

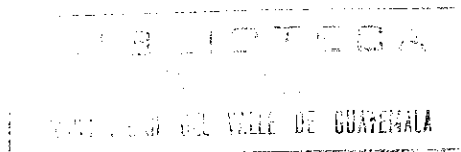
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Industrial

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA
QUE AJUSTA ESPIRALES EN
PUERTAS DE GARAJE**

DINO DONATTO PEZZAROSI



Guatemala

1999



**DISEÑO DE UNA MÁQUINA
QUE AJUSTA ESPIRALES EN
PUERTAS DE GARAJE**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Industrial

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA
QUE AJUSTA ESPIRALES EN
PUERTAS DE GARAJE**

DINO DONATTO PEZZAROSI

Trabajo de graduación presentado para optar
al grado académico de Licenciatura
en Ingeniería Industrial

Guatemala

1999

Vo. Bo. :

D. J. K.

(f)

Tribunal:

A. P. Arce

(f)

J. J. G.

(f)

D. J. K.

(f)

Fecha de aprobación: 26/3/99

No puedo empezar sin agradecerle a Dios por darme el milagro de la vida.

A mi Madre, Nancy Ingrid Pezzarossi Barrera, por ser la inspiración y ejemplo en mi

Vida; a mi abuela Blanca Vidalia Barrera Sifontes (Blanquita) por su amor,
confianza y apoyo incondicional por siempre; a mis hermanos Carlos Antonio y

Sophia del Rosario, a la familia Del Valle Pezzarossi, amigos

y primos cercanos, a todos ellos por ayudarme

en los momentos difíciles.

A todos los catedráticos que influyeron en mi formación y a la familia Nielsen, que

colaboró en la elaboración de dicho trabajo.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
A. <u>Antecedentes</u>	1
B. <u>Objetivos</u>	2
1. <u>General</u>	2
2. <u>Específicos</u>	3
II. BASE TEÓRICA.....	4
A. <u>Proyecto</u>	4
1. <u>Clases de Proyectos:</u>	6
2. <u>Proyectar:</u>	6
3. <u>Características de un proyecto:</u>	7
B. <u>Modelos:</u>	14
1. <u>Tipos de modelos:</u>	15
2. <u>Uso de modelos</u>	17
C. <u>Ingeniería de Métodos</u>	19
1. <u>Alcance de la ingeniería de Métodos y del Estudio de tiempo:</u>	19
2. <u>Ingeniería de Métodos:</u>	20
3. <u>Estudio de tiempos</u>	24
4. <u>Medios gráficos para el analista de métodos:</u>	25
5. <u>Estudio de movimientos:</u>	33
6. <u>Análisis de la operación:</u>	34
D. <u>Proceso</u>	40
E. <u>Teoría General de Sistemas</u>	42
F. <u>Ingeniería Económica</u>	45
1. <u>Costos</u>	45
2. <u>Valor del dinero en el tiempo</u>	46
G. <u>Investigación de operaciones:</u>	47
III. PROCESO DE DISEÑO DE LA MÁQUINA QUE AJUSTA ESPIRALES EN PUERTAS DE GARAJE	49

A. <u>Estudio de factibilidad</u>	50
1. <u>Detección de necesidades</u>	50
2. <u>Definición del problema</u>	51
3. <u>Búsqueda de información</u>	53
4. <u>Generación de las posibles soluciones</u>	59
5. <u>Diseño detallado</u>	65
6. <u>Valuación física</u>	66
7. <u>Valuación económica</u>	66
IV. DISCUSIÓN	67
A. <u>Discusión de las mejoras de ensamble</u>	67
B. <u>Proyecto preliminar</u>	68
1. <u>Selección del concepto</u>	68
2. <u>Análisis de estabilidad</u>	72
3. <u>Análisis de sensibilidad</u>	73
4. <u>Análisis de compatibilidad</u>	73
5. <u>Optimización</u>	74
C. <u>Proceso Creador</u>	74
V. CONCLUSIONES	76
VI. BIBLIOGRAFÍA	77

I. INTRODUCCIÓN

A. Antecedentes

El presente trabajo trata el proceso de diseño y producción de una máquina para la construcción de puertas de garaje. La máquina en cuestión ensambla las espirales que utilizan como amortiguador las puertas de garaje en forma de persiana. Este procedimiento originalmente se llevaba a cabo a mano y con cierta ineficiencia, creando problemas de producción tales como: repetición del mismo trabajo varias veces, pérdida de tiempo en entregas y distribución, fatiga del trabajador, para mencionar algunos.

La operación de ajustes de espirales en las puertas de garaje implica fuerza física así como habilidad especial por parte del trabajador en el momento del ensamble. Al disponer de esta máquina no se necesitará experiencia ni fuerza física para ajustar las espirales, lo cual redundará en una mayor y eficiente producción.

El estudio se basa en ordenar una serie de procedimientos para llevar a cabo un buen proyecto, tomando en consideración aspectos como: ingeniería de métodos, ingeniería de proyectos, ingeniería económica, administración de los recursos, planeamiento, investigación de operaciones, entre otros.

El conocimiento de estos temas proporciona la base necesaria para implementar un proceso adecuado y adaptado a las necesidades que se presenten en el lugar en que se lleve a cabo la investigación, tomando en cuenta la utilización de los recursos disponibles y optimizando su uso para hacer más eficiente el desarrollo del nuevo equipo.

El presente es un análisis del proceso que implica el diseño de una máquina a partir de necesidades específicas, tomando en consideración que el proceso de investigación y desarrollo es la parte más costosa de la producción de un nuevo equipo. Si el proceso de investigación y desarrollo se hace más eficiente, el producto final tendrá un menor costo. Los recursos empleados en investigación y desarrollo tratarán el aspecto de recursos humanos, materiales y equipos para ensayos (muchos de los cuales se desechan), desgaste en el equipo para fabricar el prototipo, tiempo improductivo de investigación, etc.

La recolección de datos se realizó en una observación de campo, que se llevó a cabo en la fábrica Inventech A/S ubicada en Dinamarca. En la misma se seguirá de principio a fin el diseño de una máquina para ajustar puertas de garaje.

B. Objetivos

1. General

- Ilustrar cómo es el proceso de diseño de una pieza de maquinaria nueva-no existente, a partir de una necesidad específica y los aspectos que se pueden optimizar del mismo para reducir costos, fatiga, etc.

2. Especificos

- Exponer todas las herramientas, conocimientos y recursos disponibles para el ingeniero, aplicables al proceso de diseño de la máquina, al tener en cuenta los recursos disponibles, para ahorros de tiempo y dinero.
- Mostrar los mayores costos del proceso de diseño.
- Explicar por qué el costo de diseño es la mayor parte del costo del producto.
- Mostrar la influencia de los factores humanos en el diseño de maquinaria.
- Describir aspectos del proceso de diseño que pueden hacer que éste sea más eficiente (costos, tiempo, etc.)
- Ilustrar cómo estos recursos existentes en otros países, pueden aplicarse al medio guatemalteco.

II. BASE TEÓRICA

En este capítulo se definirán todos los conceptos y herramientas de ingeniería empleadas en el desarrollo del presente trabajo. Esto ayudará al lector a comprender mejor los múltiples aspectos cubiertos, y se verá la importancia y utilidad de cada uno de ellos y las ventajas de su aplicación en el medio cotidiano.

A. Proyecto

Vimos anteriormente que una de las funciones de la ingeniería es la que se denomina *proyecto* que se aplica, a veces sin propiedad. Ya definidas las demás funciones estamos preparados para describir con más amplitud ésta.

Un *proyecto* es una actividad cíclica y única para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas.

Se dice que un proyecto es una actividad cíclica porque se repite muchas veces con el fin de alcanzar la meta prefijada. Esta es una característica importante. Es muy raro, en efecto, el caso en el cual se alcanza un resultado con una única exposición de los criterios. Es imposible obtener el proyecto óptimo en el primer intento. El proceso se modifica una y otra vez para mejorar cierto elemento del conjunto. De esta manera el proyecto satisface las necesidades hasta alcanzar el punto óptimo.

El proyecto es único, ya que ninguno de los cálculos, especificaciones y criterios pueden ser utilizados en su forma original para otro proyecto. Y es que cada proyecto que se tiene en mente, está orientado a satisfacer distintas necesidades específicas. Por ejemplo, el proyecto del proceso de diseño para la máquina que ajusta las espirales en puertas de garaje, es único, aunque otro quiera realizar uno similar, tiene que hacer nuevas mejoras a su procedimiento ya que quiere innovar o variar el anterior.

Un *sistema* es un conjunto ordenado de elementos que funcionan en forma coordinada para lograr un fin. La máquina en cuestión es un conjunto de mecanismos que funciona para ajustar las espirales en las puertas de garaje. Por ejemplo un puente es el conjunto de estructuras para poder cruzar de un lado a otro un barranco. La máquina y el puente son ejemplos de sistemas.

Recientemente se ha desarrollado la ingeniería de sistemas que pretende enfocar, desde un punto de vista global, las matemáticas. El comportamiento de todos los elementos que trabajan en forma coordinada para lograr un fin, es decir, el comportamiento de un sistema.

Mediante este procedimiento se logra establecer un modelo matemático del sistema y optimizar el mismo, para obtener resultados más efectivos y económicos.

A veces se usan las palabras *proyecto* y *diseño* indistintamente. Este es un error que vale la pena aclarar, puesto que la actividad de diseño es sólo una fase del conjunto de actividades que forman el proyecto. *Diseñar* es dibujar o delinear alguna figura o algún aparato. *Proyectar*, es una actividad que encierra conceptos más complejos.

1. Clases de Proyectos:

Existen dos casos de proyectos en el ejercicio profesional. Uno, el proyecto por evolución y otro por innovación.

El primero es una actividad que predominaba anteriormente, pues no existía la gran demanda tecnológica de la actualidad. Una vez que se establece cierto sistema, éste evoluciona poco a poco y se le introducen mejoras hasta alcanzar el nivel deseado en un momento específico.

El proyecto por innovación requiere una mayor disciplina mental. Es, por lo tanto, una actividad que se encuentra mas dentro de nuestras definiciones anteriores de la ingeniería. El proyecto por innovación tiene su origen en las actividades de los ingenieros, mediante un estudio previo de las necesidades del mercado, pero no basado exclusivamente en ellas. Los ingenieros tienen cierta sensibilidad que les permite prever con mucha anticipación cuales serán las necesidades futuras del hombre y, por lo tanto, proyectan con esta idea en mente.

2. Proyectar:

Es una de las actividades fundamentales de la ingeniería, puesto que es la que más se ajusta al objetivo de la misma.

Es muy importante tener en cuenta que para llevar a cabo un buen proyecto se debe contar con datos suficientes y verídicos. Esto quiere decir que los resultados que se obtienen son tan válidos como la información que se utilizó para obtener tales resultados. Si la calidad de la información es muy baja, los resultados de cualquier proceso serán, consecuentemente, de calidad igualmente baja. Esto sucederá a pesar de la complejidad con que se maneje la información.

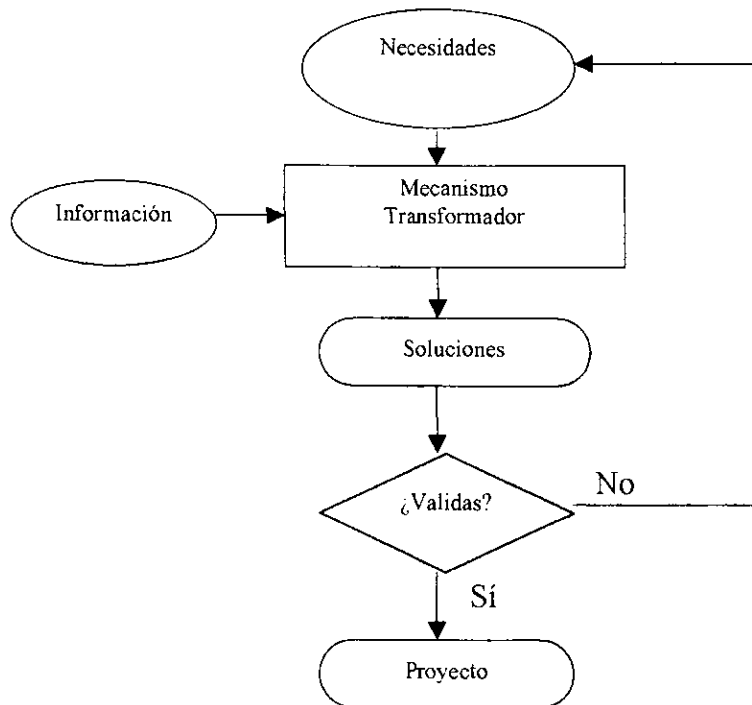


Figura 1: El proceso cíclico permite satisfacer totalmente las necesidades al repetir el procedimiento de transformación las veces que sean necesarias hasta alcanzar la meta deseada.

3. Características de un proyecto:

Las características básicas de un proyecto son: identificación de las necesidades existentes, formulación de las soluciones posibles, análisis de estas soluciones, valuación física y económica de las soluciones, optimización de las soluciones con miras a encontrar una solución específica con base en ciertos criterios, diseño detallado al sistema, valuación en el campo, y proyecto por evolución. Ver figura 2.

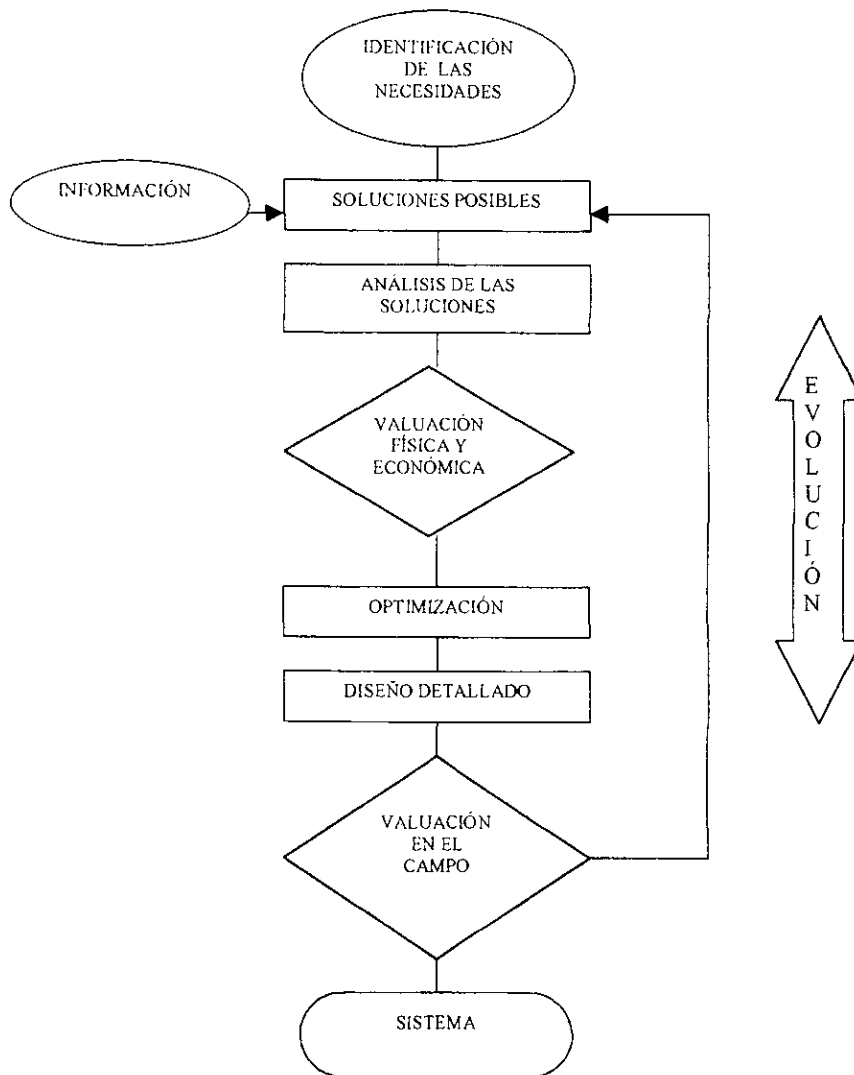


Figura 2
Características de un proyecto.

En las siguientes líneas explicaremos con detalle el diagrama de flujo anterior.

- Identificación de las necesidades existentes: Este es el primer elemento y tal vez el más importante. Un estudio de mercado o una tendencia identificada por un ingeniero es el punto inicial de un proyecto. Es importante cuantificar estas necesidades ya que la ingeniería está sometida a un criterio económico y una falsa identificación puede traer consigo soluciones que no satisfagan las necesidades reales del consumidor y provocan el fracaso económico del proyecto.
- Formulación de las soluciones posibles: No es conveniente formularse solamente una solución ya que así es muy difícil satisfacer todos los criterios. Mediante la formulación de múltiples soluciones, se podrá alcanzar un nivel más elevado y más satisfactorio de un proyecto. Estas soluciones no deben caer dentro de los marcos conocidos únicamente, sino debe darse vuelo a la imaginación y no eliminar ninguna de antemano como poco factible por más absurda que parezca.
- Análisis de Soluciones: Este es el primer proceso eliminatorio de las soluciones. El análisis debe hacerse bajo los criterios establecidos en la identificación de las necesidades existentes. A veces se piensa que una solución satisface las necesidades, cuando en realidad sólo refleja un deseo de satisfacerlas. Un análisis cuidadoso en función de las necesidades, eliminará soluciones no válidas.
- Valuación física y económica de las soluciones: Siempre hay que tener en cuenta que hay limitaciones de tiempo y dinero. Por eso las soluciones deben valorarse desde el punto de vista de su realización física, es decir, si es posible construir un sistema con los materiales existentes y si, además, tiene justificación desde el punto de vista económico. Aquí conviene preguntarse si la inversión que se piensa hacer

en un sistema determinado, rendirá beneficios económicos y cómo se puede financiar esa inversión.

- Optimización de las soluciones: Las técnicas modernas de optimización son numerosas. Conviene, por lo tanto, utilizar estas herramientas de la ingeniería para solucionar los problemas. Con este fin se conceptúa un modelo matemático que represente los parámetros más importantes de cada sistema y ese modelo se optimiza basándose en ciertos criterios como son el tiempo, dinero y material, para estar en la posibilidad de escoger una solución entre las que se presentan en los pasos previos.

- Diseño detallado del sistema: Una vez se obtiene una solución optimizada se puede proceder a elaborar el diseño detallado, que consta del trazado de los planos correspondientes y la enumeración del conjunto de especificaciones necesarias para la realización del sistema. Como se dijo anteriormente, un sistema es un conjunto ordenado de cosas que funcionan en cierta forma para lograr un fin.

Conjuntamente con esta etapa, se hace un estudio económico más detallado de la solución, especificando todo lo necesario para la construcción o la producción del proyecto, analizando cuidadosamente el plan de financiamiento y asignando el tiempo y el dinero necesarios para la buena administración del proyecto.

La representación física de ese sistema o mecanismo es un *prototipo*. El conjunto de planos y especificaciones son una representación simbólica del sistema, el sistema en sí no existe aun, para convertirlo en una realidad hay que construirlo. Cuando se entregan los planos y especificaciones a un taller para su realización, el primer sistema físico que se obtiene es un prototipo.

En algunos casos, el prototipo es la ultima etapa del proyecto.

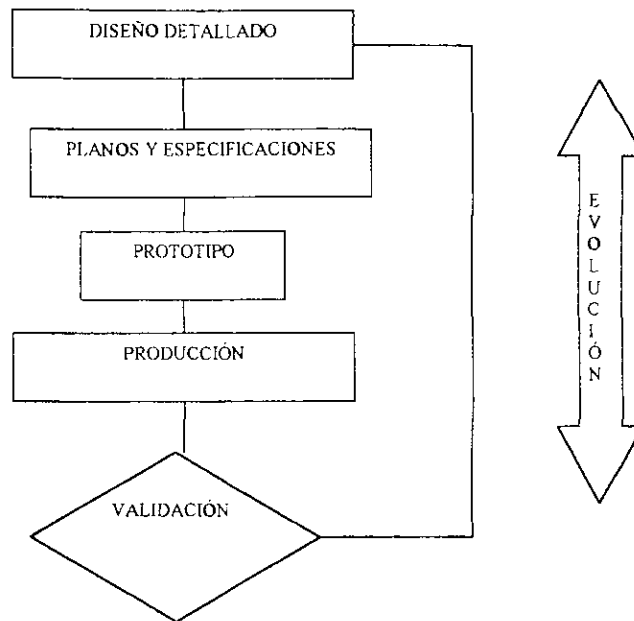


Figura 3: El resultado de un proyecto son los planes y especificaciones. La construcción tiene como resultado un prototipo. Si el prototipo se repite varias veces, se obtiene el proceso de producción.

El diseño detallado debe ser elaborado, tomando en consideración los resultados obtenidos en los distintos análisis efectuados en esta etapa. Esta elaboración detallada puede dividirse en los siguientes pasos:

1. Diseño de subsistemas
2. Diseño de componentes
3. Diseño de partes
4. Preparación de planos y especificaciones
5. Construcción de un prototipo
6. Evaluación del prototipo
7. Preparación de la producción.

Diseño de subsistemas: El resultado final del proyecto debe ser un sistema que satisfaga las necesidades planteadas en un principio. Es evidente que el sistema está integrado por un conjunto de subsistemas que funcionan de una manera armoniosa para lograr la efectividad deseada. Los subsistemas son, por lo tanto, el primer nivel de detalle al que se llega en la etapa del diseño detallado.

Diseño de componentes: El siguiente nivel de detalle es la etapa de componentes, o sea de entidades que en conjunto forman un subsistema. La secuencia de actividades para el diseño de componentes tiene los mismos objetivos y las mismas restricciones que el diseño de subsistemas, por lo que es necesario tener en cuenta tanto el aspecto de compatibilidad como el aspecto de optimización. El diseño de componentes exige un mayor grado de afinación de todos los conceptos y una serie de decisiones que tendrán repercusión sobre el diseño de partes.

Diseño de partes: La parte de un sistema es la entidad más pequeña de éste, con una función estrechamente definida. En las decisiones tomadas a este nivel, igual que en los pasos anteriores, deben tomarse en cuenta las diferentes alternativas que se presentan, así como los análisis específicos para determinar su funcionamiento óptimo. Este paso deja todo listo para la preparación de planos y especificaciones.

Preparación de Planos y Especificaciones: En este paso las decisiones son, desde luego, altamente detalladas. De aquí saldrán los planos y las especificaciones que serán la base para la construcción del prototipo. Es necesario indicar claramente las dimensiones de cada una de las partes juntamente con su tolerancia, así como el tipo de material que se va a usar, los acabados y todos los datos que puedan influir sobre las partes, los

componentes y los subsistemas. Es necesario igualmente señalar la forma en que se va a efectuar el ensamblado de todos los elementos y explicar con toda claridad el mejor procedimiento para esta actividad.

Una vez terminado este paso se inicia la construcción del prototipo.

Construcción del prototipo: El prototipo será el primer sistema que se construya y su finalidad será verificar sobre el sistema en sí, que el funcionamiento es el previsto. De ahí la necesidad de una validación.

Validación del prototipo: La validación se lleva a cabo durante un período determinado de tiempo, verificando así su funcionamiento, comparando los resultados obtenidos contra los resultados previstos.

Preparación para la producción: Este último paso implica asignar el tiempo y el dinero necesario para la instalación del equipo y de la maquinaria de producción. De igual forma se necesitará elaborar un presupuesto de producción y adquirir el material necesario para iniciarla.

- **Valuación en el campo:** Una vez obtenido el sistema físico o prototipo, es necesario efectuar la valuación bajo condiciones reales, con el fin de identificar las ventajas y las fallas de su comportamiento. Es muy difícil que todo resulte bien a la primera vez. Por lo tanto esta valuación es muy necesaria para acumular los datos que servirán como base práctica para la elaboración de futuros proyectos.

- **Proyectos por evolución:** En base a las valuaciones llevadas a cabo en la etapa anterior se podrá mejorar el sistema por evolución, modificando aquellos criterios que se aplicaron y que se comprobó que no eran totalmente válidos. Mediante este procedimiento se logrará acercarse al punto óptimo de satisfacción de las necesidades de la primera etapa.

B. Modelos:

Uno de los auxiliares más comunes e importantes en ingeniería industrial e investigación de operaciones es un *modelo*. Un modelo es simplemente una representación de la realidad. Es decir, un modelo es una abstracción de un sistema físico o de una propiedad de ese sistema, o de un concepto (como una operación matemática). Ejemplos de modelos son: las gráficas, diagramas, fórmulas y planos.

La utilidad de un modelo se deriva de su uso como un medio conveniente para analizar el sistema que se representa. Se puede trabajar con el modelo en vez de hacerlo directamente con el sistema real. A menudo, es costoso o impráctico experimentar con el sistema real, así que el uso de una representación exacta o modelo como medio de prueba permite realizar análisis que de otro modo sería imposible.

Los modelos han sido muy importantes en el trabajo de la ingeniería industrial a través de los años. Por ejemplo, el diagrama de Gantt, es un modelo descriptivo de la operación dinámica de las instalaciones.

Las plantillas y planos que han usado durante muchos años los analistas de distribución de plantas también son ejemplos de modelos que han formado parte vital en las actividades de la ingeniería industrial tradicional.

Los modelos también son importantes en la investigación de operaciones. Por lo general, las fórmulas y las ecuaciones se usan para representar procesos y operaciones de apoyo con el fin de describirlos de manera adecuada para propósitos de análisis.

Estos modelos “matemáticos” se usan para funciones como la de predecir el estado futuro de un proceso de producción, describir cómo cambian los costos de producción a medida que cambia su volumen o representar la forma en que una variable aleatoria toma diferentes valores numéricos.

En investigación de operaciones también se usan con frecuencia modelos distintos de las fórmulas y las ecuaciones. Los mismos tipos de gráficas, modelos a escala y diagramas que se usan en la ingeniería industrial también se utilizan en actividades de investigación de operaciones. De hecho, la formulación y el uso de modelos es tal vez el vínculo predominante entre la ingeniería industrial y la investigación de operaciones. Ambas se apoyan en el uso de modelos.

1. Tipos de modelos:

- Modelos icónicos.
- Modelos analógicos.
- Modelos simbólicos.

Modelos icónicos: Un modelo que usa o que consta de las propiedades y las características reales del sistema que se modela, se denomina modelo icónico. Tiene la misma forma y apariencia que el sistema verdadero pero, por lo general, es una versión a escala del sistema. Ejemplos de modelos icónicos son las plantas piloto para procesos

de fabricación, las plantillas tridimensionales que representan máquinas y trabajadores y los modelos a escala de una red de tubería.

Modelos analógicos: Un modelo que consiste en propiedades reales, pero diferentes de las del sistema que se está modelando se denomina modelo analógico. A diferencia de los modelos icónicos, los analógicos no necesariamente se parecen al sistema representado; sin embargo, ambos tipos de modelos se usan por lo general, para representar sólo sistemas reales, y no conceptos o ideas. Ejemplos de modelos analógicos son las curvas de nivel que se usan para representar gráficamente las elevaciones de una colina, un “histograma” en que se usan barras de diferentes longitudes para representar las frecuencias relativas de varios eventos.

Otro ejemplo de modelo analógico útil para localizar una nueva instalación, como una estación de bomberos, respecto de varios puntos de demanda existentes es la “tabla de localización” que se ilustra en la figura 4.

Nótese que se usan cuerdas para representar (esto es, como un análogo de la distancia desde la nueva estación al punto de demanda), mientras que las pesas sujetas a los extremos de las cuerdas, se usan para modelar la importancia de cada cliente. El sistema que se está modelando consiste en los puntos de demanda, la nueva instalación y las relaciones entre las distancias ponderadas que se recorren entre la nueva instalación y cada punto de demanda.

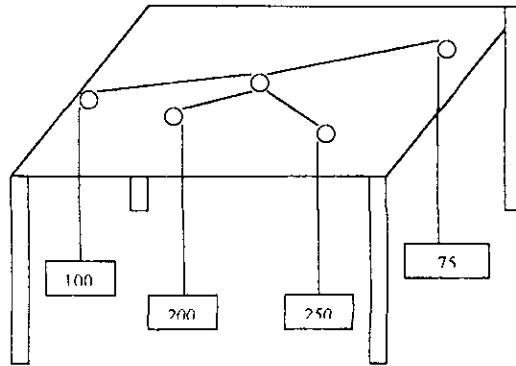


Figura 4
Ejemplo de un modelo analógico: una tabla de localización.

Modelos simbólicos: En estos modelos, se usan letras, números y otros símbolos para representar las propiedades o características del sistema que se modela. Ejemplos de modelos simbólicos son las ecuaciones, las frases escritas, y las tablas y diagramas, como el de “Flujo de Proceso”, “Mano Izquierda-Mano Derecha” que se usan para representar los movimientos de manos que demanda una actividad específica.

Los modelos simbólicos pertenecen al tipo más abstracto, y son los que más se usan en las actividades de ingeniería industrial e investigación de operaciones. De hecho, la investigación de operaciones se considera, con frecuencia, como sinónimo de formulación y uso de una forma especial de modelos simbólicos llamada modelos matemáticos.

2. Uso de modelos

En general los modelos se usan como auxiliares en el análisis de un problema. Sin embargo, un modelo puede servir para otras funciones o propósitos específicos. Por

ejemplo, un modelo puede ser útil en cualquiera de las cinco funciones básicas de un análisis de ingeniería industrial o de investigación de operaciones.

Auxiliar para reflexionar: Es decir, los modelos matemáticos descriptivos, los íconos y los analógicos pueden ayudar al analista a visualizar un sistema para comprender mejor su estructura o su operación. El modelo sirve para simular el proceso de reflexión analítica.

Auxiliar para la comunicación: Específicamente, un modelo indica cómo conceptualiza alguien un sistema o un problema. Por lo tanto, el modelo puede servir para transmitir ideas a quienes colaboran en la organización, como los analistas, o entre los analistas y el responsable de tomar decisiones. Por ejemplo el diagrama de mano izquierda-mano derecha puede modelar lo que piensa un analista acerca de cómo debe realizarse una tarea. Por lo tanto, el diagrama puede servir como auxiliar del analista para comunicar su idea de un “buen” método de trabajo a otros colaboradores de la organización para que lo estudien.

Capacitación y Aprendizaje: En este caso, el modelo puede servir como un instrumento de comunicación, o de capacitación. Puede enseñarle a un trabajador cómo realizar el trabajo.

Instrumentos de predicción: Es decir, ciertos tipos de modelos se pueden usar para pronosticar o predecir la condición futura de un proceso o sistema. Los modelos matemáticos descriptivos y los de simulación son especialmente útiles para propósitos predictivos.

Toma de decisiones: Los problemas de decisión sobre aspectos controlables de un sistema influyen en el diseño u operación del sistema al cambiar o controlar el valor de algunas variables de decisión. Por lo tanto, los modelos de problemas de decisión

pueden servir directamente en el proceso de control como auxiliares en la solución de problemas de decisión.

C. Ingeniería de Métodos

1. Alcance de la ingeniería de Métodos y del Estudio de tiempo:

El campo de estas actividades comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo. El mejor método debe entonces compaginarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles, a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina. Una vez que se ha establecido cabalmente un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la repartición del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

2. Ingeniería de Métodos:

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuado durante las etapas de planeación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto.

La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. En primer lugar porque debido a la ingeniería de métodos, el mejoramiento de la productividad es un procedimiento sin fin. La investigación y el desarrollo que conducen a una nueva tecnología es esencial para la ingeniería de métodos. Mientras se enfatice la investigación y el desarrollo, la ingeniería de métodos, a través de la innovación tecnológica, será instrumento de gran potencial para producir bienes y servicios de alto nivel.

Para desarrollar un centro de trabajo, el ingeniero de métodos debe seguir un procedimiento sistemático, el cual comprenderá las siguientes operaciones.

Ver figura 5 a continuación.

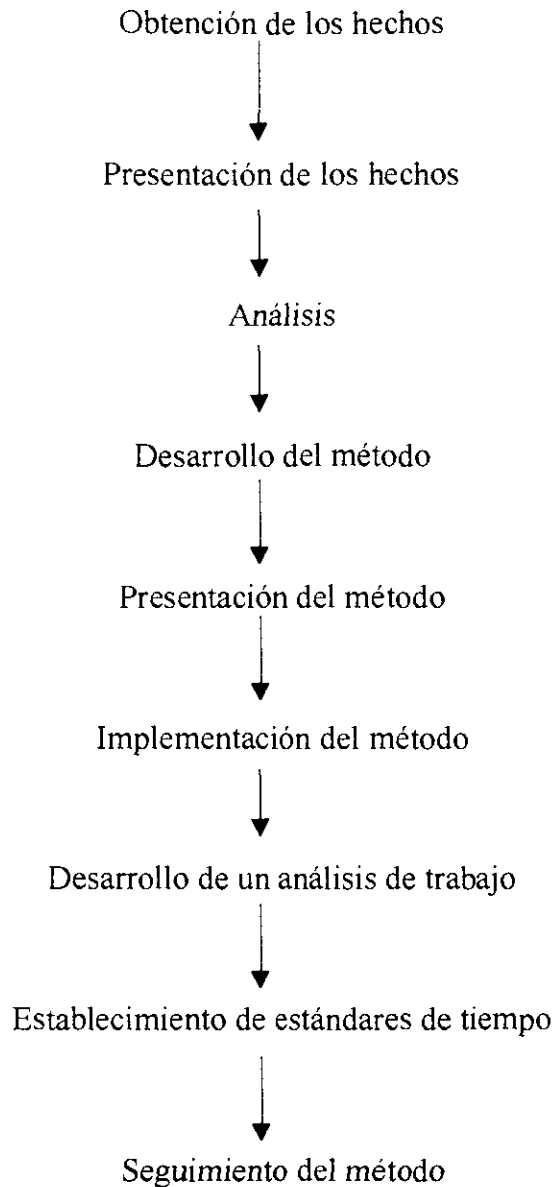


Figura 5
Procedimiento sistemático para desarrollar un centro de trabajo.

1. Obtención de los hechos: Reunir todos los hechos importantes relacionados con el producto o servicio. Esto incluye dibujos y especificaciones, requerimientos cuantitativos, requerimientos de distribución y proyecciones acerca de la vida prevista del producto o servicio.

2. Presentación de los hechos: Cuando toda la información importante ha sido recabada, se registra en forma ordenada para su estudio y análisis. Un diagrama del desarrollo del proceso en este punto es muy útil.
3. Análisis: Utilícense los planteamientos primarios en el análisis de operaciones y los principios del estudio de movimientos para decidir sobre cuál alternativa produce el mejor servicio o producto. Tales enfoques incluyen: propósito de la operación, diseño de partes, tolerancias y especificaciones, materiales, procesos de fabricación, montajes y herramientas, condiciones de trabajo, manejo de materiales, distribución en la fábrica y los principios de economía de movimientos.
4. Desarrollo del método: Selecciónese el mejor procedimiento para cada operación, inspección y transporte considerando las variadas restricciones asociadas a cada alternativa.
5. Presentación del método: Explíquese el método propuesto en detalle a los responsables de su operación y mantenimiento.
6. Implementación del método: Considérense todos los detalles del centro de trabajo para asegurar que el método propuesto dará los resultados anticipados.
7. Desarrollo de un análisis de trabajo. Efectúese un análisis de trabajo del método implantado para asegurar que el operador u operadores están adecuadamente capacitados, seleccionados y estimulados.
8. Establecimiento de estándares de tiempo: establézcase un estándar justo y equitativo para el método implantado.
9. Seguimiento del método: A intervalos regulares hágase una revisión o examen del método implantado para determinar si la productividad anticipada se está cumpliendo, si los costos fueron proyectados correctamente y se pueden hacer mejoras posteriores.

Cuando se realizan estudios de métodos para perfeccionar un método de operación existente, la experiencia ha demostrado que a fin de lograr los máximos rendimientos, hay que seguir un procedimiento sistemático similar propuesto para el diseño del centro de trabajo inicial. Este incluye las siguientes operaciones:



Hacer una exploración preliminar.



Determinar el grado o intensidad justificable del análisis.



Elaborar diagramas de procesos.



Investigar los enfoques necesarios para el análisis de operaciones.



Realizar un estudio de movimientos cuando se justifique.



Comparar el método en uso con el nuevo método.



Presentar el método nuevo



Verificar la implantación de éste.



Corregir los tiempos.



Seguir la operación del nuevo método.

En realidad, la ingeniería de métodos abarca todos estos pasos.

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que éste sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

3. Estudio de tiempos

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: El estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuándo es mejor utilizar cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosa y correctamente.

Para cerciorarse de que el método que se prescribe es el mejor, el ingeniero especialista en estudio de tiempos con frecuencia asume el papel de un ingeniero de métodos.

4. Medios gráficos para el analista de métodos:

Cuando el análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo para mejorar uno ya en operación o para describir algún proceso, es útil presentar en forma clara y lógica la información factual (de los hechos) relacionada con el proceso.

Es importante reunir todos los hechos necesarios relacionados con la operación o el proceso. Información pertinente – como cantidad de piezas a producir, programas de entrega, tiempos de operación, instalaciones diversas, capacidad de máquinas, materiales y herramientas especiales – pueden tener una influencia importante en la resolución del problema. Cada ingeniero de métodos debe tener a su disposición todas las herramientas o medios que le ayuden a efectuar un mejor trabajo en el menor tiempo posible. Uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero de métodos es el diagrama de proceso. Un diagrama de proceso es una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo.

Diagrama de Flujo de Proceso: 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 para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos períodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. Un símbolo como la letra D mayúscula indica

demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado. Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo, cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo un cuadrado de 10 mm por lado con un círculo inscrito de este diámetro. Generalmente se usan dos tipos de diagrama de flujo: de producto y operativo. Mientras el diagrama de producto muestra todos los detalles de los hechos que tienen lugar para un producto o un material, el diagrama de flujo operativo muestra los detalles de cómo una persona ejecuta una secuencia de operaciones.

Elaboración del diagrama de flujo de proceso: Debe ser identificado correctamente con un título. Es usual encabezar la información identificadora con el de “Diagrama de flujo de proceso”. La información mencionada comprende, por lo general, número de la pieza, número del plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

Algunas veces hacen falta datos adicionales para identificar por completo el trabajo que se diagrama. Estos pueden ser los nombres de la planta, edificio o departamentos, número de diagrama, cantidad de producción e información sobre costos.

Utilización del diagrama de flujo de proceso: Este diagrama, no es un fin en sí, sino sólo un medio para lograr una meta. Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente. Como el reograma muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, es conveniente para reducir la cantidad y la duración de estos elementos.

Una vez que el analista ha elaborado el diagrama de flujo de proceso, debe empezar a formular las preguntas o cuestiones basadas en las consideraciones de mayor importancia para el análisis de operaciones. En el caso de este diagrama se debe dar especial consideración a:

1) Manejo de materiales	3) Tiempo de retrasos
2) Distribución de equipo en la planta almacenamientos	4) Tiempos de

Al analista le interesa principalmente mejorar lo siguiente: primero, el tiempo de cada operación, inspección, movimiento, retraso y almacenamiento; y segundo, la distancia de recorrido cada vez que se transporta el componente.

Para eliminar o reducir al mínimo los tiempos de retraso y almacenamiento a fin de mejorar las entregas a los clientes, así como para reducir costos, el analista debe considerar estas preguntas de comprobación al estudiar el trabajo:

1. ¿Con qué frecuencia no se entrega la cantidad completa de material a la operación?
2. ¿Qué se puede hacer para programar la llegada de materiales con objeto de que lleguen en cantidades más regulares?
3. ¿Cuál es el tamaño más eficiente de lote o cantidad de piezas en fabricación?
4. ¿Cómo pueden reorganizarse los programas para que se tengan ciclos o períodos de producción más largos?
5. ¿Cuál es la mejor sucesión o secuencia de programación de los pedidos teniendo en cuenta el tipo de operación, las herramientas requeridas, colores, etc.?

6. ¿Cómo se pueden agrupar operaciones de grupo semejantes de manera que puedan efectuarse al mismo tiempo?
7. ¿Cuánto pueden reducirse con una programación mejorada los tiempos muertos y el tiempo extra de trabajo?
8. ¿A qué se deben las operaciones de mantenimientos de emergencia y los pedidos urgentes?
9. ¿Cuánto tiempo de almacenamiento y retraso se puede ahorrar estableciendo horarios más regulares al trabajar ciertos productos en determinados días?
10. ¿Qué programas alternos pueden idearse para utilizar los materiales con mayor eficiencia?
11. ¿Valdría la pena acumular operaciones de recoger, entregar o enviar?
12. ¿Cuál es el departamento apropiado para hacer el trabajo de modo que pueda efectuarse donde hay la misma clase de trabajos y se pueda economizar así un traslado, un retraso o un almacenamiento?
13. ¿Cuánto se ahorraría haciendo el trabajo en otro turno? ¿O en otra planta?
14. ¿Cuál es el momento o lapso más conveniente y económico para realizar pruebas y experimentos?
15. ¿Qué información falta en los pedidos hechos a la fábrica que pudiera ocasionar un retraso o almacenamiento?
16. ¿Cuánto tiempo se pierde en cambiar turnos a horas diferentes en departamentos relacionados?
17. ¿Cuáles son las interrupciones frecuentes del trabajo y cómo deberían eliminarse?
18. ¿Cuánto tiempo pierde un obrero esperando o no recibiendo las instrucciones, copias de dibujos o especificaciones apropiadas?

19. ¿Cuántas veces ocasionan suspensiones del trabajo los pasillos congestionados?
20. ¿Que mejoras se pueden hacer en la localización de puertas y pasillos, y haciendo pasillos que reduzcan los retrasos?

Las preguntas específicas de comprobación que debe formular el analista para acortar las distancias recorridas y reducir el tiempo de manejo de material, son las siguientes:

1. ¿Se está practicando la tecnología de grupos de productos para reducir el número de preparaciones y permitir mayores corridas o ciclos de producción? ¿La tecnología de grupos de productos es la clasificación de productos diferentes en configuraciones geométricas y tamaños similares a fin de aprovechar la economía en manufactura proporcionada por producción en grandes cantidades?
2. ¿Puede una instalación reubicarse económicamente para reducir las distancias recorridas?
3. ¿Qué puede hacerse para reducir el manejo de materiales?
4. ¿Cuál es el equipo adecuado para manipulación de materiales?
5. ¿Cuánto tiempo se pierde en llevar y traer materiales de la estación de trabajo?
6. ¿Se debería considerar el agrupamiento de productos en vez del agrupamientos de procesos?
7. ¿Qué puede hacerse para aumentar el tamaño de la unidad de material manipulado a fin de reducir el manejo, el desperdicio y los tiempos muertos?
8. ¿Cómo se podría mejorar el servicio de ascensores o elevadores?
9. ¿Qué podría hacerse acerca de los pasadizos y pasajes para vehículos a fin de acelerar el transporte?

10. ¿Cuál es la posición más apropiada en que debe colocarse el material para reducir la cantidad de manipulación requerida por un operario?

11. ¿Cómo podría utilizarse la entrega o traslado por gravedad?

Diagrama de recorrido de actividades: Aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar dónde 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 la 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 representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios, en la que indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de flujo de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de

posible congestionamiento de tránsito, y facilita así poder lograr una mejor distribución en la planta.

Diagrama de proceso para la mano izquierda y derecha: Presenta todos los movimientos y pausas realizadas por la mano derecha y la izquierda, y las relaciones entre las divisiones básicas relativas de la ejecución del trabajo realizada por las manos.

El objeto del diagrama de proceso para la mano derecha y la izquierda es poner de manifiesto una operación dada con los detalles suficientes, de modo que se pueda mejorar mediante un análisis. Generalmente no resulta práctico llevar a cabo un estudio detallado del diagrama de proceso para la mano izquierda y derecha, a menos que se trate de una operación manual altamente repetitiva. Por medio del análisis de movimientos del diagrama citado, se descubrirán patrones de movimientos ineficientes y se notarán fácilmente las violaciones a las leyes de la economía de movimientos. Este medio gráfico facilitará el cambio de un método a fin de lograr una operación equilibrada de ambas manos, y que se reduzcan o eliminen los movimientos inefectivos.

El resultado será un ciclo de trabajo más regular y rítmico que ayudará a minimizar las demoras y la fatiga del operario.

Elaboración del diagrama de proceso para la mano izquierda y la derecha: En la elaboración de dicho diagrama se utilizan ocho divisiones básicas de la ejecución de una operación. Dichos movimientos elementales, con sus símbolos son como sigue en la siguiente página:

Alcanzar.....AL	Usar.....U
Tomar.....T	Soltar.....SL
Mover.....M	Retraso o Demora.....D
Colocar en posición.....P	Sostener.....SO

La gráfica debe titular “Diagrama de proceso para la mano izquierda y la derecha” y a esto debe seguir toda la información identificativa necesaria, como número de pieza y de dibujo, descripción del proceso y operación, si trata del método propuesto o del actual, la fecha y el nombre de la persona que elabora el diagrama. Inmediatamente después de esta información debe trazarse un croquis de la estación de trabajo, que ayudará considerablemente a exponer el método en estudio.

Utilización del diagrama de proceso para la mano izquierda y la derecha: Una vez elaborado este diagrama para un método existente, el analista debe ver qué mejoras se pueden introducir. Los intervalos correspondientes a “demora” y “sostener” son sitios adecuados para comenzar.

La mejor manera de realizar un trabajo se halla mediante el análisis sistemático de todos los elementos detallados que los constituyen. Dicho diagrama expone claramente el trabajo efectuado por cada una de sus manos al ejecutar una operación e indica el tiempo relativo y las relaciones entre todos los movimientos realizados por las manos.

Este diagrama es un medio eficaz para:

1. Equilibrar los movimientos de ambas manos y reducir la fatiga.
2. Eliminar y/o reducir los movimientos no productivos.
3. Acortar la duración de los movimientos productivos.

4. Adiestrar a nuevos operarios en el método ideal.
5. Lograr que se acepte el método propuesto.

5. Estudio de movimientos:

El estudio visual de movimientos y el de micromovimientos se utiliza para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente. Estas dos técnicas se emplean junto con los principios del análisis de la operación cuando se tiene un volumen que justifique la mayor cantidad de estudio y análisis.

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto 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.

El estudio de movimientos, en su acepción más amplia, entraña dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de los movimientos y el estudio de micromovimientos que estudia detalladamente los movimientos empleando técnicas de videograbación o de cinematografía.

El estudio visual de movimientos se aplica con mucho mayor amplitud, porque la actividad que se estudia no necesita ser de tanta importancia para justificar económicamente su empleo. Este tipo de estudio comprende la observación detallada de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso para la mano izquierda y derecha, con el consiguiente análisis del diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos.

Debido a su mayor costo, el método de micromovimientos (incluye cámaras y aparatos electrónicos) resulta generalmente práctico sólo en el caso de trabajos de mucha actividad, cuya duración y repetición son grandes. Las dos clases de estudios

pueden compararse a la observación de un objeto con una lupa o mediante un microscopio. La mayor cantidad de detalles que proporciona el “microscopio” sólo tiene aplicación en trabajos de alta producción.

El analista de movimientos experto se planteará las siguientes preguntas, tratando de reducir o eliminar el tiempo de búsqueda:

1. ¿Están perfectamente identificados todos los artículos
2. ¿Es posible emplear recipientes transparentes?
3. ¿Una mejor distribución en la estación de trabajo podría eliminar las búsquedas?
4. ¿Se emplea el alumbrado correcto?
5. ¿Puede disponerse previamente la colocación de las herramientas y las piezas?

6. Análisis de la operación:

El análisis de la operación es un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento. El análisis de la operación es en realidad una técnica para alcanzar la meta de la ingeniería de métodos.

El procedimiento esencial del análisis de la operación es tan efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de lo existente. Por medio de la formulación de preguntas acerca de todos los aspectos operacionales en cierta estación de trabajo, en otras estaciones dependientes de ésta y del diseño del producto, se podrá proyectar un centro de trabajo más eficiente.

El paso siguiente a la presentación de los hechos en forma de un diagrama de flujo del de proceso es la investigación de los enfoques del análisis de la operación. Este es

el momento en que se efectúa realmente el análisis y se concretan los aspectos o componentes del método que se va a proponer.

Quien desee tener éxito en este tipo de trabajo nunca debe aceptar nada como correcto sólo porque así es ahora o así se ha hecho durante años. En vez de esto, debe preguntar, explorar, investigar, y finalmente, después de haber considerado todos los aspectos, tomar su decisión para el momento. Siempre tiene que estar consciente de que este método puede ser satisfactorio hoy, pero no lo será mañana, pues siempre habrá un método mejor.

Para reducir la resistencia a los cambios que el analista de métodos sabe que es una característica muy generalizada, procurará establecer un ambiente de participación, comprensión y amistad.

Método del análisis de la operación: Una de las técnicas más comunes empleadas en el análisis de métodos, es preparar una hoja de verificación para registrar y dirigir preguntas acerca de la actividad que figure en el reograma de proceso.

Es conveniente registrar de inmediato estas ideas a medida que se van desarrollando, para que no se olviden.

Dicha lista sirve también como esquema o plan general al que puede recurrir el director de discusiones relativas a la instrucción de métodos.

Diez enfoques primarios del análisis de la operación:

1. Finalidad de la operación	6. Preparación y herramientas
2. Diseño de la pieza	7. Condiciones de trabajo
3. Tolerancias y especificaciones	8. Manejo de materiales
4. Materiales	9. Distribución del equipo en la planta
5. Proceso de Manufactura	10. Principios de la economía de movimientos

Finalidad de la operación: Una regla cardinal que el analista debe observar es tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla. Visualizar si una cantidad excesiva de trabajo innecesario se efectúa en la actualidad. Tener en cuenta si es necesario adiestrar nuevos operarios para el nuevo método, o bien desaparecer el procedimiento de adiestramiento. El problema de la renuencia a los cambios se minimiza cuando se descarta un trabajo o actividad que se creyó innecesaria. La mejor manera para simplificar una operación, consiste en idear alguna forma de conseguir iguales o mejores resultados sin ningún costo en absoluto.

En muchas ocasiones puede originarse una operación innecesaria debido a la ejecución inapropiada de una operación previa. Habrá que realizar una segunda operación para retocar o hacer aceptable el trabajo resultante de la primera.

Algunas veces se originan también operaciones innecesarias cuando se introduce una operación para facilitar otra que la sigue.

Por otra parte, es posible dar lugar también a una operación innecesaria por haberse pensado que daría mayor atractivo de venta al producto.

Para eliminar, combinar o acortar cada operación, el analista debe formular y contestar la siguiente pregunta: ¿La herramienta o equipo de un proveedor externo permitiría ejecutar la operación más económicamente?

Diseño de la pieza: Para mejorar un diseño el analista debe tener presente las siguientes indicaciones para diseños de costo menor:

1. Reducir el número de partes, simplificando su diseño.
2. Reducir el número de operaciones y la magnitud de los recorridos en la fabricación uniendo mejor las partes y haciendo más fáciles el acabado a máquina y el ensamble.
3. Utilizar un mejor material.
4. Confiar en la exactitud de las operaciones “clave” en vez de en series de límites sostenidos estrechamente.

Tolerancias y Especificaciones: Los diseñadores tienen una tendencia natural a establecer especificaciones más rigurosas de lo necesario cuando desarrollan un producto. Esto se realiza al menos por una de dos razones: 1) una falta de apreciación de los elementos de costo y 2) la creencia de que es necesario especificar tolerancias y especificaciones más estrechas de lo realmente necesario para hacer que los departamentos de fabricación se apeguen a intervalos de tolerancias requeridos.

El cierre de tolerancia con frecuencia facilita una operación de ensamblado o algún otro paso subsecuente.

Material: Hallar materiales menos costosos, encontrar materiales más fáciles de procesar, emplear materiales en forma más económica, utilizar materiales de desecho, usar más económicamente los suministros y las herramientas y estandarizar los materiales.

Proceso de manufactura: Desde el punto de vista del mejoramiento de los procesos de manufactura hay que efectuar una investigación de cuatro aspectos: Al cambio de una operación, considerar los posibles efectos sobre otras operaciones; mecanización de las operaciones manuales; utilización de mejores máquinas y herramientas en las operaciones mecánicas; operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas.

Preparación y herramental: Para desarrollar mejores métodos, el analista debe investigar la preparación y el herramental según las tres formas siguientes: 1) reducir el tiempo de preparación mediante una mejor planeación y control de producción; 2) diseñar el herramental para utilizar la máquina a su plena capacidad; 3) introducir herramientas más eficientes.

Condiciones de trabajo: Mejoramiento del alumbrado; Control de la temperatura; Ventilación adecuada; Control de 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.

Manejo de Materiales: El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Primero, 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. Segundo, como cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto particular, el eficaz manejo de los materiales asegura que ningún proceso de producción o usuario será afectado por la llegada oportuna del material sin demasiada anticipación o muy tardía. Tercero, el manejo de materiales debe asegurar que el personal entregue el material al lugar correcto. Cuarto, el manejo de materiales debe asegurar que éstos materiales sean entregados en cada lugar en la cantidad correcta. Finalmente el manejo de materiales debe considerar el espacio para almacenamiento, tanto temporal como potencial.

Distribución del equipo en la planta: Con toda probabilidad pueden encontrarse posibilidades de mejorar una distribución de equipo en planta si se buscan sistemáticamente. Deberán disponerse las estaciones de trabajo y las máquinas de manera que permitan el procesado más eficiente de un producto con el mínimo de manipulación. No se haga cambio alguno en una distribución hasta hacer un estudio detallado de todo los factores que intervienen.

Cuando se hacen nuevas disposiciones o se cambian las ya existentes, el analista debe hacer recomendaciones que no sólo deben ser efectivas sino también reducir las dificultades para hacer cambios futuros.

Principios de la economía de movimientos: Cuando se estudian las labores efectuadas en una estación de trabajo, el analista debe preguntar: ¿Trabajan ambas manos al mismo tiempo y en direcciones simétricas u opuestas? ¿Cada mano efectúa los movimientos

posibles? ¿Está organizado el sitio de trabajo de manera que se eviten las distancias a alcanzar excesivas? ¿Se usan las dos manos efectivamente y no como medios de sostener?. Si la respuesta a cualquiera de las preguntas anteriores fuera no, habrá entonces oportunidades de mejoramiento en la estación de trabajo.

D. Proceso

Proceso es la actividad o fenómeno que modifica unos insumos para obtener un producto diferente, por medio de un procedimiento establecido.

El concepto de proceso es esencialmente dinámico, ya que se refiere a una transformación. Su vinculación con el concepto de sistema es directa, ya que el proceso se realiza por medio de un sistema.

En efecto, la modificación del insumo en producto, de acuerdo a la definición, se realiza por un procedimiento establecido y esto implica la interacción de diferentes elementos íntimamente relacionados con el objetivo común de transformar los insumos en productos.

Al igual que los sistemas, los procesos pueden dividirse en subprocesos, o integrarse a procesos más generales. Para cada caso individual, convendrá explicitar en mayor o en menor grado los detalles de cómo se realizan las transformaciones.

A un proceso elemental, es decir, a uno que no interesa explicitar en mayores detalles, se lo asocia con el concepto de caja negra. Una caja negra es un elemento de un sistema, en el sentido que no se detalla su configuración interna, y que se asume que realiza un proceso elemental o unitario.

En términos gráficos, las cajas se representan como lo ilustra la figura 6.

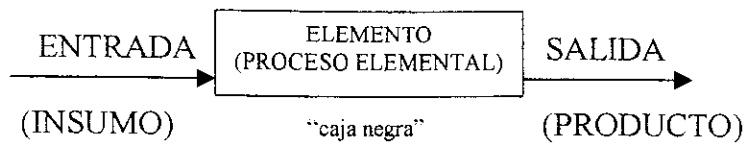


figura 6
Ejemplificación de un proceso elemental.

A cada caja corresponde una o más entradas y salidas. El proceso elemental transforma las entradas (insumos) en salidas (productos). Las cajas se denominan sea por el elemento del sistema o por el nombre del proceso elemental, de acuerdo al contexto. El conjunto de cajas negras con sus interrelaciones describen tanto el proceso total como el sistema que lo soporta.

Así, las cajas pueden relacionarse entre sí en serie o en paralelo formando una red, que se representa a continuación en la figura 7.

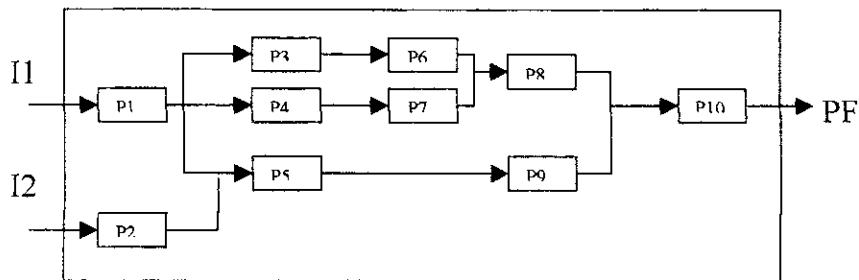


Figura 7
Ejemplificación de una red.

En la figura 7, P5 y P9 están conectadas en serie, mientras que la serie P3 P6 está conectada en paralelo con la P4, P7.

Las flechas indican relaciones de flujo. Estas relaciones pueden ser insumos, como I1 e I2, o productos, como PF.

La figura 7, puede considerarse como una gran caja a través de la cual se percibe la transformación de los insumos I1 e I2 en el producto PF, o sea, el proceso de producción de PF, a partir de los insumos I1 e I2.

Los flujos representados por flechas pueden ser materiales o inmateriales. Los flujos materiales se asocian con la producción física y los inmateriales se asocian con la explicitación de alguna relación intangible entre las cajas que conectan.

Entre los sistemas conectados por flujos inmateriales, destacan las organizaciones que, como las empresas, se pueden representar como organigramas en los cuales las cajas son las unidades de la organización y las líneas, las relaciones de dependencia.

Si bien un organigrama describe más a un sistema que a un proceso, él sirve para expresar también el proceso de información y toma de decisiones. Dentro de una misma red. Análogamente, pueden describirse relaciones (flujos) que signifiquen el trasiego de materiales, y relaciones que representen el flujo de información y decisiones (órdenes) que acompañan el proceso que se está realizando. Un caso especial que mezcla estos tipos de relaciones es el proceso elemental de control. Control es el proceso mediante el cual se trata de mantener dentro de un cierto rango las características del producto de un proceso determinado, actuando sobre las entradas de dicho proceso.

E. Teoría General de Sistemas

La Teoría General de Sistemas enfoca el comportamiento de los elementos de la realidad frente a otros elementos, poniendo de relieve que cada uno de ellos existe dentro de un contexto con el cual tiene múltiples interrelaciones de distinto nivel de relevancia. El grado de relevancia de las interrelaciones esta dado por la contribución que ellas aportan para que los fenómenos que experimenta el elemento, o las acciones

que desarrolla, se integren con los fenómenos o acciones que se realizan en otros elementos, para producir en conjunto un resultado característico que justifica la participación de cada elemento en el conjunto. Cada conjunto de elementos ligados por estas interrelaciones que conducen a un resultado o producto característico es lo que se define como sistema.

Esta forma de ver la naturaleza tiene por objeto dar un marco conceptual para analizarla, que nos advierte que el estudiar cualquier parte de ella, no podemos olvidar que esa parte tiene relaciones vitales con un medio ambiente, formado por los sistemas más próximos a ella y relaciones gradualmente más lejanos, hasta que esas relaciones se hacen imperceptibles o irrelevantes para el objeto de estudio.

Por otra parte, este marco conceptual nos advierte que para estudiar cada parte de la naturaleza que nos interese, es conveniente enmarcarla en un sistema definido por sus tres componentes: objetivo – elementos – interrelaciones, así como el ambiente con el cual tiene sus interacciones vitales y significativas, todo lo cual es necesario identificar para comprender, en todas sus implicaciones, la parte de la naturaleza que queremos estudiar.

Así la Teoría General de Sistemas nos permite analizar:

- a) “Cómo” se relacionan determinados elementos y “para qué” se relacionan.
(Investigación a partir de los elementos para descubrir el objetivo, el sistema y el ambiente).

- b) “Cuáles” elementos son necesarios y “cómo” se interrelacionan para producir determinado resultados. (Investigación a partir de un objetivo que se conoce, para descubrir el sistema que los produce).

- c) “Para qué” existen determinadas interrelaciones entre ciertos elementos y “cuáles” son todos los elementos involucrados. (Investigación a partir de ciertos elementos e interrelaciones para descubrir el sistema y su objetivo).

Aunque la amplitud de la teoría general de sistemas ha tenido múltiples efectos en el estudio de la realidad, en esta breve introducción queremos enfatizar dos: i) necesidad de estudiar los problemas importantes a través de grupos multidisciplinarios y ii) el nacimiento de nuevas teorías y enfoques en disciplinas diversas.

La teoría que se ha expuesto ha traído una innovación importante en la forma de abordar los problemas que enfrenta el hombre de hoy. En efecto, al considerarse insuficientes los análisis de los problemas importantes a la luz de una sola disciplina o especialidad, lo que tiene a dar una visión parcial tanto de sus causas como de sus efectos, ha surgido la conciencia de que esos problemas deben analizarse a través de grupos multidisciplinarios.

En el estudio de los problemas a través de grupos multidisciplinarios se busca conocer los antecedentes, interacciones y efectos en los distintos campos del ambiente donde se da el problema, para evaluarlos, jerarquizarlos y para buscar soluciones que optimicen los beneficios desde un punto de vista global.

F. Ingeniería Económica

La ingeniería económica incluye el análisis del valor económico de una actividad o inversión, y el uso de esta información para tomar decisiones respecto de estas actividades. Por lo general, el análisis se centra en los costos y los beneficios financieros de una actividad como los de un proyecto propuesto a una empresa. El análisis tiene el propósito de reducir estos costos y beneficios a una o más medidas que reflejen el valor general de una actividad. Esto facilita la toma de decisiones sobre si el proyecto merece una inversión o si se elige una actividad que rivalice con éste.

1. Costos

La clave para un análisis útil de los costos de proyectos es la relevancia. Aunque puede parecer obvio que sólo se necesitan considerar los costos relevantes, la idea de descartar todos los datos que no tendrán importancia en la solución, con frecuencia se pasa por alto. Un principio de la ingeniería económica es que sólo se deben incluir en el análisis aquellas partidas de costos que influirán en la solución. Esta idea se amplía al criterio de que sólo se deben considerar las diferencias entre las alternativas. Casi siempre, estas diferencias se reducen a los costos y hacen que los costos del proyecto adquieran la mayor importancia en el análisis económico.

Antes de incluir los costos en el análisis, se deben tener disponibles en la forma en que se utilizarán. Estos datos provienen, en parte, de la información contable. La función contable cuantifica los costos reales en categorías, de modo que los proyectos se pueden analizar y comparar fácilmente. Por ejemplo, la cantidad de trabajo necesaria en un proyecto se obtiene mediante los costos de mano de obra. Los otros costos, como los

de material, equipo y servicios, se tabulan y asignan a los proyectos o a centros de costos, Los datos contables constituyen una útil fuente de información para los estudios de ingeniería económica. Por esta razón, es importante tener cierto conocimiento de los principios y la terminología de contabilidad, a fin de comprender mejor estos estudios.

2. Valor del dinero en el tiempo

El momento específico en que se incurre en varios costos puede influir en la evaluación económica de un proyecto.

Esta idea de que el dinero tiene un valor diferente a su valor nominal es fundamental para la ingeniería económica y es la base del concepto general de utilidad. Se puede pensar en la utilidad como un valor subjetivo, dependiendo de las actitudes y objetivos específicos. Un yate puede tener poca utilidad en Guatemala, ciudad, aunque se podría fabricar allí. Al valor se agrega el transporte, aumentando la utilidad y el costo del yate por el hecho de llevarlo a su lugar de uso. El yate tiene poca utilidad para quien no esté interesado en la navegación. Para este individuo, el valor en dinero del yate en el mercado tiene más valor que el yate mismo. En un negocio, el dinero hoy tiene más valor que la misma suma mañana, debido a las utilidades que se pueden obtener mediante su inversión. La diferencia en el valor del dinero con el paso del tiempo se puede describir como una tasa de interés, que es una manera de expresar su valor en el tiempo.

G. Investigación de operaciones:

La investigación de operaciones aspira a determinar el mejor curso de acción (óptimo) de un problema de decisión con la restricción de recursos limitados. El término investigación de operaciones muy a menudo está asociado casi en exclusiva con la aplicación de técnicas matemáticas, para representar por medio de un modelo y analizar problemas de decisión. Aunque las matemáticas y los modelos matemáticos representan una piedra angular de investigación de operaciones, la labor consiste más en resolver un problema que en construir y resolver modelos matemáticos.

Específicamente, los problemas de decisión suelen incluir importantes factores intangibles que no se pueden traducir directamente en términos del modelo matemático.

El principal entre estos factores, es la presencia del elemento humano en casi todos y cada uno de los entornos de decisiones.

En realidad, se han reportado situaciones de decisión donde el efecto de la conducta humana ha ejercido tanta influencia en el problema de decisión, que la solución obtenida a partir del modelo matemático no se considera práctica.

Modelo de Decisión: Un modelo de decisión, es sólo un medio para “resumir” un problema de decisión en una forma que permita la identificación y evaluación sistemática, de todas las opciones de decisión del problema. Así se llega a una decisión escogiendo la opción que se considera como la “mejor” entre todas las disponibles.

En el proceso de toma de decisiones en investigación de operaciones consiste en la construcción de un modelo de decisión y, después, en encontrar su solución con el fin de determinar la decisión óptima. El modelo se define como una función objetiva y restricciones que se expresan en términos de las variables (opciones) de decisión del problema.

Aunque una situación real puede implicar un número sustancial de variables y restricciones, generalmente sólo una pequeña fracción de estas variables y restricciones domina verdaderamente el comportamiento del sistema real. Por lo tanto, la simplificación del sistema con el fin de construir un modelo debe concentrarse, fundamentalmente, en la identificación de las variables y restricciones dominantes y también en otros datos que se juzguen pertinentes para la toma de decisión.

Cálculos en investigación de operaciones: Existen dos tipos de cálculos diferentes: aquellos donde interviene la simulación, los cálculos son comúnmente voluminosos y, lo que es más importante, consumen mucho tiempo. No obstante, en la simulación uno siempre tiene la seguridad de que los resultados buscados se obtendrán en definitiva.

Por otra parte, los cálculos en los modelos matemáticos en la investigación de operaciones son por lo común de naturaleza iterativa. Con esto nos referimos a que la solución óptima de un modelo matemático no suele estar disponible en forma cerrada.

En cambio, se llega a la respuesta final en pasos o iteraciones, donde cada nueva iteración acerca la solución al nivel óptimo. A este respecto, decimos que la solución converge en forma iterativa al nivel óptimo.

III. PROCESO DE DISEÑO DE LA MÁQUINA QUE AJUSTA ESPIRALES EN PUERTAS DE GARAJE

En este capítulo se describirá detalladamente el proceso que se llevó a cabo en el diseño de la máquina que ajusta espirales en puertas de garaje, como factibilidad, proyecto preliminar y el diseño final, es evidente que una etapa no puede crearse sólidamente si la anterior no ha sido profundamente examinada y comprobada. Sólo el conjunto de estas etapas permite alcanzar la solución total.

Se analizará cada paso llevando un orden sistemático para optimizar el desarrollo del proyecto. Es importante mencionar que cada uno de los pasos dentro de esta metodología es una unidad semi-independiente que tiene su vida propia y su personal especializado para efectuarlo.

También se analizarán todos los factores determinantes analizando cada factor desde el punto de vista de ingeniería usando todas las herramientas necesarias, como es ingeniería de métodos, ingeniería económica, investigación de operaciones, etc. Se verá cual es la opción más adecuada a seguir para que exista un buen desempeño. Se tomarán aspectos técnicos que son muy importantes en la toma de decisiones.

Es en esta parte donde se llegó a una conclusión, teniendo en cuenta todas las variables determinantes en el proceso de diseño de dicha máquina. Las variables involucradas en este caso son costos, facilidades de construcción, tiempo de fabricación, etc.

Cada ingeniero, cada consultor, o cada empresa de ingeniería, tienen una metodología propia y la aplican una y otra vez porque los resultados obtenidos han sido

satisfactorios en el pasado. Esta metodología que se presenta a continuación se puede aplicar para varios objetivos, garantizando un nivel de confiabilidad adecuado.

A. Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad permite determinar si el proyecto que se ha iniciado contiene suficientes elementos para garantizar la vida posterior del proyecto antes de que se tome la decisión de asignar más recursos económicos y humanos para proseguir a la segunda etapa que es la del proyecto preliminar. Por ésto, el estudio de factibilidad tiene una importancia vital en el proyecto. Elementos malos o imprecisos que llevan a un juicio equivocado concederán recursos para un proyecto cuyo fracaso será casi seguro.

De ahí que sea necesario formular cada uno de los pasos de esta etapa con sumo cuidado.

1. Detección de necesidades

Las exigencias de la vida moderna, buscan establecer un plano amplio de eficiencia. Es aquí donde surge la necesidad de aumentar la producción ya existente y mejorar las condiciones de trabajo, tomando en cuenta la tecnología disponible.

Al examinar los problemas de esta empresa surge una necesidad evidente para modernizar los procedimientos que se llevan a cabo actualmente. Además nos damos cuenta que las demandas del mercado, se han venido incrementado a lo largo del tiempo y que seguirá la misma escala. Ya que las puertas de garaje automáticas en nuestros tiempos se están volviendo cada vez más populares dentro de la sociedad, también hay

que mencionar que es un producto relativamente nuevo. Las sociedades van creciendo al mismo tiempo que la tecnología, lo podemos considerar como una evolución, para volver cada vez menos complicadas las tareas y volvernos civilizaciones cada vez más eficientes. Como todos podemos observar, no vivimos como en la edad de piedra, en esa época que involucra fuerza bruta para realizar las tareas. El hombre ha venido cambiando, tratando de solucionar sus problemas de una forma viable. Estos cambios han ayudado a los seres humanos a utilizar mucho mejor su tiempo, dejando que las máquinas hagan el trabajo por nosotros, dedicándonos a realizar tareas que involucren creatividad, las cuales son imposibles de efectuar por una máquina. Nos damos cuenta que cada vez es más importante dedicarnos a actividades más complejas, para ir mejorando nuestro futuro constantemente.

2. Definición del problema

El problema en esta fábrica que hace puertas de garaje es incrementar su velocidad de producción ya que la demanda de puertas de garaje ha venido creciendo. El problema surge en el procedimiento de ensamble de las tapaderas que van colocadas en los extremos de las espirales que sirven como amortiguador en las puertas de garaje. Estas tapaderas sirven para ajustar la espiral en la parte superior de las puertas, en forma de persiana.

Este procedimiento es muy complicado y consume gran cantidad de tiempo y esfuerzo por parte del trabajador, además que se necesita bastante experiencia y fuerza física para desarrollarlo. Más adelante se explicará con detalle este procedimiento.

Un procedimiento tan complicado como éste, conlleva pérdidas económicas como lo es, entrenamiento de personal, pérdida innecesaria de tiempo en el proceso de ensamble,

difícil reclutamiento, falta en las entregas, pérdida de clientes, aumento de costos, entre otros.

El fin de esta fábrica -industrial- ya que tiene una demanda promedio de 20,000 puertas anuales en Dinamarca, donde tiene asentadas sus operaciones. Como se observa es una cantidad grande por lo que se ve justificado una posible automatización.

La región es extremadamente fría la mayor parte del año. Teniendo en cuenta la baja temperatura que existe en esa región, es importante cerrar herméticamente las puertas de garaje para evitar que la calefacción se pierda por el garaje. Además es importante que el carro no esté a una temperatura extremadamente fría, ya que de otro modo no arranca después de estar estacionado algún tiempo. Además la mayoría de diseño de casas en Dinamarca tienen un solo espacio entre el garaje y la puerta principal, para evitar así caminar hacia la entrada principal a bajas temperaturas. Es muy importante entonces que el garaje evite la pérdida de calor, para mantener la temperatura agradable en la casa.

El diseño de estas puertas automáticas en forma de persiana es la mejor alternativa ya que cubren todo el espacio de la entrada en el garaje. Además estas se enrollan en el techo al abrirse, ahorrando así espacio. Es importante mencionar la seguridad en las casas y este tipo de puertas también se ajusta para esta necesidad.

Observando las características de estas puertas, nos damos cuenta que tienen una gran demanda no sólo en esa región sino en todas, por lo que se ve muy justificado su estudio. ¿Quién no necesita seguridad y comodidad? Todos.

3. Búsqueda de información

La información que se buscó está orientada al proceso de ensamble de las tapaderas en las espirales que se utilizan como amortiguador en las puertas de garaje de tipo persiana. Para ello se describirá detalladamente el procedimiento que se lleva a cabo para dicha tarea, se estudiarán posibles errores y fallas, para optimizar el procedimiento.

El fin es determinar si es factible mejorar el procedimiento y llegar a una solución menos costosa del problema, o simplemente convencernos de que surge una necesidad del diseño de una máquina que facilite la labor. La información se encontró en la fábrica de puertas de garaje, específicamente en el puesto de trabajo, en donde se hace el proceso de ensamble. La empresa que fabrica las puertas de garaje, accedió a un estudio detallado del procedimiento, así que se pudieron hacer todas las visitas necesarias hasta llegar a la información requerida.

Con la información recabada se empezaron a buscar diferentes alternativas, como lo es investigar si existe una disponible comercialmente para economizar dinero en el proceso de diseño, pero no se encontró información al respecto.

ESTUDIO DE LA ESTACION DE TRABAJO:

A continuación se presentará una lista de los materiales e instrumentos, así como su Ubicación dentro de la estación de trabajo. Este es el procedimiento de forma manual para colocar las tapaderas en las espirales que sirven como amortiguadores en las puertas de garaje.

MATERIALES	INSTRUMENTOS
Tornillos a	Manivela que aprieta tapadera a
Tornillos b	Manivela que aprieta tapadera b
Tornillos c	Manivela que aprieta tapadera c
Tapadera a	Martillo
Tapadera b	Desarmador
Tapadera c	Soplete
Espiral a	Máquina que aprieta tornillos a
Espiral b	Máquina que aprieta tornillos b, c

Ver figura 11 y 12 en las páginas siguientes.

Descripción del funcionamiento de las espirales:

Las espirales que se utilizan como amortiguadores en las puertas de garaje, están ubicadas en la parte del techo en las puertas de garaje, las espirales para ser ensambladas en el sistema final de la puerta de garaje, necesitan de unas tapaderas, estas tapaderas se encuentran en los extremos de las espirales las cuales sostienen las espirales en la estructura, el procedimiento de ajuste de espirales en las puertas de garaje se refiere a la colocación de estas tapaderas en las espirales. Ver figura 11 a continuación.

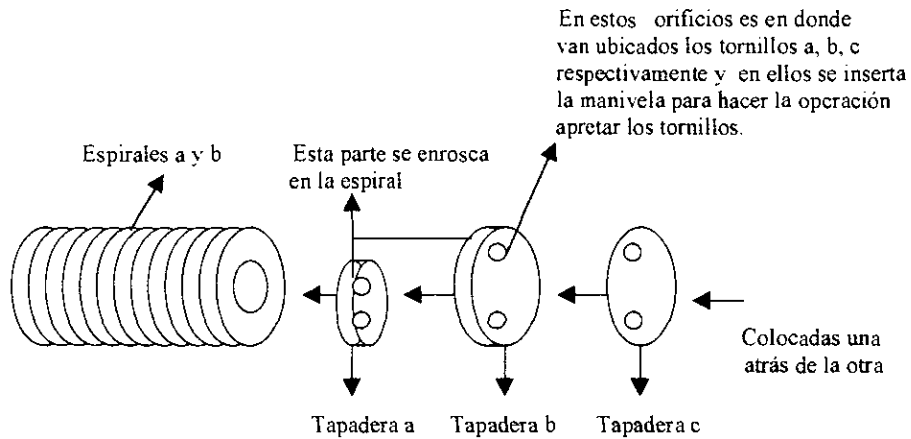
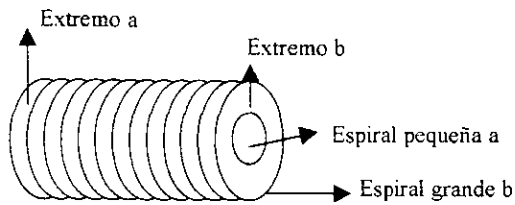
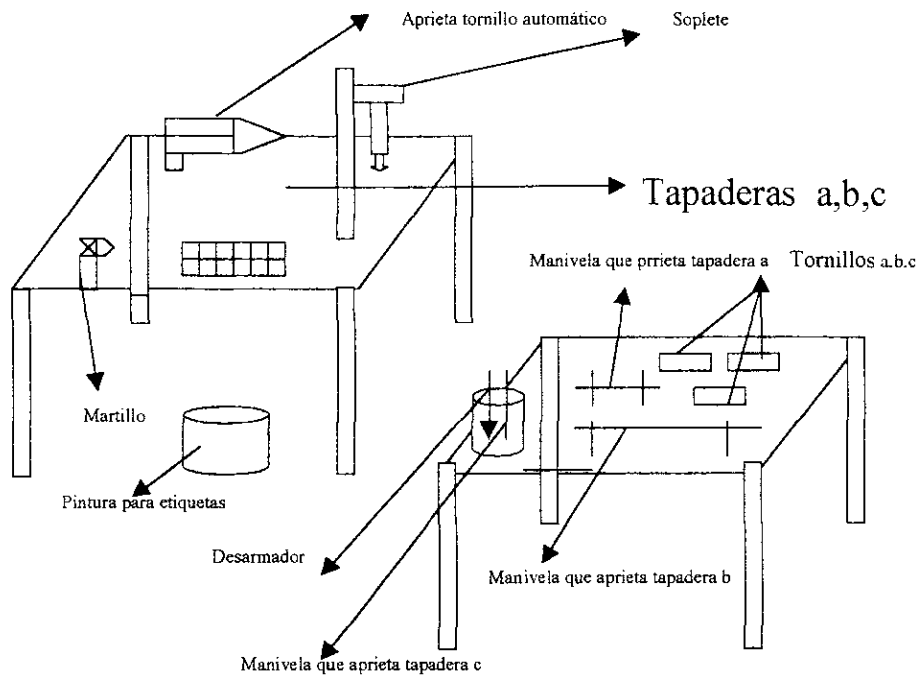


Figura 11
Descripción de las Espiraes

Nota: Los dos extremos de las espirales son iguales en todo, excepto, en que uno de los extremos no importando que sea “a” o “b” no lleva la tapadera “c”, esta última tapadera se coloca sólo en un extremo. Ya que la armazón final del sistema puerta de garaje así lo requiere.

Mesas de instrumentos



Mesa en la cual se insertan las tapaderas en las espirales:

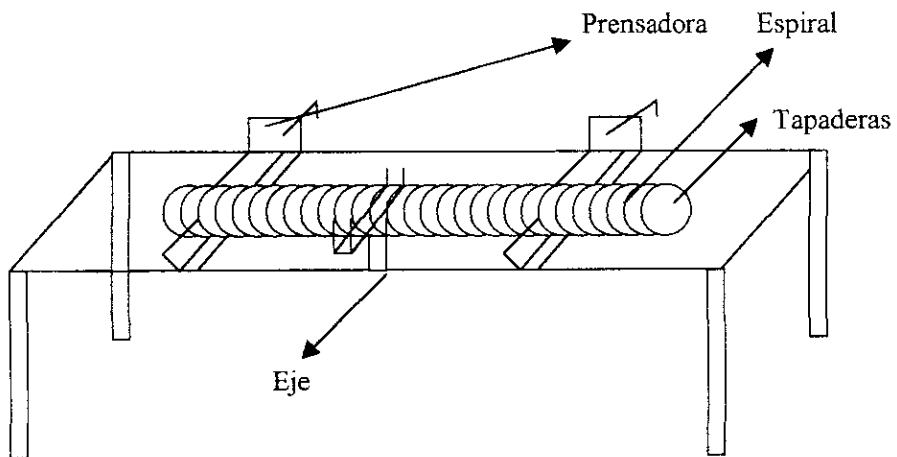


Figura 12.1
Diagrama de la Estación de trabajo.

Carretilla de transportación:

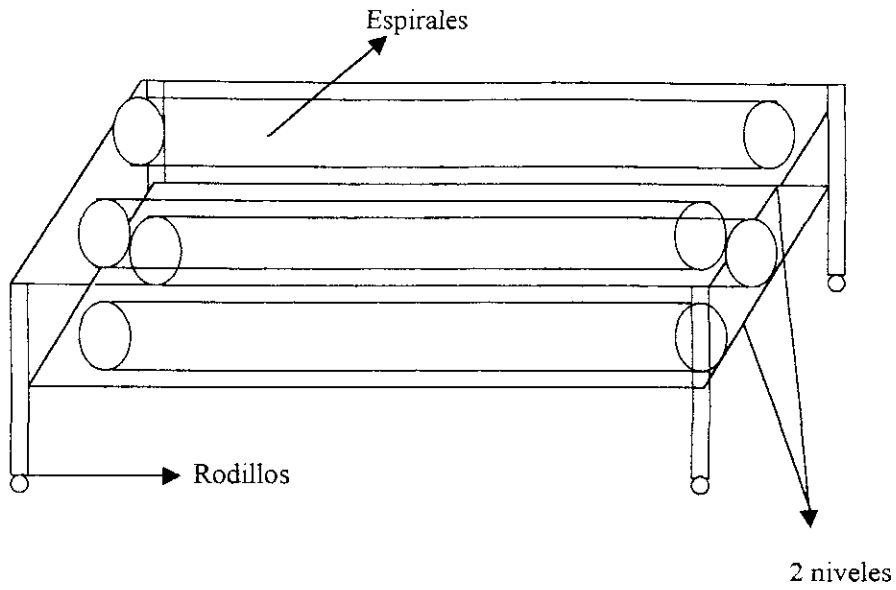


Figura 12.2
Diagrama de la Estación de trabajo.

A continuación se describirá el procedimiento con el que llevan a cabo la colocación de las tapaderas en los extremos de las espirales mediante un diagrama de flujo de proceso. (Ver sección de diagrama de flujo estación de trabajo)

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

ANÁLISIS			
¿POR QUÉ?			
¿QUÉ?	¿DÓNDE?	¿CUÁNTO?	¿CÓMO?

PREGUNTAR CADA DETALLE

RESUMEN

OPERACIONES	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	min	seg	min	seg	min	seg
TRANSPORTACIONES	14					
INSPECCIONES	3					
EMISAS	X					
ALMACENAMIENTOS	1					
CANTIDAD RECORRIDA		FT		FT		FT

No. 9
PAGINA 9 DE 21

TRABAJO Estación de trabajo (Ensamble espirales)
 HOMBRE MATERIAL
 EMPIEZA DIAGRAMA Proceso Ensamble
 TERMINA DIAGRAMA Almacenamiento espirales
 DIAGRAMA POR D.M.P FECHA 9/11/93

DETALLES DEL METODO ACTUAL

9.47.20
seg

OPERACIONES	Diferencias	Transportaciones	Inspecciones	Emisiones	Almacenamientos	Cantidades	Tiempo	ACCIONES	
							
1 Mueve traer espiral a. b. 60									
2 Mueve a traer cara a. 40									
3 Mueve traer manivela a. 40									
4 Aprieta cara espiral a. 60									
5 trae tornillo a. 10									
6 Aprieta tornillo a. 30									
7 Mueve traer martillo 10									
8 Asegura 30									
9 Inspecciona 10									
10 Mueve a traer cara b. 10									
11 Mueve a traer manivela b. 10									
12 Aprieta cara b espiral b. 60									
13 trae tornillo b. 10									
14 Aprieta tornillo b. 30									
15 Mueve traer martillo 10									
16 Asegura 30									
17 Inspecciona 10									
18 Mueve traer cara C. 10									
19 Ajusta cara C extremo b. 30									
20 Mueve traer tornillo c. 10									
21 Aprieta tornillo C. 20									
22 Inspecciona 10									
23 Gira base 360° 10									
24 Gira base 90° 10									

NOTAS cara = tapadera

Espirales una adentro de la otra.

Sino puede va soplete caliente espiral

Máquina a.

Sino puede caliente espiral

Sino puede va soplete caliente espiral

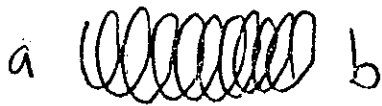
Máquina b.

Sino puede caliente espiral

*Con Fatiga Armente tiempo

Máquina c.

- Empieza trabajar el otro lado de las espirales, procedimiento es el mismo excluyendo la cara C. y la traída de las espirales



0 seg.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

ANÁLISIS			
¿POR QUÉ?			
¿QUIÉ?	¿DÓNDE?	¿CUÁNDO?	¿CÓMO?

PREGUNTAR CADA DETALLE

RESUMEN

	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA	
OPERACIONES	12			
TRANSPORTACIONES	14			
ESPECCIONES	3			
DEMORAS	X			
ALMACENAMIENTOS	1			
DISTANCIA RECORRIDA		FT	FT	FT

No. 1
PAGINA 2 DE 2

TRABAJO Estación de trabajo (Ensamble espirales)
 HOMBRE D MATERIAL
 EMPIEZA DIAGRAMA Proceso Ensamble
 TERMINA DIAGRAMA Almacenamiento espirales.
 DIAGRAMA POR P.D.P FECHA 7/17/98

DETALLES DEL METODO (ACTUAL)	Tiempo minutos	ACCION										NOTAS
		Dirigir	Transportar	Inspeccionar	Almacenar	Almacenamiento en lugar	Examinar	Trabaja	
1 Mueve unidad carretilla	15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	cara = tapadera
2 Levanta y coloca sobre Gueda	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
3 Mueve tras pintura	10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
4 Coloca Pintura	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
5 Deja la Pintura	40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
6 transporta Carretilla	30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
7 Almacena Producto	60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
8	1035	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
9		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
10		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
11		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
12		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
13		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
14		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
15		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
16		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
17		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
18		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
19		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
20		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
21		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
22		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
23		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

1035 ÷ 60
17.25 min.

Condiciones fijas:

- Las espirales miden: max: 1650mm min: 600mm y pesan aproximadamente 50k. por lo que no tienen tamaño y peso adecuado para ser movidas de un lado a otro con las manos.
- Se observa que cuando se aseguran las tapaderas en la espiral con las manivelas, muchas veces está tan duro el hierro de la espiral, que hay que calentarlo con el soplete para que éste ceda y sea más manipulable. Se hace más fácil el proceso de enroscar la tapadera en la espiral, pero es un procedimiento que consume tiempo y arruina el material.
- Cuando las tapaderas van a ser ajustadas en la espiral pequeña, la tapadera no entra en la espiral y hay que calentar una parte de la espiral para enroscarla con mayor facilidad, luego de una sola vez se usa el martillo para asegurar la pieza. Este procedimiento siempre se repite en esta espiral teniendo pérdidas considerables en tiempo de producción.
- Cuando las espirales ya tienen colocadas y aseguradas las tapaderas, se termina el procedimiento de ensamble y la pieza ya terminada, se tiene que marcar, esta fábrica utiliza pintura de distintos colores, dependiendo del tamaño, para identificarlas. Como las piezas son muy largas, el operario tiene que rodear la mesa y pintar la otra parte desde el lado opuesto, perdiendo su tiempo en tareas inútiles.

- Cuando las espirales con sus respectivas tapaderas ya están aseguradas, se levantan con las manos y se pasan a otra mesa (cargador) para colocarlo en bodega, el operario necesita asistencia de otro operario ya que es muy larga y pesada la espiral.
- En el momento de enroscar las tapaderas que van en los extremos de las espirales las cuales sirven para ajustar las puertas del garaje, se deben hacer varios intentos no de inmediato y con la fatiga del trabajador va en aumento proporcional el número de intentos.
- Si se calienta el material éste pierde el tratamiento térmico. Por lo tanto el resorte pierde sus propiedades elásticas y se arruina, por lo que debe evitarse esta práctica.

4. Generación de las posibles soluciones

En esta parte se analizaron varias alternativas, se estudió cada una de ellas hasta llegar a la alternativa que cumpliera con los procedimientos de rapidez y eficiencia en el proceso de ensamble de las tapaderas en las espirales que sirven como amortiguador en las puertas de garaje.

Mejoras en el proceso de ensamble:

- a) Colocar un actuador que levante las espirales. Estas, pesan 50 kg. Aprox.
- b) Diseñar un carretón que se eleve a 45 grados para facilitar el transporte de las espirales y facilitar las marcas, ya que de una sola vez se pinta sin tener que rodear la mesa.

- c) Diseño de una mesa de transporte y trabajo conjunta, para evitar el paso de espirales de una mesa a otra.

- d) En la mesa en donde se colocan las espirales, se puede hacer un desnivel para evitar levantarlas y así aprovechar la gravedad para que éstas caigan de una sola vez al contenedor el cual lleva las piezas terminadas.

- e) Usar una manivela más grande para aumentar el torque y así disminuir la fuerza que ejerce el operario sobre la manivela a la hora de apretar la tapadera en la espiral.

- f) Se propone el diseño de la máquina KA (ver diagrama de flujo del proceso máquina KA)

- g) Se propone el diseño de la máquina INV E00 01-1 (ver diagrama de flujo del proceso máquina KA)

pequeña a grande b.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

ANÁLISIS			
¿POR QUÉ?			
¿QUÉ?	¿CÓMO?	¿CUÁNDO?	¿DÓNDE?

PREGUNTAR CADA DETALLE

RESUMEN

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	NEG.	POS.	NEG.	POS.	NEG.	POS.
OPERACIONES	17					
TRANSPORTACIONES	9					
INSPECCIONES	3					
DEMORAS	2					
ALMACENAMIENTOS	1					
DISTANCIA RECORRIDA		FT.		FT.		FT.

No. 1
PÁGINA 2 DE 2

TRABAJO Máquina K.A.
 HOMBRE MATERIAL
 EMPIEZA DIAGRAMA Proceso de ensamble
 TERMINA DIAGRAMA Almacenamiento de partes.
 DIAGRAMA POR D.S.D. FECHA 2/9/77

DETALLES DEL MÉTODO (ACTUAL)	Tiempo minutos	ACCIÓN										NOTAS	
		Operaciones	Transportaciones	Inspecciones	Demoras	Almacenamientos	Distancias	Cambios	Tiempo
1 Mueve traer espiral a, b.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	Esprales una adentro de la otra.
2 Pone ajustador espiral a.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
3 Pone cono cara a.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
4 Mover transmision.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
5 Mueve traer tornillo a.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
6 Aprieta tornillo a.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
7 Mueve traer martillo		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
8 Asegura		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
9 Quite cono cara a.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	Como puede caliente espiral.
10 Inspecciona.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
11 Ajusta cono espiral b.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
12 Pone ajustador espiral b.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
13 Pone cono cara b.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
14 Mover transmision		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
15 Mueve traer tornillo b.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
16 Aprieta tornillo b.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
17 Mueve traer martillo		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
18 Asegura		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
19 Quite del cono cara b.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	Como puede caliente espiral.
20 Inspecciona.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
21 Mueve traer cara C.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
22 Ajusta cara C extremo b.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
23 Aprieta tornillo C.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	
24. Inspecciona.		○	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	◇	□	

No incluye tiempo ya que es un prototipo

espirales a pequeña grande.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

ANALISIS				
¿POR QUE?				
¿QUE?	¿CÓMO?	¿CÓMO?	¿CÓMO?	¿CÓMO?

PREGUNTAR CADA DETALLE

RESUMEN

OPERACIONES	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	TIEMPO	UNIDAD	TIEMPO	UNIDAD	TIEMPO	UNIDAD
OPERACIONES						
TRANSPORTACIONES						
INSPECCIONES						
DEMORAS						
ALMACENAMIENTOS						
CISTERNAS RECORRIDA		FT		FT		FT

No. 1
PAGINA 2 DE 2

TRABAJO Máquina KA
 HOMBRE MATERIAL
 EMPIEZA DIAGRAMA Proceso Ensamble
 TERMINA DIAGRAMA Almacenamiento espirales
 DIAGRAMA POR D.B.P FECHA 2/9/79

DETALLES DEL METODO ACTUAL

Tiempo minutos

Operaciones	Transportaciones	Inspecciones	Demoras	Almacenamiento	Paradas en línea	Cantidad	Tempo	ACCION	Control
-------------	------------------	--------------	---------	----------------	------------------	----------	-------	--------	---------

NOTAS

- 1 Mueve unidad carretilla
- 2 Lavar la colaca sobre Carretilla
- 3 Mueve traer pintura
- 4 Caja Pintura
- 5 transporta Carretilla
- 6 Almacena Producto
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23

carra = tapadera
 Comienza trabajar el lado de las espirales
 procedimiento es el mismo
 excluyendo cara C.

obca pintura (0)

No incluye tiempo
 ya que es un prototipo

Funcionamiento de la máquina KA:

Nota: Hacer referencia con el plano.

Ventajas sobre la operación manual

- Se evita el trabajo físico que ejerce el operario sobre la manivela en el momento de ensamble de la tapadera en la espiral pequeña y grande.
- Con esta máquina ya no es necesario calentar la espiral, así que se evita el deterioro del material ya que éste no pierde sus propiedades. También se aumenta la velocidad de producción ya que el operario no pierde tiempo en traer y dejar el soplete.
- La velocidad de producción de espirales aumenta con esta máquina, ya que se pueden ensamblar más espirales en menos tiempo. No sabemos cuánto tiempo exactamente ya que el prototipo no se construyó, pero sí se puede decir que es menos tiempo ya que el proceso es automático. En vez de darle la vuelta a las tapaderas con la manivela, sólo se colocan las tapaderas en los conos y el motor hace que gire sin necesidad de hacer fuerza física.
- El operario ya no tiene que usar muchas herramientas ahorrando así espacio en la estación de trabajo.
- Las espirales se fijan a la mesa de trabajo automáticamente para usar el ajustador. Se evita el procedimiento de darle manualmente la vuelta a la prensadora.
- El ajustador automático que sirve para sostener la espiral en la mesa de trabajo no dobla la espiral en el momento de sujetarla. Muchas veces en la operación manual, el operario le daba muchas vueltas a la prensadora, ejercía mucha fuerza sobre la prensadora y la espiral deformando así el material.

Funcionamiento de la máquina INV E00 01-1:

Nota. Hacer referencia con el plano.

Ventajas sobre la KA:

- Se pueden mover horizontalmente los motores, para trabajar distintos tamaños de espirales. El operario mueve manualmente el motor hasta donde éste apto para empezar a enroscar las tapaderas.
- Las espirales están puestas una al lado de la otra sobre la mesa de 4 pies, para trabajar varias al mismo tiempo, ya que la consola se puede mover de una espiral a otra sin cambiarlas de lugar.
- Los rieles de donde se suspenden los motores para apretar las tapaderas en las espirales, dan los puntos de referencia para empezar a ensamblar las tapaderas ahorrando tiempo ya que no se tiene que ajustar la máquina cada vez que se termine una espiral
- Se ahorra espacio en la estación de trabajo, ya que se utiliza la misma mesa de trabajo para la transportación.
- Los dos motores trabajan independientemente, no se pueden trabajar los dos lados de las espirales al mismo tiempo ya que la vibración dificulta que se coloquen las tapaderas en otro extremo de la espiral. Debido a ello son dos trabajadores: uno empieza en un extremo y el otro trabajador empieza en el lado contrario, cruzándose a la mitad de la mesa de trabajo. Esto constituye una ventaja, ya que se aumenta la rapidez de producción considerablemente, se puede ver cómo se ahorra una estación de trabajo, es decir dos trabajadores utilizan la misma mesa para realizar la operación.
- Para identificar las espirales ya no se utiliza pintura, sino se usa un sistema de etiquetas las cuales son fáciles de adaptar a las espirales.

Características ergonómicas de la INV E00 01-1:

- En los mangos de los motores se puede controlar la velocidad con la que gira el motor para enroscar la tapadera en la espiral facilitando el proceso de enroscar la tapadera en la espiral ya que hay un mayor control y se puede empezar con pocas revoluciones por minuto en un principio y ya agarrada la rosca de la tapadera en la espiral aumentar la velocidad para facilitar así la labor.
- La altura de la mesa está diseñada ergonómicamente, para que el operario trabaje a una altura adecuada.
- El contenedor tiene rodillos abajo en las patas de la mesa, para que se puedan mover espirales ya terminadas a bodega sin necesidad de cargar cada espiral de una mesa a otra.
- La profundidad de las tapaderas que se enroscan en la espiral varían, ya que las espirales tienen distinto diámetro. Por eso el ajustador corredizo se mueve hacia delante y hacia atrás sobre la mesa para graduar cuántos centímetros se enroscan las tapaderas en la espirales.

Ventajas en la Operación:

- Cuando la tapadera queda instalada en la espiral, el motor se para y el cilindro de neumático deja de funcionar liberando así la espiral para que la consola se pueda mover para empezar a trabajar otra espiral.
- El operario asegura la pieza utilizando el cilindro neumático. Este está graduado para trabajar con distintos diámetros de espirales.

- Como los diámetros de las espirales varían, se tiene que ajustar la máquina para los distintos tamaños. Esto se logra presionando hacia abajo el cilindro neumático y graduando el ajustador corredizo, luego que ya está sujeta la espiral hay que cambiarle el cono para que se pueda insertar la tapadera para que luego se inserte en la espiral.
- Luego de enroscada la tapadera en la espiral, se utiliza el martillo asegurador que con el golpe que le da a la espiral, le dobla la punta de la espiral asegurándola a las tapaderas, este se mueve hacia delante y atrás y de abajo hacia arriba, dependiendo del tamaño de la espiral a la cual se le está poniendo la tapadera. (Ver figura a 13)

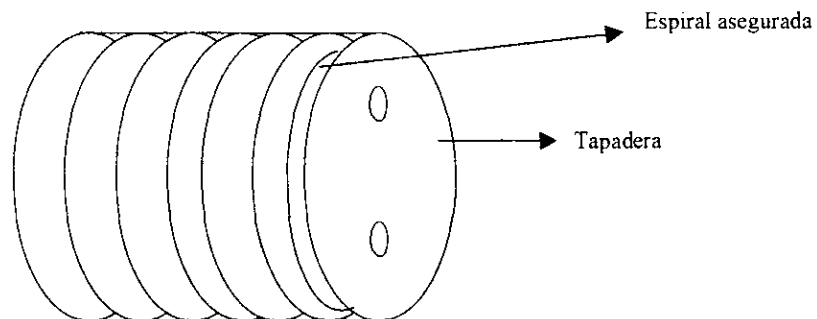


Figura 13
Ejemplificación del aseguramiento
de la espiral con la tapadera.

5. Diseño detallado:

A continuación se presenta la lista de los materiales así como las distintas firmas que fueron proveedoras de cierto equipo para la fabricación de la máquina INV E00 01-1.

Cantidad	Descripción	Especificación	Vendedor
2	Motores	500 hp.	Baldor
1	Mesa	Ergonómica	Nassau
2	Cilindro Neumático	500 lb.	Blevet
4	Rieles		Inventech
2	Ajustado		Inventech
2	Martillo	1000 lb.	Inventech
2	Conos	40 mm x 120 mm	Parker
2	Cabeza motor		Inventech
2	Ejes	50 mm.	Inventech
2	Consolas		Nassau
8	Cojinetes	10 mm	Fungerer

6. Valuación física

Todas las piezas de la máquina pueden realizarse desde el punto de vista físico, puesto que existen en el mercado los materiales y elementos para realizarlos.

7. Valuación económica

Tipo de cambio 1\$= 7.53 Coronas	En Coronas
Estudio previo a fabricación	10,000
Materiales	150,000
Mano de obra	60,000
Gastos varios	10,000
	230,000

Nota: 1\$= 7.05 Quetzales.

	En coronas
Precio para el cliente	300,000
Ganancias	70,000

IV. DISCUSIÓN

Ahora se empezarán a discutir, las distintas posibles soluciones que nos habíamos planteado anteriormente y se describirá la razón por la cual no son tomadas en cuenta, así como variables que puedan afectar a la máquina INV E00 01-1, como lo es su vida futura, analizando estabilidad, sensibilidad, compatibilidad y optimización.

A. Discusión de las mejoras de ensamble:

La colocación de un actuador (hidráulico) que levante las espirales significaría un gasto que no se vería justificado debido a que el equipo necesario podría exceder el costo de la máquina en sí. Es mejor un actuador (neumático), el cual es igual de eficiente y más barato. Cuando se planteó la idea de un carretón que eleve 45 grados, el operario disminuye la fuerza que ejerce al levantar la espiral, pero aún así sería demasiado pesada para los estándares de la fábrica, la cual especifica que un trabajador no puede estar expuesto a trabajo físico continuo por más de 30 minutos.

Con el diseño de una mesa de transporte y trabajo conjunta, se arregla un problema al mover las espirales, pero hay obstrucción en la estación de trabajo ya que ocupa mucho espacio y dificultaría el trabajo de ensamble.

También se habló de un desnivel en las mesas en donde se colocan las espirales, el diseño de estas mesas restaría el esfuerzo del operario en el momento de levantar las espirales, pero aún así, no se cumplen los estándares de la empresa ya que es un trabajo repetitivo el cual causa fatiga en el operario.

El uso de una manivela más grande para aumentar el torque ayudaría al operario a no ejercer mucha fuerza, pero la manivela sería incómoda de operar, ya que ésta tendría que ser más grande.

Con el diseño de la máquina KA se solucionarían ciertos problemas, pero todavía este diseño no incluye el cilindro neumático el cual sujeta la espiral para que ésta no se mueva y sea fácil el ensamble de las tapaderas. La mesa en donde van colocadas las espirales es fija y sólo se pone una espiral, así que de todos modos el operario tiene que cargar las espirales una por una. Además, no incluye el martillo asegurador, se tiene que seguir con el procedimiento manual, el cual requiere calentar la espiral con la consecuente pérdida de propiedades del material.

B. Proyecto preliminar

En esta etapa se empezarán a analizar variables más específicas las cuales pueden influir en un futuro próximo o mucho tiempo después del desarrollo del proyecto.

1. Selección del concepto:

En el estudio de factibilidad encontramos una alternativa que cumplía los criterios específicos que nos habíamos planteado, la cual es la máquina INV E00 01-1, en esta etapa ya se está hablando de dinero así que no hay cabida a errores. Todo se tiene que hacer con mucho cuidado; dado que no tenemos a la mano la información exacta de los datos de producción y mercado es importante plantearnos ciertas suposiciones y valuaciones siguiendo una estrategia lógica que nos aproximan a la realidad. En esta etapa el asesoramiento es indispensable y tienen que participar todos los que están involucrados en el proceso de fabricación. Es aquí en donde se discutió con el equipo de ingenieros y constructores de Inventech, A/S y empezaron las lluvias de ideas planteándose situaciones probables e improbables, para siempre saber cómo reaccionar contra cualquier eventualidad. Se estableció el inicio de construcción de la máquina

para el 15 de agosto. El estudio del proyecto se llevó a cabo de marzo a junio (4 meses), pero se decidió esperar cierto tiempo para economizar gastos, ya que el costo del material necesario para construir la máquina es alto y se tienen que sacar los costos rápidamente para no afectar las finanzas de la empresa ya que si se pedían inmediatamente se tendría el material sin uso debido a vacaciones e irregularidades en el sistema danés, así que se determinó pedir el material en agosto y empezar a pasos agigantados para recuperar la inversión de la compra de material. También se determinó la necesidad de empezar a llamar a los proveedores y hacerles los encargos necesarios para realizar la construcción de la máquina. Es aquí donde se vieron los costos de los materiales y los pedidos a proveedores. Después de esto se empezaron a analizar los beneficios que se conseguirían para la fabricación de la máquina. Estas eran las variables más importantes, pero siempre quedó un margen para otras decisiones. Estas podían tomarse sobre la marcha sin afectar mucho el resultado final, como por ejemplo detalles sobre ingeniería de métodos, en donde se realizarían pruebas para ver el desempeño del trabajador en uso con la máquina para facilitar movimientos y agilizar el procedimiento de ensamble de las tapaderas en las espirales que van colocadas en las puertas de garaje. Dándole valores ficticios, pero que representan en forma adecuada la realidad, se hizo una matriz para determinar la variable más significativa, esto para comparar beneficio con la dificultad de implementación.

Es importante tener en cuenta que en un proyecto son tres los elementos que intervienen para tomar una decisión:

1. Las posibles opciones.
2. Los beneficios que se van a obtener.
3. Las dificultades de llevar a cabo o implantar la decisión.

Las alternativas son necesarias, ya que sin ellas sólo queda un camino que seguir y no hay posibilidad de escoger o decidir. Los beneficios que se piensan obtener están ligados estrechamente a las alternativas, es decir, que cada beneficio es una función de su correspondiente alternativa. Finalmente, la dificultad de implementar cada alternativa debe ser una de las normas que se apliquen en el proceso de decisión para poder seleccionar la que más se adapte a las posibilidades del proyecto.

$$A_d = f(A_n, B_a, I_a)$$

En donde:

A_d = Alternativa decidida o por la que se opta.

A_n = Conjunto de alternativas.

B_a = Beneficio de cada alternativa.

I_a = Dificultad de implementación.

Se puede combinar el beneficio de cada alternativa “B” con la dificultad de implementación “I”, como sigue:

	B1	B2	Bn
I1	B1I1	B2I1..	BnI1
I2	B1I2	B2I2..	BnI2
.....
In	B1In	B2In..	BnIn

Figura 10.

Los beneficios y la dificultad de implementación se combinan para obtener una valuación de las alternativas.

Se otorgan ciertos valores numéricos a cada beneficio y a cada dificultad de implementación y se puede obtener aquella alternativa que más se acerque a nuestras condiciones ideales.

Al asignar nombres a estas variables, tenemos:

B1 = Rápido ensamble

B2 = Facilidad de mantenimiento de la máquina

B3 = Movilidad de la máquina

B4 = Comodidad del operario

B5 = Trabajo con distintos tamaños de espirales

I1 = Poner dos motores independientes

I2 = Poner indicadores digitales, para calibrar velocidades, diámetros

I3 = Incorporar rieles extras en el piso y techo

I4 = Diseño ergonómico de mangos y herramientas

I5 = Diferentes tamaños de conos y uso del ajustador corredizo

Nota

La valoración es de 1 a 5 y va de menor a mayor importancia para las “B” y de menor a mayor dificultad para las “I”

B1 = 4 B2 = 3 B3 = 1 B4 = 5 B5 = 5

I1 = 1 I2 = 5 I3 = 4 I4 = 3 I5 = 4

	B1	B2	B3	B4	B5
I1	4	3	1	5	5
I2	20	15	5	25	25
I3	16	12	4	20	20
I4	12	9	3	15	15
I5	16	12	4	20	20
Σ	68	51	17	85	85

Como podemos observar, la comodidad del operario y el trabajo con distintos tamaños de espirales es el más importante, así que son esas variables las que hay que estudiar detenidamente y tratar de optimizarlas.

2. Análisis de estabilidad

Todo sistema responde a ciertas perturbaciones. Algunas de ellas pueden influenciar el comportamiento o, si la perturbación es de una magnitud muy importante, el sistema puede tener fallas importantes. Por eso hay que tenerlas en cuenta y estar preparados para reaccionar, entre ellas tenemos:

Sistema	Perturbación	Resultados
Edificio	Posibles ampliaciones	Nuevos rieles
Circuito eléctrico	Voltaje bajo Voltaje alto	Calentamiento Elementos que se funden
Motor	Mal enfriamiento Vibraciones	Calentamiento Fatiga del metal
Operario	Deje la fábrica	Entrenamiento básico
Espiral	Aumento de tamaño	Agrandar la mesa y consola

El análisis de estabilidad tiene como fin determinar qué elementos o qué perturbaciones pueden afectar parcial o totalmente al sistema, con el fin de identificarlos y corregir las fallas. Este análisis se efectúa variando los parámetros y observando los

resultados de esta variación sobre el sistema total en un modelo hipotético para predecir el comportamiento futuro de la máquina INV E00 01-1.

3. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una extensión del análisis de estabilidad. Si se detectaron algunos de los elementos mencionados en el análisis de estabilidad y éstos pueden influenciar el comportamiento de la máquina INV E00 0-1, es necesario determinar el nivel de sensibilidad de éste a las perturbaciones y establecer un rango aceptable de valores que el sistema puede aceptar, en este caso no se han encontrado perturbaciones aun que no se hizo este análisis.

4. Análisis de compatibilidad

La máquina INV E00 01-1 se compone de subsistemas, entre los cuales podemos mencionar: rieles, consola, ajustador corredizo, mesa ergonómica, entre otros; cuyo objetivo es actuar conjuntamente para un eficiente comportamiento del sistema total.

Las entradas del sistema deben ser compatibles, es decir, deben acoplarse adecuadamente. Este acoplamiento o compatibilidad debe funcionar efectivamente al mecanismo que transforma dichas entradas en salidas adecuadas. Este acoplamiento o compatibilidad debe funcionar efectivamente para que el sistema también funcione de igual manera. Por eso la importancia del seguimiento posoperatorio de la máquina seleccionada. En este punto se deben tener en cuenta repuestos compatibles y de varias firmas para volver así más eficiente su mantenimiento futuro.

5. Optimización

En esta etapa hay que esforzarse por encontrar la solución más adecuada , de acuerdo a nuestros criterios, en especial la comodidad del trabajador y trabajar con distintos tamaños de espiral. La optimización tiene que ir enfocada a: recurso, inversión, tiempo, producto, etc. Conjugando los enfoques anteriores podremos llegar a la solución deseada. Esta búsqueda constante de aumentar un factor y disminuir simultáneamente el otro, es el aspecto más difícil y que pone a prueba la capacidad del ingeniero con mayor frecuencia. Es importante considerar los aspectos funcionales, geométricos y los que conciernen a materiales.

C. Proceso Creador:

El procedimiento que se llevó a cabo en el proceso creador fue el siguiente: Después de varias visitas realizadas a la fábrica de puertas de garaje, se estudió detalladamente el procedimiento que se lleva a cabo a mano, se empezaron a analizar alternativas viables sin la necesidad de construcción de una máquina, pero no fueron lo suficientemente buenas para mejorar el proceso.

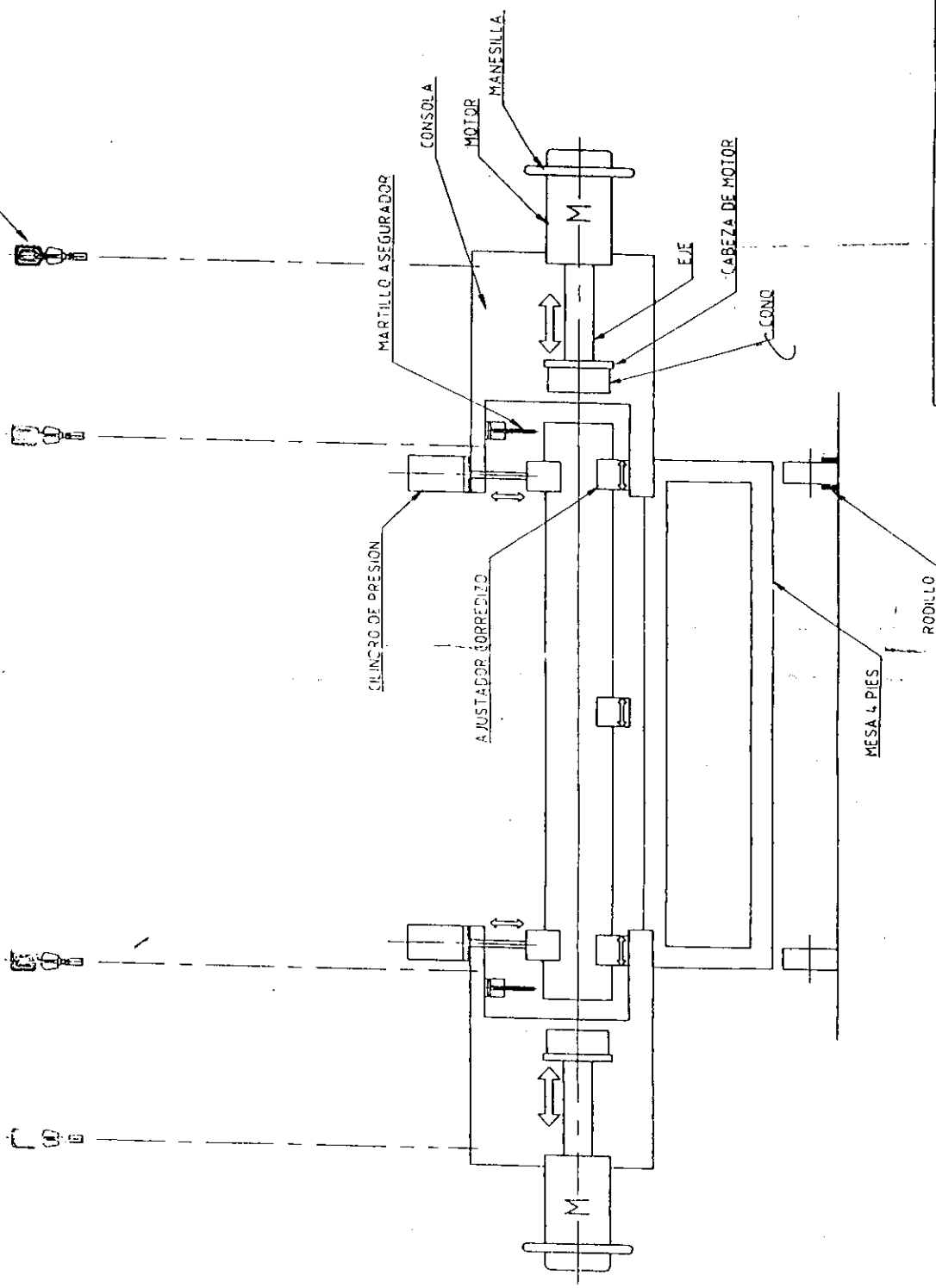
Luego de saber que existía la necesidad de mejorar el procedimiento por medio del diseño de una máquina, se llevó un dibujante a la fábrica. Al dibujante se le explicó detalladamente el proceso, él luego hizo varias visitas para asegurarse de que estaba lo debidamente informado, conforme iban aumentando las visitas iban aumentando las ideas ya que se tenía un margen de comparación más amplio, y se observó que el operario variaba constantemente la forma con la cual ejecuta el proceso de ensamble.


Luego el ingeniero que estaba a cargo del diseño hizo varias visitas a la fábrica con el dibujante para plantearle sus ideas y que el dibujante las representara gráficamente. Luego que el dibujante le llevaba planteada la idea en un dibujo se empezaba a discutir con los ingenieros para detectar posibles fallas y mejoras. Si se encontraban fallas o mejoras se llamaba de nuevo al dibujante para que él revisara el dibujo; este procedimiento se llevó a cabo con la máquina KA varias veces hasta llegar al diseño de INV E00 01-1. Una vez revisado el dibujo, pasaba otra vez a inspección y se discutía el caso entre los ingenieros. Finalmente aprobada la idea de la máquina INV E00 01-1 se le presentó el dibujo a la dirección de la fábrica. Dicha presentación se llevó a cabo con la presencia de los gerentes de la empresa; ellos estudiaron detenidamente la propuesta y estuvieron de acuerdo en iniciar la producción. Luego de aprobado el diseño se empezaron a ver los costos y el tiempo necesario de construcción, para ponerse de acuerdo con los proveedores y establecer los costos y el tiempo de fabricación para la cotización final. Luego la empresa estudió la cotización y se empezó el proceso de construcción de la máquina.

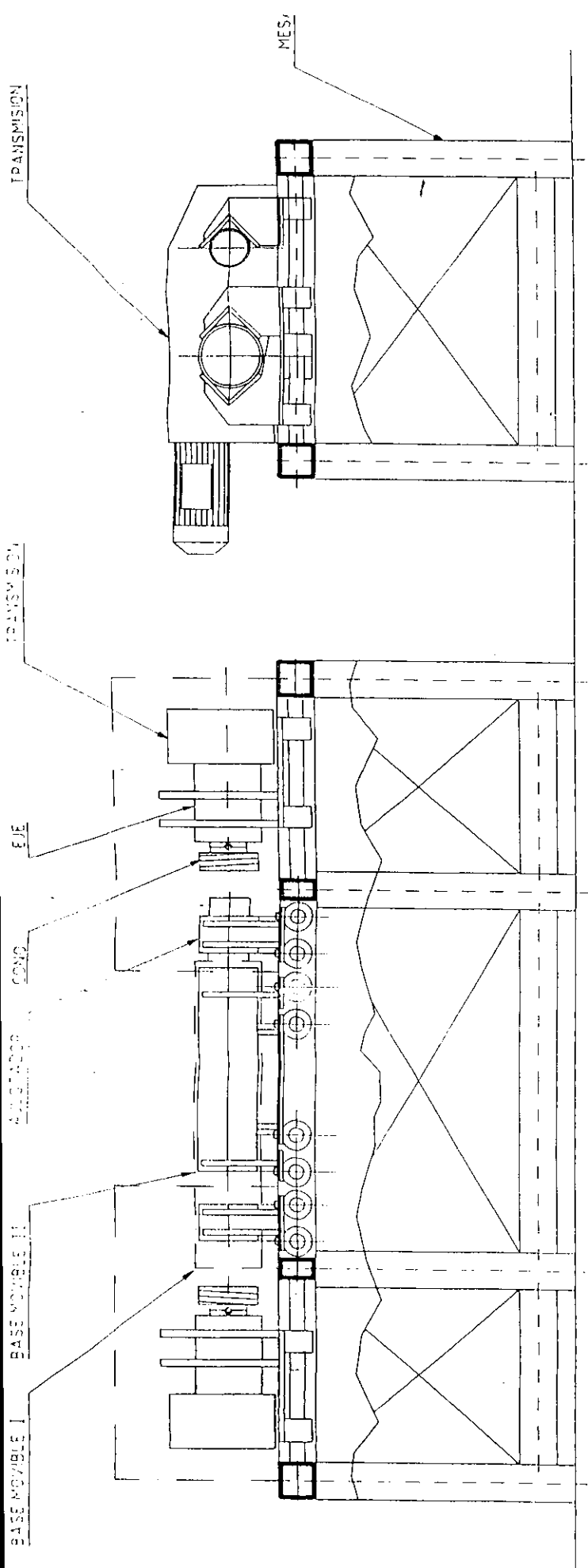
Como se puede observar, los procedimientos que se llevaron a cabo en la construcción de dicha máquina son fáciles de realizar, pero es muy importante el orden y los factores que se tomaron en cuenta. Todos los materiales y elementos para la elaboración de dicha máquina son accesibles en el medio guatemalteco, así que se puede realizar la construcción. Los procedimientos anteriores se pueden utilizar para el diseño de maquinaria con poco o ningún punto en común, con la máquina que ajusta espirales en puertas de garaje. Al seguir todos los procedimientos paso a paso teniendo en cuenta todas las variables que intervienen en el proceso de diseño y poner atención en la teoría expuesta en este trabajo se llegará a un diseño efectivo para cualquier máquina.

V. CONCLUSIONES

- Es importante la teoría que abarcan los conceptos de ingeniería para un buen estudio de diseño.
- Los conceptos básicos en el proceso de diseño de una máquina son aplicables en todo el mundo.
- La máquina que cumple con todas las necesidades es la INV E00 01-1.
- El estudio de diseño de una máquina es interminable, siempre se pueden hacer mejoras.
- Se tiene que llevar un orden determinado en la realización de cualquier proyecto.
- Todos los pasos en el proceso de diseño son determinantes, pero uno no funciona sin el otro.



INVENTECH		Modelo	98203
INDUSTRIEJ 31	DK-5672 BROBY	Esc. 1:2.5 = 1:1	
Tel. +45 62 63 18 63	Fax +45 62 63 28 63	Formato: A2	
MAQUINA QUE AJUSTA ESPIRALES EN PUERTAS DE GARAGE		INV E00 01-1	



Pos. nr.	Ant.	Componentes	Material	Dimension	Emisor	Emisor of
0360	KA	Kopierst	Formata A2	Exce	1:10	
		Kontrol				
		Formata	A2			
		Exce				
Montageautomat Aulker Teknik Bersejarah, dan Pintas Jalan No. 14, Jalan No. 14 Komplek Industri Paksi Cemp. Paksi, Bekasi, Jawa Barat						
		File	980225-1			03-12-98
		Temping No.	980225-1			

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Corzo, Miguel A. Introducción a la INGENIERIA de PROYECTOS.
1973 México, D.F., Editorial Limusa. 226 pp.
- Cross, Nigel. Engineering design Methods. 2da. ed. England,
1994 Salisbury., Redwod Bookwork Publishing Company.
179 pp.
- Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. 20a. ed.
1984 Madrid, Editorial Espasa-Celpe, S.A. 1416 pp.
- Grant, W.; E. Grant. Handbook of Industrial Engineering and managment. U.S.A
1955 Library of Congress.
- Niebel, B. Ingenieria Industrial Metodos, Tiempos y Movimientos.
1990 3ra. ed. México, D.F., Ediciones Alfaomega, S.A.
814pp.
- Miller, D.; J.W. Schmidt. Ingeniería Industrial e investigación de
operaciones. México, D.F., Editorial Limusa. 508 pp.
- Modelos y técnicas de sistemas aplicados a la administración
de proyectos. Publicaciones del INCAP-BID. San José,
Costa Rica. 465 pp.
- Taha, A. Investigación de Operaciones. 5ta. ed. México,
1992 Ediciones Alfaomega, S.A. 960 pp.

