



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
LABORATORIO DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN DENTRO DE LA FACULTAD DE
ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN, ASÍ COMO
DESARROLLO DE PRÁCTICAS PARA EL MISMO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

ROBERTO MILTON FREY ARANZA
RUBÉN RODRÍGUEZ ALVARADO

ASESORA:

ING. GABRIELA LÓPEZ SÁNCHEZ



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 esta 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.

Agradezco a:

Mi papa y mama que son la base y pauta para ser lo que hoy en día soy. Con nada podré pagar todo lo que me han brindado, solo puedo decirles gracias por estar siempre apoyándome.

A Monse y Mara son un aliciente en mi vida para siempre buscar más y seguir unidos en las buenas y en las malas.

A mis amigos Giovanni, Cesar, Pompin, Carlos, que de alguna manera se preocupan y ayudan para seguir la vida. Gracias por los buenos y malos ratos que pasamos juntos, los quiero.

Roberto Frey
México 2005

A Dios

Porque en cada paso que he dado en mi vida El ha caminado a mi lado
Los muchachos se fatigan y se cansan, los jóvenes flaquean y caen; pero los que
esperan a Jehová tendrán nuevas fuerzas; levantarán alas como las águilas;
correrán, y no se cansarán; caminarán, y no se fatigarán.

Isa. 40:30-31

A mis padres

A quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo:
Amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su
vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida a sido convertirme
en persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aun
con las riquezas mas grandes del mundo.
Por esto y mas... gracias

A mis hermanos y amigos

Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer en esta vida de lucha y
superación constante, deseo expresarles que mis ideales, esfuerzos y logros han
sido también suyos y constituye el legado más grande que pudiera recibir.
Con cariño admiración y respeto.

Rubén Rodríguez
México 2005

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
OBJETIVOS	iii

CAPITULO 1

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

1.1 Sistema Antiguo	2
1.2 Sistema Feudal	3
1.3 Sistema Europeo	3
1.4 Sistema Americano	4

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia y funciones en Planeación y Control de la Producción.....	6
2.2 Sistemas Productivos	9
2.3 Función y tipos de inventarios	12
2.3.1 Clasificación de inventarios	14
2.4 Control de inventarios	15
2.4.1 Objetivos del control de inventarios	15
2.4.2 Costos en el control de inventarios	17
2.4.3 Procedimiento para el control de inventarios	18
2.4.4 Sistemas para el control de inventarios	18
2.4.5 Modelo de inventario general	19
2.5 Balanceo de líneas	20
2.5.1 Métodos de balanceo de líneas	22

2.6	Diagrama de procedencia y método Heurístico	23
2.6.1	Reglas Heurísticas de programación	25
2.7	Planeación Agregada	25
2.7.1	Objetivos de la planeación agregada	28
2.7.2	Costos de la planeación agregada	30
2.7.3	Evaluación de la planeación agregada	31
2.8	Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP)	32
2.8.1	Funcionamiento del MRP	34
2.9	Planeación y Control de la Producción	34
2.9.1	Clasificación de los programas de producción	36
2.9.2	Objetivos de los programas de producción	37
2.9.3	Técnicas de programación de producción	38
2.9.4	Control de inventario en proceso	39
2.10	Hoja de Ruta	40
2.11	Ordenes de producción	42
2.12	Gráfica de Gantt	43
2.13	Análisis de las técnicas de fabricación	45
2.14	Programación de trabajo para las máquinas	47
2.15	Producción asistida por computadora	48
2.16	Manufactura integrada por computadora	49
2.16.1	Ventajas del Control Numérico	50

CAPITULO 3

LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL LIME

3.1	Localización del LIME	53
3.2	Laboratorio de Ingeniería Mecánica Eléctrica	54
3.3	Laboratorio de Planeación y Control de la Producción	54
3.4	Layout	55

CAPITULO 4

PRÁCTICAS

4.1	Introducción a la administración computarizada de la producción	60
4.2	Modelos para el pronóstico de la demanda	71
4.3	Programación de la producción	75
4.4	Sistemas de control de trabajo en proceso	81
4.5	Administración de inventarios 1	88
4.6	Administración de inventarios 2	90

REGLAMENTO	94
-------------------------	----

CONCLUSIÓN	iv
-------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA	v
---------------------------	---

INTRODUCCIÓN.

El nuevo milenio trae consigo una reforzada búsqueda de eficientes técnicas para los sistemas de producción, orientadas a la producción de nuevos productos líderes en calidad y que requieren de los métodos productivos más avanzados de la industria.

La planeación y control de la producción abarca muy complejos problemas, y su introducción rápida en las empresas ha motivado una gran confusión, tanto en el campo que debe alcanzar, como en la propia terminología que se utiliza para dar nombre a las funciones.

Es pensando en ello que se desarrolla este trabajo en el cual se encontrarán definiciones, conceptos y metodologías para la comprensión de los complejos sistemas de producción del nuevo milenio.

La Planeación y Control de la Producción relaciona los elementos que intervienen en un proceso productivo, como son la maquinaria, equipo, mano de obra, materia prima, tipo de proceso, etc. En el estudio de la Planeación y Control de la Producción se abarcan todos los aspectos que intervienen en los procesos productivos; este conocimiento adquirido es necesario reafirmarlo con algunas prácticas, objeto del presente trabajo.

El capítulo 1 contiene una breve reseña de los modos antiguos de producción, de los cuales se rescatan las bases para la producción actual. Se dan características de los 4 modos antiguos de producción, así como la interrelación que tuvieron entre si.

En el capítulo 2 se presenta el desarrollo de los temas vistos en la materia de Planeación y Control de la Producción, comenzando con los aspectos generales del tema; después se explican los sistemas productivos actuales de los cuales es importante resaltar que, sea cual sea el proceso sólo existen dos tipos: el sistema continuo o estandarizado y el sistema intermitente o por lotes.

Los inventarios es un tema al cual se le da un gran peso en este trabajo, ya que existen en todo proceso desde el comienzo hasta el fin del producto y, como lo hace ver su clasificación, existen tres clasificaciones de los inventarios: inventario de materia prima, inventario de producto en proceso y por ultimo inventario de producto terminado. En este capítulo también es estudiada la Planeación Agregada, en la cual se base el ajuste de todo el proceso.

En el capítulo 3 se da la ubicación del Laboratorio de Ingeniería Mecánica Eléctrica (LIME), su distribución, el Lay-out del área común para el desarrollo de practicas de Ingeniería Industrial, y el plano del Laboratorio de Planeación y Control de la Producción.

El capítulo 4 contiene la propuesta de prácticas para la asignatura de Planeación y Control de la Producción. Estas prácticas fueron diseñadas en base al programa que otorga la UNAM y los materiales disponibles dentro de las instalaciones de la FESC-4.

OBJETIVOS

GENERALES:

- Desarrollar prácticas del temario de la asignatura de planeación y control de la producción.
- Acondicionamiento y puesta en marcha del Laboratorio de planeación y control de la producción.

ESPECIFICOS:

- Conocer las técnicas y modelos para aplicar la Planeación y Control de la Producción.
- Comprender la metodología para el desarrollo de los distintos tipos de sistemas productivos.
- Aportar un conocimiento práctico para el desarrollo de situaciones similares con las cuales se encontrará el egresado dentro de la industria.
- Proponer un conjunto de prácticas para el Laboratorio de Planeación y Control de la Producción dentro de la FESC.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Inspirada en el renacimiento en el siglo XVII y más tarde en el inicio de la primera revolución industrial inglesa, Europa fue el centro del poder económico en el siglo XIX; Estados Unidos, sin embargo, se convirtió en el núcleo de la segunda revolución industrial, dominando el desarrollo del siglo XX. En consecuencia, la teoría y las primeras técnicas de la administración fueron el producto del desarrollo occidental. Los conceptos de la línea de producción en una fábrica, la división del trabajo y la estructura administrativa funcional alcanzaron su madurez tanto en Europa como en América. El surgimiento del Asia sur oriental después de la segunda guerra mundial con una fuerte orientación a la exportación, en particular de Japón como una potencia Industrial dio como resultado un sistema comercial abierto en el que ya no se puede ignorar la competencia internacional.

Históricamente, han surgido cuatro tipos importantes de sistemas de producción: el antiguo, el feudal, el europeo y el americano.

1.1 Sistema antiguo.

Se tiene evidencia del sistema antiguo desde 5000 AC, cuando los sacerdotes sumerios comenzaron a registrar inventarios, préstamos y transacciones de puestos. Otros desarrollos antiguos incluyen la idea de un salario mínimo y la responsabilidad administrativa, según lo establece el código de Hamurabi alrededor de 1800 AC.

En el lejano oriente, alrededor de 1100 AC, los chinos practicaban la especialización del trabajo, la planeación y organización de la producción. Un poco más tarde, en 350 AC, los griegos adoptaron la especialización del trabajo y hacían que sus trabajadores usaran movimientos uniformes y trabajaran al mismo ritmo.

1.2 Sistema Feudal

Durante la edad media surgió el sistema feudal en el que el emperador, rey o reina tenía poder total sobre el país, otorgaban poder a los nobles sobre ciertas regiones a cambio de lealtad al reino. Los nobles a su vez delegaban tierras y autoridad a señores de menor alcurnia y así sucesivamente, hasta los hombres libres y siervos. Los sistemas de producción que existían se describen mejor como domésticos. Casi siempre, los integrantes de una familia eran tanto los dueños como los trabajadores; esto siguió prevaleciendo hasta mediados del siglo XV.

1.3 Sistema Europeo

Surge durante el renacimiento. Aún cuando la idea del renacimiento es la del desarrollo cultural, pasaron muchas cosas en especial en Italia, que afectaría la industrialización y los sistemas de producción. Durante los años 1300, se practicaba el registro de libros de partida doble y la contabilidad de costos.

La revolución industrial comienza a principios del siglo XVIII. Una de sus causas principales fue, el desarrollo de métodos agrícolas más eficientes que requerían menos tierras y menos campesinos para producir los alimentos necesarios. Otra causa fue centralizar a los trabajadores, lo cual significaba que alguien generalmente el dueño, controlaba todo, y en consecuencia los incentivos para mejorar los métodos de producción eran mayores.

La especialización del trabajo incremento el tamaño del mercado en todas las áreas. Conforme las personas se especializaban en sus tareas, dependían más de otros para producir artículos como ropa, zapatos y muebles. La urbanización produjo grandes ciudades llenas de trabajadores que necesitaban comprar cosas y tenían dinero para gastar, lo que aunado a una mejora de transporte, dio origen a mercados masivos que demandaban producción en masa.

1.4 Sistema Americano.

El inicio del sistema americano se remonta al desarrollo del torno moderno realizado por Maudslay alrededor de 1800. El aspecto más importante de este hecho fue que algunas máquinas eran capaces de reproducirse así mismas; esto sorprendió a la industria de máquinas herramientas y tuvo un gran impacto en el desarrollo posterior a los sistemas de producción.

Al otro lado del Océano Atlántico, en América, Eli Whitney, inventor de la despepitadora de algodón, promovió la manufactura con partes intercambiables. Whitney usó dispositivos y artefactos para orientar y sostener partes que de esta manera podían hacer trabajadores menos calificados. Este sistema de manufactura, conocido como el sistema americano, fue adoptado por muchas fábricas. La convergencia de partes intercambiables especialización del trabajo, la potencia del vapor y las máquinas herramienta marcó el surgimiento del sistema americano, que fue el precursor de la producción en masa de hoy en día.

La línea de ensamble es el resultado lógico de la especialización de la mano de obra y del uso del capital para sustituir la mano de obra. No todas las fábricas se convirtieron en instalaciones de producción masiva. Las plantas que hacían una variedad de partes con poca demanda o productos hechos a la medida permanecieron sin cambios.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1 Importancia y Funciones de la Planeación y Control de la Producción

La planeación y Control de la Producción “es el conjunto de funciones que tienen como objetivo la previsión y coordinación de los medios de producción y de los trabajos a realizar, de forma tal que se puedan definir los plazos de entrega de los productos, así como fabricarlos al menor costo posible”.

El complejo papel de la Planeación y Control de la Producción tiene como fin fundamental, utilizar los medios actuales disponibles obteniendo el máximo rendimiento de ellos.

Las funciones básicas son las que se consideran imprescindibles para lograr una eficaz planeación. El número de funciones básicas varía bastante según los autores. Aquí se consideran seis funciones básicas de la Planeación y Control de la Producción:

- Planeación: La planeación es en esencia un plan de entregas para manufactura. El plan de producción implica un compromiso que cada función de la organización debe adoptar.
- Preparación del trabajo. Si la planeación de las operaciones es la adecuada, permitirá a la administración responder a los cambios en cualquier área de la empresa.
- Distribución de los documentos de trabajo. La distribución es la función de planeación y control de la producción que realiza el envío a programación de la documentación de trabajo, en las fechas señaladas en el planeamiento y siempre que existan materiales para ejecutar el trabajo.

- Programación. El procedimiento de programación detalla las órdenes de producción. La rutina de programación detalla el flujo de trabajos durante la semana, la carga de las máquinas, la asignación de operadores y la secuencia de prioridades.
- Lanzamiento. Es la etapa que representa un periodo de bajo volumen de ventas. El producto se refina y comienzan los esfuerzos de comercialización.
- Control de avance de obra e impulsión. La programación y el control identifican actividades críticas dentro del proyecto, las cuales si se retrasan causan penalidades y alteraciones en el sistema.

El grupo de funciones secundarias está constituido por una serie de actividades, según los casos, se consideran o no como integrantes de la Planeación y Control de la Producción.

Algunas de las que podríamos denominar funciones secundarias son las siguientes:

- Control de materiales. Para tener un control de materiales se conoce el MRP (Material Requirement Planning). El principal objetivo del MRP es generar los requerimientos de componentes y materia prima por etapas.

- Estudios de tiempos y movimientos. Los objetivos de este estudio podrían mejorar la productividad en un 50% o, alternativamente, aumentar la eficiencia utilizando las máquinas actuales. La administración debe definir claramente los objetivos del estudio, dado que existen muchas posibilidades.
- Almacenes. Los almacenes controlan físicamente y mantienen todos los artículos y materias primas inventariadas, se deben establecer resguardo físicos adecuados para proteger los artículos de algún daño de uso innecesario debido a procedimientos de rotación de inventarios defectuosos y a robos. Los registros se deben mantener, los cuales facilitan la localización inmediata de los artículos.
- Estudios de presupuestos de mano de obra (presupuestos técnicos). Es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas, este concepto se aplica a cada centro de responsabilidad de la organización.
- Control de costos. El costo es importante en la planeación, programación e implantación. Primero debe determinarse el costo de cada actividad, después, en la etapa de programación puede ser deseable que los costos ocurran y por último, se usan los costos como un mecanismo de control.
- Compras. Tiene por finalidad, la adquisición de los materiales que son precisos para la producción. Exige, un conocimiento profundo del mercado de proveedores, con estudios adecuados que permitan una rápida información sobre los posibles suministradores de cada artículo.

2.2 Sistemas Productivos

El sistema productivo se define como el conjunto de elementos e inmateriales que realizan el proceso de transformación o intervienen en él, o bien, como los medios con que se transforman recursos de entrada en bienes y/o servicios.

Como parte de los elementos que integran el sistema productivo se encuentran: el hombre, recursos energéticos, materiales, maquinaria, instalaciones e información.

El proceso de producción implica no solamente la aplicación de la tecnología, sino también el control de todas las variables que se pueden presentar.

Un sistema de producción comienza a tener forma desde que se elige el producto que va a comercializarse; se requiere un procedimiento que debe ser lo más económico posible teniendo en cuenta la capacidad del sistema de producción, en función de los recursos humanos, materiales y tecnológicos de la empresa, y lo más importante la naturaleza de la actividad productiva que depende usualmente de la naturaleza de la función de la demanda.

Así cuando la demanda se refiere a un volumen relativamente grande de un producto estandarizado, encontraremos líneas de producción cuidadosamente diseñadas para producir artículos en masa. Cuando la demanda se refiere a artículos a la medida, el sistema productivo debe ser flexible. Por último los proyectos a gran escala que se hacen una sola vez.

Según esto, queda claro que el sistema productivo abraza no sólo los procesos de transformación, sino también todas aquellas actividades necesarias para su diseño y para su realización. Aun cuando todos los sistemas de producción difieren en algo.

El proceso de conversión de materiales se lleva a cabo en la planta de producción, que está diseñada para facilitar la transformación. El volumen de

producción y la variedad de productos determina el tipo de diseño o distribución de planta (layout). Para cumplir con las necesidades han surgido dos tipos de distribución de planta diferentes en esencia: el taller de producción continua y el taller de producción intermitente.

1) Sistemas productivos continuos o estandarizados.

Un sistema de producción continuo fabrica un alto volumen de productos estandarizados. La industria automotriz es un buen ejemplo. Una línea de ensamble mantiene el flujo de materiales, los trabajadores utilizan equipo especializado, y pueden realizar menos tareas que en el taller de producción intermitente. Pueden ser de dos tipos:

- *Sistema de producción en línea.* El producto es fabricado en una línea en la que se pasa de estación automática o semiautomáticamente. En estos sistemas se tiene una demanda relativamente grande de un producto estándar; como las fabricas de automóviles, envases, etc.
- *Sistema de producción por proceso continuo.* Es un proceso a través del cual en algunos casos la materia prima básica se usa para producir otra materia prima; por ejemplo acero, cemento, refinación de petróleo, etc.

2) Sistemas productivos intermitentes o por lotes.

Sus procesos no requieren continuidad en el tiempo. Son sistemas en los que las instalaciones tienen capacidad para fabricar una amplia variedad de productos, o bien en los que los materiales y las piezas se mueven por las instalaciones en formas y de forma discontinua. No todos los productos recorren todas las instalaciones, sino que cada uno requiere un proceso diferente. Los materiales son procesados en un punto y son transportados a otro lugar, donde esperan ser

procesados de nuevo. Dentro de los sistemas productivos intermitentes podemos distinguir:

- Taller cerrado. Fabricación repetitiva por almacén, por lotes, según un catálogo de productos.
- Taller abierto. Fabricación de pequeñas cantidades de productos muy específicos, por pedido.

3) Sistemas de producción única o por proyecto.

Este tipo de producción es solamente por orden del cliente; no se produce para inventario. Se trata de proyectos que se hacen solo una vez, por ejemplo: construcción de edificios, obras de irrigación, presas, etc. El producto se queda en un lugar y el equipo se mueve hasta el.

La importancia de esta clasificación radica en que al conocer las principales características de los diferentes sistemas productivos se pueden tener elementos de juicio para seleccionar las diversas metodologías de planeación y control de la producción que mejor se adapten al sistema de que se trate; sin embargo, es conveniente mencionar que en la práctica es frecuente encontrar mezclas de estos tres tipos de sistemas de producción, lo que hace muy complejas las funciones de previsión, Planeación y Control de la Producción.

Finalmente, las características de mercadotecnia de las compañías que usan sistemas de producción continua suelen diferir de la de los sistemas de producción intermitente. Con la producción intermitente, el esfuerzo de la mercadotecnia está dirigido hacia obtener y cumplir pedidos individuales para diversos productos. En la producción continua, el esfuerzo de la mercadotecnia se dedica al desarrollo de canales de distribución para manejar el gran volumen de la producción y persuadir a los clientes que acepten productos estandarizados.

2.3 Función y tipos de Inventarios

Los inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta.

Los administradores de operaciones generalmente tienen una actitud ambivalente hacia los inventarios. Por un lado, son costosos y retienen sumas considerables de capital de trabajo. También llevan un riesgo ya que los artículos se pueden deteriorar, volverse obsoletos o perderse; más aun, ocupan un espacio valioso en la operación. Por otro lado proporcionan una seguridad en un entorno complejo e incierto. Saber que se dispone de artículos en almacén si los demandan los clientes o los programas de producción, es confortante contra lo inesperado. Sin duda cuando un cliente se va a otro lado porque le falta sólo un artículo, o cuando un proceso de fabricación importante debe esperar porque le falta una pequeña parte, el valor del inventario parece indiscutible. Este es el dilema de la administración de inventarios, facilitan el suministro y satisfacen la demanda; de hecho su existencia se debe exclusivamente a que la demanda y el suministro no están en armonía.

Los inventarios son un puente de unión entre la producción y las ventas, en una empresa manufacturera el inventario equilibra la línea de producción si algunas máquinas operan a diferentes volúmenes de otras, pues una forma de compensar este desequilibrio es proporcionando inventarios temporales o bancos.

Los inventarios de materias primas, productos semiterminados y productos terminados absorben la holgura cuando fluctúan las ventas o los volúmenes de producción, lo que nos da otra razón para el control de inventarios. Estos tienden a proporcionar un flujo constante de producción, facilitando su programación.

Las razones para un desequilibrio entre las tasas de suministro y de demanda en distintos puntos de una operación llevan a distintos tipos de inventarios. Existen cuatro tipos de inventario.

- **Inventario de seguridad**

También se le conoce como inventario de amortiguador; su propósito es compensar las incertidumbres inherentes al suministro y la demanda. Es decir, el proveedor ordena sus bienes de manera que siempre exista producto de ellos en almacén, esta cantidad mínima de almacén se mantiene para cubrir ciertas demoras que se puedan ocasionar en el proceso de entrega de nuevo material. Esta variación también puede ser causada por la variación humana natural o por descomposturas ocasionales en el procesamiento normal.

- **Inventario de ciclo**

Este tipo de inventario ocurre cuando una o más etapas en la producción no pueden surtir todos los artículos que producen al mismo tiempo. De una forma más sencilla podemos explicarlo con la producción de tres tipos de gomas; los tres tipos se venden por igual pero debido a su proceso solo se fabrica un tipo a la vez. Para satisfacer la demanda se fabrica cierta cantidad que cumpla con la demanda, ya que antes de volver a fabricar ese tipo de goma se tendrán que fabricar los dos tipos restantes; por tanto tendrá que existir suficiente inventario para abastecer el consumo.

- **Inventario anticipado**

El inventario anticipado se utiliza cuando las fluctuaciones de la demanda son significativas pero predecibles; también es utilizado cuando existen variaciones en el suministro. Por ejemplo, se fabrican esferas de navidad todo el año para que en los meses de noviembre y diciembre se tenga cantidad suficiente para la demanda de la población.

- **Inventario en traslado**

El inventario en traslado existe porque el material no se puede transportar al instante entre el punto de abastecimiento y de la demanda. Si una tienda ordena una consignación de artículos a sus proveedores, el proveedor asigna los artículos de su almacén a la tienda, los empaca, los carga en el camión y los transporta a su destino descargando en el almacén de la tienda. Desde el momento de almacenar los artículos hasta que la tienda pueda disponer de ellos, se dice que están en traslado. Todos estos artículos embarcados forman parte del inventario en transporte.

2.3.1 Clasificación de Inventarios

Los inventarios en los sistemas de producción se clasifican según el valor agregado durante el proceso de manufactura. Las clasificaciones son materia prima, producto en proceso y productos terminados

La materia prima incluye todos los materiales requeridos para los procesos de manufactura y ensamble. Normalmente son los siguientes:

- Material que necesita más procesamiento (harina, madera, barras de acero)
- Componentes que forman parte de un producto tal y como están (chips de computadora, tornillos)
- Artículos de consumo (soldadura, electrodos, pegamento, tornillos)

El producto en proceso es inventario en el sistema de producción que espera para ser procesado o ensamblado y puede incluir productos semi-terminados o subensambles.

Los productos terminados son las salidas de los procesos de producción, en ocasiones llamados artículos finales. La demanda de productos terminados por lo general es independiente. Los productos terminados de una empresa de manufactura pueden ser materia prima para otra.

2.4 Control de Inventarios

La inversión en el inventario representa una suma importante. Como esta inversión es tan grande, las prácticas administrativas que den como resultados ahorros en un pequeño porcentaje de los valores de inventario total, representan grandes ahorros en dinero.

El control de inventario es importante para la producción de varias maneras.

- El inventario debe ser lo bastante grande para equilibrar la línea de producción.
- Los inventarios de materias primas, productos semi-terminados y productos terminados absorben la holgura cuando fluctúan las ventas o los volúmenes de producción.
- Los inventarios tienden a proporcionar un flujo constante de producción lo que facilita la programación.
- El control de inventario conduce a producir y comprar en lotes de tamaño económico.

2.4.1 Objetivos del control de inventarios

1. Minimizar la inversión en el inventario.
2. Minimizar los costos de almacenamiento.
3. Minimizar las pérdidas por daños, obsolescencia y por artículos perecederos.

4. Mantener un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas, partes y suministros.
5. Mantener un transporte eficiente de los inventarios, incluyendo las funciones de despacho y recibo.
6. Mantener un sistema eficiente de información del inventario.
7. Proporcionar informes sobre el valor del inventario a contabilidad.
8. Cooperar con adquisiciones de manera que se puedan lograr compras económicas y eficientes.
9. Hacer predicciones sobre las necesidades del inventario.

Existen varios factores que impiden el logro de estos objetivos, estas condiciones siempre están presentes y tienden a frustrar el control efectivo del inventario.

- El personal de producción tiende a **fomentar las demasías**, debido a los elevados costos y a los cambios de programa que resultan de quedar con el inventario agotado.
- El constante cambio en la relación de oferta-demanda, los que suelen convertir en inexactas las predicciones de las necesidades futuras del inventario y afectan a las cantidades de inventario que deben comprarse y venderse para minimizar estos costos.
- La incapacidad de algunos proveedores para cumplir con sus compromisos.

El objetivo primordial del control de inventario es tener la cantidad apropiada de materia prima, otros materiales y productos terminados en el lugar adecuado, en el tiempo oportuno y con el menor costo posible. Los costos excesivos en inventarios pueden ser por malas decisiones en el establecimiento de un sistema.

2.4.2 Costos en el control de inventarios

- El costo de compra o inversión: es el precio unitario de un artículo adquirido de una fuente externa o proveedor, y debe ser registrado en el costo de inventario como tal. Igualmente, si el bien es fabricado en planta deberán incluirse sus costos de producción y registrarse como un artículo que se vende a consumidor final.
- Costo de colocación o trámite de pedidos: se origina por los gastos de la emisión de la orden de compra a un proveedor, o por los costos de la orden de producción en planta. Estos costos varían en razón directa al número de órdenes colocadas, y no con el tamaño o monto de la orden.
- Costo de mantener el inventario en almacenes: comprende diferentes conceptos como los de almacenaje, depreciación de bodegas y equipo o renta de estos, impuestos, seguros, desperdicio, obsolescencia, manejo, etc.
- Costos de no tener inventario de oportunidad: pueden tener su origen en faltantes externos cuando a un cliente no se le puede surtir una orden, ocasionando órdenes pendientes, disminución en las ventas y pérdida de prestigio comercial; o internos cuando un departamento dentro de la organización no cuenta con materiales o artículos ocasionando pérdidas de producción, retraso en las fechas de entrega.

2.4.3 Procedimiento para el Control de Inventarios

El siguiente procedimiento detalla la secuencia, paso a paso, de las actividades requeridas para el control de inventarios.

1. Determinar las necesidades del inventario.
2. Preparar requisiciones si los materiales van a ser comprados, o solicitudes para la producción de los materiales, si se van a hacer en la planta.
3. Recibir los materiales, inspeccionarlos y almacenarlos.
4. Tener al día los registros del inventario para que reflejen el recibo de los materiales.
5. Dar salida a los materiales cuando se requiera y registrar esto en los inventarios.
6. Evaluar la condición del inventario, lo que completa el ciclo y conduce nuevamente a la determinación de las necesidades del inventario.

Las actividades que están asociadas con este procedimiento incluyen la determinación de cuántos artículos hacer o comprar y cuándo se deben efectuar tales compras o actividades de producción.

2.4.4 Sistemas para el Control de Inventarios

Los sistemas de control de inventarios, se encargan de regular en forma óptima las existencias en los almacenes tanto de refacciones como de herramientas, materias primas, productos en proceso y terminados; protegiendo a la empresa de costos innecesarios por acumulación o falta de existencias en el almacén. Existen varios tipos de sistemas para el control del inventario que se usan en la actualidad.

- Sistema de cantidad fija: está fundamentado en el concepto de la cantidad económica de los pedidos y en el concepto del punto de re-pedido.
- Los sistemas de límite monetario: se asignan cantidades monetarias fijas para los distintos artículos que se llevan en el inventario. Pueden emitirse órdenes para nuevas existencias en cualquier tiempo y por cualquier cantidad, siempre que los pedidos no se excedan una cantidad monetaria dada.
- Sistemas de tiempo límite: están basados en la colocación de pedidos de artículos usados regularmente a intervalos periódicos. En este tipo de sistema, la cantidad que se va a pedir no es fija, y el encargado del control del inventario puede cambiar la cantidad pedida para ajustarla a los cambios de la tasa de uso.
- Sistemas de doble depósito: comprende dos o más depósitos o recipientes para cada tipo de artículos en el inventario. Un depósito contiene las existencias de seguridad para el artículo. El otro u otros, contiene la existencia que se emitirá para a su uso.

2.4.5 Modelo de Inventario General

La naturaleza del problema de inventario consiste en hacer y recibir pedidos de determinados volúmenes, repetidas veces y a intervalos determinados. Una política de inventario responde las siguientes preguntas.

- ¿Cuánto se debe ordenar?

Esto determina el lote económico (EOQ) al minimizar el siguiente modelo de costo:

(Costo total del inventario) = (Costo de compra) + (costo de preparación) + (Costo de almacenamiento) + (costo de faltante).

Todos estos costos se deben expresar en términos del lote económico deseado y del tiempo entre los pedidos.

- El “*costo de compra*” se basa en el precio por unidad del artículo. Puede ser constante, o se puede ofrecer con un descuento que depende del volumen del pedido.
- El “*costo de preparación*” representa el cargo fijo en el cual se incurre cuando se hace un pedido. Este costo es independiente del volumen del pedido
- El “*costo de almacenamiento*” representa el costo de mantener suficientes existencias en el inventario. Incluye el interés sobre el capital, así como el costo de mantenimiento y manejo
- El “*costo de faltante*” es el costo en el cual se incurre al quedarse sin existencias. Incluye la pérdida potencial de ingresos, así como el costo más subjetivo de la pérdida de la buena voluntad de los clientes.

Depende del tipo de sistema de inventario que tenemos. Si el sistema requiere una revisión periódica (por ejemplo, semanal o mensual), el momento para hacer un nuevo pedido coincide con el inicio de cada periodo. De manera alternativa, si el sistema se basa en una revisión continua, los nuevos pedidos se colocan cuando el nivel del inventario desciende a un nivel previamente especificado.

2.5 Balanceo de Líneas

El proceso de ordenamiento de las tareas en secuencias, de acuerdo con los trabajos, de forma tal, que se obtenga un flujo uniforme con la utilización

máxima de la fuerza de trabajo y/o del equipo, es lo que se conoce como balanceo de línea.

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

Cuando se logra esto, se supone que existe un balance perfecto y de esto esperamos un flujo uniforme, si esto no sucede la operación será más lenta y originará un cuello de botella que restringirá la salida del producto. Como resultado, una estación se utilizara al máximo mientras que en todas las demás no se trabaja a toda su capacidad, a esto se le llama tiempo ocioso pues aunque los obreros siguen trabajando, lo hacen mas lentamente ajustando el ritmo de sus actividades al ritmo de la línea.

Para lograr un balance en la línea para una velocidad específica de producción y disponer desde el principio de máxima flexibilidad; es decir, muchas alternativas, se necesita conocer el tiempo de ejecución de la tarea o unidad completa de la actividad. También se necesita conocer las restricciones tecnológicas que hay respecto a las secuencias de estas actividades. Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

1) *Cantidad*. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.

2) *Equilibrio*. Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.

3) *Continuidad*. Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- 1) Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- 2) Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- 3) Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

El balanceo de líneas depende de la similitud de los tiempos de ciclo entre las estaciones de trabajo y de la línea de producción.

2.5.1 Métodos de balanceo de líneas

Los investigadores han utilizado la programación lineal, la programación dinámica y otros modelos matemáticos para estudiar los problemas de balanceo de líneas. Los métodos heurísticos, es decir, métodos fundamentados en reglas simples, se han utilizado para desarrollar eficientes soluciones a estos problemas. Entre estos métodos están la heurística de la utilización incremental (UI), y la heurística de tiempo de la tarea más larga.

La heurística de la utilización incremental simplemente va agregando tareas a una estación de trabajo según su orden de precedencia, hasta que se observa una utilización del 100%. Entonces se repite el procedimiento en la siguiente estación de trabajo con las tareas que quedan. La heurística de la utilización incremental es apropiada cuando uno o más tiempos de las tareas es igual o mayor que el tiempo del ciclo. Una ventaja importante de esta heurística es que es capaz de resolver problemas de balanceo de líneas independientemente de la duración de los tiempos de las tareas en relación con el tiempo del ciclo. Esta heurística es apropiada si el enfoque del análisis es minimizar la cantidad de

estaciones de trabajo o si las herramientas o equipo utilizados en la línea de producción son abundantes o poco costosos.

La heurística del tiempo de tarea más largo agrega una tarea a la vez en una estación de trabajo, en el orden de precedencia de las tareas. Si debe elegirse entre dos o más tareas, se agregara aquella que tenga el mayor tiempo. Esto tiene el efecto de asignar muy rápidamente las tareas más difíciles de ajustar dentro de una estación. Las tareas con menores tiempos se guardan para afinar la solución.

2.6 Diagrama de Precedencia y Método Heurístico

El diagrama de precedencia es un esquema que muestra la continuidad de las tareas en un proceso, este diagrama es utilizado por el analista para balancear la línea de producción y eliminar los problemas que esta pueda tener. Con esta técnica la secuencia de las operaciones se expresan gráficamente en términos que muestren todas las operaciones necesarias y sus relaciones. La siguiente figura es una representación de tal gráfica.

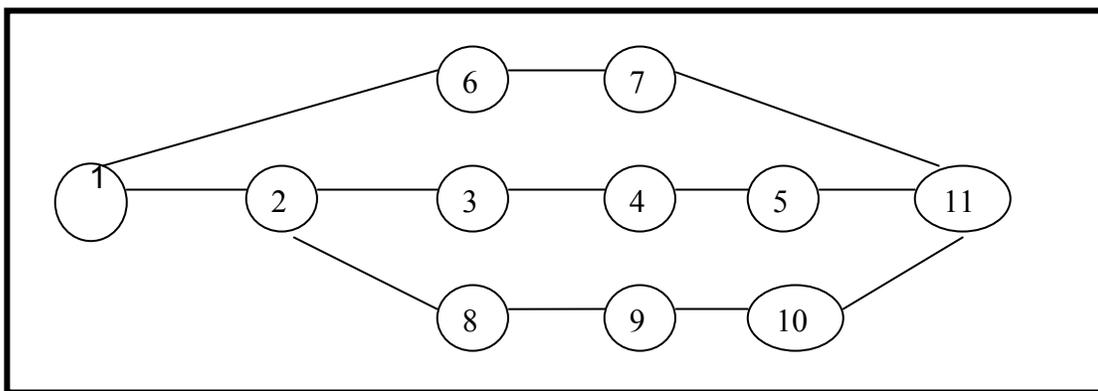


Figura 2.1

La grafica de precedencia de la figura 1 indica que la operación 1 es seguida por las operaciones 6 o 2. La operación 7 sigue a la operación 6. La operación 2 precede a la operación 3 u 8. Las operaciones 4 y 5 continúan a partir de la operación 3. Las operaciones 9 y 10 deben seguir a la operación 8.

Finalmente las operaciones 7, 5 y 10 deben ser terminadas antes de la operación 11. La gráfica de precedencia es muy similar a la grafica PERT. Una vez que se establecen las relaciones de precedencia, se puede formar una matriz de precedencia. Un ejemplo de la matriz de precedencia basada en la figura anterior se muestra a continuación.

Operación precedente	Operación	Operación siguiente
Ninguna	1	2, 6
1	2	3, 8
2	3	4
3	4	5
4	5	11
1	6	7
6	7	11
2	8	9
8	9	10
9	10	11
5, 7, 10	11	Ninguna

Tabla 2.1

Una vez que se han establecido las pautas de preferencia entre estas once operaciones es posible balancear la línea.

Las ventajas del modelo heurístico son que el modelo es fácil de obtener si se cuenta con suficiente información anterior y que al reducir o disminuir la variabilidad en la toma de decisiones se pueden reducir los costos. El modelo heurístico se debe de aplicar con mucha precaución. El hecho de que las tendencias en la toma de decisiones en años anteriores hayan tenido éxito no significará que lo tendrá cuando se apliquen mecánicamente a circunstancias futuras. Además este procedimiento puede dar como resultado planes que de ninguna manera se acercan al óptimo.

2.6.1 Reglas Heurísticas de Programación

Un método heurístico es un enfoque que aprovecha la estructura del problema, mediante un conjunto de reglas racionales obtiene una buena solución; es decir, cercana a la óptima o en ocasiones la óptima. Los métodos heurísticos se usan cuando no es posible o no es computacionalmente factible obtener el óptimo. Se presentan tres enfoques heurísticos comunes: *Silver –Meal*, *costo unitario mínimo* y *balanceo de parte del periodo*, también conocido como costo total mínimo. El denominador común es que todos comparten el objetivo del tamaño de lote (EOQ), de minimizar la suma de los costos de preparación e inventario, pero cada uno emplea un método distinto. Existen tres reglas simples que son comunes:

- Demanda de periodo fijo. Es la regla simple de ordenar m meses de demanda futura. La demanda de periodo fijo se refiere a un solo artículo y se basa en cantidad.
- Cantidad a ordenar para el periodo (COP). El tamaño de lote promedio que se busca (por el método que sea) se divide entre la demanda promedio; se obtiene el periodo fijo que debe usarse.
- Lote por lote (L X L). Esta es una regla especial de periodo fijo; la cantidad a ordenar es siempre la demanda de un periodo. Esta regla reduce el nivel de inventario y por ende el costo de mantenerlo, pero el resultado es un mayor costo de ordenar por colocar más órdenes. Casi siempre se usa para artículos muy caros y para artículos que tienen demanda irregular.

2.7 Planeación Agregada

La planeación agregada sirve como eslabón entre las decisiones sobre las instalaciones y la programación. La decisión de la planeación agregada establece niveles de producción generales a mediano plazo, es por ello que se hace

necesario que en la empresa se implementen dichos procesos, tomando decisiones y políticas que se relacionen con el tiempo extra, contrataciones, despidos, subcontrataciones y niveles de inventario. El conocimiento de estos factores permitirá determinar los niveles de producción que se plantean y la mezcla de los recursos a utilizar.

Como resultado de la PA, deben tomarse decisiones y establecerse políticas que se relacionen con el tiempo extra, contrataciones, despidos, subcontratistas y niveles de inventario. La planeación agregada determina no sólo los niveles de producción que se planean si no también la mezcla de los recursos a utilizar.

La PA puede buscar influir en la demanda así como en la oferta, pueden utilizarse variables como precios, publicidad y mezcla de productos. Si se toman en consideración los cambios en la demanda entonces la mercadotecnia junto con las operaciones estarán muy relacionadas. Una planeación agregada puede contener características tales como:

1. Un horizonte de tiempo aproximado de 12 meses, con actualización del plan en forma periódica (mensual).
2. Un nivel acumulado de demanda del producto formado por una o pocas categorías de productos, se supone que la demanda fluctúa, es poco cierta o es estable.
3. Posibilidad de cambiar tanto variables de oferta como de demanda.
4. Una variedad de los objetivos administrativos que podrían incluir un bajo nivel de inventario, buenas relaciones laborales, bajo costo, flexibilidad para incrementar los niveles de producción en el futuro y un buen servicio a los clientes.

La planeación agregada forma o toma en cuenta dos tipos de planeación la planeación de instalaciones y la programación.

- La planeación de instalaciones determina la cantidad física que no podrá excederse mediante la planeación acumulada, es decir, la planeación de instalaciones se extiende más al futuro que la planeación acumulada y limita las decisiones que se toman en la planeación agregada.
- La programación es a corto plazo y esta limitada por las decisiones tomadas de acuerdo con la planeación agregada.

La Planeación agregada va dirigida a la adquisición de recursos, asignación y posibles tareas. Es decir, que las decisiones de programación con frecuencia indican la necesidad de revisar la planeación agregada, así como su asignación, mediante la programación.

Para diseñar un plan agregado primero es necesario identificar una medida significativa de producción. Esto no presenta ningún problema para organizaciones con un solo producto, porque su producción se mide directamente con el número de unidades producidas. La mayoría de las organizaciones sin embargo, tienen diversos productos, y no es tan fácil encontrar un denominador común para medir toda la producción. Un productor de acero puede planear en términos de toneladas de acero, y productor de pinturas en términos de galones de pintura. Las organizaciones de servicios tales como los sistemas urbanos de transporte colectivo, pueden utilizar los pasajeros-kilómetros como una medida de sentido común, las instalaciones emplean las visitas de los pacientes y las instituciones educativas a menudo utiliza las horas contacto que hay entre la institución y el estudiante con una medida equitativa. Puede verse, que las organizaciones se esfuerzan para encontrar una medida de producción que tenga sentido dentro de su contexto en el proceso de producción único y de sus mezclas de productos.

La Planeación agregada debe satisfacer simultáneamente varias metas. Primero debe proporcionar los niveles generales de producción, inventarios y pedidos pendientes que fueron establecidos en el plan de negocio, el plan debe

responder las variaciones estacionales en las ventas o reproducciones de los pedidos pendientes y esto es lo que se estableció en el plan de negocios.

Una segunda meta de la planeación agregada es emplear las instalaciones en toda su capacidad de manera que sean compatibles con la estrategia de la organización. Una capacidad subutilizada puede significar un derroche considerable de recursos. Por lo tanto, muchas empresas planean un nivel de producción cercano a la capacidad total para lograr buenas operaciones. Otras empresas (por ejemplo, aquellas que compiten sobre la base de productos de mejor calidad o de un servicio flexible para los clientes), conservan un colchón de exceso de capacidad para lograr reacciones rápidas cuando repentinamente aumenta la demanda de mercado. El nivel deseado de la utilización de la capacidad depende de la estrategia de la empresa.

La planeación puede ser compatible con las metas de la empresa y con los sistemas que utilicen con sus empleados. Una empresa puede recalcar; la importancia de la estabilidad en los empleados, en particular en donde las habilidades para los puestos críticos son escasas y por tanto mostrarse renuente a la contratación o despido de los empleados. Otras empresas sin tales metas cambian a sus empleados libremente, de acuerdo con las modificaciones en el nivel de producción a través de horizontes de planeación agregada.

2.7.1 Objetivos de la Planeación Agregada

La planeación agregada no sólo determina los niveles futuros de producción, también la combinación más adecuada de recursos que deberán usarse. En consecuencia los objetivos que persigue son:

- a) Fijar los límites de inventarios que permitan absorber las fluctuaciones de las ventas.
- b) Determinar la cantidad de turnos a trabajar o de tiempo extra cuando sea conveniente.

- c) Identificar las cantidades que deben ser subcontratadas así como los periodos correspondientes.
- d) Determinar los cambios en la tasa de producción.
- e) Programar la mezcla de productos en función de la demanda y a la capacidad de producción.
- f) Generar un plan de producción a partir de los pronósticos.

También existen variables disponibles para modificar la oferta a través de la planeación agregada las cuales son:

1. Contratación y despido de empleados. El uso de esta variable difiere mucho entre las compañías. Algunas compañías hacen cualquier cosa antes de reducir el tamaño de la fuerza de trabajo con despidos. Otras compañías incrementan y disminuyen rutinariamente su fuerza de trabajo conforme cambia la demanda. Como resultado de esta práctica una compañía puede restringirse mediante contratos colectivos o políticas de la compañía. Sin embargo uno de los propósitos de la planeación agregada es examinar el efecto que estas políticas tienen sobre los costos y las utilidades.

2. Uso del tiempo extra. En ocasiones se utiliza el tiempo extra para ajustes laborales a corto y a mediano plazo en lugar de contratar y despedir en especial si el cambio de la demanda es temporal.

3. Uso de mano de obra temporal o eventual. En algunos casos es imposible contratar empleados eventuales o de medio tiempo para satisfacer la demanda. Esta opción puede ser particularmente atractiva debido a que con frecuencia los empleados eventuales se les paga significativamente menos en sueldos y prestaciones.

Si la planeación agregada se considera con un enfoque limitado, se puede presentar una suboptimización y la toma de decisiones parecen influir en el tipo de estrategia.

2.7.2 Costos de la Planeación Agregada

La mayoría de los métodos de planeación agregada, determinan un plan que minimiza los costos. Según estos métodos, se supone que la demanda es fija, por lo tanto las estrategias para modificar la demanda no se toman en consideración. Si tanto la oferta como la demanda se modifican de manera simultánea, resultaría más apropiado maximizar las utilidades. Muchos costos afectan el plan de producción. En términos generales son los costos de producción, los costos de inventario y los costos de cambiar la capacidad.

1. Los costos de producción incluyen materiales, mano de obra directa y otros costos atribuibles a producir una unidad, por ejemplo costos de tiempo extra. Los costos de reparaciones generales pueden ser constantes ya que se incurre en ellos independientemente de el plan de producción que se use. La situación particular determina que costos hay que considerar.
2. Los costos relacionados con el inventario son almacenaje y faltantes. El coeficiente del costo de almacenaje es el costo real de mantener una unidad en inventario durante un periodo. Incluye los costos de pérdida de oportunidad, seguros, impuestos, artículos averiados, desperdicios, equipo y personal para manejar el inventario y espacio. Incluye solo los costos afectados por las decisiones tomadas. El coeficiente de costos por faltantes se calcula para una unidad que falta en un periodo. Incluye los registros especiales y el manejo de los registros en las ordenes atrasadas, al igual que la perdida del ingreso y de la voluntad de los clientes. En una situación de manufactura, si el cliente es la siguiente etapa del proceso y ocurre un faltante, puede ser que tenga que parar toda la planta; el resultado sería un costo por faltantes muy alto.

3. Los costos de cambio en la capacidad incluyen la contratación y capacitación de los trabajadores, y pueden incluir un costo en la capacidad perdida hasta que el trabajador esté bien entrenado. Al despedir trabajadores se incurre en costos directos de separación. Una compañía que despide con frecuencia trabajadores encuentra difícil contratarlos. Los costos de contratación y despido son similares a los de inventario y faltantes.

2.7.3 Evaluación de la Planeación Agregada

Al realizar la evaluación de la planeación agregada es necesario guiarse por los siguientes lineamientos:

1. Es posible que la administración no perciba la existencia de un problema de planeación agregada. Las decisiones sobre la fuerza de trabajo e inventarios pueden tomarse de manera reactiva y semanal mediante la programación. Si éste es el caso, la administración tendrá que establecer una función de planeación agregada y asignar la responsabilidad a un gerente antes de poder encontrar utilidad en las técnicas cuantitativas.
2. La gerencia puede no comprender el valor de un enfoque cuantitativo, debido a que la poca familiaridad con este enfoque, requerirá de una solución al problema de la programación, antes de poder atacar el problema más general de la planeación agregada.
3. Los modelos de planeación agregada, deben adaptarse a las necesidades de la situación particular. Quizá sea necesario incluir decisiones de asignación de producto entre las plantas o trabajar con objetivos múltiples y no sólo con los costos. El problema administrativo debe estudiarse con cuidado primero y explotar las formulaciones alternas en lugar de adaptar a la fuerza un modelo particular a la situación.

4. En algunas compañías la planeación agregada, se ve muy limitada por sus políticas como el mantenimiento de un nivel de fuerza de trabajo. En este caso el problema de la planeación agregada puede considerarse como un esfuerzo de evaluación de políticas que se hacen una sola vez en lugar de un modelo constante para tomar decisiones con base mensual.

5. Antes de que una compañía acepte el enfoque de una planeación agregada, debe demostrarse la capacidad que tiene el modelo para proporcionar mejores decisiones. Esto con frecuencia puede hacerse mediante la comparación del desempeño administrativo del pasado con los resultados que hubieran obtenido con el modelo.

2.8 Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP)

El sistema MRP es un sistema simple de gestión de la producción que, se basa en un sistema informativo, proporciona un programa de producción y aprovisionamiento a partir de tres fuentes de información: el plan maestro de producción, el estado de los inventarios y la estructura de fabricación.

El principal objetivo de los sistemas MRP es generar los requerimientos de componentes y materia prima por etapas. Estos constituyen la salida del sistema. Con frecuencia se usan dos insumos adicionales para generar la salida del sistema: las órdenes de componentes que se originan en fuentes externas a la planta, y los pronósticos de los artículos sujetos a demanda independiente.

El MRP parte de una información básica formada por:

1. Las cantidades de productos acabados, que se requieren fabricar y el tiempo en que estos deben estar listos. Esta información la facilita el plan maestro de producción.

2. La cantidad de materiales, componentes y elementos constructivos que se dispone en el momento actual para la fabricación de los productos y las posibles variaciones previstas de los stocks.
3. La estructura de los productos que se quieren fabricar, es decir, la lista de materiales correspondiente a los productos acabados.
4. Datos de fabricación de los productos: tamaño de lote en los productos, plazos de entrega, etc.

A partir de esta información, el resultado del MRP será un calendario de pedidos para cada uno de los artículos que intervienen en el proceso productivo, donde se indicara el momento en que hay que emitir el pedido, ya sea de fabricación o de aprovisionamiento, y el momento en que el pedido, ya listo, queda disponible para ser usado en una etapa posterior del proceso productivo.

Estos pedidos, en general, se transforman en:

- Ordenes de movimiento de materiales (entradas y salidas del almacén, movimientos entre centros de trabajo)
- Ordenes de trabajo (asignaciones de tareas a los centros de trabajo, instrucciones a los operarios)
- Pedidos al exterior (compras o subcontrataciones)

Todo esto genera una serie de transacciones que modifican el sistema productivo, por tanto, como el MRP en los casos reales se basa en un sistema informático, habrá que hacer las modificaciones correspondientes en la base de datos de la empresa.

2.8.1 Funcionamiento de MRP

El proceso para el desarrollo de un MRP es el siguiente:

1. Se ordenan los artículos por niveles, empezando por el nivel de productos acabados y acabando por el de materias primas.
2. Se escoge un artículo del nivel más bajo todavía no tratado.
3. Se calculan las necesidades asociadas a este artículo mediante la suma de las necesidades asociadas a demanda externa y las asociadas a la demanda interna.
4. Se calculan las necesidades netas restando a las necesidades brutas el inventario disponible para satisfacer esta demanda.
5. Se calcula el tamaño del lote necesario de acuerdo con las políticas preestablecidas y de esta manera se obtienen los momentos en que hay que recibir los lotes definidos.
6. Se calcula en el tiempo la emisión de las órdenes según el plazo de fabricación o de aprovisionamiento, de forma que se emitan con suficiente antelación para que la recepción corresponda al momento determinado en el plazo anterior.

2.9 Planeación y Control de la Producción

Con el pronóstico de la demanda de los clientes da inicio a la actividad de planeación y control de la producción. Las compras comunican al sistema de producción los insumos proporcionados por los proveedores externos. El extender la planeación y control de la producción a los proveedores y clientes se le conoce como administración de la cadena de proveedores.

Algunos elementos están asociados con la planta misma. La planeación a largo plazo de la capacidad garantiza que la capacidad futura será adecuada para cumplir con la demanda futura, y puede incluir equipo, personal y también

materiales. Esta decisión se toma con la ayuda de una técnica llamada planeación agregada. La planeación de la producción transforma los pronósticos de demanda en un plan maestro de producción el cual toma en cuenta la disponibilidad global de capacidad y materiales. La planeación detallada genera los requerimientos inmediatos de los materiales y la capacidad y realiza una programación de la producción a corto plazo. Adicionalmente, la administración del inventario mantiene y controla la materia prima, el trabajo en proceso y los bienes terminados. La estimación y el control de costos y el seguimiento de la calidad incluyen todas las componentes del sistema de producción.

Muchos de estos elementos se relacionan con actividades realizadas por otras funciones, por ejemplo el departamento de compras o de producción. PCP hace literalmente lo que su nombre dice: planea y controla la producción. Para entender como se hace esto, se usa un ciclo de retroalimentación.

El corazón del ciclo es un proceso; puede tratarse de compras, producción, costos, inventario, etc. Cada proceso individual tiene una entrada y una salida específica. La meta de la producción puede ser un plan de producción, mientras que la de costos puede ser operar dentro de cierto nivel de costos.

Las funciones principales de la PCP son establecer las metas y medir las desviaciones de la producción. Entonces la esencia de la planeación y control de la producción consiste en la administración de las desviaciones al mismo tiempo que las metas son consistentes con las de la organización. La meta es la optimización de los sistemas y no la optimización de sólo un elemento.

2.9.1 Clasificación de los Programas de Producción

La programación de la producción es un enfoque gráfico para establecer la secuencia y la coordinación de las actividades necesarias para completar un proyecto en una forma económica y a tiempo. El amplio título de Programación de la Ruta Crítica (PRC), se auxilia de técnicas y métodos como la Evaluación de Programas y Técnicas de Revisión (PERT), diversos métodos de ruta crítica (MRC) con el fin de dar una explicación más detallada en el programa de producción. El primer paso en una aplicación de PRC es desglosar el proyecto en sus operaciones componentes para formar una lista de las actividades esenciales. Una actividad es una tarea que consume tiempo, con un principio y un final definidos, puntos que reciben el nombre de eventos. Conforme se desarrolla la lista de actividades, se establece un orden de terminación de acuerdo con una lista de restricciones, un enunciado de las relaciones prerrequisito - post-requisito para cada actividad. Con las dos listas se desarrolla una red dibujada de acuerdo con convenciones, en donde las flechas representan actividades que unen los nodos mostrando la secuencia de los eventos. Las flechas ficticias se incluyen para permitir una numeración nodal distintiva para las aplicaciones de la computadora y para mostrar ciertas restricciones de los eventos.

Se dispone ampliamente de programas de computadora para las aplicaciones de PRC. Los cálculos manuales son factibles para los problemas más pequeños, pero la ayuda electrónica es siempre una necesidad para los problemas grandes. En los análisis de redes, una computadora puede hacer los cálculos del límite temporal y generar diagramas de barras para comprobaciones más fáciles de las asignaciones de los recursos.

Los dos métodos fundamentales para programar son: la programación retrospectiva para ajustarse a la fecha límite y la programación por adelantado para sacar la producción tan pronto como sea posible. El primer método se inicia con la fecha de entrega establecida y se calcula en forma retrospectiva para determinar la fecha de terminación de la orden. Cuando están implicados varios

subensambles con diferentes tiempos de adelanto, el programador debe trabajar en forma retrospectiva a lo largo de cada línea del subensamble para establecer los tiempos para las órdenes componentes del trabajo.

La programación por adelantado se emplea con más frecuencia para productos que no requieren ensamble de componentes. Bajo estas circunstancias el programador gira las órdenes para que principie la producción tan pronto como la máquina esté disponible. Cuando existe una acumulación de pedidos, el programador comprueba las fechas de entrega comprometidas con el objeto de establecer una prioridad, de hecho está combinando la programación retrospectiva y la programación por adelantado.

2.9.2 Objetivos de los Programas de Producción

Como el plan de producción es muy amplio y genérico, la programación de la producción tiene como fin detallarlo para su ejecución cotidiana en la empresa. Programar la producción es determinar cuánto deberá hacerse y cuando se harán las tareas de producción, es establecer una agenda de compromisos para las diversas secciones involucradas en el proceso productivo de la empresa. Tiende a establecer un flujo de informaciones para los organismos implicados en coordinar y mandar el sistema productivo de la empresa. Por ello los principales objetivos de un programa de producción son:

- Mejorar el nivel de servicio al cliente
- Disminuir los inventarios
- Incrementar el valor de la empresa

Entonces un programa de producción, especifica el tiempo en el que comienza y termina cada trabajo; Si cada trabajo comienza tan pronto como es posible y se procesa sin interrupción para un tiempo dado de procesamiento, la secuencia determina el tiempo de inicio y terminación, y por lo tanto determina la

programación. En la recepción de un trabajo o de una orden de taller inicia la acción para determinar qué materias primas, qué piezas son necesarias y cuáles operaciones de la producción se deben programar. Al elaborar el programa de trabajo se toman en cuenta: el pedido de materiales, la información rutinaria con respecto a la secuencia de operaciones y las fechas de entrega deseadas.

2.9.3 Técnicas de Programación de Producción

Para mejorar la producción se tienen diversas técnicas de las cuales podemos auxiliarnos; se piensa que el elemento clave en la manufactura es la producción con inventario cero. Todo se ordena se hace y se entrega justo cuando se necesita; la producción es justo a tiempo. Existe un enlace necesario entre la producción sin inventarios y la calidad. El concepto de cero inventarios es muy atractivo, pero se sabe que este enfoque no siempre es posible desde el punto de vista práctico o económico. Una técnica utilizada en el sistema japonés Justo a tiempo (JIT) es el de tarjetas KANBAN; traducido literalmente significa registro visible. En general se piensa en el KANBAN como una tarjeta; en la manufactura es una tarjeta que está pegada a un contenedor, el cual contiene una orden de trabajo. Lo que se produce cabe en ese contenedor y siempre es de la calidad requerida.

La tarjeta del contenedor se encuentra en el sistema de programación y este sistema de tarjetas jala al conjunto de partes de manufactura a lo largo de la planta. El sistema tradicional estadounidense y europeo es un sistema basado en programas.

En contraste, el flujo de producción tiene reglas hechas por el hombre. Por tradición, la ley que gobernaba era la de la producción empujar; esta se basaba en seguir trabajando sin importar que pasara mas adelante en la línea. El resultado era el congestionamiento en la planta de producción y una obstrucción del flujo.

2.9.4 Control de Inventarios en Proceso

La eficiencia del control de inventarios en proceso puede afectar la flexibilidad de operación de la empresa. Dos empresas esencialmente idénticas, con la misma cantidad de inventario, pero con grandes diferencias en los grados de flexibilidad de sus operaciones, pueden tener inventarios desbalanceados, debido básicamente a controles ineficientes de estos. Ello ocasiona que en determinado momento se encuentren con abundancia de alguna materia y carezcan de otra.

La ineficacia del control de inventarios para un nivel dado de flexibilidad afecta el monto de las inversiones que requieren, es decir, a menor eficiencia en el sistema de control de inventarios, mayor la necesidad de inversión. Consecuentemente, las altas inversiones en inventarios tendrán un impacto adverso en la utilidad de la empresa.

Expuesta la importancia de un sistema de control de inventarios cabe mencionar estos objetivos generales:

- Minimizar la inversión en el inventario.
- Minimizar los costos de almacenamiento.
- Minimizar las pérdidas por daños, obsolescencia o por artículos perecederos.
- Mantener un inventario suficiente par que la producción no carezca de materias primas, partes y suministros.
- Mantener un transporte eficiente de los inventarios, incluyendo las funciones de despacho y recibo.
- Mantener un sistema eficiente de información del inventario.
- Proporcionar informes sobre el valor del inventario a contabilidad.

2.10 Hoja De Ruta

Es el documento en el que se refleja el método a seguir para fabricar una pieza o bien una serie de ellas que tienen un mismo proceso, señalando en el todos los datos necesarios, tales como: puesto de trabajo donde se realiza cada operación, tiempo asignado a cada una, sección, cargo etc.

Para montajes o ensambles señala las operaciones sucesivas a realizar, indicando el gremio o centro de producción que las ejecuta.

Estas condiciones determinan elementos fundamentales en toda hoja de proceso, que se indican a continuación:

1.- identificación. Se compone de:

- Designación del conjunto
- Centro de producción por quien se ejecuta el trabajo
- Obra
- Concepto (a efectos de costos)
- Planos (incluyen también aquellos croquis o los complementarios precisos, marca, etc.)
- Conjunto, lote de piezas o grupos de trabajos que constituyen la parte de la obra designada

2.- Previsión y Coordinación

Se logra mediante la fijación de la fecha máxima de comienzo de la ejecución. Esta fecha se deduce del plan detallado y de la información deducida de la situación de cargas. El envío al taller de cada conjunto ha de hacerse con antelación suficiente para el cumplimiento de la fecha tope de ejecución.

3.- Control de la ejecución de la hoja de proceso

Se indica en la casilla de *estudio* mediante fecha en que se ha concluido la hoja de proceso y firma del empleado que la realizó.

4.- Las columnas a rellenar son

Columna	Descripción
1	Indica el orden correlativo de las fases de trabajo, u operaciones
2	Indica el gremio o puesto de trabajo que realiza cada fase
3	Designación de la obra o trabajos a realizar en cada fase
4	Número de operarios que intervienen en cada fase
5	Tiempo asignado
6	Horas – hombre asignadas
7	Horas – hombre invertidas
8	Observaciones

Tabla 2.2

Laboratorio de PCP	HOJA DE PROCESO				
	F. comienzo	F. terminación	Estudio	Taller	Hoja num.
Orden	Concepto	Titulo		Conjunto	Zona
Planos					
Gremio o sección	Proceso de trabajo	Num. de operario	H.T. asignadas	Horas hombre	
				asignadas	invertidas
1-2	3	4	5	6	7

Tabla 2.3

2.11 Ordenes de Producción

La expedición puede definirse como la emisión de las órdenes de trabajo. Una vez que se han formulado la hoja de ruta, la lista de materiales y el programa cronológico, se pueden preparar las órdenes de trabajo. En ocasiones, estas órdenes reciben el nombre de órdenes de taller, ordenes de fabricación, ordenes de trabajo u ordenes de proceso y contienen la siguiente información.

1. Nombre del producto.
2. Nombre de la parte que se va a producir, submontaje o montaje final.
3. Número de la orden.

4. La cantidad que debe producirse.
5. Descripciones y números de las operaciones requeridas y su secuencia.
6. Los departamentos que intervienen en cada operación.
7. Las herramientas requeridas para las operaciones en particular.
8. Las máquinas necesarias para cada operación.
9. Las fechas de iniciación de las operaciones.

Las órdenes de trabajo representan la autoridad para producir, la cual es ejercida por el departamento de Planeación y Control de la Producción en sus relaciones de funciones y de staff con el gerente de producción. Junto con ellas pueden emitirse requisiciones, las cuales son enviadas al departamento de abastecimiento y las cuales conducen al departamento de compra. También pueden emitirse requisiciones al supervisor o a los trabajadores, para que saquen de los almacenes materiales y partes, así como herramientas del almacén respectivo. Se emiten órdenes de movimiento de materiales al personal responsable del manejo de los mismos, indicándoles qué mover, dónde moverlos y cuándo moverlos. Por lo general, todas estas órdenes son enviadas a los empleados de expedición, quienes permanecen en estrecho contacto con las operaciones de producción. Además de emitir las órdenes, están en posición de observar cuidadosamente lo que sucede y si la ejecución va de acuerdo con los planes originales.

2.12 Grafica de Gantt

Es un diagrama o gráfica de barras que se usa cuando es necesario representar la ejecución o la producción total, ésta muestra la ocurrencia de actividades en paralelo o en serie en un determinado período de tiempo. Tienen por objeto controlar la ejecución simultánea de varias actividades que se realizan coordinadamente. Esta gráfica es bastante eficaz para la planeación y la evaluación del avance de los proyectos.

Al igual que los gráficos utilizados para la técnica de revisión y evaluación de programas (PERT), los diagramas Gantt se basan en un enfoque gráfico. Un gráfico de Gantt es un sencillo gráfico de barras. Cada barra simboliza una tarea del proyecto. En donde el eje horizontal representa el tiempo. Como estos gráficos se emplean para encadenar tareas entre sí, el eje horizontal deberá incluir fechas. Verticalmente, y en la columna izquierda, se ofrece una relación de las tareas. Una ventaja importante de los gráficos Gantt es que ilustran claramente el traslapamiento entre tareas planificadas. A diferencia con los gráficos PERT los gráficos Gantt no muestran la dependencia que existe entre tareas diferentes.

¿Cómo usar un gráfico de Gantt para planeación? Para generar un calendario de proyecto utilizando gráficos Gantt, primero se tienen que identificar las tareas que deben planearse; a continuación, se determinará la duración de cada tarea a través de técnicas y formulas para la estimación apropiada de tiempos. Si ya se ha preparado un gráfico PERT ya se habrían identificado las tareas y deberían al menos determinarse las dependencias mutuas entre tareas, ya que los gráficos Gantt no muestran estas dependencias, pero es imperativo que el calendario de planeación las reconozca. Entonces estamos preparados para planear tareas. Primero, se escribe la lista de actividades en la columna de la izquierda del gráfico Gantt. Las fechas correspondientes a la duración del proyecto se anotan en el eje horizontal del gráfico. Habrán de determinarse fechas de inicio y fin de cada tarea, tomando en cuenta las dependencias entre tareas.

Uso de gráficos de Gantt para evaluar el avance de proyectos: Una de las responsabilidades más habituales del director de proyectos es informar sobre el avance del proyecto a sus superiores. Los gráficos Gantt suelen utilizarse para mostrar el avance de los proyectos, en virtud de que pueden comparar de forma conveniente la planeación original con el desarrollo real. Si una tarea ha sido completada, su barra correspondiente aparecerá más oscura. Si ha sido completada sólo parcialmente, la parte proporcional de la barra estará más oscura.

El porcentaje de barra oscurecida deberá corresponder al porcentaje de tarea completa. Las barras más claras simbolizan tareas que no han sido empezadas. A continuación, se trazará una línea vertical perpendicular al eje horizontal y que cortará a éste en la fecha correspondiente. Entonces, se puede evaluar el avance del proyecto.

Gráfica de Gantt

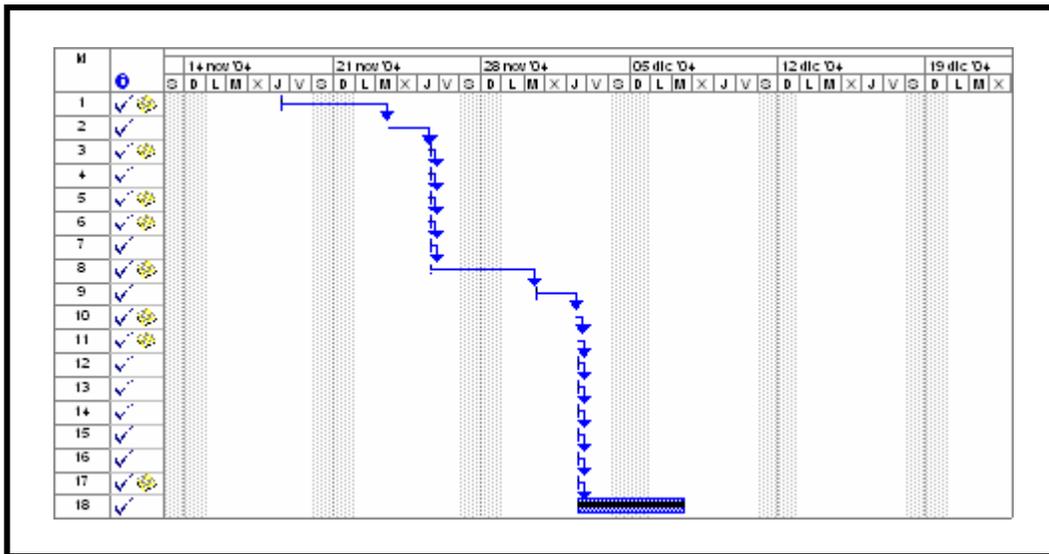


Figura 2.6

2.13 Análisis de las Técnicas de Fabricación

Los nuevos productos no son realidades físicas hasta que son productos en un proceso de manufactura. La tecnología de procesos se refiere al conjunto de equipos, personas y procedimientos empleados para elaborar los productos y servicios de la empresa. Los cinco tipos de flujo genéricos de fabricación son: de proyecto, el trabajo de taller, por lote, la línea de ensamble y el flujo continuo. Cada uno de ellos está adaptado a las distintas situaciones de producto-mercado y tiene sus propias características de operación, problemas y desafíos. Las características de estos cinco tipos de producción se enuncian a continuación.

- Proyecto: las organizaciones de proyectos son las que se encargan de los productos individualizados que se acoplan a los requerimientos específicos de cada cliente. La tecnología de conversión implica la solución de los problemas por medio de la adaptación, el trabajo en equipo y la administración de proyectos para el diseño coordinado y la producción de productos únicos.
- Trabajo de taller o de planta: el flujo de un proceso de trabajo de planta se lleva a cabo en instalaciones en donde se facturan pequeños lotes de muchos productos diferentes, cada uno de los cuales se diseña individualmente. Con una gran cantidad de productos es necesario emplear sistemas de seguimiento y control mas elaborados, mucho tiempo se pierde en la espera al siguiente maquinado, algunos centros de maquinado se encuentran sobrecargados mientras que otros están inactivos.
- Por lotes: Los flujos de proceso por lotes representan un paso adelante en los trabajos en planta, pero no son tan estandarizados como los productos en los flujos de líneas de ensamble. Dentro del amplio margen de productos donde se trabaja por lotes algunos de ellos surgen como productos repetitivos. El sistema debe de tener flexibilidad para todo tipo de productos, con poco volumen.
- Líneas de ensamble: como el diseño del producto es lo primero que se conoce y son relativamente estables, el equipo especializado, las habilidades humanas y los sistemas de administración se pueden desarrollar y dedicarse a un número limitado de productos y volúmenes. Por encima de este margen, el sistema es inflexible.
- Continuidad: los materiales y los productos se producen en flujos continuos sin fin más bien que en lotes o pequeñas unidades. El producto esta muy estandarizado, así como lo son todos sus procesos productivos. Los procesos de flujo continuo están orientados para manejo de grandes volúmenes continuos, controlados en tiempo, con capital intensivo y de una automatización

2.14 Programación de Trabajos para las Máquinas

Es difícil encontrar programas para máquinas individuales, excepto para las máquinas muy grandes e importantes. Sin embargo, siempre es posible, en el caso de cualquier máquina, que el programador repase las órdenes pendientes y averigüe, no sólo cual es la carga total de trabajo, sino cuándo debe iniciarse cada orden y cuándo debe terminar. Este sería, por lo tanto, una programación para máquinas.

Normalmente no se hace esto, porque no tiene una finalidad útil. Es muy sencillo apilar las órdenes por orden sucesivo y tomar esta pila como programa de la máquina. Después, si una orden se detiene y no está lista para la máquina en la fecha prevista, puede ponerse a un lado. Los operarios seguirán trabajando en la orden siguiente de la pila. No es necesario volver a formar todo un plan para el uso de la máquina. Y cuando la orden detenida ya este lista para el proceso, puede ponerse encima de la pila, para atenderla antes que las órdenes restantes.

Lo mismo puede hacerse si la máquina se atrasa. Si las órdenes están siendo atendidas con varias horas de retraso respecto del programa, no es preciso cambiar los registros. Aun cuando para ponerse al corriente los sobrestantes tienen que recurrir al tiempo extra, los cambios a los registros siguen siendo escasos.

Sin embargo, la cuestión cambia en las máquinas grandes y en operaciones de “cuello de botella”. Para estas puede ser muy conveniente, como norma, formular planes en que se utilice a cada maquina.

La premisa que apoya los cuellos de botella es que la producción en estos son la base de la programación y planeación de la capacidad. La herramienta de programación es el software OPT. La filosofía administrativa es la teoría de restricciones (TOC), y su premisa básica es que la salida del sistema está determinada con sus restricciones. El objetivo fundamental de TOC es la meta: ganar dinero en el presente igual que en el futuro.

OPT programa primero los cuellos de botella y desde ahí se programan las operaciones desde atrás y hacia delante. TAC es el mecanismo de retroalimentación planeación y control que usa OPT para controlar el amortiguador de tiempo antes del cuello de botella.

2.15 Producción Asistida por Computadora

La máquina herramienta ha jugado un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del mundo hasta el punto que no es una exageración decir que la tasa del desarrollo de máquinas herramientas gobierna directamente la tasa del desarrollo industrial; gracias a la utilización de la máquina herramienta se ha podido realizar de forma práctica, maquinaria de todo tipo que, aunque concebida y realizada, no podía ser comercializada por no existir medios adecuados para su construcción industrial.

Así, por ejemplo, si para la mecanización total de un número de piezas fuera necesario realizar las operaciones de fresado, mandrilado y perforado, es lógico que se alcanzaría la mayor eficacia si este grupo de máquinas herramientas estuvieran agrupadas, pero se lograría una mayor eficacia aún si todas estas operaciones se realizaran en una misma máquina. Esta necesidad, sumada a numerosos y nuevos requerimientos que día a día aparecieron forzó la utilización de nuevas técnicas que reemplazaran al operador humano. De esta forma se introdujo el control numérico en los procesos de fabricación, impuesto por varias razones:

- Necesidad de fabricar productos que no se podían conseguir en cantidad y calidad suficientes sin recurrir a la automatización del proceso de fabricación.
- Necesidad de obtener productos hasta entonces imposibles o muy difíciles de fabricar, por ser excesivamente complejos para ser controlados por un operador humano.
- Necesidad de fabricar productos a precios suficientemente bajos.

Inicialmente, el factor predominante que condicionó todo automatismo fue el aumento de productividad. Posteriormente, debido a las nuevas necesidades de la industria aparecieron otros factores no menos importantes como la precisión, la rapidez y la flexibilidad.

2.16 Manufactura Integrada por Computadora (Control Numérico Computarizado)

El Control Numérico Computarizado tuvo su origen a principios de los años cincuenta en el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT), en donde se automatizó por primera vez una gran fresadora. En esta época las computadoras estaban en sus inicios y eran tan grandes que el espacio ocupado por la computadora era mayor que el de la máquina.

Hoy día las computadoras son cada vez más pequeñas y económicas, con lo que el uso del CNC se ha extendido a todo tipo de maquinaria: tornos, rectificadoras, electroerosionadoras, máquinas de coser, etc. CNC significa "control numérico computarizado".

En una máquina con CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, puede hacer movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

Las máquinas de CNC son capaces de mover la herramienta al mismo tiempo en los tres ejes para ejecutar trayectorias tridimensionales como las que se requieren para el maquinado de complejos moldes y troqueles.

En una máquina CNC una computadora controla el movimiento de la mesa, el carro y el husillo. Una vez programada la máquina, ésta ejecuta todas las operaciones por sí sola, sin necesidad de que el operador esté manejándola.

Un conjunto de órdenes que siguen una secuencia lógica constituyen un programa de maquinado. Dándole las órdenes o instrucciones adecuadas a la máquina, ésta es capaz de maquinar una simple ranura, una cavidad irregular, la cara de una persona en altorrelieve o bajorrelieve, un grabado artístico un molde de inyección de una cuchara o una botella... lo que se quiera. Al principio hacer un programa de maquinado era muy difícil y tedioso, pues había que planear e indicarle manualmente a la máquina cada uno de los movimientos que tenía que hacer. Era un proceso que podía durar horas, días, semanas. Aún así era un ahorro de tiempo comparado con los métodos convencionales. Actualmente muchas de las máquinas modernas trabajan con lo que se conoce como “lenguaje conversacional” en el que el programador escoge la operación que desea y la máquina le pregunta los datos que se requieren. Cada instrucción de este lenguaje conversacional puede representar decenas de códigos numéricos.

Por ejemplo, el maquinado de una cavidad completa se puede hacer con una sola instrucción que especifica el largo, alto, profundidad, posición, radios de las esquinas, etc. Algunos controles incluso cuentan con graficación en pantalla y funciones de ayuda geométrica.

2.16.1 Ventajas del Control Numérico

Las ventajas, dentro de los parámetros de producción son:

- ✓ Posibilidad de fabricación de piezas muy difíciles. Gracias al control numérico se han podido obtener piezas muy complicadas como las superficies tridimensionales necesarias en la fabricación de aviones.
- ✓ Seguridad. El control numérico es especialmente recomendable para el trabajo con productos peligrosos.

- ✓ Precisión. Esto se debe a la mayor precisión de la máquina herramienta de control numérico respecto de las clásicas.
- ✓ Aumento de productividad de las máquinas. Esto se debe a la disminución del tiempo total de mecanización, en virtud de la disminución de los tiempos de desplazamiento en vacío y de la rapidez de los posicionamientos que suministran los sistemas electrónicos de control.
- ✓ Reducción de controles y desechos. Esta reducción es debida fundamentalmente a la gran fiabilidad y repetitividad de una máquina herramienta con control numérico. Esta reducción de controles permite prácticamente eliminar toda operación humana posterior, con la subsecuente reducción de costos y tiempos de fabricación.

CAPITULO 3
DISTRIBUCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS
INSTALACIONES.

3.1

Localización del LIME

En la figura 3.1 se muestra la sección “A” de la FESC – 4. En esta sección encontraremos la ubicación de los “LIME”.

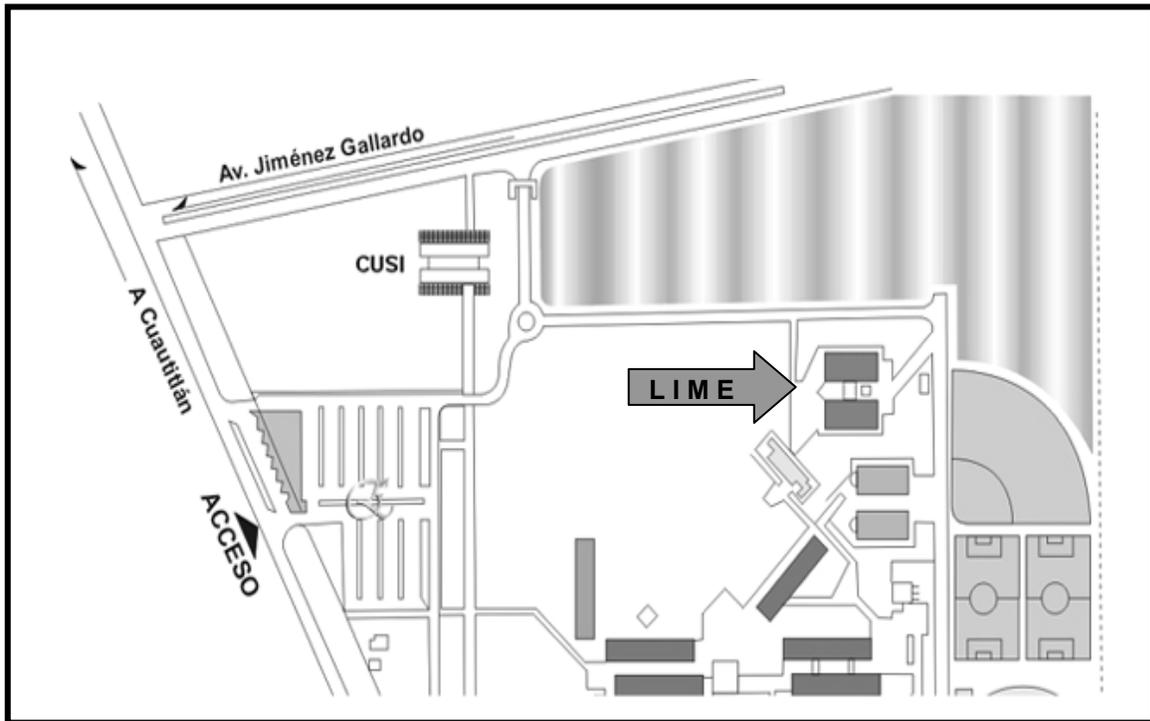


Figura 3.1

3.2 Laboratorio de Ingeniería Mecánica Eléctrica

En el plano 3.2 se muestra la distribución del LIME III. Aquí se detallan cada una de las áreas que componen este laboratorio así como sus dimensiones.

Dentro de este encontramos las siguientes áreas:

- Laboratorio de Planeación y Control de la Producción
- Laboratorio de Estudio del Trabajo
- Almacén
- Cuarto de maquinas
- Aulas de clases
- Cubículos de profesores
- Sala audiovisual

3.3 Laboratorio de Planeación y Control de la Producción

El plano 3.3 muestra la distribución y dimensiones del Laboratorio de Planeación y Control de la Producción, donde se localizarán el material y equipo para poder desarrollar las prácticas propuestas. Este Laboratorio cuenta con un área de cómputo, un área práctica, además se cuenta con un área común dentro de LIME III en la cual se encuentran estaciones de trabajo y una banda transportadora.

3.4 Lay out

El plano 3.4 describe el Lay out que se tiene en el LIME III; para el desarrollo de practicas de los distintos laboratorios de Ingeniería Industrial. Este laboratorio cuenta con:

- 5 mesas de trabajo.
- Banda transportadora con 6 estaciones de trabajo.
- 3 mesas de empaque.
- 2 anaqueles móviles.

En este plano se delimitan las áreas de trabajo y los pasillos que debe tener cada una de las máquinas y mesas de trabajo, siguiendo las normas de seguridad industrial.

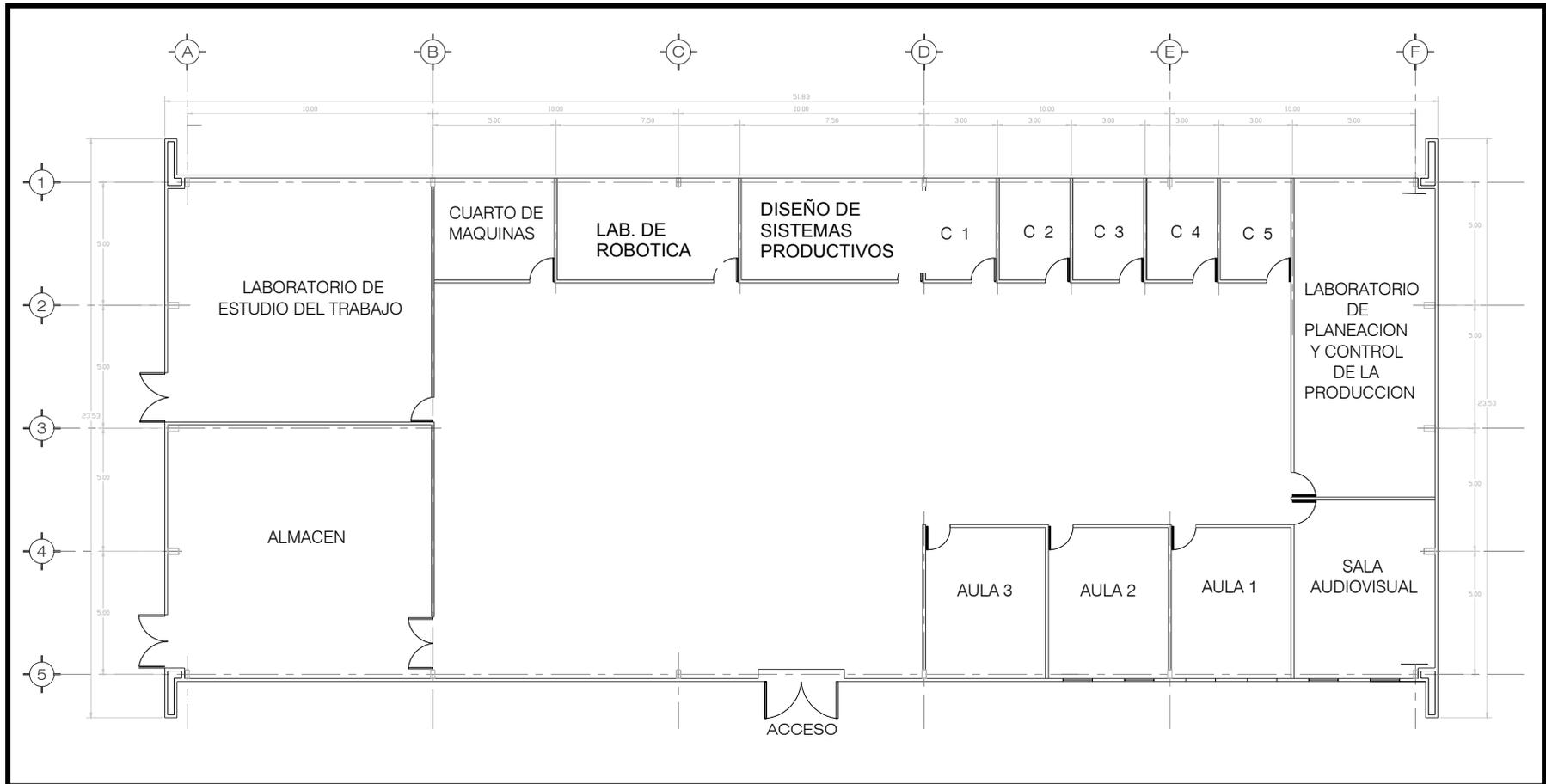


Figura 3.2

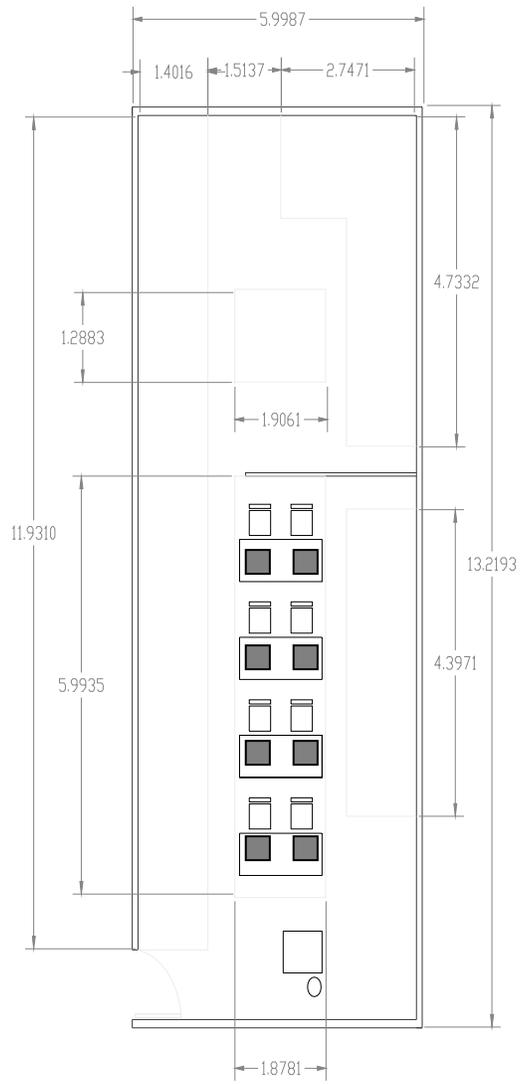


Figura 3.3

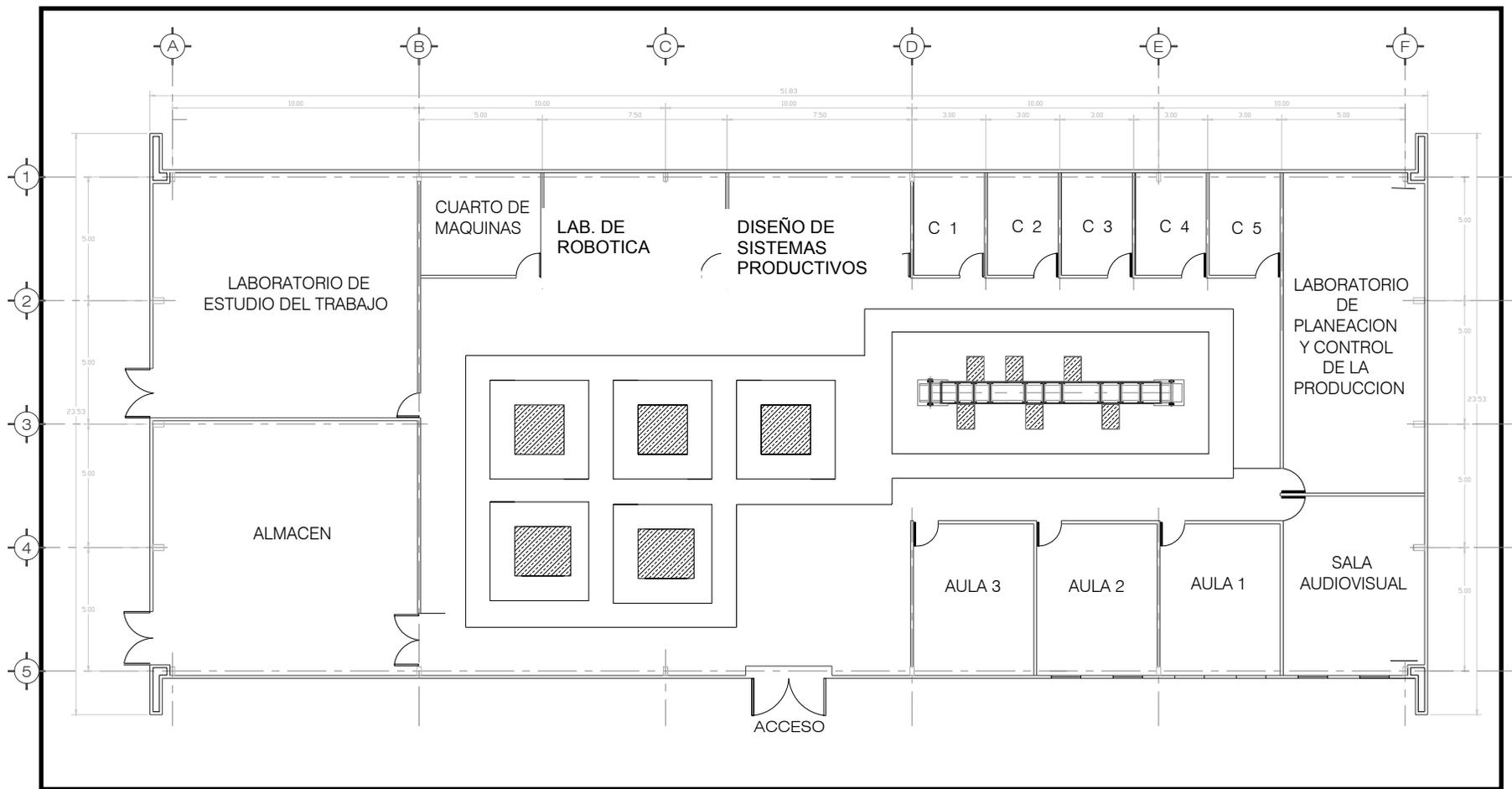


Figura 3.

CAPITULO 4
PROPUESTA DE PRÁCTICAS

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
LABORATORIO DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN**

PRÁCTICA 1

**INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN COMPUTARIZADA DE LA
PRODUCCIÓN**

OBJETIVO:

El alumno conocerá y utilizará nuevos programas para administrar los recursos de producción de una empresa.

INTRODUCCIÓN:

Administrar un proceso productivo dentro de una empresa es una labor complicada, por eso es necesario tener un sistema que cuente con varios programas de cómputo para poder manejar de manera más rápida y eficaz el proceso de una empresa. Al tener un software vinculado al proceso de la empresa, se tendrá una alternativa para administrar y desarrollar los proyectos.

Microsoft Project permite al usuario crear planes de proyectos, comunicarlos a otros usuarios y adaptarse a los cambios a medida que éstos se van produciendo. Es un sistema de planeación de proyectos versátil y fácil de utilizar. Con la posibilidad de personalizarlos en forma mas que aceptable.

También se incluyen presentaciones para crear hipervínculos y para aprovechar los servicios de Internet y páginas Web.

El programa nos permite generar un plan con fechas de inicio y término de actividades; el software abarca lo siguiente:

- La introducción de tareas y duraciones.
- La organización de la lista de tareas en una estructura de esquema.
- La vinculación de tareas y el ajuste de relaciones entre las mismas.
- La introducción y asignación de recursos.
- La comprobación y el formato de la información.
- La impresión de la programación.

Para la programación de un proyecto se deberán planear las tareas, el tiempo estimado de duración de las mismas, las relaciones de tiempo y los recursos que se utilizarán para completar el proyecto.

MATERIAL Y EQUIPO:

- Computadora con el programa Microsoft Project instalado.
- Diagramas de proceso.
- Calendario.

CASO PRÁCTICO:

El laboratorio de Planeación y Control de la Producción requiere que se realicen relojes de madera. Para ello proporciona el siguiente diagrama de flujo del proceso de la fabricación de estos relojes. Con este diagrama se realizara un diagrama de Gantt con el propósito de aprender a utilizar el software Microsoft Project.

1. El primer diagrama muestra el proceso completo de la fabricación del producto.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
 LABORATORIO DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	▽	↓	○	□	◐
Almacén de materia prima	●				
Área de marcado		●			
Marcado de la base			●		
Área de corte		●			
Corte de la base			●		
Área de dibujo		●			
Diseño de la carátula			●		
Área de pirograbado		●			
Pirograbado del diseño			●		
Área de barniz		●			
Barnizado de la base			●		●
Banda		●			
Alimentación de la banda			●		
Barrenado de la base			●		
Colocación de números			●		
Colocación de maquinaria			●		
Colocación de manecillas			●		
Colocación de ojillo			●		
Inspección			●		●
Empaquetado			●		
Almacén de producto terminado	●				

Tabla 1

2. El siguiente diagrama muestra el proceso por lotes que es el primer paso para la realización del producto.

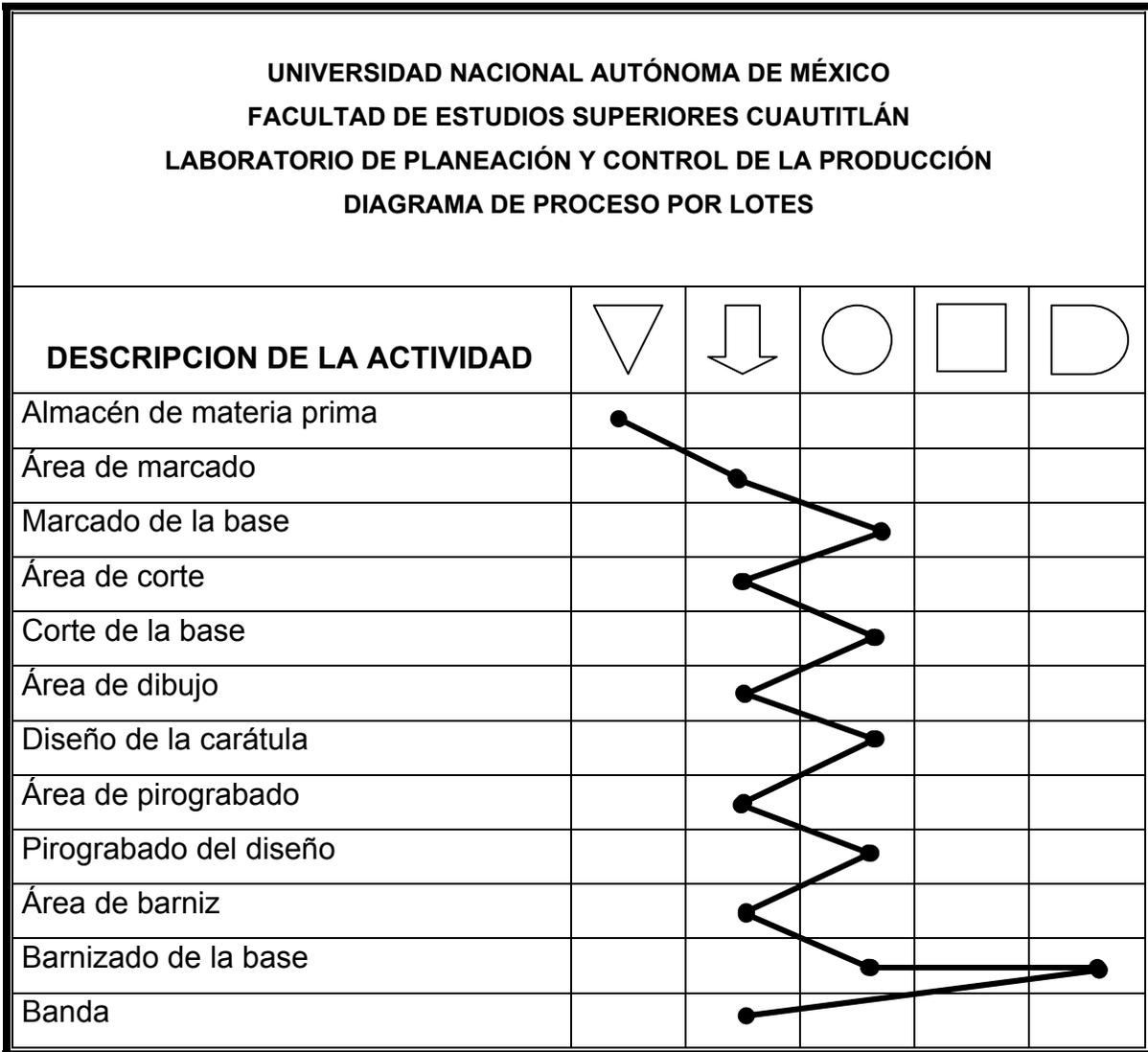


Tabla 2

3. El siguiente diagrama muestra el proceso continuo de producción con el cual finalizara el producto.

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN LABORATORIO DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DIAGRAMA DE PROCESO CONTINUO</p>					
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	▽	↓	○	□	◐
Alimentación de la banda			●		
Barrenado de la base			●		
Colocación de números			●		
Colocación de maquinaria			●		
Colocación de manecillas			●		
Colocación de ojillo			●		
Inspección					●
Empaquetado					●
Almacén de producto terminado	●				

Tabla 3

A continuación se presenta la nomenclatura que se utilizó en los diagramas de proceso así como su significado:

 **Almacenaje**

 **Transporte**

 **Operación**

 **Inspección**

 **Demora**

PROCEDIMIENTO:

Con la ayuda del diagrama de proceso, realizar la tarea de administrar un proceso de producción completo, computarizando las tareas por medio del software establecido con anterioridad.

La metodología a seguir será la siguiente:

1. Dar clic en el icono Project

2. Abierto el programa, deberá aparecer una pantalla como la que se muestra en la figura 1

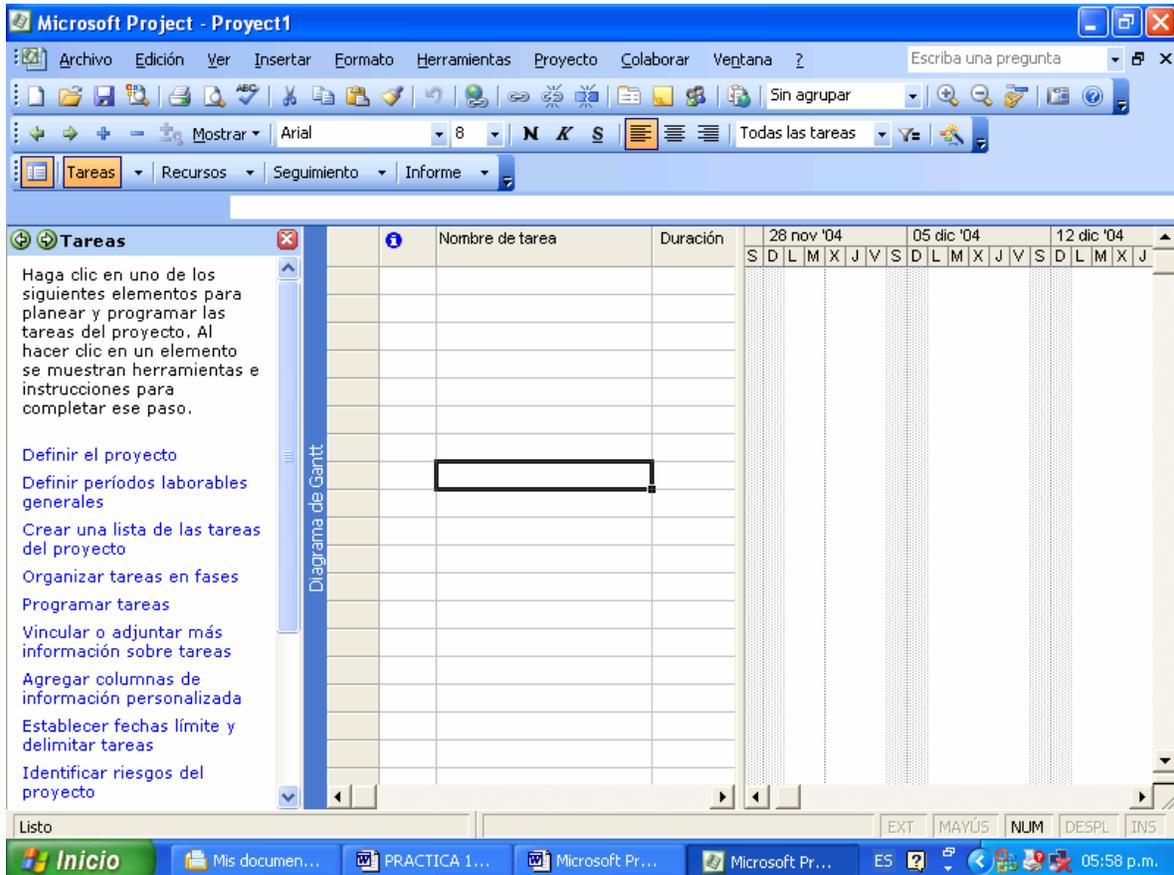


Figura 1

3. Dar clic a cada una de las tareas a la izquierda de la pantalla, tomando en cuenta la secuencia que marca el programa.

Definir el proyecto:

- En este paso solamente se tiene que especificar la fecha estimada del comienzo del proyecto

Definir los periodos laborales generales:

- Definir las labores generales del diagrama de proceso.
- Definir el tipo de semana laboral (días, horas, turnos, etc.)
- Establecer días festivos y libres.
- Definir el tiempo de cada actividad.

El calendario del proyecto está establecido tal como lo muestra la figura 2.

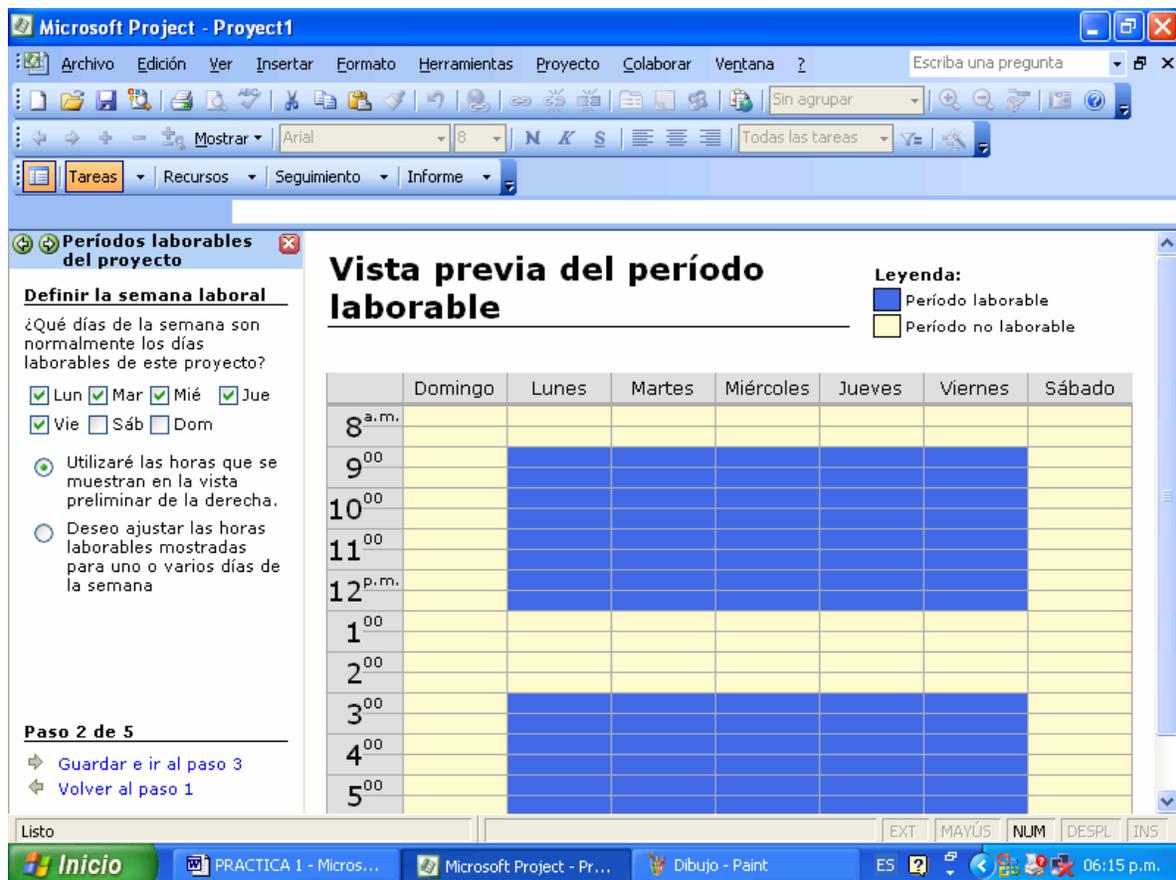


Figura 2

Crear una lista de las tareas del proyecto:

- Especificar las tareas de acuerdo al diagrama de proceso.

Organizar tareas en fases:

- Organice el proyecto mediante la creación de una jerarquía.
- Aplique sangría bajo un resumen a aquellas tareas que sean similares o que finalicen en el mismo periodo de tiempo.
- Sugerencia, Project calcula automáticamente la información de la tarea de resumen, como la duración y el costo, a partir de las subtareas.

Programar tareas:

- A menudo, el comienzo o fin de una tarea depende del comienzo o fin de otra tarea; para programar estas tareas dependientes puede vincularlas.

Vincular o adjuntar más información sobre las tareas:

- Puede agregar información adicional sobre una tarea al escribir en una nota. sugerencia: las tareas con notas adjuntas tienen un icono de nota en la columna, para ver o modificar la nota, coloque el puntero sobre ella o bien haga doble clic en el icono.
- Para agregar una nota de tarea, seleccione la tarea a la derecha y haga clic en el siguiente vínculo: [agregar una nota...](#)

Agregar columnas de información personalizada:

- Puede agregar campos o columnas a una vista, utilizar los campos predeterminados de Project o bien, utilizar campos personalizados para almacenar información personalizada.

Establecer fechas límite y delimitar tareas:

- Establezca una fecha límite para indicar una fecha de vencimiento sin restringir la programación. Project marca las fechas límite que no se han cumplido.

- Seleccione una tarea a la derecha y establezca una fecha límite.
- De forma predeterminada, las tareas comienzan lo antes posible. si una tarea se debe realizar en una fecha concreta, delimítela. esto limita la disponibilidad de programación de Project.
- Seleccione una tarea a la derecha y elija una delimitación: **lo antes posible**
- Si fuese necesario, elija una fecha de delimitación:

RESULTADOS:

Los resultados deberán aparecer en forma similar a la figura 3.

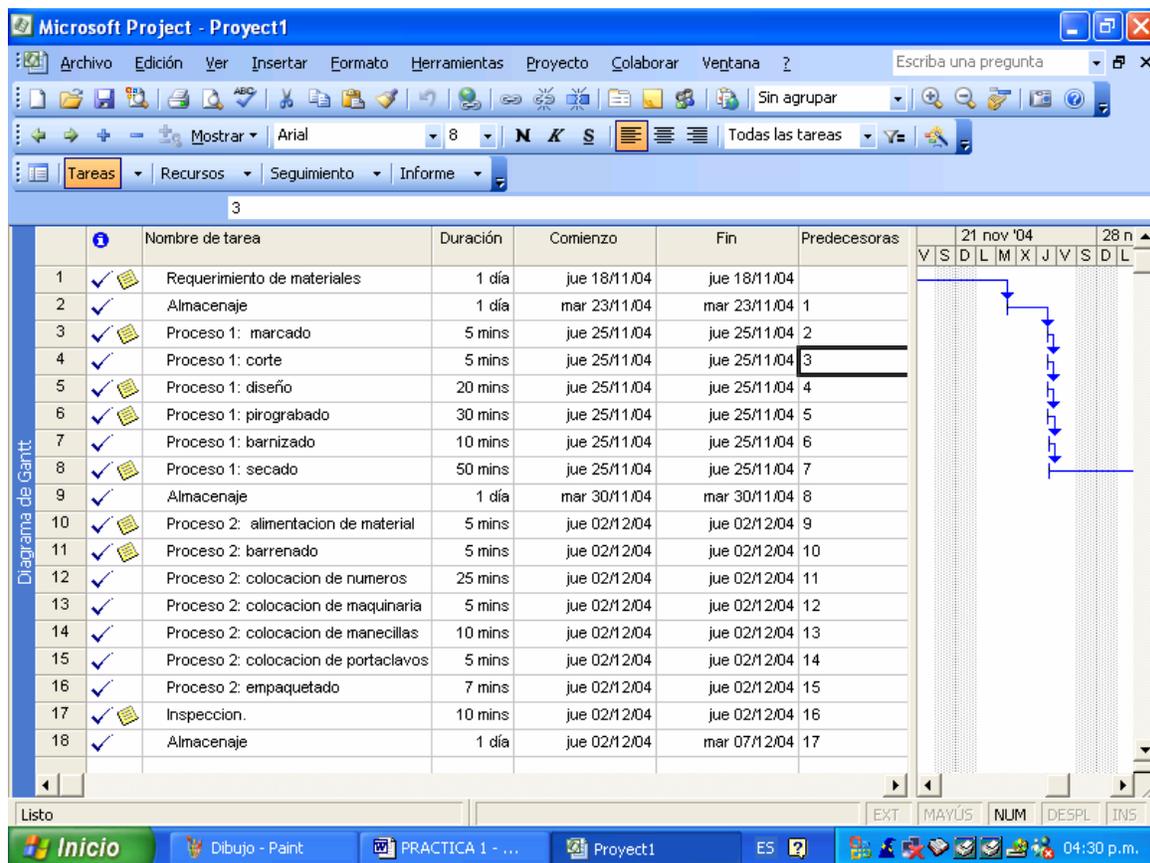


Figura 3

En la barra de herramientas dar clic en el icono “**ver**”. Obtener y anexar impresos cada uno de los siguientes diagramas realizados en el proceso:

- Diagrama de Gantt
- Gantt de seguimiento
- Diagrama de red

MODELOS PARA EL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

OBJETIVO.

El alumno aprenderá a utilizar modelos para los pronósticos de la demanda, considerando las variables o características adecuadas para captar a los distintos sectores del mercado con los que se registrará su producto, dándoles un enfoque de planeación directa a las necesidades de la empresa de acuerdo a los modelos.

INTRODUCCIÓN.

Se define al pronóstico como la estimación anticipada de la demanda de un producto.

El conocimiento de las técnicas de pronósticos es de poco valor a menos que puedan aplicarse efectivamente en el proceso de planeación de la organización.

Para pronósticos a corto plazo, se usan muchos métodos de series de tiempo. Una serie de tiempo es una lista cronológica de datos históricos, esta nos servirá para predecir el futuro de manera razonable.

Uno de los métodos más sencillos es usar el último dato como pronóstico para predecir el siguiente periodo. El problema con este modelo es la variación aleatoria inherente.

El método llamado de promedio móvil, promedia los datos más recientes para reducir el efecto de la fluctuación aleatoria. Como sólo usa datos recientes para el pronóstico, un pronóstico móvil responde al cambio en el proceso de una manera más rápida.

CASO PRÁCTICO.

El laboratorio de Planeación y Control de la Producción tiene una duda respecto a la producción de relojes que realizará la semana 11. Los únicos datos con los que cuenta son las producciones de las diez semanas anteriores, obtenidas del departamento de ventas, estos datos se muestran en la siguiente tabla.

SEMANA	DEMANDA
1	450
2	430
3	490
4	410
5	500
6	460
7	470
8	450
9	440
10	480

Tabla 1

- a) Con los datos de la tabla 1, utiliza el método del último dato y da un pronóstico para la semana 11.
- b) Por el método de promedios móviles y utilizando los mismos datos de la tabla 1, determinar el pronóstico para la semana 11.
- c) Al obtener los pronósticos de la semana 11 con ayuda de los dos métodos, compáralos y da conclusiones.

Formulario:

$$D_T = 1/T \sum d_t$$

$$F_{T+1} = D_T$$

$$M_T = 1/N (d_{T-N+1} + d_{T-N+2} + \dots + d_T)$$

$$M_{T+1} = M_T + [(d_{T+1} - d_{T-N+1}) / N]$$

Donde:

T es el periodo.

D_T es la demanda pronosticada para el periodo T

F_T es el pronóstico para el periodo T+1

M_T es el promedio móvil calculado para el periodo T

N es el número de periodos

d_T es la demanda en el periodo T

CUESTIONARIO:

1. ¿Cual es el propósito de realizar un pronosticó para la demanda?

2. Menciona por lo menos cinco métodos para el pronóstico de la demanda y las características de cada uno de ellos.

3. ¿Qué es lo que se obtiene al pronosticar?

4. ¿Considera necesario utilizar los métodos de pronostico para programar las operaciones diarias de maquinaria y equipo?

5. Investigue qué tipo de programas de computadoras (software) existen, para dar pronósticos más exactos y mejor ilustrados.

CONCLUSIÓN.

PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

OBJETIVO

El alumno utilizará técnicas para la programación de la producción. Identificará metodologías en el proceso productivo dentro del laboratorio para su aplicación directa en la industria.

INTRODUCCIÓN

Un programa de producción especifica el tiempo en el que comienza y termina cada trabajo en cada máquina, al igual que cualquier recurso adicional que se necesite. La programación es la función de planeación y control de la producción que prevé y coordina medios y trabajos, con todo detalle, a muy corto plazo y considerando las condiciones que se están produciendo en cada momento, con el objeto de saturar y aprovechar al máximo la capacidad de cada centro de producción y cumplir las fechas señaladas en la planeación.

En programación se va a la previsión y coordinación con el máximo detalle y con la menor anticipación posible. En el planeamiento se pierde detalle en la previsión y coordinación, pero se busca anticipación máxima para obtener una base de partida desde donde poder actuar sobre los factores externos a producción y tratar de que no perturben la marcha general prevista.

MATERIAL Y EQUIPO

- Dos estantes móviles para transporte de material.
- Marcadores.
- Una caladora.
- Pirógrafo.
- Barniz.
- Brochas.
- Taladro de banco o portátil.
- Pegamento.
- Mesas de trabajo.
- Hojas de triplay de 2.40 X 1.20 X 0.005 m
- Cajas de 32 X 32 X 10 cm.
- Maquinas de reloj con manecillas.

CASO PRÁCTICO

El Laboratorio de Planeación y Control de la producción requiere, un lote de 54 relojes terminados con las siguientes características:

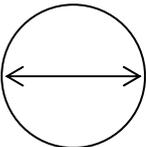
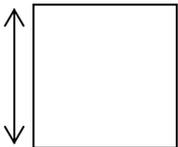
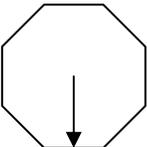
CIRCULAR	CUADRADO	HEXÁGONO
		
$d = 30 \text{ cm.}$	$L = 30 \text{ cm.}$	$a = 15 \text{ cm.}$

Tabla 1

Para esta orden de producción se realizó la siguiente planeación:

	S E M A N A S				
MODELO	1	2	3	4	TOTAL
<i>CIRCULAR</i>	8	12	7	5	32
<i>CUADRADO</i>	4	3	3	3	13
<i>HEXAGONAL</i>	4	1	2	2	9
TOTAL	16	16	12	10	54

Tabla 2

Si sabemos que una hoja de triplay mide (2.40 x 1.20 x 0.005 m).
Determinar:

2. Determinar los tiempos en cada una de las operaciones

OPERACIÓN	TIEMPOS		
	CIRCULAR	CUADRADO	HEXAGONAL
MARCADO			
CORTE			
DISEÑO			
PIROGRABADO			
BARNIZADO			
BARRENADO			
E*. DE NUMEROS			
E*. DE MAQUINARIA			
E*. DE MANECILLAS			
E*. DE OJILLO			
EMPAQUETADO			

E ensamble*

Tabla 4

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo se define la programación de la producción?

2. ¿Cuáles son los sistemas básicos de producción?

3. Determine cual fue el sistema de producción que se utilizó en este caso práctico y explíquelo brevemente.

4. Defina ¿qué es un cuello de botella? Y explique si surgió este problema en el proceso.

5. ¿Cuáles son los puntos esenciales que debe contener una programación de la producción?

CONCLUSIÓN.

PRÁCTICA 4

SISTEMAS DE CONTROL DE TRABAJO EN PROCESO

OBJETIVO:

El alumno comprenderá las actividades que debe realizar el ingeniero industrial dentro de un proceso productivo. Aplicará técnicas para la distribución de maquinaria y equipo en los procesos productivos.

INTRODUCCIÓN:

Para estudiar los sistemas de producción es necesario considerar muchos de sus componentes que incluyen productos, cliente, materia prima, procesos de transformación, trabajadores directos e indirectos y los sistemas formales e informales que organizan y controlan todo el proceso. Estas componentes llevan a acciones y decisiones que deben tomarse en cuenta para que un sistema de producción opere adecuadamente.

El proceso de conversión de materiales se lleva a cabo en la planta de producción que está diseñada para facilitar la conversión. El volumen de producción y la variedad de productos determina el tipo de diseños, o distribución de planta (Lay out).

CASO PRÁCTICO:

El laboratorio de Planeación y Control de la Producción requiere hacer un análisis profundo de su línea de producción, se requiere determinar la capacidad de la misma, para definir la flexibilidad y factibilidad e incrementar su ritmo de producción. Para lo cual se necesitan desarrollar los siguientes puntos:

1. Propuesta de Lay out
2. Diagrama de flujo del proceso
3. Mano de obra asignada
4. Eficiencia

1. PROPUESTA DE LAY OUT:

Determine su distribución de planta tomando en cuenta la maquinaria y equipo con que se cuenta dentro del laboratorio, soportando esta distribución con el sistema productivo que se desarrolla. Para este ejercicio tomar como referencia el plano de LIME anexo.

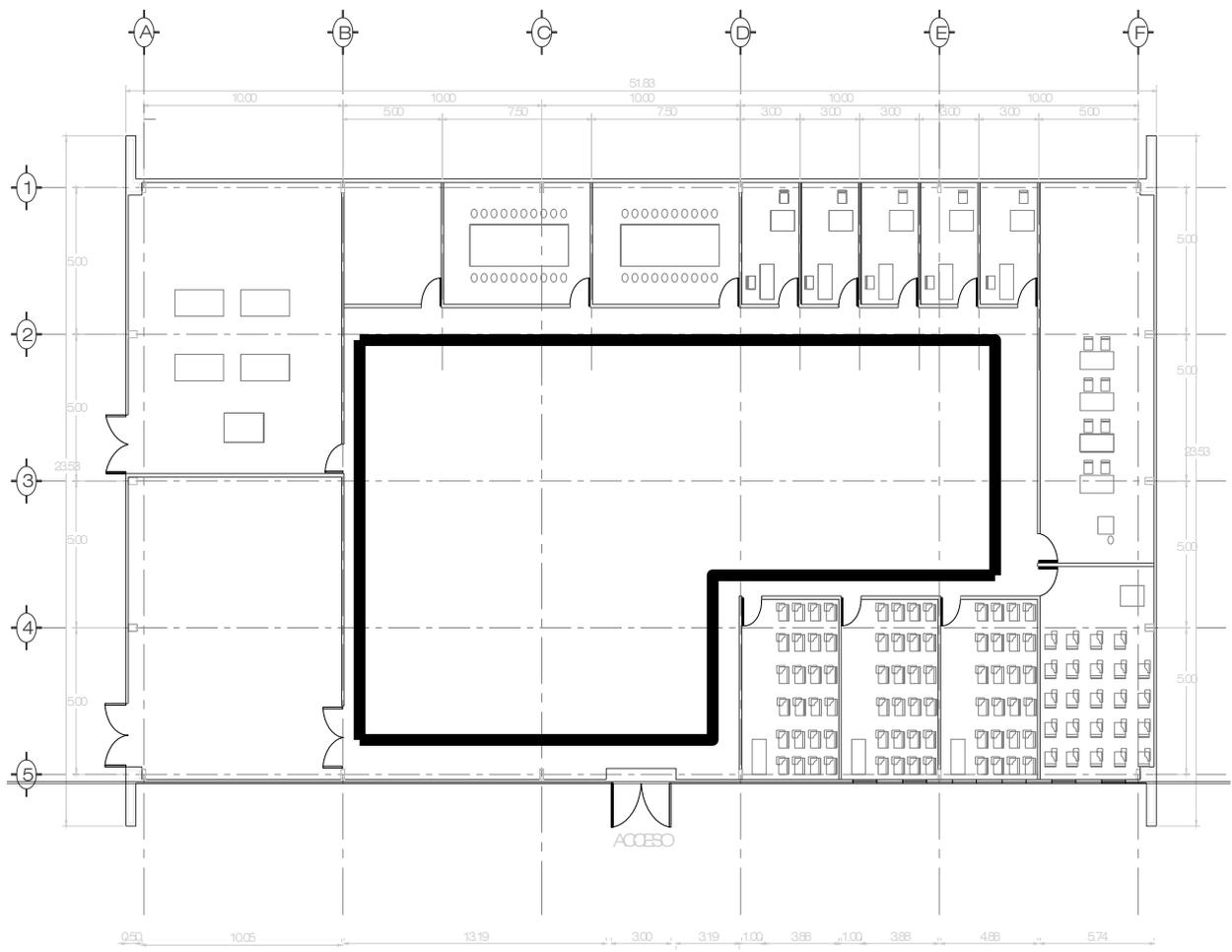


Figura 1

3. MANO DE OBRA ASIGNADA

A partir de la siguiente tabla

MODELO	SEMANAS				TOTAL
	1	2	3	4	
CIRCULAR	8	12	7	5	32
CUADRADO	4	3	3	3	13
HEXAGONAL	4	1	2	2	9
TOTAL	16	16	12	10	54

Tabla 1

Determine por medio de las fórmulas los trabajadores necesarios para cada orden de producción

$$\text{Trabajadores necesarios} = \frac{\text{demanda / mes}}{(\text{días / mes}) \times (\text{unidades / trabajador / día})}$$

SEM ANAS					
	1	2	3	4	TOTAL
TRABAJADORES NECESARIOS					

Tabla 2

4. EFICIENCIA

De acuerdo a la toma de tiempos reales tomados en la práctica 3 y comparadas con las propuestas en la práctica 2, verifique su eficiencia que es el porcentaje de producción real.

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Horas Hombre}}{\text{Horas Hombre Efectivas}} \times 100$$

CUESTIONARIO

1. Menciona los métodos para realizar una distribución de planta.

2. Diga cuales son las ventajas de tener un proceso por estaciones de trabajo.

3. Explica las mejoras de tu Lay Out con respecto al propuesto en la práctica.

4. ¿Cuales son las principales actividades de un ingeniero de proceso?

5. A partir de tu Lay out ¿se pueden reducir los tiempos? ¿Por qué?

CONCLUSIÓN.

PRÁCTICA 5

ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS 1

OBJETIVOS

El alumno comprenderá la importancia de contar con un buen control de inventarios, para así, tener un buen nivel de servicio en la producción. Aplicará técnicas por medio de métodos para la administración de inventarios. Comprenderá primero, el papel que desempeña un inventario dentro de la empresa, después identificará los costos de inventario para concluir con el análisis de los modelos de inventarios.

INTRODUCCIÓN.

El inventario se define como: “una cantidad de bienes bajo el control de una empresa, guardados durante algún tiempo para satisfacer una demanda”. El inventario es un “amortiguador” entre dos procesos: el abastecimiento y la demanda. El proceso de abastecimiento contribuye con bienes para el inventario, mientras que la demanda consume el mismo inventario.

Los tipos de inventario en los sistemas de producción se clasifican según el valor agregado durante el proceso de manufactura. Las clasificaciones son materia prima, producto en proceso y productos terminados. Todos los inventarios tienen un costo; estos son: el costo de ordenar, los costos de almacenaje, el costo por faltantes y el costo de operación del sistema. Si el inventario satisface la demanda el servicio es perfecto, de otra manera hay problemas con el servicio.

CASO PRÁCTICO.

Dentro del laboratorio de Planeación y Control de la Producción se tiene que diseñar un sistema de inventario para así poder satisfacer la demanda que se genera dentro del mercado. Para ello tenemos la práctica 5 y 6; éstas se realizarán y entregarán juntas para el análisis de los inventarios. Contando con el mismo objetivo.

1. Para la elaboración de los relojes rústicos dentro del laboratorio se tienen que ordenar el número de maquinarias de reloj así como sus manecillas. Se estima que la demanda anual de relojes es de 600 unidades, para surtir una orden de maquinarias de reloj se gasta alrededor de \$4.50 pesos por la llamada telefónica y las hojas del pedido; cada maquinaria tiene un costo de \$5.00 pesos y el costo por almacenar la maquinaria esta basada en una tasa anual de el 22%.

a) Identifique:

Costo unitario (c): _____

Costo total anual de mantener el inventario (i): _____

Costo total anual por mantener el inventarió (h): _____

Costo de ordenar (A): _____

Demanda por unidad de tiempo: _____

b) Determine el tamaño de lote económico para nuestro caso en particular.

$$Q^* = EOQ = \sqrt{[(2AD) / h]}$$

c) Ahora calcula el costo total anual promedio ($k(Q^*) = cD + \sqrt{2ADh}$)

d) El costo anual de ordenar = AD / Q^* calcúlese.

e) Por ultimo calcula el costo anual de mantener un inventario = $hQ^* / 2$ y da una conclusión y explicación de todos los cálculos realizados, es decir, para que se calculan o para que son útiles.

ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS 2

INTRODUCCIÓN

Método Silver – Meal.

El principio de la heurística, es que considera ordenar para varios periodos futuros, digamos s . Intenta lograr el costo promedio mínimo por periodo para el lapso de s periodo. El costo considerado es el costo variable, esto es, el costo de ordenar más el costo de mantener el inventario. La demanda futura para los siguientes n periodos esta dada y es:

$$(D_1, D_2, \dots, D_n)$$

Sea $k(m)$ el costo variable promedio por periodo si la orden cubre s pedidos. Se supone que el costo de mantener el inventario ocurre al final del periodo y que la cantidad necesaria para el periodo se usa al principio del mismo. Si se ordena D_1 para cumplir con la demanda en el periodo 1, se obtiene:

$$K(1) = A$$

Si se ordena $D_1 + D_2$ en el periodo 1 para cumplir con la demanda de los periodos 1 y 2, se obtiene:

$$K(2) = \frac{1}{2} (A + hD_2)$$

Donde h es el costo de almacenar una unidad en inventario durante un periodo. Como se almacenan D_2 unidades un periodo mas, esa cantidad se multiplica con h para obtener el costos promedio para los dos periodos, se divide entre 2. De manera similar:

$$K(3) = \frac{1}{3}(A + hD_2 + 2hD_3)$$

Y en general:

$$K(m) = \frac{1}{m}(A + hD_2 + 2hD_3 + \dots + (s-1)hD_m)$$

Es decir, el periodo en el que el costo promedio por periodo comienza a crecer. En el periodo 1 se ordena una cantidad que cumpla con la demanda de los siguientes s periodos; esto es

$$Q_1 = D_1 + D_2 + \dots + D_m$$

En general, Q_i es la cantidad ordenada en el periodo i y cubre s periodos futuros si no se emite la orden en el periodo i, entonces Q_1 es cero. El proceso se repite en el periodo (s+1) y continúa durante todo el horizonte de planeación.

CASO PRÁCTICO.

Se estima que dentro del Laboratorio de Planeación y Control de la Producción la demanda de relojes para las próximas 4 semanas será: 16, 16, 12, 10. Como la demanda es irregular se aplicará el método de Silver- Meal para ordenar la cantidad correcta. Se tiene un costo de \$4.50 por ordenar independientemente del tamaño de pedido y estima que almacenar una maquinaria durante una semana tendrá un costo de \$1.10. Realiza una propuesta auxiliándote con este método.

Si:

A =

h =

La demanda D_i para las siguientes cuatro semanas es:

Semana	1	2	3	4
Demanda	16	8	12	10

Tabla 1

Calcular $K(m)$ de la formula de Silver –Meal para las cuatro semanas.

CUESTIONARIO.

1. ¿Cuales son los objetivos del control de inventarios?

2. Defina los tipos de inventarios y las características de cada uno de ellos

3. ¿Cual es el procedimiento para el control de inventarios?

4. Mencione los costos que se generan al tener un inventario

5. Menciona por lo menos 4 métodos utilizados para ordenar cantidades, mencionando características de cada uno de ellos.

CONCLUSIÓN.

Reglamento Propuesto del Laboratorio de PCP.

1. La tolerancia para ingresar al laboratorio será de 10 minutos, después de ese tiempo no se permite el acceso.
2. De tener inasistencia, debe presentar la justificación dentro de los tres siguientes días hábiles a la práctica, directamente con el profesor del laboratorio.
3. Para las sesiones de laboratorio deben contar con el material adicional descrito en las prácticas siempre que éstas así lo requieran.
4. En el caso de repetir la materia, se recursará en su totalidad el laboratorio, sin excepción alguna.
5. Hacer un buen uso del equipo de laboratorio y no maltratarlo. Si por descuido, negligencia o uso indebido se daña o estropea el material, el importe de la reparación o sustitución del mismo será cubierto por lo alumnos del equipo.
6. Antes de realizar la práctica, se deberá llenar una hoja de préstamo de material y entregar una credencial vigente de alguno de los integrantes del equipo para recoger el material, se revisará el material en la entrega y a la devolución.
7. El equipo de cómputo del laboratorio es exclusivamente para la realización de prácticas.
8. Está estrictamente prohibido fumar en el laboratorio.
9. Prohibido introducir al laboratorio alimentos y bebidas.
10. Las mochilas deberán ser colocadas en el estante que se encuentra a la entrada del laboratorio.

Respecto a la Seguridad del Laboratorio

1. Por seguridad deberán reportar actos y condiciones inseguras dentro de las instalaciones.
2. Es obligatorio el uso de equipo de seguridad señalado en cada práctica.
3. No portar anillos, relojes, pulseras, esclavas, cadenas o gargantillas que sobresalgan de la barbilla al momento de agacharse, ropa suelta o mangas largas. Deberá usar bata de laboratorio, zapatos de cuero y de preferencia pantalones de mezclilla.
4. Las guardas de seguridad son dispositivos de seguridad que por ningún motivo serán removidas de su lugar excepto en casos de mantenimiento de la maquina o equipo (si es necesario), pero una vez terminado este, las guardas deberán ser instaladas inmediatamente y hasta entonces el alumno podrá iniciar sus labores.
5. Identifique las rutas de evacuación y salidas de emergencia de su área, así como los extinguidores más cercanos.
6. Queda prohibido correr dentro de las instalaciones.

CONCLUSIÓN.

Queda claro que un trabajo de tesis es muy importante para el desarrollo del recién egresado; ya que en éste refleja los conocimientos adquiridos dentro de la carrera que podrá poner en práctica dentro de la industria.

La Planeación y Control de la Producción es una de las ramas más importantes de la ingeniería industrial

Al concluir esta tesis es necesario expresar la importancia que tuvo este estudio de lo cual se puede decir lo siguiente.

La elaboración de esta tesis es muy importante, ya que anteriormente no se contaba con prácticas para el Laboratorio de Planeación y Control de la Producción, y con esta propuesta el alumno tendrá un panorama mas amplio de lo que se estudia en las sesiones teóricas; además de poner en marcha sus conocimientos de planeación y control dentro de un sistema productivo; y servirá como libro de consulta para el desarrollo de temas para la materia.

Otra de las aportaciones de esta tesis son los cambios que se realizaron dentro de esta facultad; ya que no sólo se desarrollo el trabajo teórico sino que con una continuidad al servicio social realizada en los laboratorios del área de ingeniería industrial, se pudo llevar acabo los cambios físicos de la zona destinada para practicas de los laboratorios en LIME III.

Asimismo de todo lo mencionado anteriormente cabe señalar que con este trabajo se aportaron muchos beneficios entre los que destaca, el hecho de que los alumnos tendrán practicas de laboratorio, ya que no se impartían estos cursos debido a que no se contaba con las instalaciones adecuadas para su desarrollo y no existían formatos a desarrollar.

Por ultimo mencionar que se cumplieron las expectativas y objetivos marcados en el desarrollo de tesis.

BIBLIOGRAFÍA

- Daniel Sipper, Robert L. Bulfin Jr.
Planeación y Control de la Producción.
Mc Graw Hill. 1998
- Robert H. Bock, William K. Holstein
Planeación y Control de la Producción
ED. Limusa 1988
- Mark A Curtis
Planeación de Procesos
ED. Limusa 1996
- Jesús Alonso de Lecinana, José María Ruiz
Ingeniería de Producción
ED. Bilbao 1979
- Eliseo Gómez, Salvador Capuz Rizo
El proyecto y su dirección y gestión
ED. Valencia 1984
- Fernando Santos Sabras
Ingeniería de Proyectos
ED. Pamplona 1999
- Buffa, Elwood Spencer
Sistemas de producción e inventario
ED. Limusa 1975

- Robert W Hall
Estrategias modernas de fabricación
ED. Madrid 1988
- Riggs James L.
Sistemas de producción.
México Limusa 1982
- Hopeman Richard J.
Administración de la producción y las operaciones.
México CECSA 1986.
- Everett E., Adam y Ebert.
Administración de la producción y las operaciones.
México, Prentice Hall, 1981.