

Nº 131
25.1.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**EVOLUCION DE LOS MODELOS
COMPUTACIONALES APLICADOS AL
CONTROL DE LA MANUFACTURA**

TRABAJO

ESCRITO

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :**

JOSE ALEJANDRO RAFAEL VEGA SANCHEZ

MEXICO, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Objetivo	8
----------	---

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

Sistema formal/informal	13
-------------------------	----

CAPÍTULO III

APLICACIÓN

Administración de la producción	19
Puntos significativos	19
Clasificación de empresas según el tipo de manufactura	20
Objetivos de la administración de producción e inventarios	21
Planeación de requerimientos de materiales (MRP)	22
Sistema de ciclo cerrado	25
Planeación del negocio	26
Planeación de mercadotecnia	28
Planeación de manufactura	28
Planeación de inventarios	29
Programación maestra	29
Planeación de requerimientos de materiales	30

Facilidades que proporciona el MRP	30
Planeación de requerimientos de capacidad (CRP)	31
Evaluación de recursos	32
Lógica del MRP	32
Lista de materiales	33
Estructura de árbol de un producto	34

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

Problemática de las empresas de manufactura	36
Sistema ideal para el control de la manufactura	36
Asimilación de tecnología	39
Justo a tiempo (JIT)	39
Control total de la calidad (TQC)	40
Mejora continua (Kaizen)	40
Tecnología de grupos	40
Diseño/manufactura asistido por computadora (CAD/CAM)	40
Robótica industrial	43
Planeación de requerimientos de materiales (MRP)	44
Inteligencia artificial (AI)	45

CAPÍTULO V

APÉNDICE

Implantación del sistema	47
--------------------------	----

REFERENCIAS

Bibliográfica	49
Hemerográfica	49
Cursos	49

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es presentar un aspecto de los métodos computacionales usados para el control de la manufactura.

A partir de 1958 algunas empresas iniciaron el uso de las computadoras para el control de la manufactura; intentaron que la computadora les suministrara información oportuna, suficiente y correcta para controlar los procesos.

Los primeros intentos de ayuda en la administración de inventarios y producción, fueron fracasos según algunos, aunque también otros los consideraron fracasos menores; por este hecho a las computadoras se les dio mayor uso en el área administrativa.

Sin embargo, se continuó trabajando en ese sentido y para 1970 varias empresas comenzaron a reportar bajos inventarios, mejores servicios al cliente, habilidad para cambios a nivel de negocios; reportes que se recibían precisamente de la gente del área de manufactura.

Probablemente hubo tres influencias principales que comenzaron a traer algún orden a este caos:

- 1.- En julio de 1965, el grupo de comercialización para industrias de manufactura, perteneciente a uno de los fabricantes más grandes

de computadoras, revisó sus planes de desarrollo de programas de aplicación y vio que después de un gran esfuerzo e inversión, el único programa de aplicación que se obtuvo de esa gran inversión fue el programa con base de datos para manufactura llamado "Listado de materiales" (Bill of Material Processor). En ese momento tomaron una decisión estratégica para desarrollar un conjunto de aplicaciones básicas integradas llamadas PICS (Production Information and Control System) generalmente construido alrededor del programa de listado materiales y que se podía usar en muchas empresas de manufactura.

Así, ese fabricante estableció un estándar que tuvo muchos imitadores cuando su sistema tuvo éxito. La disponibilidad del software para implementar la administración de producción e inventarios en una computadora hizo que muchas empresas instalaran sistemas similares.

- 2.- Las empresas de manufactura comenzaron a obtener experiencia usando estos sistemas, desarrollando un conocimiento práctico.
- 3.- Un número de profesionales de alto nivel en el campo de la administración de producción e inventarios trató de comparar la experiencia de los usuarios con su propia experiencia. Todo esto fue realmente el método científico: las hipótesis fueron revisadas y corregidas a través de la observación. Como resultado: la teoría convencional de la administración de inventarios fue revisada. Otras técnicas se tocaron y entendieron como cargar una máquina: *no trabaja en la práctica lo que se dice en teoría*. Se tuvieron nuevos enfoques, se desarrolló la planeación de requerimientos de capacidad a mediados de los 70's, la literatura, cursos y programas de educación manejados por la Sociedad Americana de Producción y Control de Inventarios (APICS), hablaban de los mismos aspectos y la mismas técnicas.

El enfoque empírico (inténtalo y ve si trabaja) está siendo remplazado por el conocimiento práctico.

Este progreso generó más progreso, dando como resultado los tres hechos siguientes:

- 1.- Se desarrollaron nuevas e importantes técnicas.
- 2.- La interrelación entre las técnicas fue clara.
- 3.- La experiencia de los usuarios fue en el sentido de aprender lo necesario para hacer que estos tipos de sistemas realmente trabajen en un ambiente de manufactura.

Uno de los aspectos más importantes que se obtuvieron fue el de una nueva actitud con respecto a los sistemas computarizados. Desapareció la caja negra que iba a producir la fábrica automática y se eliminó la responsabilidad de tomar decisiones a la gerencia media como lo habían sugerido algunos escritores de los inicios de las computadoras.

En poco tiempo, la administración de la producción y los inventarios llegó a ser lo más importante para muchas empresas de manufactura.

Estas empresas encontraron por sí mismas que sus inventarios estaban más altos de lo que realmente requerían y el servicio tendía a ser bajo (más allá de lo que ellos deseaban) y la línea de productos se incrementaba en tamaño y complejidad. Al mismo tiempo algunos de los más antiguos que administraban la empresa con sus sistemas informales se fueron retirando. Como un resultado de su potencial para contribuir a las utilidades y crecimiento, el programa de listado de materiales es ampliamente reconocido en la actualidad por los ejecutivos de la manufactura.

La reducción de inventarios, un mejor servicio al cliente y la mejor respuesta a las demandas del mercado, dan un crecimiento real de la empresa, además de incrementar las utilidades.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

SISTEMA FORMAL/INFORMAL

Cuando salieron las computadoras al mercado y se pensó usarlas en la industria de manufactura, su aplicación obvia es la administración de producción e inventarios. El éxito por supuesto, ha sido desde el punto de vista operacional. ¿Han bajado los inventarios?, ¿ha mejorado el servicio?, ¿es más económica la operación de la planta?, ¿está mejor controlada la empresa?, ¿responde metódica y económicamente a los requerimientos del mercado y aumentan o disminuyen los niveles de negocios?

Para entender mejor el problema haremos una pregunta: ¿por qué la gente de contabilidad obtiene resultados y en cambio la gente de manufactura no obtiene buenos resultados?

La respuesta es simple: antes que se tuviera la computadora la gente de contabilidad tenía sistemas manuales que daban buenos resultados, y al usar la computadora como herramienta se tuvo un avance en la obtención de resultados; en cambio, los sistemas manuales de administración de producción e inventarios, realmente no trabajan.

El manual de procedimientos describe un sistema formal pero el sistema real es un sistema informal.

¿Cuál es la causa por la que ha sido difícil desarrollar un método computarizado para la administración de la producción y de los inventarios? ¿Será porque el sistema manual que se usa no da los resultados esperados en los problemas de logística? No es posible copiar

la complejidad de los sistemas manuales en lo que respecta a los problemas de logística en una empresa típica de manufactura; esto es así porque el sistema real es un gran sistema informal.

Los planes de manufactura y compras comienzan a sufrir cambios desde el momento en que son establecidos. Si un vendedor retrasa la entrega de un componente, otros componentes usados en el mismo producto deberán ser reprogramados. Una orden urgente de un buen cliente retrasará otras órdenes, por lo que será necesario reprogramar la manufactura de los productos de esas órdenes y algunos de sus componentes. Máquinas-herramienta que no trabajan como se planeó, nuevos productos, cambios de ingeniería, desperdicios, reprocesos, ausentismos, fallas de máquinas, todo esto forma parte de la vida en el área de manufactura, viniendo a afectar los planes de producción.

Los sistemas manuales no pueden manejar toda esta clase de cambios continuos. Los planes de producción son generados por un sistema formal y son modificados por un sistema informal. Aquí tenemos el porqué en muchas empresas del área de manufactura, el método de administración de producción e inventarios que se describe en el manual de procedimientos, no se aplica y en la realidad vienen a ser dos métodos diferentes.

Esto es el porqué en aquellas pocas empresas que hacen uso de nuevas herramientas como la computadora, han tenido una verdadera revolución en la administración de la manufactura.

Podemos dividir la administración de producción e inventarios en dos problemas esenciales: prioridades y capacidad. Las prioridades, en este contexto, implican determinar el orden en el cual los trabajos se van a realizar. Esto requiere conocer qué materiales se necesitan y cuándo, así como conservar esta información actualizada. Capacidad significa conocer qué tanto tiempo se requiere de horas-hombre y/o máquina para cumplir con lo planeado.

Consideraremos el problema de planear la prioridad en una empresa que produce un producto ensamblado. El sistema de control de inventarios ordena material y coloca las fechas en que se requiere en las órdenes de compra. Estas fechas generalmente no son muy significativas para un tiempo muy largo. Si el pronóstico fuera perfecto y si los clientes no cambiaran órdenes, las prioridades de las partes y subensambles que se emplean para ensamblar un producto serían dependientes.

Si una parte tiene desperdicios y no es posible reprocesarlo para cumplir con el plan original, será necesario cambiar las fechas reales en que se requieren las otras partes, a menos que haya necesidad de hacer otros ensambles. Si el sistema formal se lleva en forma manual, no será posible mantenerlo actualizado por la gran cantidad de datos que se manejan. Ahora bien, si se tuviera personal disponible y suficiente para hacer el trabajo de actualizar en forma manual el plan de producción, la información no se tendría suficientemente a tiempo para que tuviera un valor real.

Así, en la práctica, se tiende a construir un sistema informal. Empresas que producen un artículo ensamblado, tienen un tiempo de prueba ineficiente, confuso; un enfoque esencial para hacerlo en muchos casos. Su sistema formal de planear las prioridades consiste en un sistema de control de inventarios que libera órdenes a los proveedores y para la producción. A esto se le ha llamado el sistema de empuje (PUSH).

Fuera del área de producción, hay activadores que están tratando de conseguir las partes a través de lo que realmente es necesario. Ellos tratan de encontrar cuáles son las prioridades reales. Su sistema —el sistema informal— se le ha llamado el sistema de jalar (PULL).

El sistema de jalar consiste en ir al almacén con una lista de materiales o partes y solicitar todos los componentes necesarios para

hacer un ensamble con fecha determinada. Este material se tiene por acumulación y el almacenista se encuentra con que no se puede cumplir con los requerimientos reales y trata de obtener estas partes a través de tiendas o vendedores con el fin de entregarlos en la fecha planeada.

Este sistema informal generalmente entra en funcionamiento muy tarde, tratando de corregir las desviaciones del plan original, al intentar conseguir las partes que se necesitan y en las fechas que las requieren.

En una empresa de manufactura los sistemas formal e informal tienden a ser un solo sistema que llaman "*nuestro sistema*".

El hecho de tener un sistema formal que no funciona adecuadamente y un sistema informal que trata de corregirlo, da como resultado que sea costoso, poco efectivo y que funcione parcialmente, y obviamente las personas que se encuentran en medio de esta situación no se dan cuenta.

¿Estar trabajando con ambos sistemas simultáneamente es un error?, o mejor: ¿qué errores causa trabajar con ambos sistemas simultáneamente?

Es claro que se tienen problemas, el primer trabajo en la administración de producción e inventarios es la planeación, para proporcionar información al resto de la empresa sobre cómo operar para alcanzar los objetivos de la empresa.

La falta de habilidad para conservar las prioridades a la fecha planeada tiene un efecto desastroso sobre la habilidad para planear y controlar la capacidad. Si un componente se desperdicia, todos los demás componentes se deben reprogramar porque las fechas originales ya no serán válidas debido a que está faltando un componente del producto.

Por supuesto que estas órdenes de compra tardías estarán basadas en el cálculo de los requerimientos de capacidad. Normalmente las órdenes se suman por fecha para determinar cuántas horas de capacidad se requieren.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN

ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Para tener una visión más clara de lo que debe ser la administración de producción e inventarios, se debe considerar las cuatro funciones básicas que lo integran:

1. Planear prioridades
2. Planear capacidades
3. Controlar prioridades
4. Controlar capacidades

PUNTOS SIGNIFICATIVOS

Viendo esas funciones, aparecen unos puntos significativos:

- 1.- Si no se conoce qué material se necesita y cuándo se requiere (planear prioridades), será imposible determinar qué capacidad se requerirá para trabajar determinado material.
- 2.- La planeación debe realizarse antes que el control porque no puede haber control sin una planeación correcta.
- 3.- La planeación de prioridades debe efectuarse bien o los resultados no serán los adecuados.

CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS SEGUN EL TIPO DE MANUFACTURA

El problema de prioridad es diferente según el tipo de empresa de manufactura, podemos clasificar las empresas como:

- 1.- Producto de un pieza, por orden
- 2.- Producto de una pieza, para inventario
- 3.- Producto ensamblado, por orden
- 4.- Producto ensamblado, para inventario

En una empresa que manufactura productos de una pieza a la orden del cliente, las prioridades son claras porque el cliente lo solicita para una fecha determinada y las prioridades se modificarán solamente que el cliente pida un cambio.

En una empresa que manufactura productos de una pieza para inventarios, el problema de actualizar prioridades es significativo si hay una fecha límite. La fecha requerida en la orden debe estar basada en un pronóstico.

Cuando una empresa manufactura productos ensamblados, tiene el problema de prioridades dependientes. La prioridad de una parte está sujeta a la prioridad de otras partes que se van ensamblando.

Si una parte requerida para un ensamble no se tiene disponible afectará los planes de producción, aunque se disponga del resto de las partes.

La empresa que manufactura productos ensamblados para inventario tiene problemas de prioridad más complejos. No sólo requiere conservar sus prioridades actualizadas, sino que también tiene prioridades que son dependientes. Si una parte que se va a usar en un ensamble no se tiene disponible en el momento en que requiere, entonces las prioridades de las otras partes habrán cambiado.

OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN E INVENTARIOS

Estos objetivos se han definido de diferentes modos pero se pueden resumir como uno solo: obtener el producto al momento requerido al mínimo costo de inversión en inventarios. Para facilitar esto se han fijado tres objetivos primarios:

1. Servicio al cliente
2. Mínima inversión en inventarios
3. Máxima eficiencia en la operación de planta

Un buen servicio al cliente significa tener el producto en el momento que el cliente lo requiera, o manufacturar y entregar el producto al cliente dentro de un tiempo aceptable. Hay por supuesto otros aspectos en el servicio al cliente, pero generalmente a los clientes les interesa la entrega oportuna de su producto, que la consideran la parte principal de un buen servicio al cliente.

El segundo objetivo, mantener una inversión mínima en inventarios, requiere conservar sus inventarios bajo control porque han aumentado los costos del interés, por lo tanto la inversión debe ser mínima.

El tercer objetivo –eficiencia de la planta– se ha visto que el tamaño del lote a procesar tiene un efecto real sobre la eficiencia de la planta. Al procesar lotes de gran tamaño se logra una alta eficiencia de operación pero se requiere una gran inversión en inventarios. Al procesar lotes pequeños la inversión en inventarios es menor pero aumentan el costo de operación.

Estos tres objetivos están en conflicto, esto no significa que ningún objetivo pueda alcanzar el 100% sin algún sacrificio de los otros objetivos. La eficiencia en muchas empresas se puede mejorar consi-

derablemente, se pueden reducir los inventarios e incrementar el servicio y la eficiencia de la planta. Por lo tanto será necesario buscar el mejor equilibrio entre los tres objetivos dependiendo del tipo de manufactura que se realice.

PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)

La planeación de las prioridades es la función clave en la administración de la producción e inventarios. Sin una planeación efectiva de prioridades, otras funciones como el calendario de proyectos, compras e inventarios no lograrían buenos resultados porque les faltaría información correcta.

Con las computadoras, al principio se logró mayor rapidez, métodos menos tediosos para ordenar el inicio de los procesos. Entonces se desarrolló una técnica que se conoce como planeación de requerimientos de materiales (MRP), que se puede usar para fijar efectivamente las prioridades. Es una técnica poderosa que permite tener un sistema formal de administración de producción e inventarios que sí da resultados.

El impacto del MRP en industrias de manufactura es profundo, el sistema formal puede ser usado para responder mejor y más rápido a las necesidades del mercado, para reducir los inventarios y mejorar la productividad.

MRP es la técnica clave en la administración de producción e inventarios. Esta técnica se ha probado con éxito en infinidad de empresas y vuelve obsoleta la teoría tradicional de control de inventarios.

Al cálculo de requerimientos de partes, considerando la existencia en almacén y pedidos a proveedores recibe el nombre de explosión de materiales. Este método nos permite conocer cuáles son los requeri-

mientos netos de cada parte a usar en un proyecto dado. El siguiente cuadro muestra un ejemplo de la explosión de materiales.

Se tiene planeado armar 250 radiorreceptores, para lo cual se requieren 250 bocinas

Cuadro 1

<i>Parte</i>	<i>Requeridos</i>	<i>En almacén</i>	<i>Pedidos a proveedor</i>	<i>Requerimientos</i>
Bocina	250	50	150	50

En el Cuadro 1 aparecen 250 bocinas que son requeridas para armar 250 radiorreceptores, se tienen 50 bocinas en el almacén y 150 pedidas al proveedor, los requerimientos netos, por lo tanto, son 50 bocinas.

La planeación de requerimientos de materiales (MRP) llega a ser más refinado con la introducción de fases de tiempos, en el cuadro 2 se muestra un reporte en formato estándar del MRP que se usa en muchas empresas de manufactura. En este reporte aparecen los requerimientos de bocinas. Los requerimientos brutos de 250 unidades del cuadro 1, se han dividido en periodos de tiempo que representan semanas y se encuentran en el primer renglón llamado requerimientos del proyecto.

También aparecen las cantidades que se tienen en almacén y pedidas al proveedor, además de un balance de un proyecto viable se ha calculado para las semanas de la 1 a la 8. El tiempo límite es de 4 semanas y el tamaño del lote es de 150, y una orden completa para 150 tendrá que entregarse en 4 semanas. Las fases de tiempo del MRP indican claramente las fechas de compra.

Cuadro 2

BOCINAS ORDENADAS

<i>Bocinas</i>	<i>S E M A N A S</i>								
Tamaño de lote	150								
Tiempo límite (semanas)	4	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos del proyecto		40	30	0	0	0	70	0	110
Recepciones planeadas	150								
En almacén	50	160	130	130	130	130	60	60	-50
Entrega de la orden planeada				150					

El conservar las prioridades en una empresa de manufactura era algo que estaba más allá de la capacidad del sistema manual. Si ellos podían establecer correctamente la fecha del requerimiento original, no había modo de que ellos pudieran conservar estas prioridades actualizadas de acuerdo con la rapidez de los cambios que se dan en el mundo real de la industria de manufactura.

La característica más importante del MRP, es que permite reprogramar las fechas. De acuerdo con la información que se le va proporcionando. En el cuadro 3 se muestra la misma información del cuadro 2 con recepciones de material programadas de acuerdo con las fases de tiempo. Las 150 bocinas pedidas a proveedor se recibirán en 3 semanas. El reporte de MRP nos muestra qué parte de esas 150 bocinas se deberá reprogramar para recibir las en 2 semanas para cumplir con el plan maestro. En caso de que no fuera posible reprogramar, la recepción de las bocinas, el plan maestro para producir 30 unidades en la semana 2 deberá programarse para la semana 3, o también se pueden producir 10 unidades en la semana 2 y 20 unidades en la semana 3.

Cuadro 3

REPROGRAMACIÓN DE BOCINAS

<i>Bocinas</i>		S	E	M	A	N	A	S
Tamaño de lote	150							
Tiempo límite (semanas)	4	1	2	3	4	5	6	7
Requerimiento del proyecto		40	30	0	0	0	70	0
Recepciones planeadas				150				
En almacén	50	10	-20	130	130	130	60	60
Entrega de la orden planeada					150			

Este fue el principio de la idea de "planear las prioridades", que es la base de la moderna administración de producción e inventarios.

Sin una planeación efectiva de prioridades, la planeación de capacidades no puede trabajar o no pueden funcionar efectivamente el control de capacidad o el control de prioridades. Esta es una idea muy simple. Pero cambia por completo la forma de operar de una empresa de manufactura. A estas fechas, muchas personas que se dedican al control de producción e inventarios piensan que el MRP es una forma para ordenar las partes que se van a usar para ensamblar un producto.

En la realidad, es un medio de conservar actualizadas y en forma realista la interrelación de prioridades en una empresa de manufactura.

SISTEMA DE CICLO CERRADO

El volumen de actividad en la industria de manufactura es muy alto y así se considera durante todo el tiempo. Los cambios vienen siendo la norma, no la excepción.

El plan de producción es la cantidad que se estima manufacturar de un producto determinado expresado en unidades, como: "queremos producir 1 100 bombas modelo 30 por semana".

El plan de producción se prepara tomando en consideración las existencias actuales del inventario, decidiendo cuándo se debe aumentar o disminuir el inventario durante el periodo que corresponde al plan de producción, proyectar el pronóstico de ventas y determinar qué velocidad de producción se requiere para mantener alto o bajo el nivel del inventario.

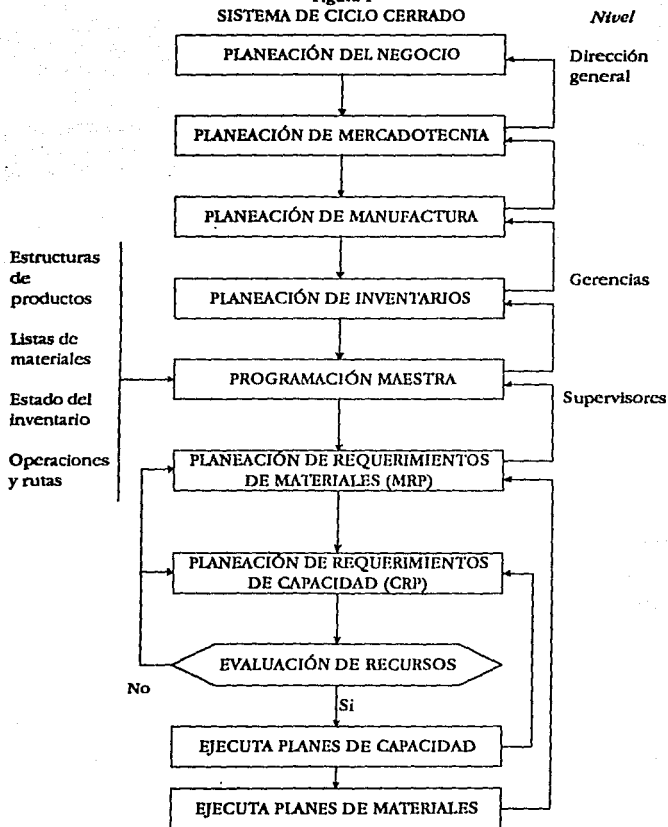
La figura 1 muestra las actividades del sistema del ciclo cerrado, estas se usan en todas las empresas, si en este sistema no se puede cumplir con las metas fijadas, se regresa a la actividad anterior para replantear los objetivos, ajustar las metas y poder continuar con las siguientes actividades.

A continuación se presenta la descripción de las actividades que integran el sistema de ciclo cerrado.

PLANEACIÓN DEL NEGOCIO

- Es el objetivo clave, todos los planes están orientados a su obtención.
- Define el objetivo de utilidades a corto, mediano y largo plazo.
- La alta gerencia determina los segmentos de mercados que serán atacados y los productos que les dirigirá.
- Define los nichos de mercado.
- Contiene proyecciones a mediano y largo plazo sobre mercados, productos y nichos.
- Incluye pronósticos de ventas y los recursos para cumplirlos oportunamente.
- Balancea lo que se estima vender y lo que producirá a mediano y largo plazo.

Figura 1
SISTEMA DE CICLO CERRADO



PLANEACIÓN DE MERCADOTECNIA

- Define el desarrollo y los planes tanto generales como específicos, de mercadotecnia, a corto y mediano plazo, que soporten el objetivo del negocio.
- Establece cuáles son las proyecciones totales anuales de ventas.
- Determina las fuentes de las ventas totales.

El pronóstico de ventas es una parte importante de esta proyección, situaciones como reconciliar los pronósticos de campo, los de la alta dirección y los estadísticos deben ser considerados en el proceso del plan de mercadotecnia.

PLANEACIÓN DE MANUFACTURA

En esta etapa del proceso de planeación el interés de la dirección general se centra en los ritmos de producción más que en planes específicos de producción.

Dado que el plan de producción es por lo menos una proyección de 52 semanas, la capacidad puede ser incrementada con aquellos recursos que pueden ser obtenidos dentro de ese horizonte de tiempo (horas de mano de obra o maquinaria, tiempo extra, turnos extra o sobrecontratación).

- Determina los recursos que necesitará en base mensual y por línea de producto para cumplir las proyecciones de ventas.

Dado que el objetivo de manufactura es tener eficiencia de producción y estabilidad, rara vez se dará el caso que el plan de manufactura coincida exactamente con el plan de ventas.

- Las diferencias son reconciliadoras con incrementos o decrementos de inventario.

Debido a la naturaleza de alto nivel del plan de manufactura y las incertidumbres que rodean al plan de mercadotecnia, no es necesario que la planeación de requerimientos de capacidad se detalle en esta etapa. Manufactura puede usar guías aproximadas sobre cuáles son sus capacidades.

PLANEACIÓN DE INVENTARIOS

Una versión de alto nivel del plan de inventarios es la diferencia de la línea de producto por línea de producto entre el plan de manufactura y el plan de mercadotecnia.

- Finanzas influirá las decisiones sobre los niveles de inventario ya que pretende cumplir sus objetivos de liquidez y utilidad.
- El plan de inventarios se transforma en plan de *backlog* en el caso de las líneas de productos de fabricación sobre pedido.

PROGRAMACIÓN MAESTRA

- Durante la elaboración del programa maestro, el proceso de balanceo continúa.
- El programa maestro convierte el plan de manufactura de meses a semanas y de líneas de productos a productos específicos.
- La suma de los programas individuales de los productos deben ser igual a la suma total para la línea de productos.

En el proceso de programación maestra, el lado de la demanda –expresado por las órdenes actuales de clientes y los pronósticos de ventas– debe ser balanceado contra la capacidad de manufactura y el inventario disponible.

- El nivel al cual la programación maestra se prepara está influida fuertemente por las decisiones tomadas por la alta gerencia, como si el producto será fabricado o ensamblado sobre pedido.

Otra situación a ser resuelta por las diferentes funciones son las "barreras de tiempo", que son políticas como cuando ciertos cambios al programa serán fuertemente desalentados, por ejemplo para cada línea de productos deberá existir una política acerca de a cuántas semanas de la fecha del programa se permiten cambios en el ritmo de producción; a cuántas, un cambio en la mezcla de productos; y en qué punto sólo cambios emergentes de programa serán permitidos.

Durante la programación maestra se hace una planeación de la capacidad de manufactura más detallada, puede hacer uso de productos típicos definiendo horas aproximadas requeridas en cada uno de los departamentos que elaboran el producto.

También se puede desarrollar una planeación gruesa de capacidad en instalaciones clave o cuellos de botella, y en materiales estratégicos.

PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)

- El MRP elabora un programa para cada uno de los componentes que forman el producto.
- Las partidas con tiempo de entrega más largo son iniciadas primero y las de tiempo, más corto después, e idealmente cada una es terminada justo en el momento que se necesita.
- MRP no efectúa un proceso de balanceo en el sentido estricto, asume que hay suficiente capacidad disponible, y que la gerencia ha hecho un buen trabajo en la planeación de manufactura y en la programación maestra.

FACILIDADES QUE PROPORCIONA EL MRP

Inventarios:

- Ordenar la parte correcta
- Ordenar la cantidad

Ordenar a tiempo

Prioridades:

Ordenar con el tiempo necesario
Mantener válidas las fechas de entrega

Capacidad:

Planear para cargas completas
Planear cargas correctas o exactas
Planear un tiempo adecuado
Considerando cargas futuras

PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD (CRP)

- Programa detalladamente cuándo comenzar la fabricación de cada uno de los componentes.
- Efectúa la planeación detallada de la capacidad, usando las rutas de fabricación establecidas para cada componente y calculando la carga en cada centro de trabajo específico.
- Considera tanto las órdenes liberadas para productos como las planeadas.
- Determina la capacidad específica para cada centro de trabajo por semana, por día.

Si todos los pasos del proceso de planeación descritos anteriormente se llevaron a cabo adecuadamente, debería haber sólo un pequeño porcentaje en cambios para ajustar la capacidad y poder cumplir.

- MRP y CRP juntos deben alcanzar un balance

EVALUACIÓN DE RECURSOS

Las diferencias en los objetivos de mercadotecnia, manufactura y finanzas hace necesario el tener juntas periódicas que ayuden a resolver conflictos.

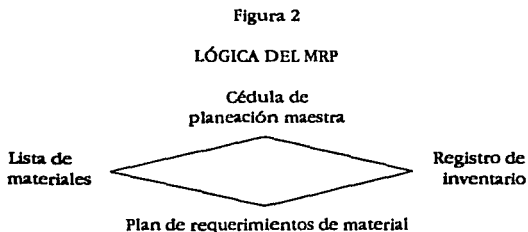
Esta junta es conducida como junta de planeación de manufactura, durante la cual las diferencias entre lo que quiere vender mercadotecnia, lo que puede producir manufactura y lo que puede tolerar finanzas en inventario, son negociados.

Aquí también son revisados los resultados de las proyecciones del último mes, se hacen modificaciones a los siguientes meses y se adiciona un mes al pronóstico de doce meses.

LÓGICA DEL MRP

El sistema MRP de ciclo cerrado, toma una programación maestra (¿qué vamos a fabricar?), a través de la lista de materiales (¿qué vamos a tomar para hacerlo?), lo compara con las existencias en almacén y con el material pedido a proveedores (¿qué tanto tenemos?) para determinar los requerimientos de materiales (¿qué debemos obtener?).

Esta lógica fundamental de planeación de requerimientos de material se muestra en la figura 2.



LISTA DE MATERIALES

La lista de materiales se cuenta entre las primeras actividades a desarrollar para lograr un buen control de la manufactura y es el listado de todos los elementos que intervienen en la elaboración de un producto.

La importancia de la lista de materiales consiste en que es la base para la fabricación de un producto. A la lista de materiales también se le conoce como: fórmula, lista de ingredientes, carta maestra, estructura del producto o receta, según el tipo de empresa de que se trate.

El cuadro 4 muestra una lista de materiales indentada. Para este ejemplo se ha tomado una lámpara de baterías la cual se ensambla con las partes que aparecen relacionadas en dicho cuadro.

Cuadro 4

LISTA DE MATERIALES

<i>Pieza No.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Nivel</i>
0010	Lámpara	1	0
1001	Ensamble de cabeza	1	1
2001	Cabeza plástica	1	2
4001	Plástica	1	4
2002	Lente	1	2
2003	Ensamble de foco	1	2
3001	Foco	1	3
3002	Soporte de foco	1	3
2004	Reflector	1	2
1002	Baterías	2	1
1003	Ensamble de cuerpo	1	1
2005	Ensamble de coraza	1	2
3003	Ensamble de interruptor	1	3
4002	Botón	1	4
4003	Placas metálicas	2	4
3004	Barras conectoras	2	3
3005	Ensamble de coraza plástica	1	3
4004	Plástica	2	4

Figura 3

Nivel
de
ensamble

**ESTRUCTURA DE ÁRBOL
LÁMPARA DE BATERÍAS**

0

Lámpara

1

Ensamble
de cabeza

Baterías
(2)

Ensamble
del cuerpo

2

Cabeza
plástica

Lente

Ensamble
de foco

Reflector

Ensamble
de coraza

Resorte

3

Foco

Soporte
de foco

Interruptor
conectoras(2)

Barras

Coraza
plástica

4

Plástica

Botón

Placas
metálicas(2)

Plástica

34

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

PROBLEMÁTICA DE LAS EMPRESAS DE MANUFACTURA

Los retos a los que se enfrentan hoy día las empresas de manufactura, son: una mayor complejidad de las tareas, una mayor descentralización de la toma de decisiones, un mejor sistema de información en la estructura organizativa y una modernización de los sistemas y equipos de trabajo. Todo lo anterior implica que es necesaria una mayor creatividad.

SISTEMA IDEAL PARA EL CONTROL DE LA MANUFACTURA

El sistema ideal para el control de la manufactura será aquel que esté integrado por:

- 1- Métodos, técnicas, filosofías y sistemas que requieren una inversión mínima (véase figura 4, puntos 1 a 4) por medio de los cuales todos los empleados de la empresa deben estar involucrados en el proceso de modernización de la empresa. De esta forma, se pueden conceptualizar diversos esquemas de involucramiento en las actividades de innovación y mantenimiento, entendiendo por innovación el cambio radical para mejorar, y por mantenimiento aquellas labores dirigidas a operar de acuerdo con los estándares tecnológicos actuales.
- 2- Reubicación de equipos (véase figura 4, punto 5) la inversión puede variar dependiendo del tipo de empresa y de los equipos con que cuenta, generalmente requiere una inversión media para cambiar de lugar los equipos usados en la manufactura.

3 - Equipos y sistemas de cómputo (véase figura 4, puntos 6 a 9) requiere una inversión media para la adquisición de los equipos y sistemas; y un periodo de tiempo de 2 a 3 años para su implantación y adaptación a los nuevos sistemas.

Figura 4
SISTEMA IDEAL PARA EL CONTROL DE LA MANUFACTURA

1	2	3	4	5	6	7
Asimilación de tecnología	Justo a tiempo (JIT)	Control total de calidad (TQC)	Mejora continua (KAIZEN)	Tecnología de grupos	Diseño/ manufactura asistido por computadora (CAD/CAM)	Robótica industrial
8 Planeación de requerimientos de materiales (MRP)						
9 Inteligencia artificial (AI)						

A continuación se describe la función de cada uno de los subsistemas que integran el sistema ideal para el control de la manufactura:

1 - Asimilación de tecnología:

Representa aprovechar al máximo la tecnología desarrollada en la propia empresa, así como la que se tenga disponible. Muchas veces será necesario recurrir al estado del arte por medio del cual conoceremos todo lo que se ha desarrollado en el área que nos interesa.

2 - Justo a tiempo (JIT):

Identifica una filosofía y conjunto de metas para las empresas de manufactura. En un sentido amplio la meta es la supresión de desperdicios. Justo a tiempo no está respaldado por algún conjunto de técnicas. Es una filosofía que centra su atención sobre la eliminación de desperdicios, al comprar o fabricar las cantidades correctas en el momento que se requieren.

Justo a tiempo también enfrenta la solución de problemas, no los encubre con ayudas como un exceso de inventarios, stock de seguridad o tiempos excesivos. Entre los elementos que se deben eliminar para alcanzar las metas de justo a tiempo están: los tamaños excesivos de lotes, rechazos por control de calidad, descomposturas de máquinas y equipos y finalmente los tiempos altos usados para el tránsito durante el proceso de manufactura.

JIT requiere trabajo en equipo para alcanzar estas metas. Las relaciones adversas con los vendedores ahora son más fraternales. La frase justo a tiempo se originó en Japón. Las virtudes de la filosofía de justo a tiempo son indiscutibles. Justo a tiempo es un concepto sólido. Si se aplica adecuadamente ayudará a la empresa de manufactura a hacer grandes progresos llegando a ser más competitiva y en general a mejorar su eficiencia total.

3 - Control total de calidad (TQC):

Más que una técnica es una filosofía en la que participan los integrantes de todos los niveles de una empresa y en la que todos están convencidos y motivados de que al realizar bien su trabajo todos reciben los beneficios al eliminar reprocesos, desperdicios, etcétera.

4 - Mejora continua (Kaizen):

Consiste en sumergirse en un proceso constante de cambio para mejorar. Podríamos decir que se trata de continuar evolucionando hacia formas más efectivas de proceder.

El concepto evolutivo "Kaizen" implica que se requiere una administración más preocupada por el proceso que por los resultados. Así mismo, centra su atención en las personas y está dirigida a mejorar sus esfuerzos. El concepto (Kaizen) está estrechamente relacionado con la voluntad de ser cada vez mejores, de actuar cada vez con mayor eficacia y de ser cada vez más creativos. El dirigente busca constantemente ser mejor dirigente, el obrero busca realizar mejor su labor, ser mejor vendedor, ser mejor tornero, etcétera. En conjunto procuran que los productos de la empresa sean mejores y que la empresa sea mejor. Esto es, por medio de una cultura organizacional se busca que la unión de voluntades dé lugar a una empresa con su propia voluntad de ser.

5- Tecnología de grupos:

Consiste en colocar personal y equipos en una misma área con el fin de reducir distancias y tiempos de recorrido por los productos y el personal, logrando una mayor productividad al encontrarse integrados dentro de la misma área.

6- Diseño/manufactura asistido por computadora (CAD/CAM):

Las herramientas de diseño (CAD) ofrecen una interfase gráfica para la definición tridimensional o bidimensional de los objetos. Proporcionan numerosas herramientas para un trabajo sencillo y

rápido. Una vez diseñados los objetos, los paquetes permiten el acceso a una base de datos para la fase de ayuda a la manufactura (CAM) para trabajar; estructuración de la fabricación, diseño de las instalaciones, control numérico y planeación de proceso. Se utiliza para diseñar una infinidad de productos industriales y de consumo, desde partes pequeñas hasta grandes piezas de maquinaria.

Los sistemas de diseño asistidos por computadora incrementan la producción al automatizar y controlar procesos; mejoran la calidad y abaten costos.

El diseño asistido por computadora se basa en sistemas de cómputo que apoyan la creación, modificación, análisis y optimización de un producto; cuando los procesos se refieren a las ingenierías exclusivamente, esta tecnología se denomina ingeniería asistida por computadora o CAE (Computer Aided Engineering).

Los modernos sistemas de CAD se basan en técnicas de computación gráfica interactiva, las cuales despliegan información gráfica generada por computadora y la modifican mediante la interacción individuo-máquina.

El proceso de diseño es un procedimiento interactivo, o cíclico, que consta de 6 etapas:

Reconocimiento de una necesidad, definición del problema, síntesis, análisis y optimización, evaluación y presentación.

Las últimas 4 se apoyan en las áreas funcionales de modelado geométrico, análisis de ingeniería, revisión y evaluación del diseño, y dibujo automatizado de los sistemas CAD.

Al modelado geométrico corresponde la etapa de síntesis, en la

cual el proyecto físico de diseño toma forma en el sistema de cómputo, a partir de la aplicación de técnicas asociadas con la computación gráfica interactiva.

El análisis de ingeniería correspondiente a la fase de análisis y optimización.

La revisión del modelo y evaluación es la quinta etapa del proceso general de diseño. El dibujo automatizado conlleva un procedimiento para revertir el modelo del producto en una imagen impresa, en copia dura, ya sea papel, fotografía o video, entre otras. En un CAD, el modelado geométrico se relaciona con disciplinas como la topología, la geometría, las propiedades físicas, los algoritmos de interrogación y los elementos de hardware y software de propósito específico requeridos en la generación de un modelo. Además permite modelar mediante una diversidad de esquemas de modelado, cuyo poder expresivo está relacionado directamente con el lenguaje disponible al diseñador.

El análisis que requiere un proyecto de diseño de ingeniería involucra cálculos de tensión o de esfuerzo, transferencia del calor, o el uso de ecuaciones diferenciales para describir el comportamiento dinámico de un sistema.

Con la terminal gráfica de un CAD, se verifica la precisión de los diseños, el acotamiento semiautomático y las rutinas de tolerancia, que asignan especificaciones de tamaño a las superficies de acuerdo con el usuario, disminuyendo los errores al dimensionar un objeto. Por su parte, el análisis del ensamble de una estructura evita que algunos componentes ocupen un mismo espacio, al operar el modelo de un mecanismo mediante animación.

El dibujo automatizado propicia la reproducción de copias en dispositivos de salida (graficadores, impresoras, etcétera). A partir

de los dibujos de ingeniería generados en CAD; muchas empresas, con sólo la automatización del dibujo, justifican la inversión de un sistema CAD.

Las ventajas del CAD lo han convertido en imprescindible para una amplia diversidad de actividades en la industria, especialmente en áreas como ingeniería (civil, mecánica, eléctrica, electrónica, química y de sistemas), en la arquitectura y diseño industrial y gráfico, entre otras.

La manufactura asistida por computadora (CAM) está constituida por una gran cantidad de sistemas y técnicas automatizadas de manufactura, las cuales incluyen el control numérico, control de procesos, generalmente de máquinas-herramienta.

Integración de diseño y manufactura (CAD/CAM). Esto implica que los resultados del diseño de un producto con la ayuda de un sistema CAD, se utilice de manera directa como entrada de un sistema CAM. Los resultados del diseño realizado por un sistema CAD, se convierten en las entradas directas de un lenguaje de programación de control numérico que genera instrucciones de máquina para controlar la fabricación de la pieza.

7 - Robótica industrial:

Comprende dispositivos programables de funciones múltiples; los robots son sistemas híbridos de cómputo, independientes que realizan actividades físicas y de cómputo, los robots emplean sensores analógicos para reconocer los objetos y computadoras digitales para controlar las actividades.

En esta parte también se encuentran los convertidores analógico-digitales que transforman la temperatura, presión, peso, sonido, movimiento y las imágenes en claves binarias comprensibles para la computadora del robot. Las salidas de las computadoras contro-

lan las acciones físicas de válvulas, brazos y juntas impulsando sus servo-motores.

La mayoría de los robots industriales no tienen ningún parecido con las personas. Ellos tienen uno o más brazos y juntas diseñados para actividades específicas.

La ventaja de un robot es que se trata de un dispositivo de movimientos múltiples capaz de realizar diversas tareas como sucede con una persona. Se usan para realizar funciones del tipo: soldar, rivetear, pullir, pintar, etcétera.

También se tienen robots con inteligencia artificial para que puedan responder de manera efectiva a situaciones no estructuradas. Por ejemplo, algunos robots especializados pueden identificar objetos amontonados, seleccionarlos en orden adecuado y ensamblarlos formando una unidad.

8 - Planeación de requerimientos de materiales (MRP):

Viene a ser un proceso de administración que toma el plan del negocio y lo divide en tareas específicas, detalladas, que el personal evalúa y llega a un acuerdo en reuniones de trabajo.

La planeación de recursos de materiales involucra a todos los departamentos de la empresa, no solamente al departamento que administra los recursos materiales; el de ingeniería debe mantener actualizada su lista de materiales, ventas/mercadotecnia deben conservar sus planes de ventas vigentes; compras debe cumplir con las fechas en que ofreció los materiales.

El paquete que desarrolle la planeación de recursos de materiales debe usar técnicas bien definidas, que efectúe las funciones fundamentales – plan maestro de producción, planeación de materiales, planeación de capacidad de ventas – requeridas para adminis-

trar los recursos de cualquier empresa de manufactura. Además, que presente un conjunto de planes de recursos expresados en unidades, horas y pesos para uso del personal directivo de la empresa.

También que se pueda usar en empresas que manejen altos volúmenes, de tipo repetitivo orientados a procesos o ensambles según orden del cliente y finalmente que se pueda usar en empresas de cualquier tamaño y que fabriquen cualquier tipo de producto.

9 - Inteligencia artificial:

Es el estudio de las ideas que hacen a la computadora capaz de realizar cosas aparentemente inteligentes. Un sistema es inteligente si puede adaptarse a nuevas situaciones por sí mismo, teniendo la capacidad de razonar, entender relaciones entre hechos, describir significados y reconocer lo que es verdadero. Nos permitirá acumular la experiencia de procesos previos que posteriormente se usará en procesos subsecuentes; también permitirá verificar la congruencia de los planes de producción y en caso de que faltara información, el sistema la solicitará al operador. Este sistema continuará trabajando hasta llegar a tener lo que se conoce como un sistema experto, al guardar la información y experiencia que corresponde a la empresa, por lo tanto, solamente servirá a dicha empresa.

CAPÍTULO V

APÉNDICE

IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA

Para la implantación del sistema ideal para el control de la manufactura se deberán tomar en consideración varios aspectos:

La dirección general debe estar convencida de que desea obtener mejores resultados, para lo cual proporcionará los recursos y facilidades necesarios, además establecerá indicadores y medidores para determinar el avance en los resultados.

Antes de iniciar la implantación, se deberá lograr una concientización y motivación de todo el personal que se verá involucrado, con el fin de que tenga una nueva mentalidad y una nueva actitud frente al quehacer cotidiano, deberán estar influidos por una nueva cultura y una nueva forma de hacer las cosas.

La implantación se llevará a cabo por fases considerando cada uno de los subsistemas ya mencionados en el capítulo respectivo.

Verificar que se están logrando los resultados esperados, en caso contrario determinar cuál es la causa que lo impide para proceder a su corrección.

Respecto al MRP se puede decir que hay varios paquetes, cada uno con un nombre diferente dependiendo del fabricante y el tipo de empresa de manufactura al que está dedicado.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICA

- Giral B. José, González Sergio.
Tecnología apropiada, México, Ed. Alhambra Mexicana, 1974
- Giral B. José, González Sergio.
Estrategia Tecnológica Integral, México, Talleres EDIPSA, 1986
- Wight, Oliver W.
Production and inventory management in the computer age,
Boston, CBI Publishing Company, Inc. 1974.

HEMEROGRÁFICA

- Garwood, R. Dave.
"Explaining JIT, MRP II, KANBAN", P & IM Review and APICS
News, oct. 1984 p. 66-69
- Miller Jeffrey G., Sprague Linda G.
"Behind the growth in materials requirements planning",
Harvard Business Review, sep - oct 1975.
- Mistretta Ochoa Mónica.
Manufactura integrada por computadora la fábrica de los
90, revista *Expansión*, p. 72-76, agosto 29/1990.

CURSOS

- Modelos computacionales en el control de la manufactura*. Héctor
Horton Muñoz, Depto. de Educación Continua Facultad de Química
UNAM, sep 23 - oct 4 1991
- Análisis de los modelos de asimilación de tecnología y su aplicación*
en la industria de procesos químicos. Mónica Ito, Depto. de Educa-
ción Continua, Facultad de Química UNAM, 9 - 13 sep. 1991.

Eficacia empresarial, Napoleón Serna S., Depto. de Educación Continua, Facultad de Química UNAM, 4 - 15 nov. 1991.

Análisis y optimización de procesos químicos, Alfonso Vaca, Depto. de Educación Continua, Facultad de Química UNAM, 7 - 11 oct. 1991.

Productividad y seguridad, Heliodoro Vásquez, Depto. de Educación Continua, Facultad de Química UNAM, 17 - 20 sep. 1991.