
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA

23² Gen.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISEÑO DE UNA LINEA DE MANUFACTURA Y RECUPERACION
DE ARMADURAS PARA MARCHAS DE AUTOMOVIL Y CAMION.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A
ALEJANDRO JIMENEZ ESTRADA

GUADALAJARA, JAL., 1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

pág.

RECONOCIMIENTOS	
LISTA DE CUADROS	
LISTA DE GRAFICAS	
INTRODUCCION	
OBJETIVO	
ANTECEDENTES	
1. SITUACION ACTUAL DE LA LINEA DE PRODUCCION	
1.1 Situación actual.....	1
1.2 Situación Problemática.....	2
1.3 Distribución de planta del departamento de producción.....	4
2. BASES TEORICAS DE LA LINEA DE PRODUCCION	
2.1 Concepto de la línea de producción.....	6
2.2 Bases teóricas de la línea de producción.....	6
2.3 El problema de diseño de las líneas de producción.....	8
3. METODOLOGIA, PROCEDIMIENTO Y TECNICAS EMPLEADAS DEL NUEVO METODO	
3.1 Descripción de la línea.....	13
3.2 Diagrama de línea de equilibrio.....	16
3.3 Calendario de actividades.....	18
3.4 Balanceo de costo y servicio.....	22
4. INGENIERIA DEL PRODUCTO	

4.1 Características y funciones de la armadura.....	31
4.2 Diagramas de las partes principales de la armadura.....	32
5. INGENIERIA DEL PROYECTO	
5.1 Descripción del proceso en la línea.....	36
5.2 Diagrama de flujo de la línea de producción.....	37
5.3 Diagrama de recorrido de materiales.....	40
6. ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO	
6.1 Origen de datos.....	42
6.2 Estado de resultados.....	42
6.3 Punto de equilibrio de la línea de producción.....	44
6.4 Fuente de financiamiento.....	48
7. EVALUACION DEL METODO PROPUESTO	
7.1 Evaluación referente al mercado.....	50
7.2 Rentabilidad financiera de la línea de producción.....	51
8. ANALISIS DEL METODO PROPUESTO Y EL ACTUAL	
8.1 Ventajas de la implementación de la línea.....	55
8.2 Desventajas de la implementación de la línea.....	56
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	

LISTA DE CUADROS

No.	Pág.
1. Distribución de Planta.....	6
2. Descripción de los números de parte del diagrama de bloques de la línea de equilibrio.....	20
3. Flecha para Marcha.....	33
4. Colector.....	34
5. Laminilla.....	35
6. Diagrama de Recorrido de Materiales.....	41

LISTA DE GRAFICAS

No.	pág.
1. Diagrama de Ruta Crítica.....	17
2. Gráfico de Línea de Equilibrio.....	19
3. Diagrama de Bloques de la Línea de Equilibrio.....	21
4. Gráfico de Inventario para Colector.....	24
5. Gráfico de Inventario para Bobina.....	26
6. Gráfico de Inventario para Flecha.....	28
7. Gráfico de Inventario para Lámina.....	30
8. Diagrama de Flujo de la Línea de Producción.....	39
9. Análisis de Punto de Equilibrio.....	47
10. Diagrama de Flujo de Efectivo sin Invertir.....	53
11. Diagrama de Flujo de Efectivo con Inversión.....	54

INTRODUCCION

En esta tesis expongo un caso práctico del diseño de una línea de producción, dicha línea tiene el objeto de maquilar 606 armaduras modelo MDL 2049 A mensuales, actualmente en la empresa donde se implementará la línea existen líneas para fabricación de solenoides, otros modelos de armaduras, rotores, etc. Por lo que el punto de partida o método actual se considerará a la línea de armaduras ya existente para los diversos modelos de éstas que se fabrican.

En el primer capítulo expongo la situación actual de la línea de armaduras para cualquier modelo que hay en la empresa, exponiendo también la problemática existente en esta línea. Mostrando además una distribución de planta para ubicar a la línea dentro del departamento.

En el segundo capítulo, expongo el marco teórico conceptual referente al diseño de una línea de producción, dando todos los supuestos existentes en el balanceo de una línea, hablando también acerca de algunos métodos y técnicas que existen en el balanceo.

En el tercer capítulo, que es en sí el balanceo de la línea, se hace una descripción detallada de todas las operaciones existentes en la fabricación de la armadura MDL 2049 A. También se muestra un diagrama de ruta crítica en donde se muestran las operaciones, sus tiempos y el tiempo final del proceso. Se da también un ordenamiento de las actividades en orden descendente, se prepara un calendario y una tabla acumulativa de cantidades entregadas.

Se da un análisis de inventario en el que se incluye el lote económico y el punto de reorden para el colector, la bobina, la flecha y la lámina que son las partes principales de la armadura.

En el capítulo 4 se hace una descripción científica del producto incluyendo su funcionamiento y usos. Se presenta un diagrama de las partes principales, y finalmente un esquema del producto. Siendo todo esto la ingeniería del producto.

En el capítulo 5 se presenta un diagrama de proceso, un diagrama de operaciones con su respectivo para quedar realizado lo que es la ingeniería del proyecto.

En el capítulo 6 se realiza un estudio económico y financiero, por medio de un estado de resultados, además de presentar la cantidad del lote económico óptima, además se da el punto de equilibrio en millones de pesos y cantidad de unidades producidas para la línea de producción. Se muestra dentro del estudio financiero cual es el origen de los fondos financieros.

En el capítulo 7 se evalúa el método propuesto, haciendo un breve análisis del mercado del producto. Se habla del uso y funcionalidad de la línea. Además se demuestra mediante diagramas de flujo de efectivo y tasas de interés la rentabilidad de la línea.

En el capítulo 8 se dan la ventajas y desventajas del método actual y las del propuesto.

Por último se dan las conclusiones finales acerca del diseño de esta línea.

OBJETIVO

Evaluar una línea de manufactura y recuperación de armaduras para marchas de alternadores, automóvil y camion.

ANTECEDENTES

De la torre S.A. (DELATSA), es una empresa familiar fundada aproximadamente hace cuarenta años por el Sr. Roberto de La Torre. Todo empezó con un pequeño taller en la ciudad de Nuevo Laredo, Texas, en donde se reparaban armaduras para marchas y alternadores. Contaba con 5 obreros y maquinaria casi nula, solo contaban con aparatos para revisar armaduras eléctricamente. Dadas las condiciones del mercado y la oportunidad para crecer, el señor de la Torre vio la oportunidad de hacer esta actividad productiva de manera continua. Fue así que mediante la inversión en maquinaria logró el crecimiento de su empresa.

Con el tiempo estableció distribuidoras de partes autoeléctricas en regiones estratégicas del país. De esta manera la compañía requirió estructurarse, por lo que se dividió en dos partes: Una, que se dedicaría a la distribución y compra-venta de partes autoeléctricas automotrices a la que se llamó DELATSA, y otra que se dedicaría a la manufactura de autopartes eléctricas a la que se llamó MAPASA (Manufacturera de Partes Autoeléctricas, S. A.). Es precisamente en MAPASA donde quedarían establecidas las líneas de producción y recuperación de armaduras y rotores en

un principio, y más tarde las de campos magnéticos. Estas líneas quedaron establecidas según el criterio del Ing. Roberto De La Torre (hijo del fundador de la empresa), sin embargo, por el hecho de ser un sistema productivo improvisado no quedaron establecidas de manera clara y explícita las bases necesarias para mantener el control de estas actividades.

MAPASA cuenta actualmente con 45 obreros y su maquinaria consiste en lo siguiente:

- 2 tornos
- 1 torno copiador
- 1 fresadora
- 1 troqueladora
- 3 prensas hidráulicas
- 1 laminadora
- 2 rectificadoras sin centros
- 1 horno de fundición
- 1 horno de inducción
- 1 máquina cortadora de bobina
- 2 máquinas formadoras de bobina
- 2 máquinas para bajar puntas
- 2 máquinas para torcer puntas
- 2 máquinas para montar colector
- 1 máquina para cortar puntas
- 1 máquina soldadora automática

Una gran parte de la maquinaria existente en MAPASA fué ideada por el dueño y los trabajadores o fueron modificadas máquinas con las que ya se contaba para satisfacer los requerimientos de las operaciones de producción.

CAPITULO 1

SITUACION ACTUAL DE LA LINEA DE PRODUCCION

1.1 SITUACION ACTUAL

La situación nace cuando la compañía PRESTOLITE NACIONAL (empresa de Estados Unidos de America), se ve en la necesidad de aumentar la producción de sus armaduras MDL 2049 A, y debido a la insuficiente capacidad de su planta productiva solicita a DELATSA la maquila de este modelo de armaduras que es uno de sus productos de mayor movimiento comercial.

Por lo que DELATSA, que se encuentra produciendo modelos de armadura por pronóstico de venta, y además por pedido, se ve en la necesidad de reorganizar sus líneas de producción con el fin de conceder importancia y dar lugar a la maquila de este tipo de armaduras, con lo cual en primer término es necesario diseñar una línea de producción especial para este modelo de armaduras, lo cual es el tema central de esta tesis. Así, fue establecida una producción inicial de 600 armaduras mensuales.

1.2 SITUACIÓN PROBLEMATICA

A) Tenemos primeramente que existen dos áreas:

- 1) Maquinado (para flechas)
- 2) Troquelado (para núcleo)

De estas dos áreas pasamos a una línea común de ensamble, en donde a grandes rasgos se:

- a) Monta flecha a núcleo.
- b) Se plancha.
- c) Se verifican dimensiones con escantillón y se ajusta si es necesario.

Por lo que hay que considerar como primer problema la secuencia de dos líneas (maquinado y troquelado) en sincronía al llegar ambas a la línea de ensamble, además de considerar que se pierde demasiado tiempo en recuperar una armadura actualmente.

B) La producción será por lotes, esto, debido a que para realizar el soldado y el barnizado es necesario un horno, el cual es conveniente poner en marcha para un determinado lote, para lo cual será necesario el cálculo del lote y pedido óptimo, punto de reorden, un pronóstico adecuado, etc.

C) En lo que a la producción en sí se refiere, encontramos los siguientes problemas:

- a) Los troqueles que se tienen en la actualidad no sirven y tienen un costo muy elevado.
- b) La maquila de la bobina y colector de cobre es de costo

elevado, lo que tiende a descapitalizar a la empresa al incurrir en éstos gastos.

c) Con los aditamentos de producción:

Son muy finos, y precisos y no hay personal capacitado para su mantenimiento. Existen aditamentos hechos empíricamente, es decir, muchos aditamentos necesitan ser de materiales específicos fabricados a temperaturas y procesos de manufactura especiales, para darles una debida resistencia y funcionamiento eficiente.

Nota:

En la compañía existe un probador de dureza Rotwell "C" el cual no es usado. Se tiene personal incapacitado para la puesta en marcha de equipo, maquinaria, y la línea en sí con lo que se pierde tiempo cuando se requiere capacitar además de que el personal que realiza labores especializadas no recibe un sueldo acorde con su trabajo. Existe equipo, maquinaria y herramental adecuado de sobra para hechar a andar la línea por lo que el problema será usarlo de la forma más óptima explotándolo al máximo. Actualmente no existen objetivos claros por lo que falta motivación. No existe mantenimiento preventivo programado por lo que es común que maquinaria y equipo fallen y pongan en desequilibrio la línea. Se cuenta con gente capacitada en producción con muchos años en la empresa y tienen una forma de trabajo arraigada y difícil de cambiar, además de tener una forma de trabajo en equipo también muy a su manera.

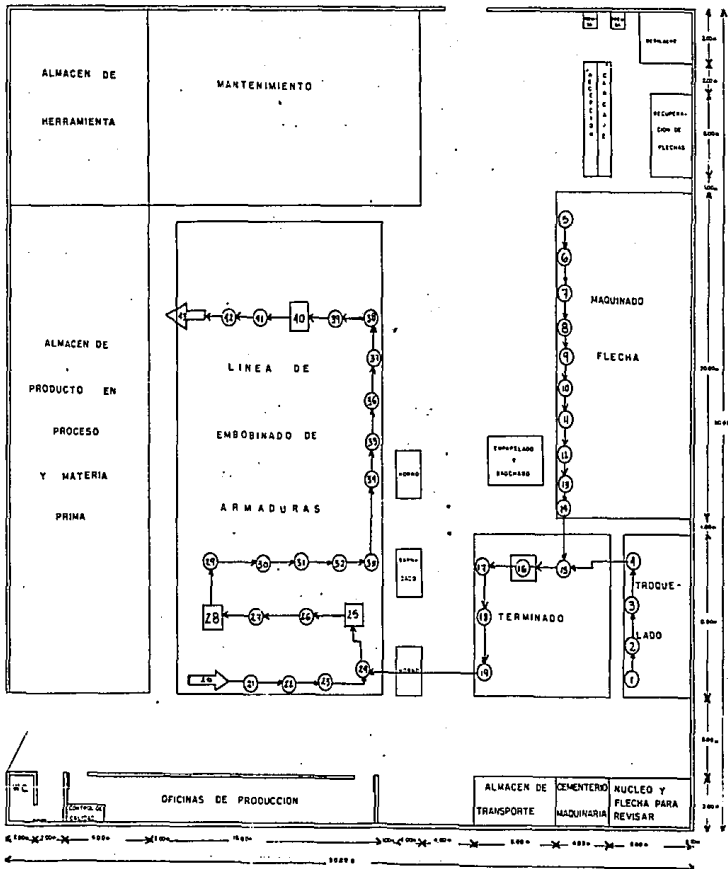
Existen también situaciones positivas que manejadas adecuadamente intervendrán en la optimización del proceso como: existe entre los trabajadores un alto concepto de calidad y cada uno participa en su tarea en este aspecto. El transporte y manejo

de material son adecuados. Existe cumplimiento en la entrega de material por parte de los proveedores.

1.3 DISTRIBUCION DE PLANTA DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION.

A continuación se muestra un plano de la distribución de planta del departamento de producción de MAPASA, que es donde está establecida la línea de producción de la armadura MDL 2049 A.

La distribución que se muestra es la que está actualmente en operación y en la que se pretende llevar a cabo la maquila de la armadura, además de los otros modelos que se están fabricando.



TESIS
 MAPASA
 DISTRIBUCION DE PLANTA
 ESC. 000

CAPITULO 2

BASES TEORICAS DE LA LINEA DE PRODUCCION

2.1 CONCEPTO DE LINEA DE PRODUCCION

Línea de producción, es el proceso de ordenamiento de las tareas en secuencias de acuerdo con los trabajos en forma tal que se obtenga un flujo uniforme con una utilización máxima de la fuerza de trabajo y equipo.

2.2 BASES TEORICAS DE LA LINEA DE PRODUCCION

Historicamente la línea de equilibrio se desarrolla antes que el análisis de ruta crítica, sistemas que guardan relación, ya que la línea de equilibrio puede usarse para programar y controlar un lote único, para lo cual son necesarios los siguientes requisitos:

- a) Debe haber etapas identificables en la producción en las que pueda ejercerse el control gerencial.
- b) Los tiempos de manufactura entre éstas etapas deben ser conocidos.

- c) Debe de disponerse de un programa de entrega.
- d) Los recursos deben variar como haga falta.

Es posible usar la línea de equilibrio para controlar lotes separados, es usual emplearlo en situaciones de lote único en que el lote en cuestión es de gran importancia en la organización, como un lote de armas dirigibles, un lote de computadoras, etc. La programación de la línea implica de una manera implícita la programación de todas las estaciones de la línea. La línea es como una máquina gigantesca que una vez diseñada y puesta a punto realiza por sí sola la programación interna, al menos que por alguna razón se haga el rebalanceo y se modifique la secuencia de las operaciones o de las estaciones de la línea. Así pues, el diseño original de la línea en términos de la secuencia y balance de las operaciones se relaciona con el problema general de la programación y de los calendarios detallados ya que el diseño de la línea debe satisfacer los requerimientos específicos de volumen de producción. También advertimos que una parte de la flexibilidad de que se dispone para ajustarse a los cambios de requerimientos de producción se puede lograr fácilmente mediante un rebalanceo de las instalaciones y la asignación de personal, de acuerdo con los nuevos y diferentes volúmenes de producción. Por lo tanto, cuando un plan agregado exige un cambio en los niveles de ocupación, es mediante éste procedimiento de rebalanceo como podemos absorber más o menos fuerza de trabajo en las líneas.

2.3 EL PROBLEMA DE DISEÑO DE LAS LINEAS DE PRODUCCION

La esencia del problema del balance de líneas consiste en agrupar o subdividir las actividades o tareas, en forma tal que en todas las estaciones haya una cantidad igual de trabajo a realizar de acuerdo con el tiempo requerido para realizar las tareas.

Cuando se logra esta igualdad suponemos que existe un balance perfecto y esperamos un flujo uniforme; cuando no se logra, la operación mas lenta de la secuencia regirá el flujo de toda la línea de producción y originará un cuello de botella que restringirá la salida del producto.

Como resultado, una estación se utiliza al máximo, mientras que todas las demás no trabajen a plena capacidad. Esto se llama tiempo ocioso, pues aunque los obreros siguen trabajando lo hacen en forma mas lenta ajustando el ritmo de sus actividades al ritmo de la línea.

Para lograr un balance de la línea a una velocidad específica de producción y disponer desde el principio de máxima flexibilidad, es decir, de muchas alternativas, se necesita conocer el tiempo de ejecución de la tarea o unidad pequeña de actividad mas pequeña posible tal como apretar una tuerca o soldar un alambre, etc. También se necesitan conocer las restricciones tecnológicas que haya con respecto a la secuencia de estas actividades.

Ejemplos sencillos de estas restricciones tecnológicas de secuencia pueden ser los siguientes:

Se ha de taladrar un agujero antes de abocardarlo, y abocardarlo

antes de darle roscado, la arandela se coloca en el tornillo antes que la tuerca; hay que colocar y apretar las tuercas de la rueda antes de poner la copa, etc. Pero no todas las secuencias estan restringidas, esto representa flexibilidad adicional.

El producto o componente que debe ser fabricado o ensamblado se puede representar por una red de elementos de trabajo o tareas y sus tiempos asociados, algunos de los cuales deben ser ejecutados con una secuencia dada para satisfacer las especificaciones de diseño de producto. En general, un elemento de trabajo o tarea se define como la unidad mas pequeña de trabajo productivo que se puede separar de otra actividad hasta el punto de que puede ser ejecutada en forma relativamente independiente y tal vez en diferente secuencia, así, tenemos que muchas tareas no se pueden ejecutar en secuencias diferentes a causa de la restricción tecnológica ya mencionada. Por esta razón se eliminan como soluciones factibles gran número de las posibles alternativas de agrupar tareas en operaciones o estaciones. En consecuencia el problema de su formulación mas simple consiste en encontrar un agrupamiento de tareas en estaciones que sea factible y que reduzca al mínimo el número de estaciones, dado un volumen de producción o un tiempo del ciclo deseado.

Así el problema es esencialmente de cálculo combinatorio. Hay n secuencias diferentes de n tareas sin restricciones de precedencia, tan solo para quince tareas n es 1,307,674,368,000.00 cuya evaluación y enumeración no se puede hacer en toda la vida de un hombre o de una computadora.

Afortunadamente, los requerimientos de la secuencia tecnológica reducen el número de secuencias factibles. Pero todavía nos

enfrentamos a un problema en que no podemos considerar todas las soluciones posibles para seleccionar la mejor. También afortunadamente habrá de ordinario muchas soluciones que son equivalentes y que suponen el mínimo número de estaciones para un volumen de producción dado, de otra forma el problema sería casi insoluble. Pero el problema de la línea de producción no termina cuando se ha determinado la secuencia y el balance de la forma mas simple de la que se habló. Hay ciertas restricciones que pueden complicar el problema y cuestiones acerca del diseño que no se refieren a la secuencia ni al balance como un examen del producto que se va a ensamblar o fabricar, para ver la forma en que debe ser orientado a lo largo de la secuencia de procesos o si la orientación debe modificarse para facilitar el trabajo que se hace. Quizá un cambio de secuencia elimine la necesidad de reorientación. Habría que ver si hay localizaciones fijas para algunas estaciones porque el equipo no se puede mover o solo se puede mover a un costo sustancial.

Se presentan otros problemas de balance cuando el tiempo de una o mas de las tareas excede al ciclo para el que estamos tratando de obtener el balance. La flexibilidad de posición de los trabajadores resuelve este problema o en ocasiones simplemente un mayor número de hombres asignados a la estación. Pero a veces puede resultar imposible que dos conjuntos de manos logren mas que una para una tarea dada. El reverso del problema anterior puede ser la tarea que por su misma naturaleza requiere que la realicen dos hombres, uno de ellos para trabajo de apoyo, ayudando a levantar o a mover una parte. Si el segundo no se ocupa totalmente para la función de apoyo entonces constituye una

parte del problema del balance y la secuencia. En fin, se pueden dar consideraciones como:

Si podría ser útil el trabajador realizando trabajo en otras estaciones.

Si se le pueden asignar tareas para que las realice solo en la estación donde trabaja, para aprovechar mejor su tiempo.

Dados la secuencia, el balance, y los tiempos de los ciclos podemos mover bandas u otro equipo de transportación a velocidades variables, para movilizar las partes através del proceso. Siendo conveniente saber cuales son las mejores velocidades, si deben moverse las partes en bandas, o bien laborar al ritmo mecánico de la línea, si debe haber un inventario de artículos disponible entre las estaciones, cuales son los requerimientos de espacio físico, si las localizaciones de los trabajadores son fijas o deben moverse a lo largo de la línea, si deben los trabajadores moverse con la línea cuando ejecutan su tarea y, luego volver a algún punto en la parte anterior para iniciar nuevamente su ciclo.

Existen cuestiones teóricas difíciles como la cuestión del empleo de valores de tiempo determinístico para las tareas o grupos de tareas. Qué sucedería con los modelos de balance si los tiempos de balance se representasen más realísticamente como distribuciones de tiempo? Evidentemente hay variación en el tiempo de ejecución y a veces los ciclos de dos estaciones de la secuencia pueden ser o bien largos o ambos cortos, aunque a menudo se ajustan recíprocamente en proporciones variables de ciclos largos y cortos .

Los modelos de balance suponen que los tiempos son aditivos. Otra cuestión es la relacionada con valores sociales, es decir, con el sentimiento expresado a menudo de que los trabajos diseñados como resultado del balance de líneas son degradantes y hacen que el trabajador no sea más que un eslabón en una máquina gigantesca. En esta cuestión es importante dar una trascendencia mayor al trabajador ya que gran parte de la problemática reside en él, y un trabajador motivado es un trabajador eficiente.

CAPITULO 3

METODOLOGIA, PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS EMPLEADAS DEL NUEVO METODO

3.1 DESCRIPCION DE LA LINEA

Dentro de la línea, se llevarán acabo tres subensambles, el primero de ellos se forma de la lámina de acero procesada, con la que se hacen las estrellas, y de la flecha de la armadura.

Se tienen entonces las siguientes operaciones para la lámina de acero:

- A - B Acomodar la tira del carrete de lámina en el troquel.
- B - C Cortar lámina.
- C - D Pesar láminas
- D - E Alinear laminación.

En lo que a la barra de acero para la flecha respecta, se realizan las siguientes operaciones:

- E - F Cortar barra.
- F - G Carear y hacer el primer centro.

- G - H Carear dimensiones y hacer el segundo centro.
- H - I Desbastar lado del colector y hacer chaflanes.
- I - J Desbastar lado del bendix y hacer chaflanes.
- J - K Rectificar lado del bendix, sección de estrias y buje central
- K - L Estriado o ranurado.
- L - M Rectificado del lado del colector y pista buje.
- M - N Moleteado

Una vez realizado el moleteado, se procede a realizar el primer subensamble, al que se le aplican las siguientes operaciones:

- N - O Planchar.
- O - P Verificar.
- P - Q Lavar en gasolina.
- Q - R Sopletear.

Este primer subensamble formará parte del segundo subensamble junto con la bobina, para la cual se tendrán las siguientes operaciones:

- R - S Transporte de carrrete
- S - T Colocar carrrete en rotador.
- T - U Cortar bobina a medida.
- U - V Doblar bobina

Terminado el trabajo de la bobina se realiza el segundo subensamble, al cual se aplican las operaciones siguientes:

- V - W Verificar que no haya tierra.
- W - X Bajar puntas.
- X - Y Torcer puntas
- Y - Z Verificar que no haya tierra.

Una vez realizadas estas operaciones, se procede a realizar el

tercer subensamble formado por el segundo subensamble y el colector al cual, se le realizan las operaciones siguientes:

Z - A' Cortar puntas.

A' - B' Embarrar sustancia para facilitar soldado.

B' - C' Soldar con estaño.

C' - D' Barnizar.

D' - E' Hornear

E' - F' Cardar flecha del lado de hélice.

Después de realizar estas operaciones se procede a montar núcleo, el cual con el tercer subensamble formará la armadura en sí y a este se le aplicarán las siguientes operaciones antes de montarlo:

F' - G' Tornear núcleo a medida.

G' - H' Pulir núcleo.

Para finalizar, se monta el núcleo y a lo que es ya la armadura se le hacen las siguientes operaciones:

H' - I' Tornear colector.

I' - J' Pulir flecha con lija de agua

J' - K' Verificación final de tierra.

K' - L' Pintar armadura.

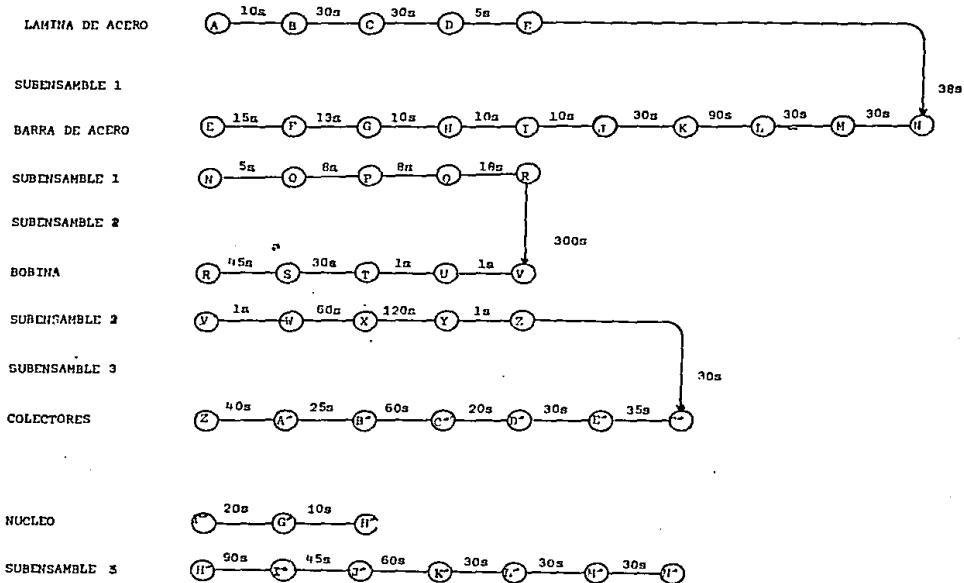
L' - M' Colocar en caja.

M' - N' Transportar al almacén.

3.2 DIAGRAMA DE LINEA DE EQUILIBRIO

En este diagrama de línea de equilibrio, se muestran todas y cada una de las operaciones que se realizarán en la línea, además de presentarse los tiempos de cada una de ellas y la forma de las secuencias, éste es un diagrama de análisis de ruta crítica que muestra la lógica y los tiempos de producción, los tiempos de cada nodo indican el tiempo que falta para finalizar la fabricación del producto.

DIAGRAMA DE RUTA CRITICA



3.3 CALENDARIO DE ACTIVIDADES.

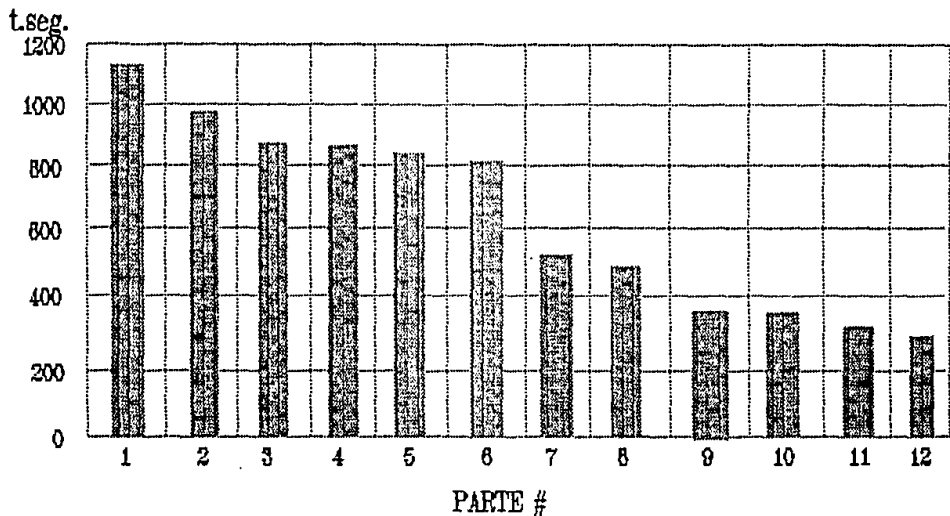
A continuación se muestra un ordenamiento gráfico descendente de las actividades. Este ordenamiento da el número de la actividad llamada a veces en línea de equilibrio la etapa y se efectúa con el fin de conocer el momento en que cada componente o ensamble de la armadura intervendrán en la línea.

Cuando se trabaja en base a este calendario se evitan los cuellos de botella en la línea ya que no existen desfasamientos entre cada uno de los componentes de la armadura, ya sea que se fabrique una cantidad de más de algún componente y de menos de otro, y además sin secuencia de tiempo. Así mismo, se da un diagrama de bloques en donde se muestra el tiempo necesario para procesar cada componente o subensamble de la armadura, y donde podemos ver como es que si existe algún desfasamiento en el tiempo de producción de cada parte, el diagrama no cuadra en forma debida.

DESCRIPCION DE LOS NUMEROS DE PARTE DEL DIAGRAMA
DE BLOQUES DE LA LINEA DE EQUILIBRIO

PARTE #	DESCRIPCION
1	Barra de Acero
2	Lámina de Acero
3	Subensamble 1
4	Bobina
5	Barra - Lámina
6	Subensamble 2
7	Colectores
8	Barra - Lámina - Bobina
9	Subensamble 3
10	Núcleo
11	Subensamble 4
12	Barra - Lámina - Bobina - Colector

DIAG. BLOQUES DE LA LINEA DE EQUILIBRIO



3.4 BALANCEO DE COSTO Y SERVICIO

A continuación se muestra un análisis de inventarios o requerimiento de materiales en lo referente a la cantidad óptima del pedido, y el punto de reorden para el colector, el embobinado y la flecha que son las partes principales de la armadura y cuyo requerimiento de materia prima debe balancearse y optimizarse.

La cantidad óptima a ordenar en unidades se encuentra:

$$Q = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}}$$

en donde D = demanda por año en unidades

Co = costo de ordenar por orden en pesos

Ch = costo de conservación por unidad por año en pesos

Q = cantidad a ordenar en unidades

Y el punto de reorden:

$$R = \frac{DL}{365} \text{ unidades}$$

en donde L = tiempo de entrega en días

D = demanda anual

R = Punto de reorden

El costo de conservación lo encontraremos basándonos en el interés bancario que es el 40% anual, y que lo consideraremos como el costo de capital. El costo de ordenar se encontrará en base al sueldo del comprador, de la orden, de los fletes, etc.

obteniendo los datos directamente de la empresa.

Análisis para el colector:

$$L = 3 \text{ días}$$

$$Ch = \$12,000 (.4) = 4800 \text{ anual}$$

$$Co = \$3,645$$

$$D = (600) 12 = 7200 \text{ anuales}$$

Cantidad óptima de pedido:

$$Q = \sqrt{\frac{2(7200)(3645)}{4800}} = 104.57 \text{ colectores}$$

Punto de reorden:

$$R = \frac{(3)(7200)}{365} = 59.1$$

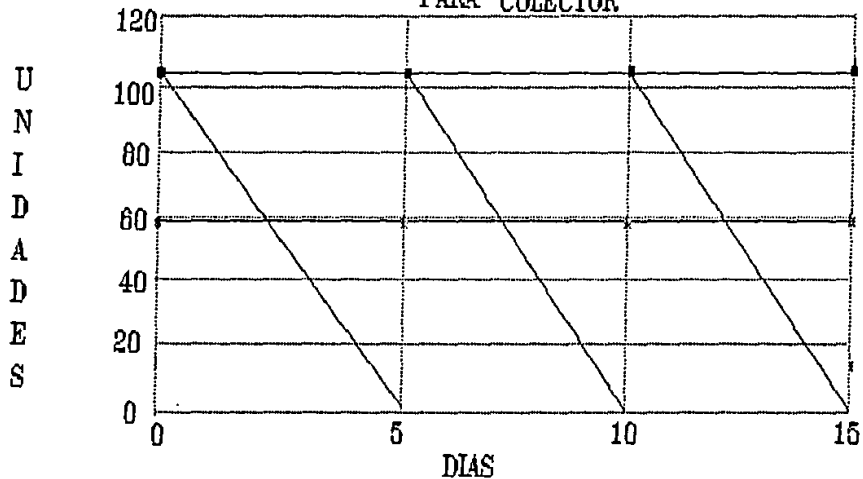
Número de ordenes al año:

$$\frac{D}{Q} = \frac{7200}{104.57} = 68.85 \text{ ordenes}$$

Días entre orden:

$$\frac{365}{68.85} = 5.3 \text{ días}$$

GRAFICO DE INVENTARIO PARA COLECTOR



* PUNTO DE REORDEN

▪ LOTE ECONOMICO

Análisis para la bobinas:

$$L = 1 \text{ día}$$

$$\text{Demanda} = (7200) (300\text{gr}) = 2.160,000 \text{ gr} = 2160 \text{ kg} = 2.16 \text{ ton}$$

$$C_o = \$2000$$

$$C_h = \$3600 \text{ (costo de 300 gr)} (.4) = \$1440 \text{ por unidad}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(7200)(2000)}{1440}} = 141.42 \text{ pedidos de 300 gr}$$

o un pedido de 42.42 kg

Punto de reordens:

$$R = \frac{LD}{65} = \frac{(1)(7200)}{365} = 19.72 \text{ unidades de 300 gr}$$

Reordenar cuando falten 5.917 kg en almacén

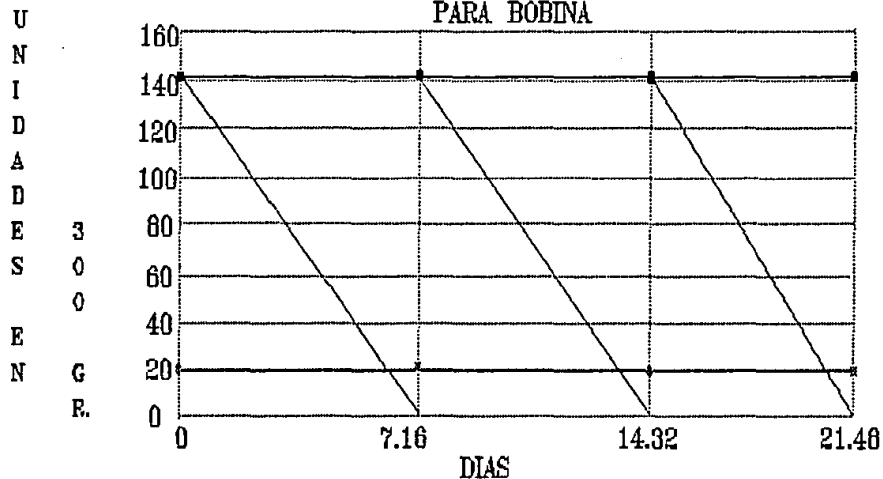
Número de ordenes al año:

$$\frac{D}{Q} = \frac{7200}{141.42} = 50.91 \text{ pedidos de 141.92 unidades de 300 gr}$$

o 50.91 de 42.42 kg

$$\text{Días entre orden} = \frac{365}{50.91} = 7.16 \text{ días}$$

GRAFICO DE INVENTARIO PARA BOBINA



* PUNTO DE REORDEN

▪ LOTE ECONOMICO

Análisis para la flecha:

$$L = 60 \text{ días}$$

$$D = (7200)(500 \text{ gr}) = 3.6 \text{ ton al año}$$

$$Ch = (2'062,000) (.4) = 824,800$$

$$Co = \$50,000$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(3.6)(50,000)}{824,800}} = .66 \text{ ton} = 660 \text{ kg}$$

Punto de reorden

$$R = \frac{LD}{365} = \frac{(60)(3.6)}{365} = .591 = 591 \text{ kg}$$

Número de ordenes al año:

$$\frac{3.6}{.66} = 5.6 \text{ ordenes de } 660 \text{ kg}$$

Días entre orden:

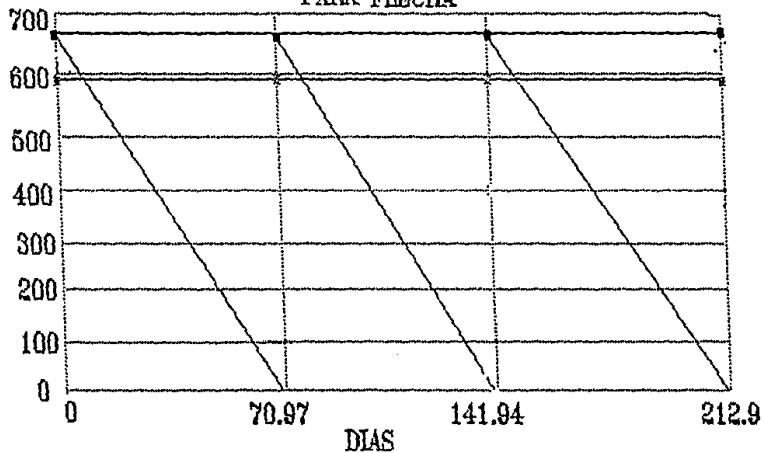
$$\frac{365}{56} = 65.17 \text{ días}$$

GRAFICO DE INVENTARIO PARA FLECHA

P
E
S
O

E
N

K
G.



* PUNTO DE REORDEN

*LOTE ECONOMICO

Análisis para la lámina:

$$L = 45 \text{ días}$$

$$D = 7200 (450 \text{ kg}) = 3240 \text{ kg} = 3.24 \text{ ton}$$

$$Ch = 2'200,000 (.4) = 880,000$$

$$Co = \$55,000$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(3.24)(55,000)}{880,000}} = 0.63 = 630 \text{ kg}$$

Punto de reorden:

$$R = \frac{LD}{365} = \frac{(45)(3.24)}{365} = 0.399 = 399 \text{ kg}$$

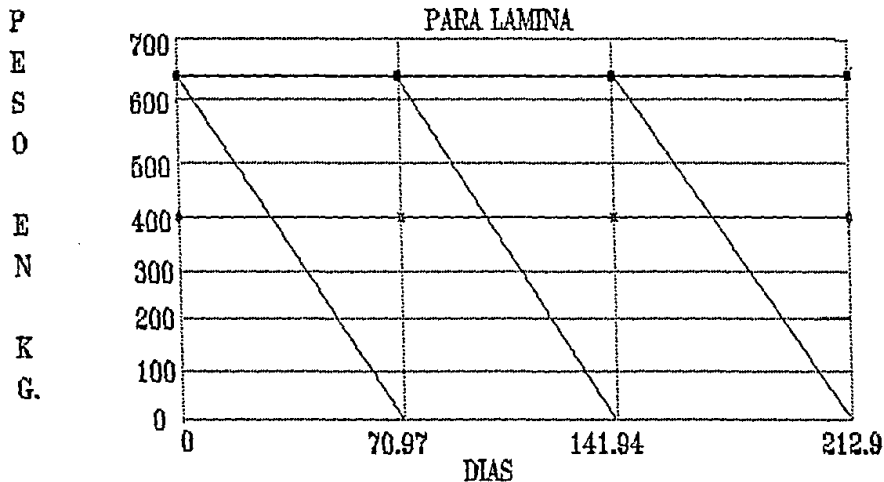
Número de ordenes al año:

$$\frac{3.24}{.63} = 5.14$$

Días entre orden:

$$\frac{365}{5.14} = 70.97 \text{ días}$$

GRAFICO DE INVENTARIO PARA LAMINA



* PUNTO DE REORDEN

▪ LOTE ECONOMICO

CAPITULO 4

INGENIERIA DEL PRODUCTO

4.1 CARACTERISTICAS Y FUNCIONES DE LA ARMADURA

Las máquinas eléctricas están constituidas de circuitos eléctricos y magnéticos, los conductores que llevan la corriente interactúan con los campos magnéticos, produciendo una conversión electromecánica de energía.

La armadura es un dispositivo móvil parte de una máquina eléctrica, generalmente compuesto de un núcleo a base de laminaciones de un material ferromagnético y aislada una de otra por resinas, en embobinado de alambre magneto que puede ser tipo ondulado o bien imbricado y una flecha de acero además de un dispositivo auxiliar llamado conmutador.

Su función básica es análoga a la de un devanado secundario de un transformador, convertir la energía del estator en un voltaje y corriente determinados y servir como circuito de alimentación a la carga externa.

La bobina de la armadura es un enrollamiento generalmente

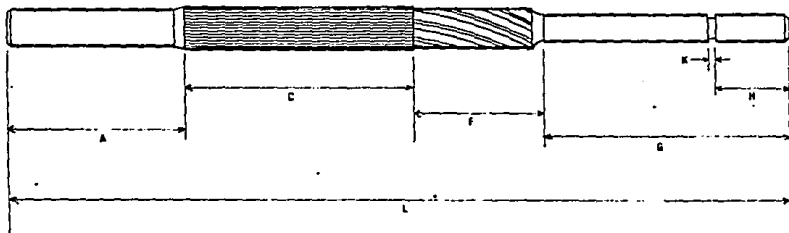
construido de cobre con una longitud y área determinada que depende de la corriente y el voltaje al que vaya a operar, su función es la transmisión de energía.

El núcleo es un dispositivo estático que se fabrica de diferentes materiales dependiendo de la calidad que se desea para la transferencia de flujo. Su función principal es servir de conducto del flujo magnético generado. Se hace generalmente de laminillas con el objeto de disminuir al mínimo posible las pérdidas de energía que produce la histerisis del material.

4.2 DIAGRAMAS DE LAS PARTES PRINCIPALES DE LA ARMADURA

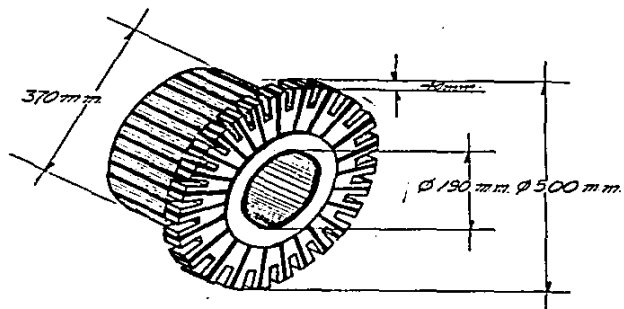
A continuación se muestran diagramas de las partes principales de la armadura MDL 2049 A, consideradas como principales: la flucha, el colector y la laminilla (que forma la laminación).

Se muestran los dibujos a escala de cada una de estas partes con sus especificaciones correspondientes en lo referente a dimensiones, rectificado, centros, etc.



ESPECIFICACION		A	C	F	G	H	L
TORNEAR	LONG	2,468	3,218	1,750	3,408	988	10,843
	DIAM	.632	.755	.753	.777	.777	
RECTIFICAR	LONG	2,343	3,218	1,687	3,250		
	DIAM	.624	.747	.745	.889	.889	
CHAFLANES 45° ± .062		MOLET. 7.55		R = 0.93 ± .09 30115			

TESIS		
MAPASA		
FLECHA PARA MARCHA		AUTOLITE
MOL 2049A	HELIC. DER.	MATERIAL 1144
FEB 66	dibujo GMA	aprobado METR

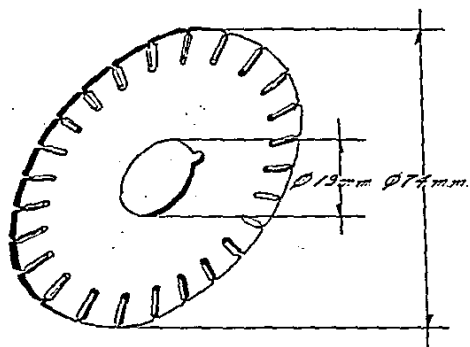


TESIS

MAPASA

ESCALA 1:1

COLECTOR



TESIS

MAPASA

ESCALA 1:1

LAMINILLA

CAPITULO 5

INGENIERIA DEL PROYECTO

5.1 DESCRIPCION DEL PROCESO EN LA LINEA

El proceso comienza con la fabricación de la flecha, la cual se obtiene a partir de una barra de acero redondo, dicha barra es cortada en un torno, después en otro torno se carea y se hace el primer centro, en un tercer torno se carean las dimensiones y se hace el segundo centro, en otro torno se desbasta el lado del colector y se hacen los chafianes, luego se desbasta el lado del bendix, para enseguida hacer un perfilado y rectificar el lado del bendix en la sección de astrias y buje central, se hace después el estriado y ranurado en los rodillos de laminación, finalmente se rectifica el lado del colector y se hace el moleteado, enseguida se monta la flecha a la laminación la cual proviene del proceso siguiente: De un rodete de lámina de acero se toma la lámina y se acomoda en la troqueladora donde se corta, se pesan y alinean las láminas. Montada la flecha en laminación se verifican las dimensiones con escantillón, se pasa a planchar

y a hacer un lavado en gas y a sopletar, para después montar la bobina a la que previamente se le realizan las siguientes operaciones: Se transporta el carrete con la bobina, se coloca el carrete en rotador para cortar la bobina a la medida y por último se dobla la bobina.

Una vez montada la bobina se verifica que no haya tierra, se bajan las puntas, se tuercen las puntas y se monta el colector, montado el colector se cortan las puntas. Enseguida se le coloca una sustancia para facilitar el soldado el cual se realiza con estaño, después se pasa a barnizar y a hornear en lotes, luego se carda la flecha del lado de la hélice, se tornea el núcleo a la medida, se pule el núcleo y se tornea el colector, por último se pule la flecha con lija de agua.

Una vez terminadas estas operaciones se hace una inspección final, verificando que no haya tierra, se pinta la armadura, se coloca en la caja y se transporta al almacén.

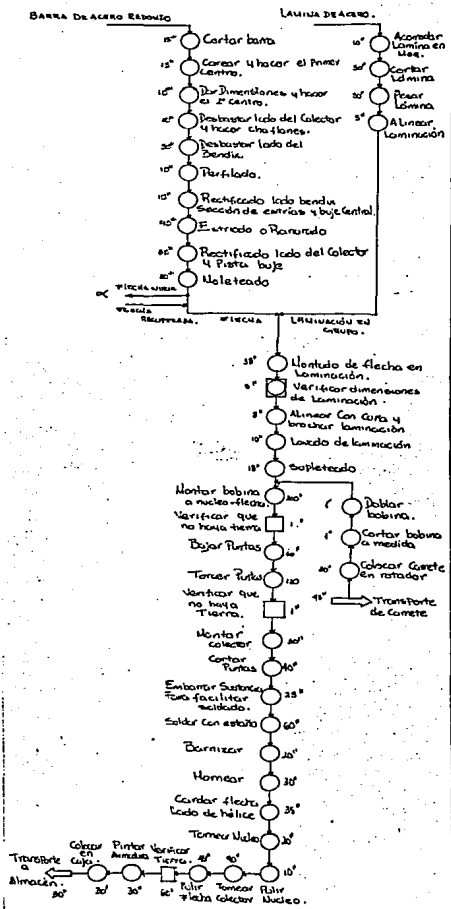
5.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA LINEA DE PRODUCCION.

A continuación se muestra un diagrama de flujo de las operaciones que forman parte de la línea de producción, dicho diagrama muestra de manera clara cuáles son y qué secuencia siguen las operaciones en la línea. Este diagrama es de gran utilidad ya que mediante él tenemos un modelo simbólico de la línea, que nos permite aclarar dudas sobre ésta de manera inmediata.

Otra utilidad de éste diagrama es que cuando es necesario o conveniente hacer cambios en la línea los podemos hacer en el

modelo, es decir, se pueden hacer iteraciones en el mismo diagrama y observar rápidamente como queda la secuencia de la línea, donde quedan ubicadas las nuevas operaciones o las operaciones modificadas.

Este diagrama, es un auxilio para el responsable del control de la producción así como para los jefes de área y sus operarios, con el fin de conocer la interrelación de cada área dentro de la línea.



5.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO DE MATERIALES

A continuación se muestra un plano que describe gráficamente el recorrido de los materiales durante el proceso de fabricación de la armadura MDL 2049 A. Dicho diagrama está basado en el plano de la distribución de planta del departamento de producción. Se muestra por medio de flechas el recorrido de los materiales y las operaciones realizadas.

El objetivo de este diagrama, es ver de manera clara las distancias recorridas en el manejo del material y la forma en como la distribución del departamento ayuda o afecta a la producción.

En este caso el diagrama es adecuado y el recorrido es normal en lo que pudiera afectar referente al manejo de material, por lo que tratar de modificarlo solo redundaría en gastos por cambios en instalación de maquinaria y cambios en diversas instalaciones de construcción además de pérdida de tiempo y producción parada.

CAPITULO 6

ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO

6.1 ORIGEN DE DATOS.

En este capítulo se hace un análisis económico y financiero en base a los costos en que se incurre en la implementación de la línea de producción, esto, con el objeto de dar una base para que en la evaluación del proyecto se puedan sacar conclusiones correctas para determinar el punto de equilibrio, precio, unidades vendidas, etc.

Los datos que se exponen fueron obtenidos de un pronóstico de costos y gastos que tiene el departamento de producción comúnmente en la fabricación de armaduras y enfocándose a una tendencia a favorecer los ingresos de la compañía.

6.2 ESTADO DE RESULTADOS.

El estudio económico lo basamos en un estado de resultados

que se expone a continuación, y que se basa exclusivamente en la línea de armaduras MDL 2049 A.

Cabe aclarar que dentro de los gastos de fabricación estamos incluyendo los de soldadura, mantenimiento, barniz, etc.

MATERIALES:

Colector	\$12,000
Bobina	\$10,000
Flecha	\$ 8,000
Núcleo	\$ 5,000
Total	\$35,000 por unidad

Para 406 unidades son \$21'210,000 al mes

MANO DE OBRA:

Sueldos a obreros \$8'250,000 al mes

GASTOS DE FABRICACION \$2'450,000 al mes

GASTOS DE VENTA \$1'000,000 al mes

COSTO TOTAL \$33'914,000 al mes

6.3 PUNTO DE EQUILIBRIO DE LA LINEA DE PRODUCCION

La evaluación del método propuesto, es decir, la factibilidad de la línea la concluiremos en base al punto de equilibrio.

En este capítulo se analizará el punto de equilibrio, las formas de calcularlo. Es normal que al planear la producción una empresa trate de cubrir el total de sus costos y lograr un excedente como pago a los recursos que han puesto los accionistas al servicio de la organización. El punto en el que los ingresos de la empresa son iguales a sus costos se llama punto de equilibrio; en dicho punto no hay utilidad ni pérdida. Este punto es una referencia límite que influye para diseñar actividades que hagan siempre estar arriba de él lo mas alejado posible, en el lugar donde se obtiene mayor proporción de utilidades.

Para calcular el punto de equilibrio es necesario tener perfectamente determinado el comportamiento de los costos, para lo cual se utilizarán datos del capítulo anterior.

Enseguida se expone el análisis de punto de equilibrio con las operaciones que son necesarias para obtenerlo y con una gráfica con la cual observamos el comportamiento del volumen utilidad para las 606 armaduras que tiene la línea como capacidad.

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{CF}}{1 - \text{CV/V}}$$

CF = Costos Fijos

CV = Costos Variables

V = Ventas

CF = Sueldos en un mes: \$4'250,000

+ Gastos de Ventas : \$ 500,000

CF = \$4'750,000

CV = Materiales para 606 armaduras al mes : \$21'210,000

+ Gastos de Fabricación : \$ 1'456,000

CV = \$22'666,000

Costo Total = \$27'416,000

Precio = \$60,000 por armadura

Cantidad = 606 armaduras

Ventas = (P) (x) = (60,000) (606) = \$36'360,000

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{4'750,000}{1 - 21'210,000/36'360,000}$$

Pe = \$12'612,851

* Punto de equilibrio en unidades = Costo Fijo Total / Margen de Contribución por Unidad

* Margen de contribución por unidad = Precio Unitario - Costo Variable Medio

* Costo Variable Medio = Costo Variable Total / Cantidad

$$\text{CVM} = 23'664,000 / 606 = \$37,402.64$$

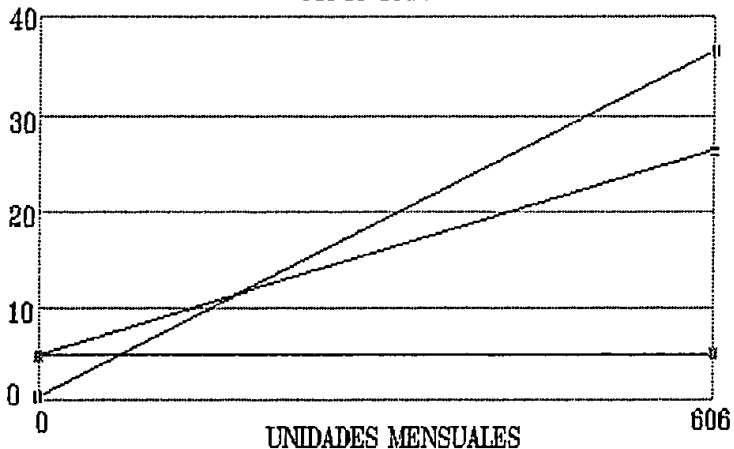
$$\text{MCU} = 60,000 - 39,049.5 = \$22,597.35$$

$$\text{PE en unidades} = 4'750,000 / 22,597.35 = 210.2 \text{ unidades}$$

I
N
G
R
E
S
O

M
I
L
L
O
N
E
S

ANALISIS DE PUNTO DE EQUILIBRIO JUNIO 1989



* COSTO FIJO

= COSTO VARIABLE " INGRESO EN MIL

6.4 FUENTE DE FINANCIAMIENTO

En todo proyecto existen fuentes diversas de inversión, la elección de una fuente de financiamiento en particular puede variar a través del tiempo, dependiendo del contexto del que esté inserto el proyecto. Es decir, en un determinado momento una alternativa de financiamiento puede ser la óptima y en otro no serlo. De lo anterior se desprende que es necesario evaluar todas las opciones de financiamiento posibles que pueden ser:

- a) Fuentes de financiamiento propias.
- b) Fuentes de financiamiento ajenas, que se caracterizan por ser recursos "frescos", que provienen del medio y fluyen tanto a través de intermediarios como directamente del profesionista como pueden ser bancos comerciales, bancos nacionales e internacionales, organismos internacionales, crédito de proveedores, etc.

En el caso de la línea de producción la fuente de financiamiento será generada por la propia empresa que llevará a cabo el proyecto y están constituidas por:

+ LAS UTILIDADES DESPUES DE IMPUESTOS

Estas fuentes de financiamiento son escasas ya que muchas veces la empresa no genera recursos necesarios o no lo hace al ritmo que se lo demande, la ventaja de usar recursos propios es un menor riesgo de insolvencia y una gestión menos presionada, pero se debe buscar un equilibrio entre los niveles de riesgo y costo de financiamiento.

El costo de una determinada fuente de financiamiento está dado por la retribución al capital aplicado. El riesgo depende de

factores como tasas nominales en moneda extranjera, plazos cortos y largos, etc.

Aunque la línea de producción es un proyecto de maquila la fuente será propia siendo la ventaja de maquilar el hecho de tener un lote seguro de venta sin el menor riesgo, es decir toda la producción estará vendida de antemano. En principio la empresa obtendrá recursos propios de las ganancias que obtiene en la fabricación de otros modelos de armaduras. El monto del financiamiento y su recuperación será expuesto en el siguiente capítulo.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

CAPITULO 7

EVALUACION DEL METODO PROPUESTO

7.1 EVALUACION REFERENTE AL MERCADO

En todo proyecto se realiza un estudio de mercado en donde se analizan los aspectos de demanda y de oferta de un producto.

En el caso de la armadura MDL 2049 A este estudio se considera innecesario ya que se tiene el mercado cubierto, es decir como se hablaba en el capitulo anterior las ventas de esta armadura estan seguras. Además se sabe de antemano que esta armadura tiene una gran demanada, y es superior a la capacidad actual de la empresa, no solo en el extranjero sino dentro del país, por lo que podemos decir que la implementación de una línea de producción de este artículo no tiene ningún riesgo, y que ya sea que se produzca como maquila o bajo riesgo de venta de la propia empresa esta armadura siempre será vendida, sin estar sujeta a efectos estacionales del mercado ni periodos de demanda baja por lo que en lo que al mercado se refiere este producto es

totalmente factible.

Además de que en lo referente a los materiales que lo componen, no existe ningún problema en cuanto a su obtención sucediendo lo mismo con la maquinaria, el equipo, el personal capacitado y demás factores de su producción que de ninguna manera representan ningún problema en su obtención en el mercado, lo que es mas son recursos fáciles de obtener.

7.2 RENTABILIDAD FINANCIERA DE LA LINEA DE PRODUCCION.

Con el fin de evaluar la rentabilidad de la línea de producción se realizará un análisis financiero de la siguiente forma:

Se hará una comparación entre la utilidad y el costo, el costo de implementar la línea de producción por un mes será el costo total mostrado en el Estado de Resultados del capítulo 6, la utilidad será la utilidad mensual obtenida de las ventas de 606 armaduras, estos dos parámetros se compararán en un mes ya que puede haber cambios en la cantidad del lote a maquilar y la evaluación tendrá que ser constante.

Para comparar fijamos una tasa de interés del 40% anual que los bancos dan aproximadamente (Junio, 1989), lo cual significa un 3.33% mensual, con este porcentaje aplicado al costo total obtenemos nuestro costo de capital mensual que es la ganancia que tenemos en caso de invertir nuestros fondos en el banco y no implementar la línea. De esta forma hacemos la comparación sabiendo la utilidad mensual de implementar la línea con la que sacamos un porcentaje del costo, este sería un 32.62% de utilidad

sobre inversión muy superior al 3.33% que nos dan los bancos.

Todo esto, se muestra de manera clara con operaciones y diagramas de flujo de efectivo a continuación:

Fijación de la tasa de interés bancaria: 40% anual
 mensual: 3.33%

Costo mensual de implementación de la línea = \$27'416,000

Utilidad por ventas = \$8'944,000 mensual

Costo de Capital = \$904,728 mensual

por lo que:

Utilidad mensual > Costo de capital

$$\text{En porcentaje} \quad \frac{8'944,000}{27'416,000} = 0.3262 \times 100 = 32.62\%$$

Tenemos un interés de 32.62% mensual, mucho mayor al 3.33% bancario.

DIAG FLUJO DE EFECTIVO S/INVERTIR

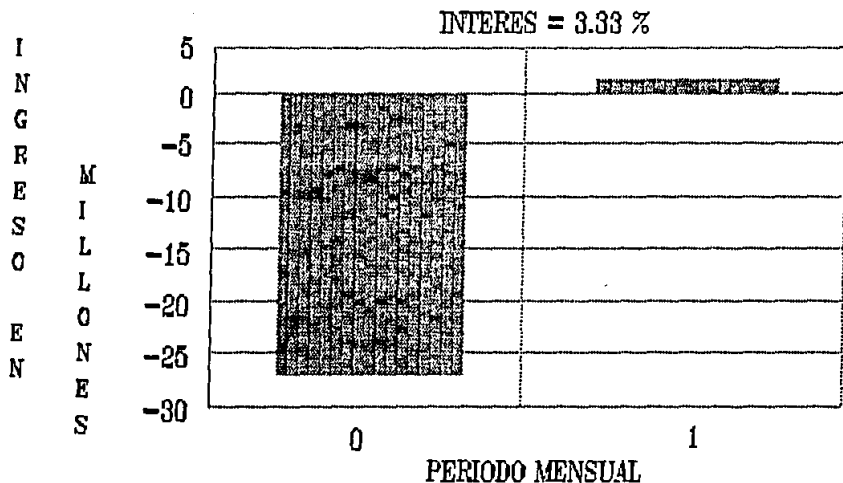
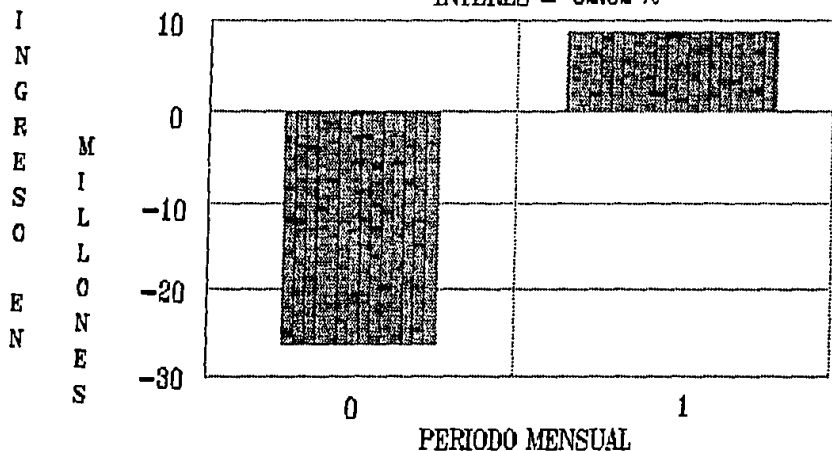


DIAGRAMA DE FLUJO C/INVERSION

INTERES = 32.62 %



CAPITULO 8

ANALISIS DEL METODO PROPUESTO Y EL ACTUAL

B.1 VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACION DE LA LINEA.

a) Mediante el diseño de una línea de producción obtenemos un balanceo adecuado de la misma, lo que nos permite determinar la ruta crítica o tiempo de producción máximo con el fin de conocer la capacidad de nuestra línea y con esto saber si es factible producir el requerimiento de armaduras de la empresa a la cual se maquilará.

b) Mediante un balanceo podemos conocer el momento en que debe realizarse cada operación en cuanto al tiempo, es decir, el tiempo en que cada una de las operaciones debe iniciarse con el fin de que los ensambles necesarios coincidan, y con esto evitar cuellos de botella o tiempo de espera improductivo que origina un desbalanceo de la línea.

c) Con el balanceo también podemos conocer los tiempos críticos en algunas operaciones, es decir darnos cuenta de cuales

operaciones tienen una duración excesiva y enfocarnos en estas con el fin de disminuir tiempos mejorando métodos o buscando otras soluciones referentes a operarios, maquinaria o equipo.

d) El balanceo nos permite programar adecuadamente y al momento preciso los ajustes de maquinaria así como minimizarlos ya que son muy costosos.

e) El diseño de una línea nos permite programar adecuadamente los requerimientos de materia prima lo que se traduce en inventarios mínimos y reducción del costo de capital.

f) Con el balanceo de una línea podemos estar controlando las desviaciones que se presenten en la producción, es decir, podemos saber que tan atrasadas o adelantadas están ciertas operaciones en la línea.

g) Podemos también saber que actividades dependen de otras y su grado de dependencia.

B.2 DESVENTAJAS DE LA IMPLEMENTACION DE LA LINEA

a) El diseño de una línea de producción puede quitar flexibilidad al programa de producción ya que éste se estandariza.

b) El diseño de una línea de producción es en gran forma muy subjetivo ya que toma factores cuantitativos, pero es difícil tener bajo control factores como formalidad en los tiempos de entrega de los proveedores, fallas en la fuente de energía de la línea, fallas debidas al trabajador, etc.

c) Al balancear una línea se estandarizan los tiempos y se definen claramente las operaciones, por lo que los operarios

realizan una misma operación en todo su tiempo de trabajo repetida y continuamente lo que provoca que la labor se realice la destreza debida por la fatiga que causa realizar la misma actividad continuamente, por lo que es conveniente capacitar personal para distintas tareas y rotarlo continuamente para evitar dicha problemática.

CONCLUSIONES

Toda empresa que quiera tener una buena programación y planeación entre otras cosas, debe tener bien organizado su departamento de producción, y con esto poder llevar un adecuado control de producción e inventarios, ya que de la producción depende la utilidad de la empresa que es un fin básico.

Por medio del diseño de líneas de producción se lleva a cabo el control de ésta, pero el problema del diseño de una línea no atañe únicamente a la cuestión de métodos, maquinaria, obreros, sino a factores del medio externo al departamento y a la empresa, por lo que el diseño de la línea no ordena a la empresa en su totalidad, todos los subsistemas de la empresa deben interactuar para que la línea funcione, proveedores, maquinaria, equipo, personal, en fin, una serie de factores que terminan en consecuencias económicas por mas que se tenga un diseño perfecto en la línea.

Con el balanceo de la línea se puede saber exactamente si existe factibilidad técnica para maquilar y así también saber si hay factibilidad financiera. Esto se mostró a lo largo de la

tesis y se vio la dependencia directa que tiene la cantidad de unidades producidas en la línea con el estado de resultados, ya que como las ventas son seguras, a mayor número de unidades producidas mayores ingresos, puesto que el costo de producción ya se definió también en el diseño de la línea redundando en el estado de resultados.

De aquí la importancia de que la línea esté balanceada, además de que los trabajadores son mas eficientes cuando trabajan en un sistema organizado y tienen bien definidas sus tareas en operaciones con lo que saben sus desfases positivos y negativos y se evitan tiempos improductivos y cuellos de botella.

Además con la línea se tiene una programación adecuada y se sabe cuál es la capacidad de producción para responder al cliente con puntualidad y en la entrega del producto.

Es importante aclarar que la tasa de retorno con la que se trabajó al hacer la evaluación del diseño de la línea se comparó con la tasa de interés bancario del 40% (Junio, 1989), pero dicha tasa tiende a bajar ya que dentro de la situación económica que se vive en el país la inflación tiene una tendencia a la baja.

Es importante mencionar también que la demanda de armaduras es de 600 y en base a ésta demanda se hizo el estudio de inventarios, pero el estado de resultados se trabajó con 606 armaduras que es la real capacidad de la línea ya balanceada, y el excedente se puede vender a cualquier otro cliente.

BIBLIOGRAFIA

Blank Leland, Tarquin Anthony

INGENIERIA ECONOMICA

Ed. Mc Graw Hill

México, 1966

pp. 159 - 162 y tablas Apéndice B

Buffa Elwood S., Taubert William H.

SISTEMAS DE PRODUCCION E INVENTARIO PLANEACION Y CONTROL

Ed. Limusa

México, 1987

pp. 315 - 318, 287 - 290 y 341 - 343

Coss Bu Raúl

ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Ed. Limusa

México, 1987

pp. 221 - 251

Gallagher Charles A., Watson Hugh J.

METODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN
ADMINISTRACION

Ed. Mc Graw Hill

México, 1988

pp. 403 - 412

Lockyer Keith

LA PRODUCCION INDUSTRIAL

Ed. Representaciones y Servicios de Ingenieria, S. A.

México, 1988

pp. 333 - 342

Nasar Syed A.

MAQUINAS ELECTRICAS Y ELECTROMECHANICAS

Ed. Mc Graw Hill

México, 1985

pp. 7 y 72

Oficina Internacional del Trabajo

INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO

Ed. Limusa

México, 1987

pp. 107 - 126

Puente Cruz Andrés

APUNTES DE ECONOMIA

Quinta Edición

pp. 99 - 114

Ramírez Padilla David Noel

CONTABILIDAD ADMINISTRATIVA

Ed. Mc Graw Hill

México, 1986

pp. 135 - 140

Sapag Chain Nassir, Sapag Chain Reinaldo

FUNDAMENTOS DE PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS

Ed. Mc Graw Hill

Colombia, 1985

pp. 273 - 280