sin importar el tipo de distribución, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- *Producción en serie:* el material que se acumule al lado de una estación de trabajo, debe estar en condiciones de entrar a la siguiente operación.
- *Producción diversificada:* Se debe permitir traslados cortos, el material debe estar al alcance del operario. El operario debe tener fácil acceso visual a las estaciones de trabajo, principalmente en las secciones que requieren control.
- *Diseño de la estación,* el operario debe poder cambiar de posición regularmente.
- *Operaciones en máquinas múltiples:* El equipo se debe agrupar alrededor del operario.
- *Almacenamiento eficiente de productos:* Se deben tener el almacenamiento de forma que se aminoren la búsqueda y el doble manejo.
- *Mayor eficiencia del obrero:* Los sitios de servicios deben estar cerca de las áreas de producción.
- *En las oficinas,* se debe tener una separación entre empleados de al menos 1.5 m.

Una distribución tal puede ser la mejor para un conjunto dado de condiciones y la peor para otros.

Antes de diseñar una nueva distribución de planta o corregir la anterior, el analista debe reunir datos de lo que puede influir en ella. Las graficas de recorrido pueden ayudar en el diagnostico de los problemas relacionados con el arreglo de los departamentos y las áreas de servicio, al igual que con la localización de un equipo en un sector dado de la planta.

Un enfoque sistemático para la distribución de planta desarrollado por Muther (1973) se denomina planeación sistemática de la distribución (PSD). La meta de la PSD es localizar dos áreas con alta frecuencia de interrelaciones lógicas cercanas una de la otra, usando un procedimiento de 6 pasos:

1. Relaciones en la grafica
2. Requerimientos de espacio
3. Diagrama de relaciones de las actividades
4. Distribución según la relación de espacio
5. Evaluación de arreglos alternativos
6. Distribución seleccionada e instalación.

Existen paquetes de software comerciales que pueden ayudar a desarrollar distribuciones realistas en forma rápida y poco costosa entre las cuales se pueden mencionar: El programa Computerized Relative Allocation Facilities (CRAFT); CORELAP; ALDEP; SPIRAL y el más poderoso en la actualidad es FactoryCAD, que toma los datos de planos existentes en archivos de AUTOCAD y crea distribuciones muy detalladas adecuadas para la planeación arquitectónica.

Correlación con temas y subtemas de la materia

3. Análisis de las operaciones
- 3.2 Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación.
- 3.2.9 Distribución de equipo

Material y equipo necesario

Material:

- Hojas blancas

Herramienta:

- Textos sobre procesos
- Software como: El programa Computerized Relative Allocation Facilities (CRAFT); CORELAP; ALDEP; SPIRAL, FactoryCAD

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Elijan un proceso determinado de manufactura.
3. Mediante un software elaboren una distribución óptima de equipo y maquinaria en sus dos modalidades: en línea recta y el funcional.
4. Redacten las ventajas y desventajas encontradas.

Sugerencias didácticas

- Solicitar al grupo investiguen y seleccionen un proceso productivo.
- Es importante calificar en esta práctica: trabajo en equipo, creatividad, manejo adecuado del software, calidad del proyecto, conocimiento del tema y exponer este proyecto al grupo.
- Es conveniente programar una visita a alguna empresa de manufactura, haciendo hincapié en el lay out de distribución de equipo y maquinaria.

Reporte del alumno (resultados)

1. Proyecto de distribución de equipo en la modalidad de línea recta.
2. Proyecto de distribución de equipo en la modalidad de línea recta.
3. Diagrama de recorrido del proceso seleccionado.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 15

Nombre de la práctica

Análisis de un caso práctico sobre el análisis de operaciones.

Objetivo

Con ésta práctica, se pretende que el alumno analice los elementos productivos y no productivos de una operación a fin de mejorar métodos, aplicando las interrogantes: por qué, cómo, cuándo, dónde, quién, de tal forma que en base a esto le permita poder identificar los procesos y métodos que se puedan mejorar, con el fin de poder brindarle un ahorro a la empresa el diseño, materiales, tolerancias, procesos y herramientas, realizando arreglos, ya sea: simplificando, eliminando, combinando y arreglando las operaciones. Con el propósito de poder detectar los posibles cambios en cada uno de ellos, ya sea haciéndolos más eficientes, productivos, o en su defecto poder eliminar procesos innecesarios, a fin de preparar la inserción del estudiante en el medio con la puesta en práctica de la parte teórica.

Introducción

El análisis de la operación es la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; realizado todo lo precedente (y no antes), determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por último (aunque no necesariamente), establece en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal.

El objeto fundamental del análisis del trabajo es, sin embargo, el perfeccionamiento de los métodos de trabajo.

Otros objetivos del análisis del trabajo son, además de perfeccionar el método trabajo, la instrucción, el diseño de útiles y la documentación.

Se conocen varias técnicas para el análisis del trabajo, pero las dos principales son: la de la actitud interrogante y la de la lista de comprobación de análisis.

Sea cual fuere el objetivo del análisis del trabajo, el analista debe preguntarse siempre, ¿es necesaria la operación?, ¿se puede eliminar?, ¿se puede combinar con otra? ¿se puede cambiar el orden?, ¿se puede simplificar?

La siguiente guía es fundamental para la técnica de la actitud interrogante:

Compréndase	Analícese
¿Qué se logra?	¿Es necesario?
¿Dónde se hace?	¿Por qué ahí?
¿Quién lo hace?	¿Por qué esa persona?
¿Cómo se hace?	¿Por qué de esa manera?

Existen técnicas prácticas para el análisis del trabajo, sin embargo, es necesario ser cauteloso con lo que se ve antes de tomar decisiones al respecto, por lo tanto, hay que colocar el trabajo en el

banquillo de los acusados y justificarlo mediante el uso de las siguientes tablas (Véanse las tablas 15.1, 15.2, 15.3 y 15.4 en el apartado de Metodología):

- Tabla 15.1 Cuestionario para el examen crítico del método de trabajo utilizado
- Tabla 15.2 Lista de comprobación para el análisis
- Tabla 15.3 Análisis de la operación
- Tabla 15.4 Tabla para estudio del método de trabajo

Correlación con temas y subtemas de la materia

3 Análisis de las operaciones

3.3 Análisis de un caso práctico

Material y equipo necesario

Material:

- Hojas blancas tamaño carta
- Hojas de rotafolio
- Formatos pre elaborados en computadora

Herramienta:

- Computadora personal
- Impresora
- Cañón proyector

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Elijan un proceso determinado de manufactura en una determinada empresa, y dentro de este elijan una estación de trabajo por equipo.
3. Analice por equipo los elementos productivos y no productivos de una operación, sometiendo cada operación de una determinada parte del trabajo a un análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria, con el fin de poder brindarle un ahorro a la empresa, realizando arreglos, ya sea: simplificando, eliminando, combinando y arreglando las operaciones, llenando, para tal efecto los siguientes cuestionarios. Es importante señalar que las respuestas afirmativas deben sustentarse en hechos, causas y razones. Las negativas se apoyarán con palabras, efectos y excusas.

Tabla 15.1
CUESTIONARIO PARA EL EXAMEN CRÍTICO DEL MÉTODO DE TRABAJO UTILIZADO

Datos	Preguntas	Intención
¿Qué se hace?	• ¿Por qué se hace? • ¿Es necesario hacerlo? • ¿Cuál es la finalidad? • ¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Eliminar
¿Dónde se hace?	• ¿Por qué se hace ahí? • ¿Se conseguirían ventajas haciéndolo en otro lado? • ¿Podría combinarse con otro elemento? • ¿Dónde podría hacerse mejor?	Corregir
¿Cuándo se hace?	• ¿Por qué se hace en ese momento? • ¿Sería mejor realizarlo en otro momento? • ¿El orden de las acciones es el apropiado? • ¿Se conseguirían ventajas cambiando el orden?	Combinar
¿Quién lo hace?	• ¿Tiene las calificaciones apropiadas? • ¿Qué calificaciones requiere el trabajo? • ¿Quién podría hacerlo mejor?	Reordenar
¿Cómo se hace?	• ¿Por qué se hace así? • ¿Es preciso hacerlo así? • ¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Simplificar

Tabla 15.2
LISTA DE COMPROBACIÓN PARA EL ANÁLISIS

Lista de comprobación para el análisis			
Operación: _____			
Departamento: _____			
Analizado por: _____			
Preguntas	Si	No	Notas
Materiales • ¿Podrían sustituirse los que se utilizan por otros más baratos? • ¿Se recibe el material con características uniformes y están en buenas condiciones al llegar al operario? • ¿Tiene las dimensiones, peso y acabado más adecuados y económicos para su mejor utilización? • ¿Se utilizan completamente los materiales? • ¿Se podría encontrar alguna utilización para los residuos y desperdicios? • ¿Podría reducirse el número de almacenamientos del material o alguna de las partes del proceso?			
Manejo de Materiales • ¿Podría reducirse el número de manipulaciones a que están sometidos los materiales? • ¿Podrían recortarse las distancias a recorrer? • ¿Se reciben, mueven y almacenan los materiales en depósitos identificados, adecuados y limpios? • ¿Hay retraso en la entrega de los materiales a los obreros? • ¿Podría relevarse a los obreros del transporte de materiales usando transportadores? • ¿Podría reducirse o eliminarse los retrasos que experimenta el material durante su transporte en la fábrica? • ¿Sería posible evitar el transporte de los materiales mediante el reajuste de ciertas operaciones?			
Herramientas y otros accesorios • Las herramientas que se emplean ¿son las más adecuadas para el trabajo que se realiza? • ¿Están todas las herramientas en buenas condiciones de utilización? • ¿Están bien afiladas las herramientas que se utilizan para cortar? • ¿Se podría reemplazar las herramientas y otros accesorios para disminuir el esfuerzo? • ¿Se utilizan ambas manos en trabajo realmente productivo con el empleo de las herramientas que se disponen? • Se emplean toda clase de accesorios convenientes, tales			

como transportadores, plano inclinado, soportes? ¿Podría hacerse algún cambio técnico importante para simplificar la forma proyectada para la ejecución del trabajo?			
Maquinaria a) Montaje ¿Podría cada operador montar su propia maquinaria? ¿Podría reducirse el número de montajes haciendo más apropiados los lotes de producción? ¿Se obtienen oportunamente los dibujos, herramientas y aparatos de medidas? ¿Se producen retrasos en la comprobación de las primeras piezas producidas? b) Operaciones o trabajos ¿Puede eliminarse alguna operación? ¿Podría aumentar la producción? ¿Puede aumentar la alimentación o velocidad de la máquina? ¿Podría utilizarse un alimentador automático? ¿Podría subdividirse la operación en otras de dos o más de menor duración? ¿Podrían combinarse dos o más operaciones en una sola? ¿Podría disminuirse la cantidad de trabajo inútil o más provechoso? ¿Podría adelantarse una parte de la operación siguiente? ¿Podría eliminarse o reducirse las interrupciones? ¿Podría combinarse la inspección con alguna operación?			
Herramientas y otros accesorios ¿Está el obrero calificado, tanto mental como físicamente, para realizar su trabajo? ¿Se podría eliminar la fatiga innecesaria mediante condiciones o disposiciones del trabajo? - Los salarios base ¿son los adecuados para esta clase de trabajo? ¿Es satisfactoria la inspección? ¿Podría mejorar su trabajo el operario instruyéndolo convenientemente?			
Condiciones de trabajo ¿Son adecuadas para el trabajo la iluminación, la calefacción y la ventilación? ¿Son apropiados los cuartos de aseo, armarios, cortinas y ventanas? ¿Hay algún riesgo innecesario en el trabajo? ¿Se ha previsto lo conveniente para que el obrero pueda trabajar indistintamente de pie o sentado? ¿La jornada de trabajo y los periodos de descanso son los más económicos? - Las máquinas ¿están pintadas adecuadamente?			

• ¿Existe confort en el área de trabajo? • ¿Son apropiados los estantes para guardar las herramientas? • ¿Existe limpieza en el área de trabajo? • ¿Existe seguridad para que el obrero realice su trabajo adecuadamente?			
---	--	--	--

Tabla 15.3

ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN

Departamento: _____	Fecha: _____
Sección: _____	Producción anual: _____
Descripción de la operación: _____	Analista: _____
_____	Supervisor: _____
¿Puede hacerse mejor? ¿Puede el proveedor hacerla más económica?	1. Propósito de la operación
¿Puede eliminarse? ¿Puede hacerse en otro departamento? ¿Puede hacerla otro trabajador?	2. Operaciones ejecutadas a) Antes de analizada b) Después de analizada, elaborar diagrama del proceso de la operación número: ____
¿Son la tolerancia y el acabado necesarios? ¿Son demasiado caros? ¿Son apropiados para el fin propuesto? ¿Hay desperdicios?	3. Requisitos de la inspección a) De la anterior b) De ésta c) De la siguiente
¿Es necesario considerar tamaño, calidad, costo y forma? ¿Es apropiado? ¿Hay desperdicios?	4. Material
¿Pueden emplearse medios mecánicos? ¿Puede emplearse la gravedad? ¿Son adecuados los recipientes en que se manejan?	5. Manejo de materiales
¿Cómo se dan las instrucciones y se reparten las herramientas? ¿Existe mucho papeleo? ¿Se usa el mejor equipo? ¿Se usan dispositivos de sostén? ¿Se usan herramientas especiales?	6. Preparación
Planos inclinados Entregar soltando Trabajar en zona normal Comparar métodos empleados por otros operarios Utilizar ambas manos Utilizar pedales	7. Mejoras generales
Postura de trabajo Silla apropiada Luz Calefacción y ventilación Agua potable y vasos Servicios sanitarios Seguridad en el trabajo Adiestramiento adecuado Instrucciones correctas Existen retrasos Salarios e incentivos Lote económico Equipo contra incendio	8. Condiciones de trabajo

Protección individual Limpieza en el área de trabajo	
Distribución del lugar de trabajo Herramientas y materiales ¿Se aplica la economía de movimientos?	9. Método (descripción con esquema)
10. Recomendaciones	

Tabla 15.4

TABLA PARA ESTUDIO DEL MÉTODO DE TRABAJO

Estudio del método de trabajo			
Departamento: _____		Clave: _____	
Sección: _____		Área de trabajo: _____	
Producto: _____		_____	
Descripción de operación: _____		_____	
Equipo y herramienta: _____		_____	
Fecha: _____		_____	
Observaciones: _____		_____	
Verificación	Si	No	Observaciones
¿La serie justifica el análisis?			
¿Puede eliminarse la operación?			
¿Puede ser efectuada la operación en otro departamento?			
¿El material que se usa es el que indica la información técnica?			
¿Es adecuada el área de trabajo?			
¿Están funcionando bien las herramientas y máquinas?			
¿El método sigue los principios de economía de movimientos?			
¿Puede combinarse la operación?			
¿Puede hacerse la operación de otra forma?			
¿Es la secuencia de operaciones la mejor posible?			
¿Está el operario usando debidamente su tiempo disponible durante el ciclo de la máquina?			
¿Se están observando los principios de seguridad y empleando el equipo de protección personal adecuado?			
¿Cumple el método los requisitos de calidad?			
¿Es correcto el manejo de material?			
¿Es satisfactorio el desempeño del operario?			

4. Redacten por equipo, un reporte que contenga los siguientes elementos:
 - 4.1. Antecedentes de una estación de trabajo actual
 - 4.2. Análisis del proceso de una de las operaciones actuales de la línea de producción
 - 4.3. Propuesta de mejora de la estación de trabajo
 - 4.4. Justificación del proyecto
 - 4.5. Análisis beneficio costo del proyecto de mejora.

Sugerencias didácticas

- Facilitar a los equipos la selección de una empresa y un proceso productivo.
- Es importante calificar en esta práctica: trabajo en equipo, facilidad de análisis, manejo adecuado de los cuestionarios, calidad del proyecto, conocimiento del tema y exposición de este proyecto al grupo.

Reporte del alumno (resultados)

1. Reporte de corrección o mejora de un centro de trabajo.
2. Cuatro cuestionarios debidamente requisitados.
3. Diagramas correspondientes del proceso seleccionado.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 16

Nombre de la práctica

Economía de movimientos

Objetivo

Al realizar ésta práctica, el alumno habrá comprendido y evaluado conocimientos y desarrollará habilidades para la adecuada aplicación de la economía de movimientos, obtendrá además los conocimientos que le permitan elegir adecuadamente el tipo de estudio más conveniente en casos específicos, con la puesta en práctica de la parte teórica.

Introducción

Aparte de la división básica de los movimientos, hay los principios de la economía de movimientos, los cuales también fueron desarrollados por Gilbreth y completados por Ralph Barnes. Estas leyes son todas aplicables a cualquier tipo de trabajo, pero se agrupan en tres subdivisiones básicas,

1. Aplicación y uso del cuerpo humano
2. Arreglo del área de trabajo
3. Diseño de herramientas y equipo.

Para desarrollar un centro de trabajo, el ingeniero debe seguir un procedimiento sistemático, el que comprenderá esas operaciones.

El analista de tiempos y métodos debe familiarizarse con todas las leyes de la economía de movimientos de manera que sea capaz de descubrir rápidamente las ineficiencias en el método usado, inspeccionando brevemente el lugar de trabajo y la operación.

Correlación con temas y subtemas de la materia

4. Estudio de movimiento
- 4.4 Principios de economía de movimiento.

Material y equipo necesario

Material:

- Formatos pre elaborados en computadora

Herramienta:

- Película de una operación de manufactura en un centro de trabajo.
- Proyector de película

Metodología

1. Proyéctese al grupo película de una operación de manufactura en un centro de trabajo.
2. Cada alumno deberá redactar en los formatos pre elaborados las siguientes cuestiones:
 - a. ¿Están los movimientos balanceados?
 - b. ¿Se encuentran las herramientas y los materiales cerca y enfrente del operador?
 - c. ¿Hay un lugar fijo para cada herramienta?
 - d. ¿Se entregan los materiales cerca de su punto de uso, por medio de la gravedad?

- e. ¿Están los materiales y herramientas en posición previa a su uso?
 - f. ¿Se retira el material terminado por medio de la gravedad?
 - g. ¿Existen aditamentos que liberen a las manos de sostener las herramientas?
 - h. ¿Son rítmicos los movimientos del operario?
 - i. ¿Son suaves y continuos esos mismos movimientos?
 - j. ¿Está acondicionada el área de trabajo?
 - k. ¿Tiene el trabajador una silla adecuada?
 - l. ¿Hay luz y ventilación suficiente?
3. Redacten un reporte por alumno donde se califique al operario.
 4. Redacten un reporte por alumno sobre la economía de movimientos.

Sugerencias didácticas

- Exhorte al grupo a analizar condiciones ocultas que reditúen beneficio al operador.
- Programe visitas industriales haciendo hincapié en este tema y solicite un reporte del análisis de operaciones.

Reporte del alumno (resultados)

1. Preguntas pre elaboradas y contestadas por alumno.
2. Reporte, por alumno, de la calificación del operador.
3. Reporte, por alumno, de mejoras encontradas.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Trujillo, Juan José. Elementos de ingeniería industrial, Editorial Reverte.
6. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
7. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 17

Nombre de la práctica

Diagramas bimanuales.

Objetivo

Con ésta práctica, se pretende que el alumno comprenda y desarrolle habilidades en la elaboración de diagramas bimanuales para la adecuada aplicación de la economía de movimientos, obteniendo además los conocimientos que le permitan elegir adecuadamente el tipo de estudio más conveniente en casos específicos, con la puesta en práctica de la parte teórica en el salón de clases.

Introducción

El diagrama bimanual, también llamado diagrama de procesos del operario o diagrama de procesos mano derecha y mano izquierda, muestra todos los movimientos realizados por las manos. Su propósito es presentar una operación dada con suficiente detalle para analizar y mejorar la operación. Por lo general este estudio no es muy conveniente a menos que el proceso que se vaya a realizar sea muy repetitivo.

Gracias a este diagrama es posible identificar los patrones de movimiento inefficientes y se pueden observar las violaciones a la economía de movimientos.

El diagrama de proceso bimanual tiene dos divisiones en especial: una para cada mano y estas a su vez contienen el símbolo del therblig a utilizar y el tiempo que se tarda en realizarse la operación. Este diagrama muestra todos los movimientos realizados para la mano izquierda y por la mano derecha, indicando la relación entre ellas.

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles.

El diagrama bimanual puede aplicarse a una gran variedad de trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina. Los ajustes apretados y la colocación en posiciones difíciles pueden presentar ciertos problemas. Al montar piezas pequeñas ajustadamente o ponerlas en posición antes del montaje puede ser la parte más prolongada del ciclo. En tales casos la puesta en posición deberá exponerse como un movimiento en sí de la operación, aparte del que se efectúa para hacer el montaje propiamente dicho (por ejemplo colocar un desarmador en la cabeza de un tornillo pequeño). Así se hace resaltar dicho movimiento, y si se muestra en relación con una escala de tiempos, se podrá evaluar su importancia relativa. Se lograrán economías considerables si es posible reducir el número de dichas colocaciones, por ejemplo, avellanando ligeramente el oficio y biselando más la punta de la herramienta, o utilizando un desarmador neumático.

Si se parte del principio de que todo trabajo, para realizarse, requiere del insumo de un conjunto de movimientos básicos, se puede afirmar que la eficiencia de cualquier método estándar está en función de que emplee exclusivamente movimientos básicos.

El iniciador de esta técnica es Frank B. Gilbreth. Él, junto con su esposa Lillian Gilbreth definieron todos los movimientos necesarios para realizar cualquier tarea, teniendo en mente la posibilidad de mejorar la operación eliminando todos los movimientos obteniendo así la máxima eficiencia.

La clasificación de los movimientos para su aplicación en el diagrama bimanual es muy importante por su propia naturaleza y sus principios. Los movimientos básicos se clasifican en:

- Movimientos balísticos
- Movimientos curvos

- Movimientos combinados
- Movimientos con fuerza
- Movimientos continuos
- Movimientos controlados o restringidos
- Movimientos de manipulación
- Movimientos de posición
- Movimientos de posición ciegos
- Movimientos de secuencia
- Movimientos de terminal continua
- Movimiento repetitivo
- Movimientos simultáneos
- Movimiento limitador

Posteriormente, y hasta la fecha, han aparecido nuevas técnicas de análisis de movimientos básicos, los cuales además de una clasificación particular de movimientos básicos, también presenta tiempos para su ejecución. A estas técnicas se les denomina tiempos predeterminados. La ventaja de estas últimas es que permiten analizar simultáneamente el método y el tiempo de ejecución y así seleccionar la alternativa, que en cuanto a tiempo, es más recomendable implantar.

Sin embargo, para poder tener el dominio de cualquiera de las técnicas de tiempos predeterminados se requiere un entrenamiento bastante profundo, por lo que para este tema y para fines de análisis de los métodos, emplearemos la técnica de movimientos básicos de Gilbreth, sobre la cual aparece con la clasificación de los diferentes movimientos requeridos para efectuar cualquier trabajo manual.

Correlación con temas y subtemas de la materia

4 Estudio de movimiento

4.7 Diagrama bimanual propuesto.

Material y equipo necesario

Material:

- Formatos pre elaborados en computadora

Herramienta:

- Película de una operación de manufactura en un centro de trabajo.
- Proyector de película

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Cada equipo deberá conseguir un filme o filmar una operación hombre-máquina(s) en un proceso determinado de manufactura.
3. En base al filme seleccionado, cada equipo deberá formular un diagrama bimanual que incluya el croquis de la estación de trabajo y los therbligs de mano derecha e izquierda.
4. Cada equipo deberá presentar al grupo el diagrama elaborado.

Sugerencias didácticas

- Al proyectar el filme, detenga, regrese o repita las imágenes que den pauta al análisis de los therbligs.
- Cuestione al grupo sobre el análisis de los therbligs inefectivos en cada una de las operaciones elegidas.

- Programe visitas industriales haciendo hincapié en este tema y solicite un diagrama bimanual propuesto.

Reporte del alumno (resultados)

1. Filme de una operación hombre-máquina(s) por equipo.
2. Diagrama bimanual de la operación actual.
3. Diagrama bimanual de la operación propuesto.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Trujillo, Juan José. Elementos de ingeniería industrial, Editorial Reverte.
6. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
7. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 18

Nombre de la práctica

Estudio de movimientos.

Objetivo

Con ésta práctica, se pretende que el alumno comprenda y desarrolle habilidades en el estudio de movimientos con el objeto de eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes, obteniendo además los conocimientos que le permitan elegir adecuadamente el tipo de estudio más conveniente en casos específicos, con la puesta en práctica de la parte teórica en el salón de clases.

Introducción

El análisis de movimientos es el estudio de todos y cada uno de los movimientos de cualquier parte del cuerpo humano para poder realizar un trabajo en la forma más eficiente.

Para lograr este propósito, es preciso dividir un trabajo en todos sus elementos básicos y analizar cada uno de ellos tratando de eliminar, o si esto no es posible, de simplificar sus movimientos. En otras palabras, se trata de buscar un mejor método de trabajo que sea más fácil y más económico. Para llevar a cabo este análisis se dispone de las siguientes técnicas: el diagrama bimanual de trabajo; el análisis de movimientos básicos y los principios de la economía de movimientos.

El estudio visual de movimientos y el de micro movimientos se utilizan para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente.

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. Los esposos Gilbreth fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía.

El estudio de movimientos, en su acepción más amplia, entraña dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de movimientos y el estudio de micromovimientos.

Gilbreth denominó "therblig" a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de estas 17 divisiones básicas:

1. Buscar:
2. Seleccionar:
3. Tomar (o asir)
4. Alcanzar
5. Mover
6. Sostener
7. Soltar
8. Colocar en posición
9. Recolocar en posición
10. Inspeccionar
11. Ensamblar
12. Desensamblar
13. Usar
14. Demora (o retraso) inevitable
15. Demora (o retraso) evitable
16. Planear
17. Descansar (o hacer alto en el trabajo)

Hay tres principios básicos, los relativos al uso del cuerpo humano, los relativos a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo y los relativos al diseño del equipo y las herramientas.

Correlación con temas y subtemas de la materia

4. Estudio de movimiento

4.8 Aplicación a un caso práctico

Material y equipo necesario

Material:

- Formatos pre elaborados en computadora

Herramienta:

- Película de una operación de manufactura en un centro de trabajo.
- Proyector de película

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Cada equipo deberá conseguir un filme o filmar una operación hombre-máquina(s) en un proceso determinado de manufactura.
3. En base al filme seleccionado, cada equipo deberá formular un estudio de movimientos que incluya: los principios de la economía de movimientos, un análisis de movimientos y la eliminación de los therbligs inefectivos de la operación.
4. Cada equipo deberá presentar al grupo el estudio elaborado.

Sugerencias didácticas

- Al proyectar el filme, detenga, regrese o repita las imágenes que den pauta al análisis de los therbligs.
- Cuestione al grupo sobre el análisis de los therbligs inefectivos en cada una de las operaciones elegidas.
- Programe visitas industriales haciendo hincapié en este tema y solicite un diagrama bimanual propuesto.

Reporte del alumno (resultados)

1. Filme de una operación hombre-máquina(s) por equipo.
2. Estudio de movimientos que incluya: los principios de la economía de movimientos, un análisis de movimientos y la eliminación de los therbligs inefectivos de la operación.

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Trujillo, Juan José. Elementos de ingeniería industrial, Editorial Reverte.
6. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
7. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.



Práctica No. 19

Nombre de la práctica

Estudio de tiempos.

Objetivo

Esta práctica, le permitirá al alumno desarrollar la habilidad para determinar tiempos estándar de producción, con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones para llevar a cabo una tarea determinada de acuerdo con una norma de rendimiento preestablecida reduciendo o eliminando el tiempo suplementario y el tiempo improductivo, mediante la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio.

Introducción

Otro factor importante en el mejoramiento de la productividad es el estudio de tiempos el cual está ligado directamente con la ingeniería de métodos. El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un buen analista de estudio de tiempos es un buen ingeniero, puesto que su preparación tiene a la ingeniería de métodos como componente básico. El analista en estudio de tiempos debe establecer los tiempos permisibles para realizar una tarea determinada, para esto utiliza varias técnicas como lo son:

- El estudio cronométrico de tiempos
- Datos estándares
- Datos de los movimientos fundamentales
- Muestreo del trabajo
- Estimaciones basadas en datos históricos.

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se enlistan para llevar a buen término dicho estudio.

- Selección de la operación.
- Selección del operador.
- Actitud frente al trabajador
- Análisis de comprobación del método de trabajo
- Ejecución del estudio de tiempos

Correlación con temas y subtemas de la materia

5. Estudio de tiempos con cronómetro

5.3 Requisitos que se deben de cumplir para llevar a cabo un buen estudio del tiempo.

5.3.6 Análisis de tiempos.

Material y equipo necesario

Material:

- Hojas de registro de tiempos para Ciclo Breve
- Hojas blancas

Herramienta:

- Lápiz
- Cronómetro (análogo o digital)
- Tabla de campo
- Cámara de video
- Flexómetro
- Calculadora
- Formulario

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Con el apoyo del departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación, soliciten la visita a una empresa, negocio o taller que tenga operaciones hombre-máquina(s) en un determinado proceso de manufactura, que les permitan filmar operaciones varias con fines didácticos para elaboración de un Estudio de Tiempos y Movimientos.
3. Cada equipo deberá llevar a cabo la visita programada y filmar, una o varias operaciones hombre-máquina(s) en un determinado proceso de manufactura.
4. En base al filme elaborado, cada equipo deberá formular un estudio de tiempos que incluya:
 - 4.1. El nombre y descripción del centro de trabajo
 - 4.2. Hacer acopio de la información sobre el trabajo que ahí se realiza
 - 4.3. Dividir el trabajo en elementos
 - 4.4. Efectuar el estudio de tiempos propiamente dicho
 - 4.5. Hacerla extensión del estudio de tiempos
 - 4.6. Determinar el número de ciclos por cronometrar
 - 4.7. Calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operador
 - 4.8. Aplicar tolerancias
 - 4.9. Verificar la lógica
 - 4.10. Redactar el estándar de tiempos
5. Cada equipo deberá presentar al grupo el estudio elaborado.

Sugerencias didácticas

- Al proyectar el filme, detenga, regrese o repita las imágenes que den pauta al análisis de los therbligs.
- Cuestione al grupo sobre el tiempo normal, el tiempo suplementario y el tiempo improductivo en cada una de las operaciones elegidas.
- Asegure con los equipos, tengan listo el material y herramienta necesarias para llevar a cabo el estudio de tiempos antes de la visita.

Reporte del alumno (resultados)

1. Filme obtenido de una operación hombre-máquina(s) por equipo.
2. Hojas de registro de tiempos para ciclo breve totalmente formulada.
3. Hoja de calificación del operador en cuanto a habilidad o destreza.
4. Hoja de calificación del operador en cuanto a esfuerzo o empeño

5. Hoja de determinación de las tolerancias
6. Reporte de suplementos detectados (constantes y variables).

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Trujillo, Juan José. Elementos de ingeniería industrial, Editorial Reverte.
6. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
7. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.
8. Introducción al estudio del trabajo, Oficina internacional del trabajo, Editorial Limusa. Tercera edición revisada.



Práctica No. 20

Nombre de la práctica

Toma de Tiempos.

Objetivo

Esta práctica, le permitirá al alumno desarrollar la habilidad para la toma correcta de tiempos estándar de producción, con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones cronometradas para llevar a cabo una tarea determinada de acuerdo con una norma de rendimiento preestablecida a fin de reducir o eliminar el tiempo suplementario y el tiempo improductivo, y apoyado con el equipo y material necesario para la realización de esta tarea, mediante la puesta en práctica de la parte teórica, a través de los conocimientos previos adquiridos en el salón de clases con la finalidad de preparar la inserción del profesional en el medio.

Introducción

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos.

- ✓ Cronómetros (análogo o digital)
- ✓ Tabla de campo
- ✓ Cámara de video
- ✓ Tacómetros
- ✓ Metrónomos
- ✓ Flexómetro (cinta métrica)
- ✓ Calculadora
- ✓ Estroboscopio
- ✓ Hojas de registro
- ✓ Formulario

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

En cuanto a las técnicas de cronometración, pueden emplearse cualquiera de las dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante el estudio: El método continuo o la técnica de regresos a cero.

El estudio trata de incrementar la productividad reduciendo o eliminando el tiempo suplementario y el tiempo improductivo, mediante el diseño de procesos productivos más eficaces que mejoren la utilización de materiales, máquinas y mano de obra, mejorando la distribución en planta, equilibrando la cadena de producción con el fin de eliminar cuellos de botella (menos salida de la entrada siguiente), mejorar la motivación de los trabajadores para reducir el ausentismo y los descuidos (reducción de accidentes). Por lo tanto, el estudio del trabajo no tiene como único

objetivo el incremento de la productividad, además de: la mejora de la calidad de los productos, la mejora de los sistemas productivos, así como también la mejora de la satisfacción de los trabajadores.

Correlación con temas y subtemas de la materia

5. Estudio de tiempos con cronómetro

5.4 Equipo para el estudio de tiempos.

5.4.2 Cronómetro.

Material y equipo necesario

Material:

- Hojas de registro de tiempos para Ciclo Breve
- Hojas blancas

Herramienta:

- Lápiz
- Cronómetro (análogo o digital)
- Tabla de campo
- Cámara de video
- Flexómetro
- Calculadora
- Formulario

Metodología

1. Fórmense equipos de trabajo, máximo de 5 elementos.
2. Con el apoyo del departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación, soliciten la visita a una empresa, negocio o taller que tenga operaciones hombre-máquina(s) en un determinado proceso de manufactura y que cuenten con datos estadísticos de tiempos o sistemas de tiempos predeterminados, que les permitan filmar operaciones varias con fines didácticos para elaboración de un Estudio de toma de Tiempos.
3. Cada equipo deberá llevar a cabo la visita programada y filmar, una o varias operaciones hombre-máquina(s) en un determinado proceso de manufactura.
4. En base al filme elaborado, cada equipo deberá formular un estudio de tiempos con cronómetro que contemple la verificación del tiempo estándar, y que incluya tiempo de preparación y tiempo de corrida.
5. Cada equipo deberá presentar al grupo el estudio elaborado.

Sugerencias didácticas

- Al proyectar el filme, detenga, regrese o repita las imágenes que den pauta al análisis de los therbligs.
- Cuestione al grupo sobre el tiempo normal, el tiempo suplementario y el tiempo improductivo en cada una de las operaciones elegidas.
- Asegure con los equipos, tengan listo el material y herramienta necesaria para llevar a cabo el estudio de tiempos antes de la visita.
- Observe, verifique y asesore en la forma como toma el alumno el cronómetro, así como el método continuo o la técnica de regresos a cero.

Reporte del alumno (resultados)

1. Filme obtenido de una operación hombre-máquina(s) por equipo.
2. Hojas de registro de tiempos para ciclo breve totalmente formulada.
3. Reporte de suplementos detectados (constantes y variables).

Bibliografía preliminar

1. Niebel-Freivalds. Ingeniería industrial, métodos, estándar y diseño del trabajo. Editorial Alfa Omega.
2. Barnes M. Ralph. Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Alfa Omega.
3. Salvendy. Biblioteca del ingeniero industrial, Editorial Ciencia y Técnica S.A.
4. Muther Richard. Distribución de planta: ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea S.A.
5. Trujillo, Juan José. Elementos de ingeniería industrial, Editorial Reverte.
6. Maynard, H.B. Ingeniería de la producción industrial, Editorial Reverte.
7. Konz Stephan. Manual de la producción de trabajo, Editorial Limusa Noriega.
8. Introducción al estudio del trabajo, Oficina internacional del trabajo, Editorial Limusa. Tercera edición revisada.